MSTAS 2017

İMKANSIZ MEKANLAR | OLANAKSIZIN OLANAĞI
IMPOSSIBLE PLACES | POSSIBILITY OF THE IMPOSSIBLE

11. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu
14-15 Haziran 2017, Orta Doğu Teknik Üniversitesi
11th Computational Design in Architecture National Symposium
June 14-15th, 2017, Middle East Technical University

Editörler / *Editors:* Arzu Gönenç Sorguç, Çağlar Fırat Özgenel, Müge Kruşa Yemişcioğlu

XI. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu
14-15 Haziran 2017, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

MSTAS 2017
İMKANSIZ MEKANLAR : OLANAKSIZIN OLANAĞI

Düzenleyen
Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

Düzenleme kurulu
Prof.Dr. Arzu Gönenç Sorguç
Uzman Çağlar Fırat Özgenel
Ar.Gör. Müge Kruşa Yemişçioğlu

Editörler: Arzu Gönenç Sorguç, Çağlar Fırat Özgenel, Müge Kruşa Yemişcioğlu

Kapak resmi: Müge Kruşa Yemişcioğlu tarafından MSTAS.2017 için hazırlanmıştır.

©2017
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi,
Dumlupınar Bulvarı, 06800, Ankara/Türkiye
tel: +90 312 210 2202, faks: +90 312 210 2297

Yayın Türü	: Bildiri Kitabı
Yayın Kurulu Kararı	: 08.06.2017 (2017-4)
Yayın Kurulu	: M. Adnan Barlas, Haluk Zelef, Müge Akkar Ercan, Ela Aral Alanyalı, Olgu Çalışkan, Harun Kaygan, Gülşen Töre Yargın
Sayfa Düzeni	: Müge Kruşa Yemişcioğlu
ISBN	: 9789754293685

Baskı
Sim Matbaa
Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No:108/1 Çankaya/Ankara
T: 0312 230 2209
simmatbaasi@gmail.com

Kitabın içeriğinde kullanılan fotoğraflar ve diğer görsel malzemelerin telifi, aksi belirtilmedikçe yazara aittir.

Bu kitabın tüm yayın hakları saklıdır. Telif sahibinin önceden yazılı izni olmadan kısmen ya da tamamen yeniden bastırılamaz, herhangi bir kayıt sisteminde saklanamaz, hiçbir şekilde elektronik, mekanik, fotokopi ya da başka bir araçla çoğaltılıp işletilemez.

Bilim Kurulu
Scientific Committee

Arzu Erdem	İstanbul Teknik Üniversitesi
Arzu Gönenç Sorguç	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Başak Uçar	TED Üniversitesi
Birgül Çolakoğlu	İstanbul Teknik Üniversitesi
Burcu Şenyapılı Özcan	Bilkent Üniversitesi
Can Gündüz	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Çetin Tüker	Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
Elif Erdine	Architectural Association
Elif Kendir	İstanbul Bilgi Üniversitesi
Emine Mine Thompson	Northumbria University
Ethem Gürer	İstanbul Teknik Üniversitesi
Fulya Özsel Akipek	İstanbul Bilgi Üniversitesi
Gülen Çağdaş	İstanbul Teknik Üniversitesi
Güven Arif Sargın	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
İpek Gürsel Dino	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Kutay Karabağ	İstanbul Bilgi Üniversitesi
Leman Figen Gül	İstanbul Teknik Üniversitesi
Mehmet Ali Altın	Anadolu Üniversitesi
Meltem Aksoy	İstanbul Teknik Üniversitesi
Meral Erdoğan	Yıldız Teknik Üniversitesi
Mine Özkar	İstanbul Teknik Üniversitesi
Mustafa Emre İlal	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Neşe Çakıcı Alp	Kocaeli Üniversitesi
Orkan Telhan	University of Pennsylvania
Ozan Önder Özener	İstanbul Teknik Üniversitesi
Özgür Ediz	Uludağ Üniversitesi
Salih Ofluoğlu	Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
Sema Alaçam	İstanbul Teknik Üniversitesi
Semra Arslan Selçuk	Gazi Üniversitesi
Serkan Palabıyık	Balıkesir Üniversitesi
Sevil Yazıcı	Özyeğin Üniversitesi
Suzan Girginkaya Akdağ	Bahçeşehir Üniversitesi
Şebnem Yalınay Çinici	İstanbul Bilgi Üniversitesi
Şule Taşlı Pektaş	Bilkent Üniversitesi
Tuba Kocatürk	University of Liverpool
Tuğrul Yazar	İstanbul Bilgi Üniversitesi
Yüksel Demir	İstanbul Teknik Üniversitesi

Destekleyenler
Supporters

Önsöz

Preface

Ivan Sutherland, 1963 yılında ilk Sketchpad'i geliştirdiğinde, çok büyük olasılıkla tasarım ve üretim teknolojilerinde nasıl bir dönüşümü başlatmış olabileceğini hayal bile etmemişti. O tarihten bu yana, insan-bilgisayar etkileşimindeki, bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojilerindeki yenilik ve değişimlerin baş döndürücü hızı, sadece tasarlama ve üretme biçimlerimizi değil, düşünme ve öğrenme biçimlerimizi de dönüştürmeye başlamıştır. 1970'lerde elektronik ve bilişim teknolojilerinin de CAD/CAM teknolojilerine benzer bir gelişim hızı ile eşlik etmesi, bugün hepimizin varlığını neredeyse kanıksadığı robot teknolojilerini, sanal ve arttırılmış gerçeklik uygulamalarını, "akıllı" olarak nitelendirilen otonom, tepkimeli sistemleri, büyük veri (big data) gibi pek çok yeni olguyu beraberinde getirmektedir.

Bugünün malzeme anlayışı sadece fiziksel malzemeyi değil, siber malzemeyi de içermekte; dosyadan fabrikaya anlayışı daha da genişleyerek, karmaşık ve çok disiplinli veri ile ortaya çıkan modeller ve etkileşim biçimleri ile yeni bir eko sistem oluşturmaya başlamıştır. Zaman zaman dijital ekosistem olarak tanımlanan bu yeni sistemde, yer, zaman gibi temel kısıtlar da ortadan kalkmaya başlamış ve tasarım, üretim ve sonrası, verinin büyüklüğü ve farenin tıklama süresi ile ölçülür hale gelmiştir. Geçmişte hayal bile edilemeyen, olanaksız olduğu düşünülen pek çok şey artık olanaklı...

Bu bağlamda, mimarlık yapılması çok zor ya da olanaksız olan yapıları artık içermekte, malzemenin, strüktürün, formun ve inşaat eyleminin sınırlarını zorlamaktadır. Sanal ve gerçek mekanlar bir arada var olabilmekte, olanaksız mekanlar görünür kılınabilmektedir. Günümüzün tasarım, üretim ve yeni deneyimlere olanak sağlayan sanal gerçeklik teknolojileri artık büyük fabrikalardan okullara, ofislere hatta evlere kadar girmiş ve 3-boyutlu yazıcılar ile birlikte eklemeli üretim, tasarım-üretim ilişkisinde de yeni olanaklar ortaya çıkarmaktadır.

Öte yandan, çevresel, politik ve ekonomik gerekçelerle deneylediğimiz savaşlar ve sonucunda ortaya çıkan göç benzeri sorunlar, küresel düzeyde yeni "olanaksızlıkları" da gündeme getirmektedir. Sürdürülebilirlik ise, günümüzde tüm disiplinlere ve mimarlığa çok daha fazla sorumluluk yüklüyor: MSTAS 2017, sadece yeni tasarım ve üretim teknolojilerinin değil, aynı zamanda "olanaksızın olanaklarının" araştırıldığı bir bilgi paylaşım ortamı, bir iletişim/etkileşim ağı olarak bu tartışmalarda yer almaya devam edecek.

Arzu Gönenç Sorguç, *Haziran 2017*

İçindekiler
Contents

Oturum 1

Hesaplamalı Örüntü Tasarımında Yapım Kuralları: CNC Frezeleme ile Bir Deneme **10**
Begüm Hamzaoğlu, Mine Özkar

Uzay Mimarlığında Sayısal Tasarım ve Üretim Araçlarının Değerlendirilmesi Üzerine Mars Özelinde Bir Çalışma **22**
Süheyla Müge Halıcı, Güzden Varinlioğlu, Gözde Damla Turhan, Mehmet Sadık Aksu

Olağan Nesnelerin Oyun Halleri: Çocuklara Gömülü Teknolojiler İle Oyun Kurma Ortamı Sunmak **32**
İpek Kay

İridophore: Yansıtıcı Dinamik Örüntü Önerisi **46**
Ahmet Onkaş

Oturum 2

Mimarlık Eğitiminde Tepkimeli Kinetik Sistem Yaklaşımı **60**
Arzu Gönenç Sorguç, Fatih Küçüksubaşı, Serkan Ülgen, Çağlar Fırat Özgenel, Müge Kruşa Yemişcioğlu

Parametrik Tasarımda Tasarım Örüntülerinin Kullanımı **70**
Çetin Tünger, Şule Taşlı Pektaş

1. Sınıf İç Mimarlık Öğrencilerinin Zihinsel Döndürme Becerilerinin Eğitsel Video Oyunları İle Geliştirilmesi **78**
Çetin Tüker

Oturum 3

Post-endüstriyel Dönüşüm Zemininde Yüzey-Hacim Algısı: Doğanın Form-İşlev Stratejilerine Dönüş **92**
Aybeniz Gökmen

Biçim Gramerlerinde Görsel Hesaplama Sürecinin Değerlendirilmesi **104**
Can Uzun

Mimarlıkta Dijital Piyasa: Mimari Tasarım Süreçlerinde Yazılım Teknolojisi Politikaları **114**
Hanife Sümeyye Taşdelen, Leman Figen Gül

İçindekiler
Contents

Oturum 4

126 **Mimarlıkta Sayısal Tasarım Kavramları Üzerine Bir Çalışma**
Tuğrul Yazar, Serkan Uysal

136 **Parçacık Tabanlı Taşıyıcı Sistem Modellemesi Üzerine Asimetrik Biçimli Jenerik Kabuk Sistemi Tasarım**
Esra Cevizci, Seçkin Kutucu

148 **HypE Genetik Algoritması Kullanarak Toplam Enerji Kullanım ve Aydınlanma Seviyesinin Dijital Model Üzerinden Optimizasyonu**
Orçun Koral Işeri, Hızır Gökhan Uyduran

Oturum 5

162 **"Growing an Architectural System": Bir Mimari Sistem Büyütmek, Performansa Dayalı Sayısal Tasarım Araştırmaları İçin Prototipler**
Fulya Akipek, Tuğrul Yazar

172 **Mimari Tasarım Sürecinde Karar Verme: Bulanık Mantık Tabanlı Cephe Optimizasyonu Önerisi**
Berfin Yıldız, Begüm Aktaş

182 **Olanak Alanlarını Kapsüllemek: Yumuşakform**
Egemen Berker Kızılcan

194 **Mimari Çözümleme Yöntemi Olarak Katmanlama: Peter Eisenman'ın "Ev II"si**
Duygu Tüntaş Karaman

Oturum 6

206 **21 yy. 'ın MMI sektörel profesyonellerini şekillendirme**
Hatidza Isanovic, Birgul Çolakoğlu

214 **Türkiye'deki Mimarlık ve Mühendislik Firmalarında Yapı Bilgi Modellemesi Olgunluğu Üzerine Bir Araştırma**
Ramazan Sarı, Mehmet Koray Pekeriçli, Ali Murat Tanyer

228 **Yapılı Çevrede Yangın Kırılganlığı ile Konum Belirleme Teknolojilerinin Birleştirilmesi**
Nilüfer Kızılkaya Öksüz, Fatih Topak, Mehmet Koray Pekeriçli, Ali Murat Tanyer

238 **Yapı Teknolojisi Eğitiminde BIM ve Pedagojik Potansiyeller**
Mehmet Ümit Meterelliyoz, Ozan Önder Özener

Oturum 1
Session 1

Making Rules in Computational Pattern Design: An Experiment with CNC Milling

Begüm Hamzaoğlu[1]; Mine Özkar[2]
[1,2]İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]hamzaoglu@itu.edu.tr; [2]http://akademi.itu.edu.tr/ozkar/, [2]ozkar@itu.edu.tr

Abstract. Digital production techniques offer designers low-budget and open source means to make within design processes. Thus the integration of design and making in computational design methods emerges as a research subject area. This study examines the possible contributions of design rules to the process of producing geometric patterns while using numerical production tools. In practice, the paper aims to show that making rules are functional both in terms of diversification and integration. We carried out experiments where processes of making were formally represented and then applied using CNC milling tools. This study differs from previous computational studies of Seljuk geometric patterns with its focus on their production processes. Shape and making rules define the possible transformations in the process, and help us understand the common points and differences in the processes. The methodology, as illustrated in the results of a workshop on existing patterns, unifies the components of making and design, and expands the design space of any pattern with the factors of production.

Keywords: *Shape grammars, making grammars, craft computation, digital fabrication*

Hesaplamalı Örüntü Tasarımında Yapım Kuralları: CNC Frezeleme ile Bir Deneme

Begüm Hamzaoğlu[1]; Mine Özkar[2]
[1,2]İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]hamzaoglu@itu.edu.tr; [2]http://akademi.itu.edu.tr/ozkar/, [2]ozkar@itu.edu.tr

Özet. Sayısal üretim araçlarının yaygınlaşması, tasarımcıların düşük bütçeli ve açık kaynak destekli yapım süreçleri yürütmelerine, yapımın bileşenlerini tasarım sürecinin bir parçası olarak ele almalarına olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda tasarım ve yapım süreçlerinin hesaplamalı tasarım yöntemlerinde bütünleşmesi bir araştırma konu alanı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma ise, sayısal üretim araçları yardımıyla biçim kurallarının yapım kuralları ile bütünleşik kullanımının tasarım sürecine olası katkılarını geometrik örüntüler örneği üzerinden ele almaktadır. Uygulamada yapım kurallarının tasarımlara hem çeşitlilik kazandırmada hem de bütünleştirmede işlevsel olduğunu göstermek hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında, uygulama sürecinin biçimsel olarak temsil edildiği ve yaygın sayısal üretim araçlarından CNC freze kullanılarak gerçekleştirilen denemeler incelenmiştir. Çalışma kapsamında Selçuklu geometrik örüntü örnekleri ele alınmış, daha önceki çalışmalardan farklı olarak üretim süreçlerine odaklanılmıştır. Süreç içindeki olası dönüşümler biçim ve yapım kurallarıyla tanımlanarak, süreçlerdeki ortak noktalar ve farklılıklar incelenmiştir. Buna göre üretim sürecindeki değişkenler ve bunlara dayalı farklı örüntü üretimi araştırılmıştır. Bildiride, örneklemdeki örüntüler için geçerli biçim ve yapım kuralları ile çalıştay sonuçlarının paylaşımı ve bulguların tartışılması planlanmış, önerilen çözümleme yöntemi ile var olan örüntülerin üretim sürecine odaklanarak tasarım uzaylarını genişletmek, yapım bileşenlerini tasarım sürecine dahil eden bir yöntem önerisi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Biçim gramerleri, yapım gramerleri, zanaat hesaplama, sayısal üretim*

1. Hesaplamalı Tasarıma Yapımın Entegre Edilmesi

Günümüzde tasarımcılar sayısal üretim araçlarının işlemlerini hesaplama yoluyla kontrol ederek üretim sürecinde aktif bir rol üstlenebilir durumdadır. Tasarım ve üretim süreçlerinin bu yolla bütünleşmesi, Rönesans öncesi dönemde hem tasarımcı hem de yapan rolündeki geleneksel ustaların süreçlerine benzemektedir (Kolarevic, 2005). Yaygın olan uygulamalar ise, yapma bilgisini tasarımda bir araştırma ve tasarlama etkeni olarak her zaman ön planda tutmamakta, entelektüel etkinlikleri el becerilerine üstün tutmaktadır (Gürsoy, 2016).

Hesaplamalı tasarımda tasarım ve üretim süreçlerinin bütünleşmesi literatürde sayısal zanaat (digital craft) kavramını türetmiştir (Oxman, 2007). Sayısal zanaat, hesaplanabilir malzeme davranışları, fabrikasyon ve birleşim yöntemleri ile gerçekleştirilen denemelere dayanan form üretimini ifade eder. Günümüzde sayısal zanaat kavramı üzerine gerçekleştirilen denemeler, hesaplanabilir malzeme davranışları ile form bulma yöntemleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Yapım sürecinin diğer bileşenlerini oluşturan araç ve yöntem bilgisini hesaplamalı tasarım süreçlerine katan yöntemler ise henüz yaygınlaşmamıştır. Örneğin, tasarımcılar sayısal üretim araçlarını çoğunlukla sayısal olarak modellenmiş biçimlerin hızlı prototiplenmesi amacıyla kullanmaktadır. Sayısal olarak kontrol edilebilen bu üretimlerdeki düşük hata payı nedeniyle, form üretiminde yapım bilgisi gereksiz dahi görülebilmektedir. İşçiliğin yapım sürecine katılmadığı bu durum, kontrol ve kesinliğe dayanır (Pye, 1968). Bu yaklaşımda, araçların ve yöntemlerin olanaklarının ve kısıtlarının üretilen form üzerindeki etkisini keşfetme ve tasarım sürecine katma söz konusu değildir.

Sayısal üretim araçlarında üretilen biçimler de dahil olmak üzere, tüm fiziksel biçimler belirli özelliklere sahip araçların malzeme üzerine belirli bir yol izlemesi sonucu oluşur. Yapım bilgisinin üretilen biçim üzerindeki etkisi kaçınılmazdır. Lazer kesici, üç boyutlu yazıcı, CNC freze gibi araçların sayısal kontrolü, yapım bilgisinin yerini almaz; aksine sayısal üretim araçlarının kullanıcılarının istedikleri biçimi üretebilmeleri için araçların yapım yöntemlerine bütünüyle aşina olmaları gerekir (Schodek vd., 2005). Bu aşinalık tasarımcıda yoksa, üretimi ve formu etkileyecek kararlar imalatçıya bırakılır.

Diğer yandan, bazı araştırmacılar üretim bilgisini kullanan hesaplamalı form bulma denemeleri ortaya koymaktadır (Boza, 2006; Kieferle & Katodrytis, 2016). Yapılan uygulamalar, CNC frezeleme ve robotik fabrikasyon gibi sayısal üretim uygulamalarında denemeye ve keşfetmeye dayalı bir süreç izlenirse önceden tahmin edilemeyen fiziksel formların belirebileceğini göstermiştir. Sonucu belirli olmayan ve yaparak tasarlamaya dayalı üretim süreci, zanaatta var olan yapımın üretken doğasını hesaplamalı tasarım sürecine katmayı mümkün kılar. Bununla birlikte, zanaattaki tek yönlü olmayan dinamik akışın ve üretkenliğin bir süreç olarak hesaplanabilirliği günümüzde keşfetmeye açık bir araştırma konusudur.

Hesaplamalı tasarım yöntemleri günümüze kadar fiziksel nesneler yerine soyut biçim tasarımları üzerine yoğunlaşmış olsa da süreç odaklı olmaları yapım süreçlerinin tarif edilebilmesi için uygun bir ortam oluşturur. Ayrıca, Kendir ve Schork'un (2009) vurguladığı gibi, hesaplamalı tasarım yöntemlerinde düşün sürecinin şeffaflaşması, sadece sayısal değil analog yapım yöntemlerinin de tasarım süre-

cine entegre edilebileceği kapsamlı bir zanaat yaklaşımı ortaya koyabilir.

Günümüze kadar pek çok çalışmaya konu olmuş biçim gramerleri hesaplamalı tasarımda üretken süreçleri tarifleyen yöntemlerden biridir. Biçim grameri kuramının öne çıkan özelliklerinden biri, biçim hesaplamasının görsel hesaplama ve usavurmaya dayanması ve bu sayede biçimlerin doğasındaki muğlak ve sonsuz parça-bütün ilişkilerini hesaplamalı tasarım pratiğine dahil etmesidir. Tasarım süreçlerindeki biçimsel dönüşümlerin, cebirsel biçim hesaplamaları şeklindeki görsel kurallarla ifade edilmesi, süreçteki dönüşümler arasındaki görsel ilişkileri ortaya çıkarır. Bununla birlikte, biçim gramerleri biçimlerin hesaplanmasını kapsar ve tamamen görseldir. Bu nedenle fiziksel özellikleri içermez.

Diğer yandan tasarım süreçlerindeki malzeme, araç ve eylemler gibi yapım bileşenleri, oluşan biçim ile doğrudan ilişkilidir. Tasarımdaki üretken süreç, sonuç üründe görülen biçim ile tüm bu bileşenlerin bütünleşik düşünülmesi ile anlaşılabilir (Özkar & Lefford, 2006). Bu bağlamda son yıllarda gerçekleştirilen bazı çalışmalarda, tasarım süreçlerindeki fiziksel özellikleri ve manipülasyonları görselleştirmede biçim gramerlerinin araçlarından yararlanan yöntemler öne sürülmüştür (Gürsoy & Özkar 2015; Gürsoy vd. 2015; Harrison vd. 2015). Önerilen örneklerde yapım süreçlerindeki belirli hareketlerin belirli malzemeler üzerindeki uygulamaları biçimselleştirilmiştir. Bu sayede, yapım süreçlerinde tasarımcının etkileşim içerisinde olduğu araçlar ve malzeme davranışlarının aralarındaki görsel ilişkiler hesaplanabilir. Gürsoy ve Özkar'ın (2015) çalışmasında, yapım süreçlerine dair görsel usavurmayı sağlayan bu yöntemin tasarım eğitimine katkı sağlayacağı vurgulanmıştır.

Knight ve Stiny (2015), biçim gramerlerini yapım gramerleri olarak genişletmeyi öngörmüştür. Yapım gramerleri, tasarımı bir yapım süreci olarak ele alır ve dolayısıyla sürece dahil olan tüm nesneler (malzemeler ve araçlar) ve işlemler bir bütün olarak hesaba katılır. Knight ve Stiny'nin yorumladıkları ilk örnekler biçim gramerleri ile çizim yapma, iplerle düğüm atma ve suluboya ile boyama gramerleridir. Bu örneklerde, her bir yapım süreci için biçimselleştirme yönteminin değişmesi gerekli görülmüştür. Örneğin, biçim gramerleri ile çizim yapma sürecinde görülen parçalar kırmızı renk ile etiketlenirken, iplerle düğüm atma sürecinde sol ve sağ elin ipleri tuttuğu noktalar yarım dikdörtgen biçimli etiketlerle temsil edilmiştir. Ayrıca iki gösterimde ortak olarak, sıralama değişken oklarla tarif edilmiştir. Buna göre, yapım hesaplamasının biçim hesaplamasından bir diğer farkı zamana ve sıralamaya göre hesaplamanın değişkenlik gösterebilmesidir.

Bu çalışmada ise, hesaplamalı tasarımda yeni bir kavram olan yapım gramerlerinin, var olan geometrik örüntülerin üretken süreçlerinin analizinde ve yeni geometrik örüntü üretiminde kullanımının denenmesi hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında geometrik örüntülerin tasarım süreçlerini incelemek için geliştirilmiş önceki yaklaşımlardan farklı olarak şekiller ile yapım süreçleri arasındaki biçimsel ilişkileri de hesaba katan bütünleşik bir yöntem önerilmektedir. Örnek olarak, Selçuklu döneminde Anadolu'daki anıtsal mimari yapılarda bulunan taş üzerine oyulmuş geometrik desenler ele alınmıştır.

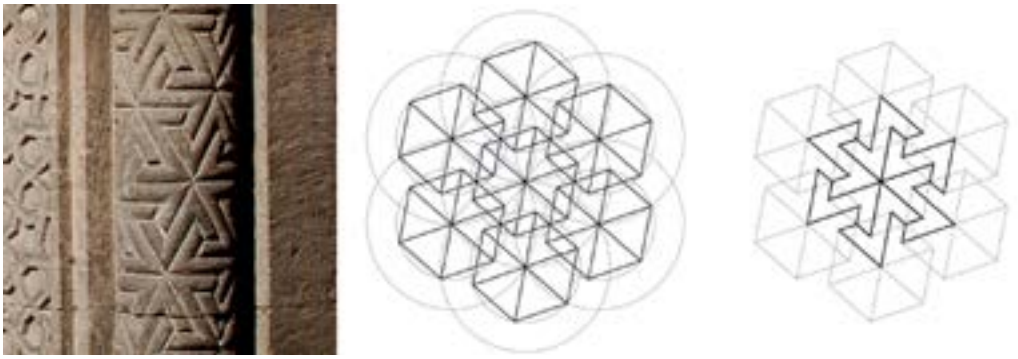
2. Taş Oymacılığı İle Üretilen Geometrik Örüntülerde Yapımın Hesaplanması

Selçuklu geometrik örüntü örnekleri, ahşap, taş, çini, seramik gibi çeşitli malzemeler üzerinde uygulanmıştır. Günümüze örüntülerin yapım bilgisi yazılı olarak ulaşmamış olsa da, var olan örüntüler üretim yöntemleri hakkında ipucu sağlamaktadır. Örneğin, örüntülerdeki geometrik kompozisyonların malzemenin gerektirdiği yapım yöntemine göre değiştiği görülmektedir (Mülayim, 1982). Bugüne kadar örüntüleri malzeme cinsi ve yapım yöntemi ile birlikte ele alan az sayıda çalışmanın en kapsamlı örneği tuğla örüntüler üzerinedir (Bakırer, 1981). Tuğla ve çini birimlerin bir araya getirildiği örüntülerde birimlerin birleşim yerleri son üründe görünür olduğundan üretim süreçleri hakkında ipucu içerirler. Taş oymacılığı ise bir öncekini manipüle eden aşamalardan oluşması sebebiyle, son üründe ara aşamalara ait izleri görmenin daha zor olduğu bir yapım yöntemidir.

Taş oymacılığının temel bileşenleri taş üzerine oyulmuş Selçuklu örüntülerinde yapım ile oluşan ve çeşitlenen geometrilerin çözümlenmesinde kullanılabilir. Bu bağlamda yapılan daha önceki bir çalışmada, taş üzerine oyulmuş Selçuklu geometrik örüntüleri için bir yapım kuralı temsili önerilmiştir (Hamzaoğlu ve Özkar, 2016a). Yapım kuralı temsillerinde, öncelikle taş oyularak oluşturulmuş bir örüntünün geometrik düzeni çözümlenir. Şekil-1'de 13. yüzyılın ilk yarısında inşa edilmiş olan Kayseri Huand Hatun Külliyesi girişindeki bir sütunce üzerindeki geometrik örüntü ve olası bir düzen şeması çözümlemesi görülmektedir. Çözümlemede, geometrik düzende görülen altılı dönel simetriye sahip bir çember ağ oluşturulmuş ve geometrik düzen bu ağa oturtulmuştur. Bu ağ, eşit büyüklükte çemberlerin birbirlerinin orta noktaları ve kesişim noktaları referans alınarak sadece pergel ve düzkenar gibi basit araçlarla uygulanabilir. Bir sonraki aşamada ağdaki her bir çemberi altı eş parçaya bölen noktalar birleştirilerek düzgün altıgenler oluşturulur ve bu altıgenleri de altı eş üçgene bölen üçer adet çizgi eklenir. Oluşan geometrik kompozisyonda görülen biçimlerin belirli parçalarının eksiltilmesi ile örnek örüntüde görülen geometrik düzen elde edilir. Bu üretim kurgusu, örnek örüntüdeki düzeni geometrik olarak inşa etmenin sadece bir yoludur. Aynı sonuca ulaşan ve geometrik olarak inşa edilebilir olan farklı görme senaryoları üretilebilir.

Selçuklu geometrik örüntüleri için geliştirilmiş olan yapım kurallarında ise, çözümlenen geometrik düzen kılavuz alınarak, çizgilerinin üzerlerinde keski ile uygulanan işlemler biçimselleştirilir. Biçimselleştirilen unsurlar, Şekil-2'de en soldaki görselde bu çalışmada ele alındığı kapsamıyla verilen yapım bileşenleridir. Çalışmamızda yapım bileşenleri; keskinin biçimi, keski ucunun çapı, oyma derinliği ve keskinin orta noktasının kılavuz çizgiden uzaklığı yani oyma mesafesidir. Şekil-2'de orta görülen birinci yapım kuralı, bir çizgi boyunca belirli bir derinliğe kadar düz bir keski ile oymanın sonucunu yatay ve düşey kesitler halinde biçimselleştirir. Şekil-2'de en sağda görülen ikinci kural ise, örnek örüntüdeki her bir kılavuz çizgiye uygulanmış olabilecek yapım kuralını gösterir. Başka bir çalışmada, taş üzerine oyulmuş Selçuklu geometrik örüntüleri için geliştirilmiş olan yapım kuralları desenlerin farklı yüzey geometrilerine yerleştirilmesi işlemindeki görsel hesaplama konu alınmıştır (Hamzaoğlu ve Özkar, 2016b). Bu çalışmada ise, oyma işlemi ile geometrik örüntülerin oluşumu genel

Şekil 1. Örnek bir geometrik örüntü ve keskinin izlediği yolun geometrik düzeninin çözümlemesi.



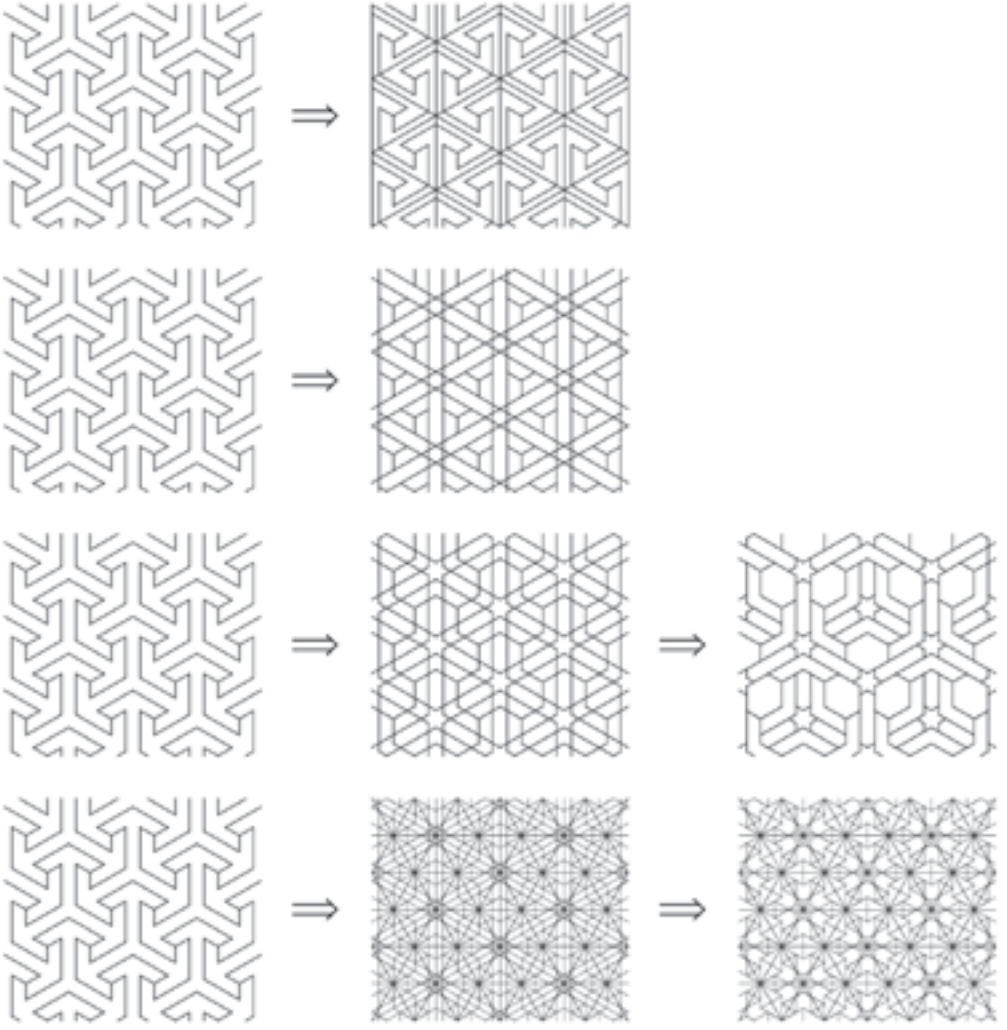
Şekil 2. (soldan sağa) Keskinin taş blok üzerindeki yerleşimi, birinci ve ikinci genel yapım kuralları.

olarak ele alınmış olup üç aşamaya ayrılmıştır. Birinci aşama, geometrik düzeni oluşturan kılavuz çizgilerin belirli bir yüzeye yerleştirilmesidir. İkinci aşama, yerleştirilen kılavuz çizgiler üzerinde görülen biçimlerin belirli parçalarının oyma işlemini gerçekleştirmek üzere tanımlanmasıdır. Bu parçalar nokta, çizgi ya da yüzeylerden oluşabilir. Üçüncü ve son aşama ise, tanımlanan parçalara belirli çapa ve biçime sahip bir kesici uç ile belirli mesafede ve derinlikte uygulanan oyma işlemidir. Aşağıda, belirtilen üç aşamadaki değişkenler ile yapım gramerleri kuramı çerçevesinde yeni geometrik örüntü üretimi denemeleri gösterilecektir.

3. Yapım Kuralları İle Sayısal Üretim Denemeleri

Bu çalışmada Selçuklu geometrik desenleri için tanımlanmış olan yapım kuralları ile yeni geometrik örüntüler üretmek için üretim aracı olarak CNC freze makinası tercih edilmiştir. Frezeleme, taş oyma işlemine benzer olarak eksiltmeli (subtractive) bir üretim türüdür. İşlem, genel olarak makinenin ucuna takılan freze bıçağının ahşap, metal, taş ve benzeri plakalar üzerinde dönerek ilerlemesinden oluşur. Bıçağın izlediği yol boyunca bıçağın ucunun kalınlığı, biçimi, adım mesafesi, ilerleme hızı ve ayarlanan derinliğe göre malzeme eksiltilerek şekil alır. Tüm bu işlemler sırasıyla sayısal olarak G-Kod adı verilen üretim kodu halinde bilgisayar programı aracılığıyla makineye okutulur. Günümüzde çeşitli CAM programları sayesinde aracın izleyeceği yol (toolpath) koordinatları üç boyutlu sayısal modeller üzerinde tanımlanabilmektedir. Daha sonra yine CAM programı arayüzünde kullanılacak araç özellikleri ve kesme işleminin değişkenleri kontrol edilebilir.

Uygulama denemeleri, aynı başlangıç biçimi üzerinde farklı biçim ve yapım kurallarını kullanarak ahşap plakalar üzerinde yeni geometrik desenler tasarlanması ve üretilmesi şeklinde kurgulanmıştır. CAM programı olarak RhinoCAM kullanılmıştır. RhinoCAM arayüzünde üretilen işlemler ile malzemenin uğrayacağı dönüşümler adım adım simülasyon aracılığıyla yaklaşık olarak görülebilmektedir. Bu sayede tasarımcı, süreç içinde bu bilgiyi de kullanarak farklı olasılıkları hızlıca keşfedebilir ve deneyebilir. Günümüzde kullanılan farklı uç tiplerinin tasarımcının hayal gücüyle sınırlı olan aracın izleyeceği hareket çeşitleriyle bü-



Şekil 3. (yukarıdan aşağıya) 1., 2., 3. VE 4. gruba ait biçim dönüşümleri.

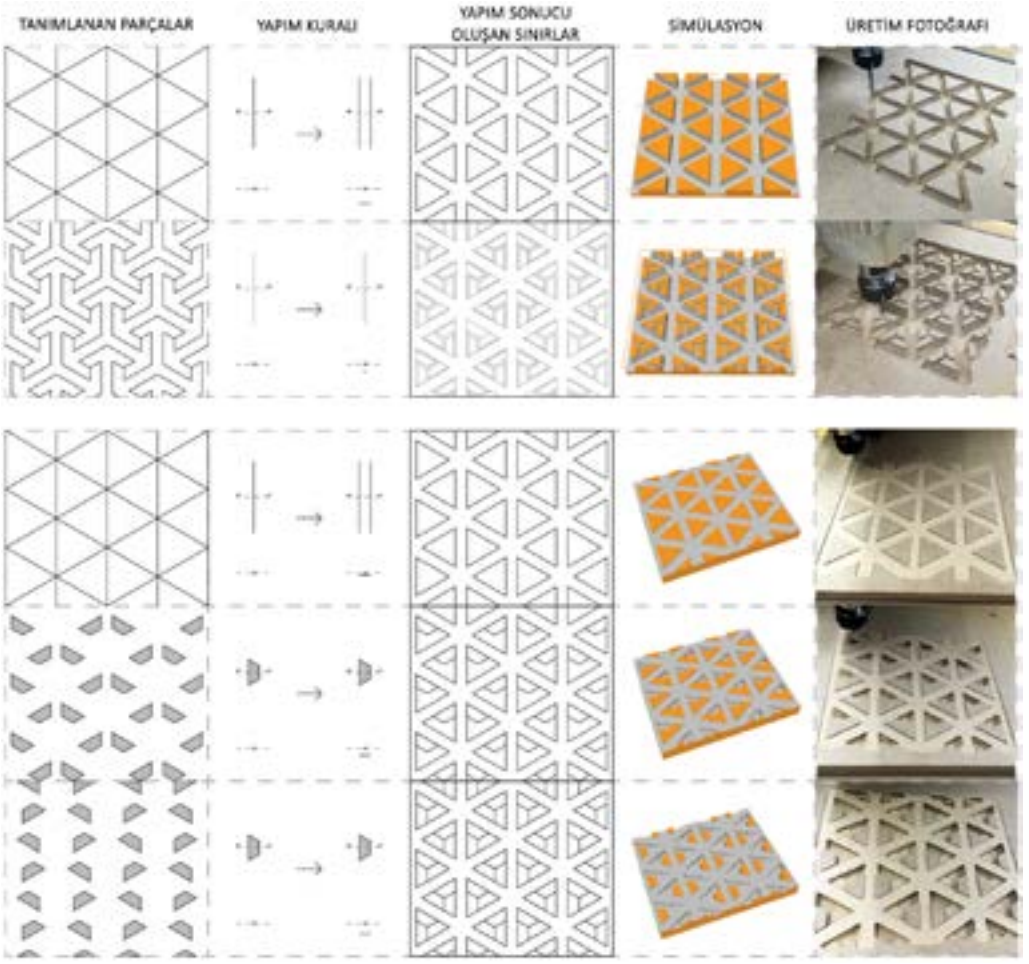
tünleşmesi sonucu sınırsız sayıda yeni örüntü üretilebilir.

Uygulama denemelerinde belirli biçim ve yapım kuralı belirlenmiş ve önerilen kural dizileri gönüllü katılımla gerçekleştirilen bir çalıştayda beş mimarlık lisans öğrencisi, dört mimari tasarımda bilişim yüksek lisans ve doktora programı öğrencisi, iki şehir bölge planlamacısı ve bir endüstriyel tasarımcı olmak üzere toplam oniki katılımcının kullanımına sunulmuştur. Katılımcılardan değişkenleri kullanarak tasarımları ve uygulamaları çeşitlendirmeleri istenmiştir. Öncelikle katılımcılara Selçuklu geometrik örüntülerindeki üretken biçim ve yapım hesaplamaları paylaşılmış ve üretim için bir CAM programı arayüzünde G-Kod geliştirme yöntemleri ve değişkenleri tanıtılmıştır. Üçer kişilik dört çalışma grubu oluşturulmuş ve tüm katılımcılarla aynı başlangıç biçimi (initial shape) paylaşılmıştır. Uygulamanın ilk aşamasında, biçim dönüşümleri için ekleme ve çıkarma cebirsel operasyonları önerilmiştir. Bu operasyonlar, Selçuklu geometrik örüntülerinde görüldüğü gibi tekrarlayan biçimlerdeki referans noktaları arasına çizgi eklenmesi ya da çıkarılması ile sınırlandırılmıştır. Birinci ve ikinci gruplar sadece ekleme operasyonu uygularken, üçüncü ve dördüncü gruplar önce ekleme ve ardından çıkarma operasyonu uygulamışlardır. Sonuç olarak, Şekil-3'te görüldüğü gibi, bir başlangıç biçiminden dört farklı geometrik düzen oluşturulmuştur.

Uygulamanın ikinci aşamasında, her bir çalışma grubundan bir CNC freze üretim dosyası geliştirmeleri beklenmiştir. Bunun için kullanıma hazır olan altı farklı çaptaki düz uçlu freze bıçaklarının boyutları ve uygulamanın yapılacağı MDF plakanın kalınlığı bilgileri paylaşılmıştır. Süreç boyunca katılımcıların araç, malzeme, seçilen frezeleme yöntemine göre oluşacak örüntüyü simülasyon üzerinde görüp yapım kuralını değiştirme imkanları olmuştur.

Çalıştay sonrasında frezede gerçekleştirilen üretimler, süreçleriyle birlikte analiz edilmiştir. Örnek olarak gerçekleştirilen ilk iki grubun tasarımına ait üretimlerdeki süreç, Şekil-4'te görüldüğü gibi beş aşamada çözümlenmiştir. Bu aşamalar sırasıyla, bir önceki aşamada üretilen geometrik örüntüde bazı parçaların seçilerek tanımlanması, tanımlanan her bir çizgi ya da yüzey üzerinde uygulanacak yapım kuralının tanımlanması, yapım sonucu değişen sınırlar ile oluşan yeni geometrik düzen, üretim simülasyonu ve üretim sonucudur. Buna göre ilk grubun üretimi, kendi içinde iki aşamadan oluşur. Tanımlanan ilk parçalar boyunca 10 mm çapında düz ağızlı bir freze bıçağıyla 3 mm derinliğinde oyma işlemi uygulanmıştır. Tanımlanan ikinci parçalar boyunca ise, 2 mm çapında düz ağızlı bir freze bıçağı ile 6 mm derinliğinde oyma işlemi uygulanmıştır. İkinci grubun üretim süreci ise üç aşamada ortaya çıkmıştır. İlk aşamada, önceki grubun üretiminde olduğu gibi çizgiler boyunca 10 mm çapında 10 mm derinliğinde oyma işlemi gerçekleştirilmiştir. İkinci ve üçüncü aşamada, iki farklı yüzey grubu için 2 mm kalınlığında düz ağızlı freze bıçağıyla yüzeyler boyunca paralel yollar takip edilerek sırasıyla 6 ve 9 mm derinliğinde oyma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

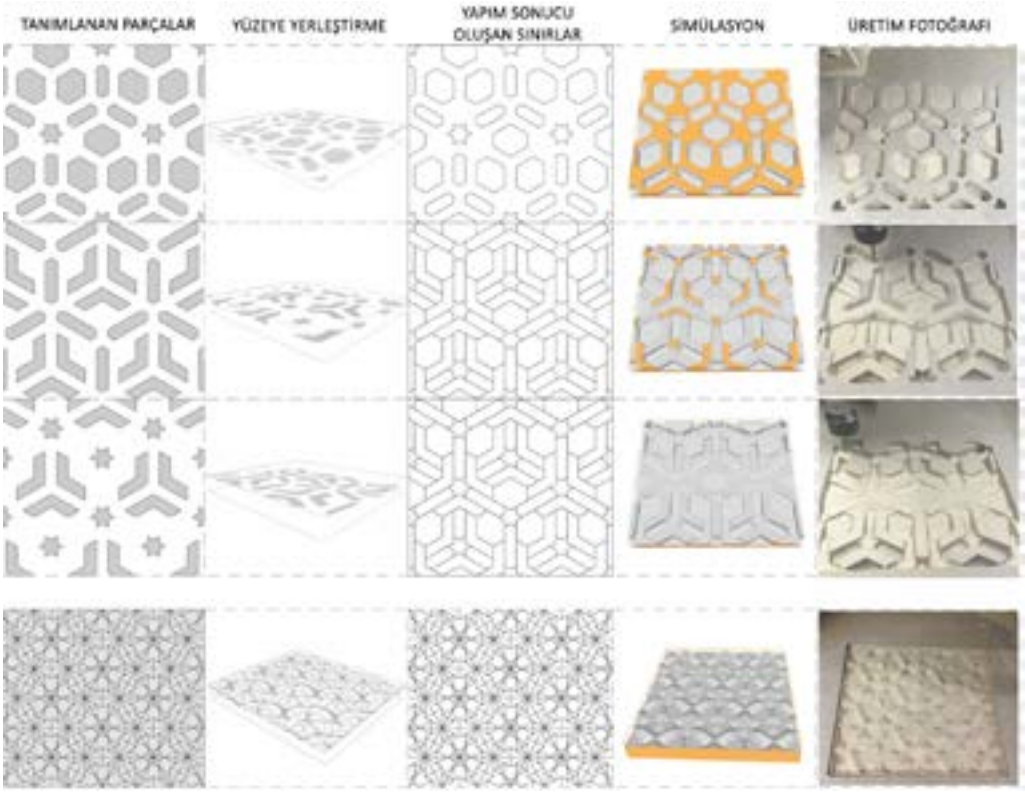
Üçüncü ve dördüncü grubun üretim süreci de Şekil-5'te görüldüğü gibi yine beş aşamaya ayrılarak incelenmiştir. Ancak bu iki grubun üretim sürecinde ikinci aşama farklılaşmıştır. Yapım kurallarının ilk aşamada oluşturulmuş olan eşit yükseklikteki geometrik örüntü parçaları üzerinde uygulanması yerine, sayısal model üzerinde örüntülerin önce farklı yüksekliklere sahip yüzeylere yerleştirilmesi sağlanmıştır. Üçüncü gruba ait üretim 2 mm



Şekil 4. (İlk iki sıra) Birinci grubun ve (son üç sıra) ikinci grubun yapım sürecinin çözümlemesi.

çapında düz ağızlı freze bıçağı ile üç aşama halinde gerçekleştirilmiştir. Bu sayede her bir aşamada önceden tahmin etmesi güç olan üç boyutlu geometrik örüntüler elde edilmiştir. Ayrıca, uygulamalar sonucunda farklı yükseklik katmanları arasında oluşan ara yüzeyler ile oluşan yüzey belirmeleri çeşitlenmiştir.

Son olarak, Şekil-5'te son satırda görülen ve dördüncü gruba ait olan üretimde üçüncü grubun üretiminde olduğu gibi yüzeye yerleştirme yöntemi uygulanmıştır. Ancak, bu denemenin sürecinde bir farklılık olarak beklenmeyen yüzeyler aracın özelliklerinin hesaba katılmamasından kaynaklanmıştır. Bu çalışma için önerilen düz ağızlı freze bıçakları en küçük 2 mm çapında bulunmaktadır. Bu nedenle sayısal modelde geliştirilen 2 mm'den dar hacimler, 2 mm çapındaki uç ile oyulduğunda yüzey üzerinde 2 mm çapında eş yükseklik seviyesinde daireler oluşturmuştur.



Şekil 5. (İlk üç sıra) Üçüncü grubun ve (son sıra) dördüncü grubun yapım sürecinin çözümlemesi.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, geometrik örüntülerin tasarım üretimi ve yapımı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Uygulamalarda, örüntü üretimini otomatikleştirme ile sınırlı sayısal üretim yöntemlerinin yapım kuralları ile tasarım sürecine entegre edilebileceği ve hesaplamalı örüntü üretiminde çeşitliliği arttırabileceği gösterilmiştir. Çalışmada yapım kurallarının iki tür kullanımı önerilmiştir. Bunlardan ilki, yapım kurallarının var olan zanaat ürünlerinin üretken süreçlerini yapım yöntemlerindeki bileşenlerle bütünleşik olarak incelenmesidir. Böylece üretken süreçleri örtük olan zanaat ürünlerinin sonuç ürünlerin kopyalanmasından öte, düşün süreçleri hakkında bilgi üretilmesi mümkün olabilir. Önerilen ikinci kullanım ise, yapım kuralları ile keşfetmeye dayalı ve tektonik düşünceyi içine katan bir hesaplamalı tasarım ve üretim sürecidir.

Çalışmada önerilen kural tabanlı hesaplamalı yapım yöntemi, CNC freze ve diğer sayısal üretim araçlarının üretilen fiziksel formlar ile arasındaki biçimsel ilişkilere odaklanmayı öne çıkarması bakımından bu araçların tasarım eğitiminde kullanımında yeni bir anlam ifade edebilir. Örnek uygulamada CNC freze üretimindeki bıçak ucunun biçimi, bıçak ucunun çapı, oyma derinliği, oyma mesafesi değişkenleri ile bir başlangıç biçimi üzerinde gerçek-

leştirilen freze üretimleri ile çeşitli ahşap geometrik örüntüler üretilebileceği gösterilmiş ve süreçlerin analizi yapım kuralları ile birlikte ortaya konmuştur.

Uygulamada biçim kurallarının yapım kuralları ile birlikte kullanımı ile bu iki farklı tanımlı üretken sürecin karşılıklı katkı sağlayarak sürecin tasarım uzayını genişlettiği gözlenmiştir. Uygulama sonucunda gözlenen bir diğer olgu, yaparak tasarlama durumunda araç ve malzeme değişkenlerinin etkisiyle fiziksel biçimi hesaplamanın karmaşıklaşması, ve bunun tasarımcıların süreci kısa sürede kontrol almalarını zorlaştırmasıdır. Yapılan simülasyonlar, katılımcıların karar alma sürecini hızlandırmıştır. Ayrıca, üretimlerin sonucunda katılımcılara dönüşler olmuş, onlar da fiziksel modeller üzerinde kullandıkları biçim ve uyguladıkları yapım yöntemi arasındaki ilişkiye ilişkin geri besleme alabilmişlerdir. Üretim öncesi simülasyon programları üretim sonucu oluşacak forma ilişkin geri bildirimi hızlandırsa da fiziksel üretimlerin sonucunda beklenmedik sonuçlar oluşabilmektedir. Bu nedenle üretim sonrası sürecin tekrar başına dönüp biçimi tekrar dönüştürebilmek ve böylece daha dinamik bir akış gerçekleştirmenin süreci zenginleştireceği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Sunulan çalışma 114K283 numaralı TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir. “Ortaçağ Anadolusu’nda Geometri’nin İnşası” adlı çalıştay kapsamında gerçekleşen “Seeing and Making Geometry” adlı öğrenci çalıştayına katılan Ahmet Onkaş, Baran Yıldız, Barış Çağlar, Dilşad Aladağ, Bürge Elvan Erginli, Efe Gözen, Elif Ensari, Görkem Günay, Gözdenur Demir, Ilgın Kürekçi, Ruşen Eroğlu ve Ülker Aral’a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

BAKIRER, Ö. Selçuklu Öncesi ve Selçuklu Dönemi Anadolu Mimarisinde Tugla Kullanimi {The use of brick in Anatolian architecture in pre-Seljuk and Seljuk era}. ODTÜ, 1981.

BOZA, L. E. 2006. (Un)Intended Discoveries Crafting the Design Process. Synthetic Landscapes: Proceedings of the 25th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture, 150–157.

GÜRSOY, B. 2016. Formalizing Making in Design (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü. İstanbul.

GÜRSOY, B. ve ÖZKAR, M. 2015. Visualizing Making: Shapes, Materials and Actions. Knight, T. Ve Vardouli, T. (Ed.), Design Studies 41(A), 29-50.

GÜRSOY, B., JOWERS, I. and ÖZKAR, M. 2015. Formal Descriptions of Material Manipulations: An Exploration With Cuts and Shadows. Celani, G., Sperling, D.M. and Franco, J.M.S. (ed.) Computer-Aided Architectural Design Futures. The Next City - New Technologies and the Future of the Built Environment, Springer, 439-457.

HAMZAOĞLU, B., ÖZKAR, M. 2016a. Tasarım ve Yapmanın İlişkisi: Selçuklu Geometrik Desenleri Örneğine Güncel Bir Bakış. MSTAS 2016 Karşılaşmalar: Krizler ve İmkanlar [10. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu], İstanbul Bilgi Üniversitesi, İstanbul, 58-69.

HAMZAOĞLU, B., ÖZKAR, M. 2016b. Geometric Patterns as Material Things: The Making of Seljuk Patterns on Curved Surfaces. Bridges Finland 2016 Mathematics, Music, Art, Architecture, Education, Culture Conference Proceedings, University of Jyväskylä, Jyväskylä,

Finland, 331-336.

HARRISON, L. EARL C., ECKERT, C. 2015. Exploratory making: Shape, structure and motion. Knight, T. Ve Vardouli, T. (Ed.), Design Studies 41(A), 51-78.

KENDİR, E. & SCHORK, T. (2009). Tools for Conviviality: Transcribing Design. In Tidafi, T. & Dorta, T. (Eds.) Joining Languages, Cultures and Visions: Proceedings of the 13th International CAAD Futures, Montréal, Canada: Les Presses de l'Université de Montréal, 740-753.

KIEFERLE, J. B. & KATODRYTIS, G. 2016. Complexity & Simplicity - Proceedings of the 34th International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe, Oulu, Finland.

KNIGHT, T. ve STINY G. 2015. Making Grammars: from Computing with Shapes to Computing with Things. Knight, T. Ve Vardouli, T. (Ed.), Design Studies 41(A), 8-28.

KOLAREVIC, B. 2005. Information Master Builders. In B. Kolarevic (Ed.), Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing, 55-62. Taylor and Francis.

MÜLAYİM, S. 1982. Anadolu Türk Mimarisinde Geometrik Süslemeler: Selçuklu Çağı. Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.

OXMAN, N. 2007. Digital Craft: Fabrication Based Design in the Age of Digital Production. Workshop Proceedings for Ubicomp 2007:International Conference on Ubiquitous Computing. September; Innsbruck, Austria, 534-538.

ÖZKAR, M., LEFFORD, N. 2006. Modal relationships as stylistic features: Examples from Seljuk and Celtic patterns. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 57(11), 1551-1560.

PYE, D. 1968. The Nature and Art of Workmanship. London: Herbert Press.

SCHODEK, D., BECHTHOLD, M., GRIGGS J. K., KAO, K., & STEINBERG, M. 2005. Digital design and manufacturing: CAD/CAM applications in architecture and design New York: Wiley - Academy Press.

Digital Design and Fabrication Tools in Space Architecture Workshop

Süheyla Müge Halıcı[1]; Gözde Damla Turhan[2]; Mehmet Sadık Aksu[3]; Güzden Varinlioğlu[4]
[1]İstanbul Teknik Üniversitesi; [2,3,4]İzmir Ekonomi Üniversitesi
[1]halicis@itu.edu.tr; [2]gozde.damla@std.ieu.edu.tr; [3]sadik.aksu@ieu.edu.tr;
[4]guzdenv@gmail.com

Abstract. As with positive science studies, in space studies, there is a continuing cooperation among art and design fields. Likewise, in the Space Architecture studies, different international disciplines are combined to produce designs for exoatmospheric habitats. These design studies, which resemble science and engineering issues, require mastery of analytical thinking and computational design thinking. In addition, designers require the latest knowledge of digital design and fabrication tools to ensure that non-standard design proposals can be developed. In the increasingly important area of the design of living spaces for Mars, the focus is on design and digital fabrication technologies of present and future. For this reason, the development of designs within the scope of Space Architecture should not be considered as separate from computational design or computing technologies.

A two-week workshop was organized in 2017. The issues covered were how to incorporate today's technology into design and production, through the concept of computational design, and how to increase its use in current studies and by young designer candidates. In this article, there is an evaluation of the design products and the design process covered in the workshops. There is also an assessment of the process of the two-week design workshop on the colonization of Mars, and the digital design and production approaches used. The evaluation emphasizes the importance of digital design, the need for innovative design approaches in the future, and the potential for digital fabrication technologies.

Keywords: *Space architecture, biomimetic design, computer-aided design, digital fabrication, virtual reality.*

Uzay Mimarlığında Sayısal Tasarım ve Üretim Araçlarının Değerlendirilmesi Üzerine Mars Özelinde Bir Çalışma

Süheyla Müge Halıcı[1]; Gözde Damla Turhan[2]; Mehmet Sadık Aksu[3]; Güzden Varinlioğlu[4]
[1]İstanbul Teknik Üniversitesi; [2,3,4]İzmir Ekonomi Üniversitesi
[1]halicis@itu.edu.tr; [2]gozde.damla@std.ieu.edu.tr; [3]sadik.aksu@ieu.edu.tr;
[4]guzdenv@gmail.com

Özet. İnsanlar için dünya dışında yaşam alanı yaratma düşüncesinin gündeme gelmesiyle, uzay alanında yapılan araştırmalara, mimari tasarım disiplinleri de dâhil olmuştur. Bilim ve mühendislik konularına benzerlik gösteren bu tasarım çalışmaları, analitik düşünme ve hesaplamalı tasarım düşüncesine sahip olmayı gerektirmektedir. Tasarımcıların sayısal tasarım ve üretim araçlarının güncel bilgisine sahip olmaları geleneksel olmayan tasarım önerilerinin geliştirilebilmesi için önemlidir. Son yıllarda dünya dışı yaşam alanı olarak popüler hedef haline gelen Mars için sunulan tasarım önerileri incelendiğinde, günümüz ve geleceğin sayısal tasarım ve üretim teknolojilerinden sık sık faydalanıldığı gözlemlenmektedir. Bu nedenle, uzay mimarlığı alanında geliştirilen tasarımların, hesaplamalı tasarım ve bilişim teknolojilerinden bağımsız düşünülmemesi gerekmektedir.

Bu bağlamda, tasarım öğrencilerinin günümüz teknolojisini sayısal tasarım sürecine nasıl aktarabileceklerini gözlemlemek ve konu hakkında uzay mimarlığı özelinde farklı bakış açıları kazandırmak adına iki haftalık çalıştay gerçekleştirilmiştir. Bu makalede, gerçekleştirilen çalıştay kapsamında ortaya konan tasarım ürünlerinin ve tasarım sürecinin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Değerlendirme sonucunda, tasarımcılar için sayısal tasarım ve üretim teknolojilerinin kullanımının önemi ve geleceğe yönelik yenilikçi tasarım yaklaşımlarının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Uzay mimarlığı, biyomimetik tasarım, bilgisayar destekli tasarım, sayısal üretim, sanal gerçeklik.*

1. Giriş

"Uzay hakkında olağanüstü olan şey, merak duygusuyla problemleri anlama çabasıdır."

Media Lab yöneticisi Joi Ito, 2017

Mars'a gönderilen insansız uzay araçlarının ardından, insanlı keşif sürecinin başlangıcı için adımlar atılmaya başlanmıştır. Gerçekleştirilecek bu görevin tek yön gidiş bileti olarak nitelendirilmesi, bu gezegende bir yaşam alanı kurmaya olan gereksiniminin önemini vurgulamaktadır. Bu nedenle 2015 yılında NASA'nın (National Aeronautics and Space Administration) açtığı "Mars Habitat Challenge" Mars'ta yaşam alanı tasarım yarışmasında, birinciliği alan "Mars Ice House" projesi gibi birçok disiplinlinler arası çalışma ortaya konmuştur (Ciardullo, 2016). Öte yandan, kapsamlı tasarım önerilerinin geliştirilmesi için uluslararası platformlarda da işbirliği yürütülmektedir. Mars One (2017) projesi kapsamında da bu soruya yanıt aranmaktadır. Mars One, 2011 yılında Ban Lansdrop ve Amo Wilders'ın kuruculuğunda, uluslararası ve çok disiplinli bir işbirliği oluşturmayı ve var olan teknoloji bilgisinde kalıcı bir yerleşim tasarlamayı amaçlamaktadır. Tasarım alanında, Mars ortamında var olan ve öngörülebilir problemler üzerine düşünülerek sürecin baştan sona kurgusu planlanmaktadır. Bu bağlamda, Mars ortamında farklı ölçekler ve zaman dilimleri için tasarım sorularının yanıtları araştırılmaktadır. Mars'ın kolonileştirilmesi olarak adlandırılan çalışmalarda, habitat tasarımı için yenilikçi çözüm önerilerinin geliştirilmesi sürecinde, koşut olarak ilerleyen sayısal teknolojilerden destek alınmaktadır. Tasarımcılar, sayısal teknolojinin, tasarım sürecinde, değerlendirilmesinde ve üretiminde kullanılmasının vazgeçilmez olduğunun bilincindedir.

Amacı tarihteki ilk koloni üyelerini tek yönlü yolculuk ile Mars'a ulaştırıp, 2024 yılı için amaçlanan robotik bir öncü oluşum yaratması olan Mars One projesi sayısal tasarım araçlarının kullanımı açısından örnek bir projedir. Bu projeden yola çıkılarak, Görev Mars 2024 başlıklı, İzmir Ekonomi Üniversitesi (İEU) 2. sınıf mimarlık öğrencilerine yönelik iki haftalık çalıştay düzenlenmiştir. Mars'a varacak olan öncül ekipler için hedef, sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmaktır. Sayısal tasarım araçlarının desteği ile tasarlanan bu yaşam alan önerilerinin sayısal üretim araçlarıyla üretilip sunulması ve sanal gerçeklik araçlarıyla deneyimlenmesi çalıştayın ürünleridir. Bu çalışma ile tasarımcılar için sayısal tasarım ve üretim teknolojilerinin kullanımının önemi ve geleceğe yönelik yenilikçi tasarım yaklaşımlarının gerekliliği öne çıkarılmaktadır.

2. Görev Mars 2024 Çalıştayı

Çalıştay, 2016-2017 yılı bahar döneminde üç çalıştay yürütücüsü ve yedi stüdyo eğitmeni tarafından gerçekleştirilmiştir. Toplam 99 öğrencinin katıldığı çalıştayda 15 ekip oluşturulmuştur. Ekiplerden, Mars'ın kolonileştirilmesi kapsamında biyomimetik yapısal organizmalardan esinlenerek tasarım önerileri geliştirmeleri beklenmiştir. Form üretimi ve görselleştirme aşamalarında kullanılması amacıyla sayısal tasarım ve üretim araçlarının eğitimi çalıştay süresince aşamalı olarak sunulmuştur. Amaç, henüz lisans eğitimlerinin başında bulunan öğrencilere bilişim teknolojilerinden faydalanılarak temel düzeyde sayısal mimari tasarım önerisi geliştirme yetisini kazandırmaktır.

2.1 Üniversite programının hedefleri

İEÜ Mimarlık Bölümü, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi içinde yer alan beş bölümden biridir. Bölümler arası ortak dersler ve etkinliklerle, disiplinler arası bir eğitim-öğretim programının sunulduğu Mimarlık bölümü, güncel teknolojileri yakından takip etmektedir. Mimarlık eğitiminde ve uygulamasında güncel teknolojilerin değerlendirilmesi için birçok çalışma yapılmış ve akademik sonuçları incelenmiştir (Varinlioglu vd., 2015, Varinlioglu vd., 2017). Bunlardan en önemlisi, birinci sınıf öğrencilerine yönelik tasarımda sayısal düşünme yetisine dair bilginin ve uygulamaların aktarımına ilişkin güncellemelerdir. Geleneksel tasarım sürecinin bir öncelik olarak görüldüğü ve bilgisayarın ders programına sonradan eklendiği sistemler, çağın beklentilerini karşılamakta yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle, mesleki donanımın geliştirilmesi kaygısıyla müfredata eklenen bilgisayar destekli dersler güncellenmiştir. Bu güncellemelerde, temsil yöntemlerinin dilini, tasarım diliyle aynı anda öğretilmesi, sonraki yıllarda bilişim teknolojilerinin olgunlukla kullanılabilmesi ve temel düzeyde sayısal tasarım okur-yazarlığı hedeflenmiştir. Güncellenen dersler, seçmeli veya zorunlu olarak ayrılmak üzere, CAD/CAM, parametrik tasarım, teknik çizim, grafik temsiller, sunuş teknikleri, kodlama, insan bilgisayar etkileşimi, bilgisayar destekli modelleme ve yapı bilgi modellemesi başlıklarını içermektedir (Varinlioglu vd., 2016). Üniversite programının hedeflerine paralelel gerçekleştirilmiş olan bu çalıştayın kurgusu da sayısal düşünme yetisini destekleyen bir altlığa sahiptir.

2.2 Kurgu

Öğrencilerden Mars'ın ilk koloni üyeleri için sürdürülebilir yaşamı destekleyen yeni bir yerleşim çevresi tasarlamaları beklenmiştir. Bu nedenle, yeryüzü koşullarında tasarlanan yapıların değiştirilip Mars'taki coğrafi ve iklim koşullarına uyarlanması uygun bir tasarım yaklaşımı olarak benimsenmemiştir. Tersine, kendi kuralları olan, büyüyebilen, hareket edebilen, çoğalabilen ve kendi kendini yok edebilen biyomimetik tasarım önerileri desteklenmiştir. Mimari program kapsamında, insanoğlunun yeme, içme ve sosyalleşme gibi temel gereksinimlerinin de yeniden tasarlanması öngörülmüştür. Tüm bu önerilerin bir yapısal organizma olarak sayısal olanaklarla son ürün haline getirilmesi desteklenmiştir.

Öğrenciler ekipler halinde Mars'ta dört farklı arazide çalışmıştır. Ekipte araştırma, eskiz yapma, teknik çizim, sayısal modelleme ve maket yapımı gibi görevler paylaşılmıştır. Farklı disiplin ve eğitim kurumlarından gelen eğitimciler tarafından, biyomimetik tasarım, Mars'ın fiziki, coğrafi ve iklim şartları ve parametrik modelleme konularında seminerler düzenlenmiştir. Mars'taki yaşam koşullarında karşılaşılan zorluklara ilişkin nicel ve nitel veriler sağlanmıştır. Örnek projeler üzerinden Mars için tasarlanan sürdürülebilir yaşam alanı önerilerinin tasarım süreçlerinden ve sayısal teknolojinin bu tasarımlardaki konumundan söz edilmiştir. Son olarak, çalıştay boyunca kullanılması öngörülen görsel kodlama arayüzüyle ilgili uygulamalı sayısal modelleme üzerine bir eğitim verilerek sayısal üretim yöntemleri uygulamalı olarak aktarılmıştır.

Biyomimetik tasarım çalışmaları çerçevesinde ise her ekip bir yaşam formunu araştırmıştır. Öğrencilerin tasarımlarında bu yaşam formunu yalın biçimde taklit etmeleri değil, biyomi-

metik tasarım teorisi ve pratiği ile düşünerek tasarımlarını oluşturmaları beklenmiştir. Bu bağlamda, biçim ve yapı arasındaki karmaşık ilişkileri anlamak için biyomimikriyi doğadan esinlenen mimari bir tasarım yöntemi olarak kullanmışlardır.

Çalıştay sonucunda, kent ölçeğinde düşünülmüş bir tasarım önerisinin, 1/200 ölçeğinde lazer kesiciden alınmış bir arazi modeli üzerine üç boyutlu yazıcıdan alınmış model çıktısı ile sunulması ve bütünden detaya algılanmasını kolaylaştıracak bir sanal gerçeklik uygulamasının oluşturulması beklenmiştir. Çalıştayda, öğrenciler sayısal tasarım ve üretim araçlarını temel düzeyde kullanma becerisi kazanmış olup, sayısal düşünme yetilerini geliştirilerek yenilikçi fikirler ortaya koyma fırsatı bulmuşlardır.

2.3 Kapsam

Çalıştay, bir bütün olarak üç öğrenim girdisini ele almaktadır. Bunlar mimarlık bağlamında Mars'ın kolonileştirilmesi düşüncesi, tasarımda biyomimikri yaklaşımı ve sayısal araçların tasarım sürecindeki etkin kullanım bilgisidir. Bu bölümde, çalıştay kapsamı dâhilinde ele alınan konu başlıklarından bahsedilmektedir.

2.3.1 Kolonileşme

Ay ve Mars için tasarlanan pek çok keşif (geçici) amaçlı yaşam alanı fikri, son dönemlerde artan sürekli (kalıcı) yaşam alanı fikrine dönüşümü ile farklı bir boyut kazanmıştır (Benaroya, 2016). Kalıcı yaşam alanı fikri ile farklı ihtiyaçların doğmasına ve dolayısıyla yapılan araştırmalarda daha çok mimarlık bilgisine gereksinim duyulmaya başlanmıştır. Tasarlanacak mekânların özellikleri, birbirleriyle olan ilişkisi, bunların bütünde olan etkisi ve kullanıcısının üzerinde yarattığı fiziksel, psikolojik ve sosyal durumların bilgisi önemlidir (Lockard, 2014). Bu nedenle, kolonileşmenin, mimarlık alanından bağımsız düşünülmesi mümkün değildir.

Uzay Mimarlığı olarak adlandırılan ve hızla gelişen bu alanda Mars için de pek çok farklı tasarım önerisi mevcuttur ve bu öneriler farklı ortam parametrelerine dayanarak şekillenmektedir (Cohen, 2015). Ancak gezegenimizdeki gibi Mars'ın parametrelerine ayrıntılı bir şekilde sahip olamayışımızdan ötürü çalıştay kapsamında kolonileşme için öne sürülecek mimari tasarımların değişimlere açık olması ve dinamik bir alt yapıya sahip olması önemlidir. Her ne kadar bu arayış esneklik payına sahip olsa da, yine de ekiplerin sürece dair ayrıntılı bir program hazırlamaları beklenmektedir. Bu bağlamda, tasarımların lojistik, yapım, gelişim ve yönetim süreçlerinin kurgulanması da ürünün kendisi kadar tasarlanmaya ihtiyaç duymaktadır. Çalıştay kapsamında da sunulan fikirlerin oluşumunda, tasarımın arka planında süregelen sürecin kurgusu yer almaktadır. Mimarlık alanında, bu ve benzeri tasarım problemlerinin ve süreçlerinin araştırılmasında sayısal modelleme ve temsil araçlarına sıkça başvurulmaktadır. Uzay mimarlığı alanındaki araştırmalarda da kolonileşmenin mimari program kapsamında oluşturulması ve incelenmesi için sayısal tasarım ve üretim araçlarından destek alınmaktadır.

2.3.2 Biyomimikri

Mimarlar, tarih boyunca gerek mimari formlar için gerek iç mekân ya da çeşitli süslemeler için doğayı bir esin kaynağı olarak görmüşlerdir. Doğanın, bu esin kaynağı olma durumu, çoğu zaman var olan formların birebir kopyalanmasından öteye geçememiştir. Geleneksel mimari gibi kimi mimari üsluplarda da doğa

bir yol gösterici olmuş, fakat insanoğlu "statik tüketici" etiketinden kurtulamamıştır. Var olan yaşam formlarını biçimsel olarak kopyalamak yerine, insanoğlunun doğadaki sistemleri ve davranışları anlaması bu etiketin kaldırılmasında büyük rol oynamaktadır. Biyomimikri, bir yöntem olarak, verimli yapılar inşa etmekte, değişen durumlara uyarlanabilen gereçler üretmekte, sıfır atık sistemleri yaratmakta, insan yaşamı için vazgeçilmez olan su kaynaklarını yönetmekte, değişken ısılardaki çevreyi denetlemekte, yapılar için enerji üretmekte ve benzeri durumlarda kolaylıklar ve fırsatlar sunmaktadır. Bu nedenle, insanoğlunun statik bir tüketici olmasından çok, var olan kaynakları koruyucu ve kaynak üretici olması durumu güncel tartışmalar arasındadır. Pawlyn biyomimikriyi başlı başına bir disiplin olarak görür ve "sürdürülebilir çözümler üretebilmek için biyolojik formların işleyişini, süreçlerini ve sistemlerini taklit etmek" olarak tanımlar (Pawlyn, 2011). Böylece, biyomimikri, insanoğlu ve doğa arasında sembolik ilişkiler kurmak yerine, daha sürdürülebilir bir mimarlık ve yerleşim çevreleri kurmayı olanaklı kılmaktadır.

Biyomimikri, tasarım yaklaşımı olarak çok sık karşımıza çıkmakla birlikte, olağan dışı mekânlar içinde tasarım arayışında destekleyici olabilmektedir (Özdemir, 2012). Biyomimikrinin çalıştay kapsamında tasarım yaklaşımı olarak sunulmasındaki nedenlerden bir diğeri ise ekiplerin sayısal araçların tasarım sürecindeki destekleyiciliğinin deneyimi içindir. Biyomimikrinin tasarım yaklaşımında uygulanması her ne kadar geleneksel yöntemler ile mümkün olabilse de sayısal araçların desteği ile bu süreç, algoritmik tekrarlama ve eniyileme mantığına dayalı olduğundan dolayı hızlanmakta ve en iyi uygunluğa ulaştırılmış alternatifler sunmaktadır (Frazer, 1995).

2.3.3 Sayısal Araçlar

Bilgisayar destekli tasarımın, mimari eğitim programına entegrasyonundaki hedeflerden biri; sayısal araçların geleneksel kullanımından farklı düşünülerek tasarımcıyı destekleyici, tasarımı girdi ve çıktıları üzerinden rahatlıkla yöneterek geliştirebileceği ilişkide olmalıdır. Oxman (2008: 106), bu konuda bilgisayar destekli tasarım (CAD - computer aided design) ve sayısal mimari tasarım (DAD - digital architectural design) ayrımını yapar. CAD metotları, prensipleri ve teorileri, kâğıt temelli tasarım geleneksel yöntemlerini kullanırken; DAD, sayısal form, sayısal yöntemler, yeni bir gramer ve kavramları beraberinde getirir. Bu durum, geleneksel bir eylem tarzına getirilen önemli ve köklü bir değişiklik anlamına gelir. Çalıştay kapsamında temel düzeyde kullanım eğitimi verilen araçlar; üç boyutlu modelleme programı Rhinoceros'un eklentisi olarak çalışan parametrik tasarım aracı Grasshopper; üç boyutlu yazıcı ve lazer kesicidir. Bu temel eğitim ile sunulan araçların kullanımı dışında, tasarımcıların tasarımlarına yön verebilecek veya geliştirebilecek başka tasarım ve üretim araçlarını araştırarak öğrenebilme becerisini kazandırması hedeflenmiştir. Ayrıca çalıştay konusu olarak, geleneksel bir tasarım konusunun verilmemesi, öğrencilerin sayısal mimari tasarım sürecine ve ürünlerine bu düşünme tarzı ile daha yakın bir yaklaşım sergilemesini sağlamıştır.

3. Sayısal Araç Kullanımının Tasarım-Sunum-Üretim İlişkisinde Değerlendirilmesi

Çalıştay yürütücüleri tarafından kullanım becerisi ve bilgisi aktarılan sayısal tasarım ve üretim araçlarının, çalıştay sürecindeki kullanımı

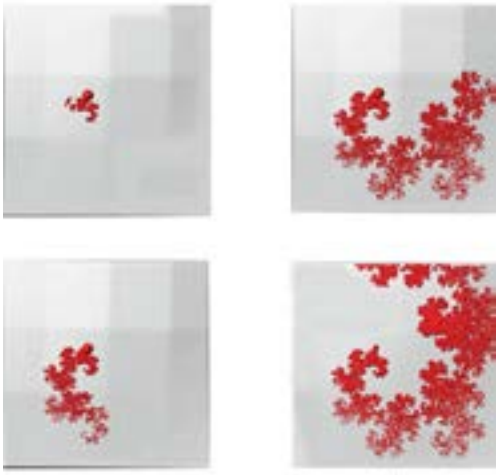
ile ilişkili olarak ürünlerin gelişimi gözlemlenmiştir. Tasarım sürecinde ekipler, sayısal düşünme yöntemini üç ana ölçüt üzerinden değerlendirmiştir. Bunlar büyüme örüntüsü, birim tasarımı ve strüktür tasarımı olarak nitelendirilmiştir (Tablo 1).

Tasarım ve üretim araçlarına hâkimiyete göre incelenen ekiplerin ikisi dışında farklı aşamalarda bu araçların kullanımı gözlemlenmiştir. Özellikle daha önceden bir bilgisi ve deneyimi olmayan ekiplerin, tasarım ve üretim sürecinin farklı aşamalarında araç kullanımında bazı dirençlerle karşılaşılmıştır. Ancak, her öğrenme sürecinde karşılaşılabilecek yadsımalar dışında genel olarak ivmeli bir öğrenme süreci görülmüştür. Sayısal tasarım araçlarını öğrenme ve tasarım sürecine katkısını değerlendirmek adına üç ekip (3, 12 ve 14) ayrıntılı olarak bu bölümde sunulmaktadır. Diğer ekiplerden farklı olduğu düşünülerek sunulan üç ekipte, sayısal tasarım araçlarının etkin kullanımı dışında ve farklı teknolojilerin de projeye dâhil edilmesi dikkat çekmiştir. Tüm ekiplerin çalışmalarına web sayfası üzerinden ulaşılabilmektedir .

Ekip 3:

Mars'ın Radau bölgesine yerleşmek üzere bir ana modül tasarımı ile sürece başlamıştır. Biyomimetik tasarım için litops bitkisinden başlayarak, bitkinin üreme, dönüşme ve yayılma davranışlarını bölgede bir kolonileşme yöntemi olarak kullanmışlardır. İlk aşamada gönderilen ana modülün, ikiye ayrılarak iki farklı bölgeye yerleştirilmesine karar verilmiştir. Böylece araziye uyum sağlayan modüller ayakta kalırken, uyum sağlayamayanlar yok olacaktı. Bu nedenle ekip sayısal tasarım yöntemi olarak bir üretken sistem olan L-sistemlerinden (Gu, Singh ve Merrick, 2010) faydalanmıştır. Böylece, yeni koşullara uyum sağlayan

Tablo 1. Ekiplerin tasarım önerileri



Şekil 1. Ekip 3, büyüme algoritmasının 210., 1250., 480. ve 5600. Haftalarına ait durumu gösteren grafikler

Şekil 2. Ekip 12, tasarım fikri ve dönüşüm

modüller ikiye ayrılarak alt modüller olarak çoğalmaya başlamıştır. Ana modülden uzaklaştıkça, alt modüller yaşamsal gereksinimler ile doğru orantılı olarak küçülecek ve yarattıkları yaşam alanı sayısal olarak ve yoğunluk olarak artmaktadır (Şekil 1). Litops bitkisinin bir başka özelliği olan kendisini gizleyebilmesi fikrinden yola çıkılarak modüllerin Mars yüzeyinde kendini saklaması düşünülmüştür. Ekip olasılıkların ve sürecin temsili için hareketli bir model ile video mapping gerçekleştirmiştir.

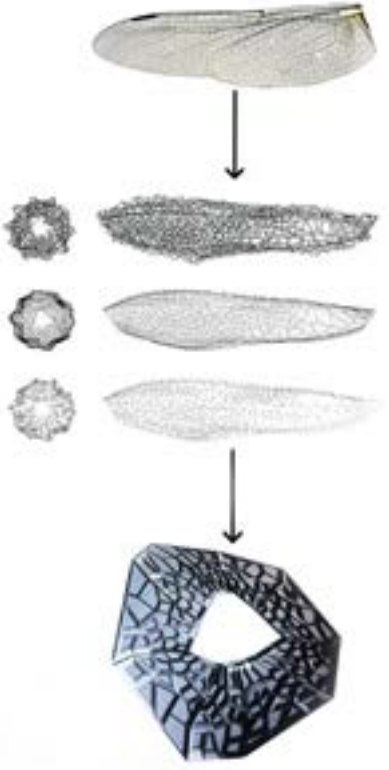
Ekip 12:

Ekip 12 Mars'ın Maunder bölgesinde kolonileşmek üzere büyüme tasarımı ile tasarım sürecine başlamıştır. Romanesco bitkisinin fraktal yapısından esinlenen ekip, bitkinin iç kısmındaki çekirdeğin birimlerinden oluşturduğu kabuk yapısıyla korunmasını, genel tasarım yaklaşımı olarak kullanmıştır (Şekil 2). Adaptasyon ve kendini koruma mekanizmalarının tasarıma katılabilmesi için, fraktal yapı kullanılarak Mars'ın güç koşullarına dayanıklılık sağlayabilecek dış katman tasarlanmıştır. İç mekânda ise hem yapısal hem de mekânlar arası ilişkiyi kolaylaştıracak, kollara ayrılan bir yapı tasarlanmıştır. Yeni oluşacak kentler için düzenli bir kent planlama fırsatı veren tasarımda, ana modüller birbirini yineleyerek birbiriyle bağlantılı bir biçimde çoğalabilmektedir. Sayısal tasarım araçlarının desteği ile ekip tasarımlarındaki tekrarlayan mimariyi hızlı bir şekilde yansıtabilmiş ve doğal fraktal yapısı rahatlıkla modellenebilmiştir.

Ekip 14:

Ekip, Mars'ın Mistretta bölgesinde kolonileşme için yusufçuk kanadının formal yapısını kullanmıştır (Şekil 3). Kanadın üzerinde bulunan hücresel dağılımı, mekân kullanımındaki farklılaşmaya ve gereksinim halinde büyüye-

bilme fikrine cevap verebilmesi adına ekip tarafından tercih edilmiştir. Ekip gerçekleştirmek istediği strüktür ve davranış kurgusunu, Voronoi sistemi ile açıklamıştır. Voronoi bir noktalar kümesinin birbirleri arasındaki mesafelerinden yola çıkarak genel sınır biçiminin içinde modüller ya da hücreler oluşturan bir sistemdir ve ekip bu hücreleri mekânsal birimler olarak yorumlamıştır. Oluşturdukları tasarım fikrini sayısal tasarım araçlarının desteği ile üretirken, kolonileşme sürecindeki koşullar ile nasıl farklılaşabileceği durumu tasarım varyasyonları ile aktarılmıştır. Ayrıca ekip, yapının inşaası için çalıştay süresince ölçekli model üretiminde kullandıkları 3 boyutlu yazıcı bilgisini devşirerek Mars toprağını yapı malzemesi olarak kullanmayı önermiştir.



Şekil 3. Ekip 14, Tasarım fikri ve dönüşüm

4. Sonuçlar

Sayısal tasarım ve üretim becerisi henüz başlangıç düzeyinde olan ikinci sınıf öğrencilerine düzenlenen çalıştay kapsamında, mimari tasarım problemi olarak Mars'ın kolonileştirilmesi için kalıcı yaşam alanı önerisi geliştirmeleri beklenmiştir. Bu bağlamda tasarımcılar, biyomimetik tasarım yaklaşımları üzerinden ortaya koydukları önerileri, sayısal tasarım ve üretim araçlarından destek alarak geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, sayısal tasarım ve üretim teknolojilerinin kullanımının yenilikçi tasarım yaklaşımlarının geliştirilmesinde önemli rol oynadığı vurgulanmaktadır.

Çalıştayda, sayısal tasarım ve üretim araçlarının sunduğu tasarım ortamının, tasarımcıyı destekleyen, merak uyandıran ve geliştirilmeye açık doğası, öğrencilerin ilgisini çekmiştir. Etkin bir şekilde sayısal tasarım ve üretim araçları ile düşünebilen ekipler; bu yeni ortam ve kolonileştirme fikrine yönelik dikkat çeken farklı öneriler geliştirmiştir. Öğrencilerin, "Nasıl daha iyi duruma getirebilirim?" sorusunu yalnız tasarımın mekânsal önerisi için değil, bir de üretim tasarımı ve gereç tasarımı için sordukları gözlemlenmiştir. Bu durum, Mars gibi olağan dışı ortam problemlerine aranan yanıtların özellikle mimari eğitimde yeninin keşfi için gereken merak ve araştırma duygusunu körüklediği biçiminde yorumlanabilir. Dolaylı olarak, tasarımcıların yeni tasarım ve üretim araçlarının bilgisini ve kullanımını daha doğal bir şekilde kavradıkları öne sürülebilir. Bu nedenle, yürütülen bu çalıştay, çalıştayın gerçekleştiği üniversitenin bilgisayar destekli tasarım derslerinin güncellenmesine ilişkin

gerçekleşen tartışmalar için de bir inceleme ve araştırma niteliğindedir.

Teşekkür

İkinci sınıf Mimari tasarım stüdyosu koordinatörü Yrd. Doç. Dr. Burkay Pasin; 2. sınıf Mimari tasarım stüdyosu eğitmenleri öğretim görevlileri Hugh David Clarke, Filiz Keyder Özkan, Lale Başarır, Özgür Genca, Ayşe Bozkurt Karal; DMakerLab sorumlusu Argun Tanrıverdi ve Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Serdar Bayarı'ya katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Çalıştay kapsamında büyük bir özveriyle çalışan öğrencimiz Üsküdar Kulaksız Sam'ın vefatı bizi derinden üzmüştür. Makalemizi onun anısına ithaf ediyoruz.

KAYNAKLAR

BENAROYA, H. (2016). Turning dust to gold: building a future on the Moon and Mars: Springer Science & Business Media.

CELANI, G. (2012). Digital Fabrication Laboratories: Pedagogy and Impacts on Architectural Education. Digital Fabrication, 469-482, Springer Basel.

CIARDULLO, C., MORRIS, M., LENTS, K., MONTES, J., YASHAR, M., RUDAKEVYCH, O., ... & SONO, Y. 2016. Mars ice house: Using the physics of phase change in 3D printing a habitat with H2O. 46th International Conference on Environmental Systems.

COHEN, M. M. (2015). First Mars Habitat Architecture. AIAA SPACE 2015 Conference and Exposition.

FRAZER, J. (1995). An Evolutionary Architecture. London: Architectural Association.

GU, N., SINGH, V., MERRICK, K. (2010). A framework to integrate generative design techniques for enhancing design automation. CAADRIA 2010, 127-136.

LOCKARD, E. (2014). Human migration to space: Alternative technological approaches for long-term adaptation to extraterrestrial environments. Springer.

MARS ONE, URL-1. http://www.mars-one.com (Son erişim tarihi: 15 Mart 2017).

OXMAN, R. 2008. Digital architecture as a challenge for design pedagogy: Theory, knowledge, models and medium. Design Studies, 29:2, 99-120.

ÖZDEMİR, K (2012). Fostering the Endeavor: Architecture Education for Planetary Exploration. IAC 2012: 63rd International Astronautical Congress, Naples, Italy

PAWLYN, M. 2011. Biomimicry in Architecture. London, Riba Publishing.

VARINLIOGLU, G., ALACAM, S., BASARIR, L., GENCA & O., UCOK, I. 2016. Bilgisayar destekli teknik çizimde yeni yaklaşımlar: Temsil araçları arası dönüşüm. Yapı, 419, Ekim, 137-141.

VARINLIOGLU, G., BASARIR, L., GENCA, Ö., VAIZOGLU, Z., Challenges in Raising Digital Awareness in Architectural Curriculum. Communications in Computer and Information Science, Springer (yayında).

Play Modes Of Daily Objects: Designing Playground With Embedded Technologies For Children

İpek Kay[1]
[1]İstanbul Teknik Üniversitesi
[1] kayip@itu.edu.tr

Abstract. In this study, addressing technology-driven storytelling environments provides to define guiding principles for the design of the digitally-enhanced storytelling places that sustain the values of bodily and sensorial (or sensori-motor) experiences. This project is to design an object as a transformative element to facilitate a "learning by doing" pedagogical approach, and constitutes the possibilities for children to infuse imaginative play into their everyday places and educational environments. For this study, low-cost, technologically simple and easily accessible are some of the most important factors for sustainability. Its purpose is to looks for alternative "digitally enhanced" play scenarios that bring children back into place, and fit in the daily environments like school, classrooms, home, outdoors. We propose that there are different scales of interaction ways between children and physical artifacts to constitute their narrative world. Today's digital environments don't support children's activity and bodily performance. Instead the digital environment places children as passive consumers. Thus, our primary aim is to form a dynamic environment through new developing tools that provide children with a setting in which they can transform a place physically via giving a symbolic meaning to objects around and bring children back into place, and fit in the daily environments like school, classrooms, home, outdoors. It is aimed to explain design plan for the first prototype for an augmented -narrative and performative platform for children to practice narrative skills by body-object interaction.

Keywords: *Interaction design, interactive-storytelling, play, physical and virtual object, DIY systems, bodily experience, Internet of things (IOT).*

Olağan Nesnelerin Oyun Halleri: Çocuklara Gömülü Teknolojiler İle Oyun Kurma Ortamı Sunmak

İpek Kay[1]
[1]İstanbul Teknik Üniversitesi
[1] kayip@itu.edu.tr

Özet. Çocukların gündelik ortamlarındaki bedensel ve duyusal deneyimine odaklı, dijital olarak desteklenmiş bir oyun ortamı için yöntem önerisi getirmek çalışmanın genel çerçevesini oluşturmaktadır. Önerilen oyun ortamı planı ile yaparak öğrenme yaklaşımına olanak veren interaktif bir ortamın tasarım altlığını oluşturmak amaçlanmıştır. Oluşturulacak interaktif ortamın sürdürülebilirlik açısından kolay ulaşılabilir, teknolojik olarak basit ve düşük maliyetli olması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada, çocukların gündelik yaşantılarında engelsiz bir biçimde iletişime geçebildikleri gündelik nesneler aracılığıyla gerçek ve sanal ortamın bir arada bulunabildiği dinamik bir ortam kurgulanması için gerekli koşulların keşfi ele alınmıştır. Çalışmada çocukların gündelik nesnelerle etkileşimleri farklı ölçekler üzerinden değerlendirilerek, dijital araçların mevcut ve yaygın kullanımlarıyla çocukları pasif tüketicilere dönüştüren yaklaşımın aksine, dijital araçlar çocukların bedensel hareketlerini etkinleştirecek bir oyun kurgusunun başlatıcısı olarak ele alınacaktır. Çocuğun etrafında kendi belirlediği nesneleri anlatı dünyasıyla beraber aktifleştirebileceği ilk prototipin tasarımının planlanması ve bu plan ile beraber dijital araçlarla destekli oyun kurma ortamı önerisinin kuramsal çerçevesini oluşturmak amaçlanmıştır. Yeni oyun kurgusu ile beraber, çocukların gündelik yaşantılarının ayrılmaz bir parçası haline gelen ve okuldan arta kalan zamanlarına sızan teknolojiyi anlayarak bu dijital araçların temelini oluşturan hesaplamalı düşünceyi, dünyayı bedenleriyle keşfetmenin yeni bir yolu olarak algılamalarına olanak sağlaması öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Etkileşim tasarımı, etkileşimli anlatı, oyun, fiziksel ve sanal nesne, do it yourself (kendin yap) sistemler, bedensel deneyim, nesnelerin interneti (Internet of things)*

1. Giriş

Çocukların etkin olarak çevreleriyle kurdukları ilişki fiziksel oyun alanının içinde gömülüdür. Oyun esnasında çocuk kurgusunu oluştururken etrafındaki nesneler çocuğun çevresiyle ilişkisini kurmasına yardımcı olur (Rivkin, 1990). Nesne çocuğun çevresini farklı bir şekilde temsil etmesine aracılık eder (Garvey, 1990). Oyun alanında mekan-nesne ilişkisi üzerinden etkin ilişki iki şekilde oluşabilmektedir: var olan mekanın düzen ve estetiğinin çocuk tarafından fiziksel olarak dönüştürülmesi aracılığıyla veya nesneleri oyun içinde kullanabilmek için çocuk tarafından görülen nesnelere farklı kimlikler verilerek. Bu iki durum da çocuğun algısını değiştirir. Bu algı değişimi zihinsel temsilleri etkilediği gibi çocukların çevresine dair farklı anlam katmanları oluşturmasına da aracı olur (Vygotsky, 1967). Eylem aracılığıyla nesneleri dönüştürerek çocuk, mekanı oyununa göre yeniden kurgulayabilir. Günümüzde çoğunlukla ekran tabanlı teknolojilere dayalı olan mevcut dijital ortamların, çocukların fiziksel ortamda deneyimlediğimiz zaman ve mekandan bağlarının kopmasına sebep olarak, bedeniyle algılayan çocuğun sadece göz ve elleriyle etkileşimde bulunduğu bir ortama işaret ettiği söylenebilir (Cassell, Ryokai, 2001) .

Üretim şirketleri ve okul müfredatları için tasarlanmış ve markalaşmış mevcut dijital eğitsel oyun nesne ve ortamlarının çocukların oyun kurma deneyimine olan etkileri üç yönde açıklanabilir. İlk olarak yeni ortam aracılığıyla, çocuklar kendi kurallarını keşfedip oluşturmak yerine, oyunların önceden belirlenmiş yollarını bularak, ancak bu yollar aracılığıyla oyuna dahil olabilirler. İkinci olarak, çocuklar kendi araçlarının ve çevrelerinin etkin yaratıcılarıyken bu oyunlar baştan belirlenmiş ve yapılandırılmış hedeflere yöneliktir. Son olarak, gelişen medya ağları zamana ve mekana bağlı olmayan bir bilgi edinme ve iletişim ağı oluşturarak, çocukların bedensel olarak aktif

Şekil 1. Ekran tabanlı ortamlar aracılığıyla oluşan iletişim

katılamadıkları kısıtlı alanlar oluşturdukları söylenebilir. Birey, yer ve şeylerin etkileşiminin evrimi üzerine çalışmalar yapan Ackermann (2011), dijital araçların gündelik hayatın büyük bir bölümüne sızdığı yeni ortamda, çocukların bedensel performanslarını destekleyecek duyarlı ve yinelemeli hareket eden araçların oluşturduğu ortamlar tasarlamanın önemini belirtmiştir.

Çalışma kapsamında gelişen teknolojilerin mevcut kullanımının aksine, çocukların bedensel deneyimlerini etkinleştirecek, kendi kural ve oyun materyallerini oluşturmalarına olanak sağlayacak şekilde kullanılması amaçlanmaktadır. Bu sebeple, çalışmada çocukların etraflarındaki nesnelere sembolik anlamlar vererek içinde bulundukları mekanı dönüştürmelerine olanak sağlayan dijital olarak desteklenmiş bir ortamın tasarım planının oluşturulması amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında kurallarını çocuğun tanımladığı ve bedensel olarak aktif katıldığı bir DIY ((Do-It-Yourself/ Kendi Başına Yap) sistemin tasarım prensipleri ve bileşenleri açıklanacaktır. DIY teknolojilerinin bir aracı olarak gelişimi ve etkileşimli sistem geliştirilmesine yönelik tasarlanması, çocukların yeni deneyimleri ve etkin öğrenme yöntemleri için yeni olanakların oluşturulması için altyapı sağlayabilir (Mugellini, vd., 2007).

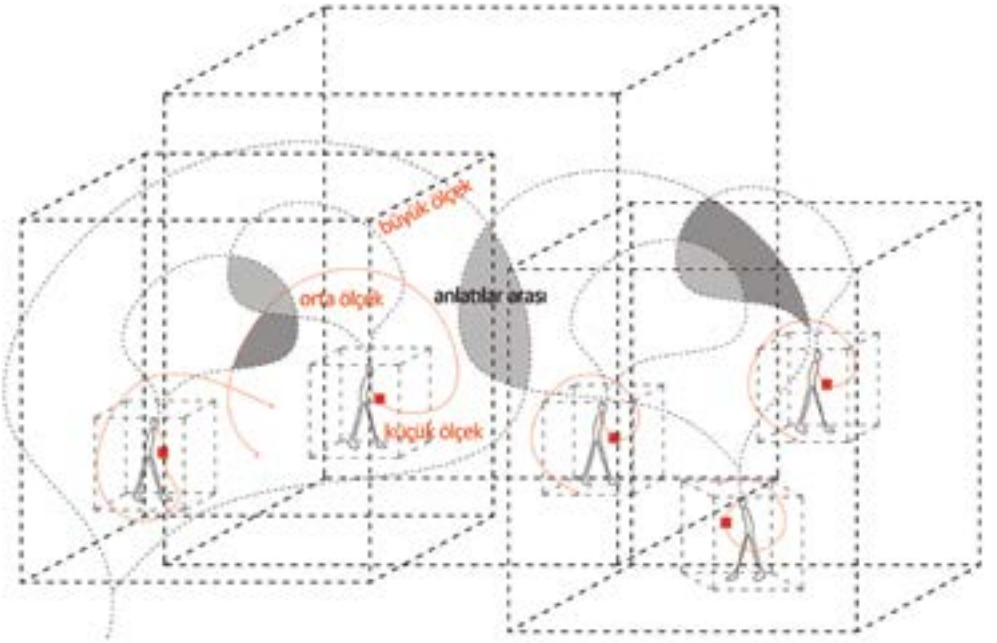
Çalışma kapsamında çocukların kendi seçtikleri nesnelere sembolik anlamlar vererek onları aktifleştirmesi ve bununla beraber içinde bulunduğu mekanı fiziksel olarak dönüştürebileceği bir oyun kurgusu oluşturabilmesine olanak tanıyacak prototipin-"mini aktive edici" aracın tasarım prensipleri ve teknik altyapısı açıklanacaktır. Mini-aktive edici araç aracılığıyla çocuklar içinde bulundukları mekanda seçecekleri nesnelere kendi öykülerini kaydedebileceklerdir. Nesnelerin çocuk tarafından mekana yerleştirilme süreci ile çocukların kendi kurallarını tanımlayabilmesi öngörülmektedir. Aynı zamanda çocukların mekandaki bedensel keşiflerinin nesnelere hikayeleri kaydettikleri yer ile ilişkili olarak oluşması ve daha önceden anlatı ile etkinleştirilmiş diğer nesnelerle dijital ortam aracılığıyla bağlantı kurabilmesi hedeflenmektedir.

Çocukların sesleriyle oluşturdukları anlatı kendi kendilerine geliştirebilecekleri bir oyunun altyapısını oluşturabileceği gibi, ortama daha sonra katılan bir çocuğun nesneler aracılığıyla dinleyebileceği ve mekanı hikaye anlatıcısının gözünden, farklı bakış açılarıyla deneyimleyebileceği bir oyuna da dönüşebilir. Böylelikle aktifleşecek nesnenin yaratıcı kullanımı üzerinden çocuğun mekânsal bir ilişki kurması beklenmektedir.

Çalışmada ilk olarak fiziksel eylem ile bilişsel etkinlik arasındaki ilişki çocukların gündelik nesneler aracılığıyla oluşturdukları farklı etkileşim ölçekleri üzerinden ele alınacaktır. Daha sonra, tanımlanan farklı etkileşim ölçekleri ile beraber dijital araçlarla destekli dinamik bir oyun ortamının prensipleri belirlenecektir. Son olarak, çalışmanın uygulama alanı olarak geliştirilecek prototip -"mini-aktive edici" aracın sistem detay planı açıklanacaktır.

2. Çocukların Gündelik Nesnelerle İlişkileri

Çalışma kapsamında etkileşimli teknolojinin bedensel hareketi etkinleştirecek yönde kullanım olanaklarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Dijital araçlarla oluşturulması planlanan alternatif oyun senaryosunun, çocukların okul, sınıf, ev gibi gündelik mekanlarını etkin olarak kullanmalarına olanak sağlaması öngörülmektedir. Çalışmada, gündelik nesneler,



Şekil 2. Nesne-beden etkileşiminin farklı ölçekleri.

çocukların fiziksel ortam ve dijital ortam arasında geçirgen bir bağ oluşturmasına olanak sağlayan aracı nesneler olarak ele alınmıştır.

Çocukların nesneleri eylemleri aracılığıyla sembolik anlamlandırma süreçlerine örnek olarak, yerden yüksek oyununda kaldırımın dokunulmazlığın temsili olması, iç-bükey bir mekanın çocuk için saklanma yerine dönüşmesi verilebilir.

Çocuklar, anlatı dünyalarını çevrelerindeki fiziksel nesnelerle oluştururken çevreleriyle bedensel etkileşimleri dört farklı ölçekte tanımlanabilir:

- Küçük ölçek: gündelik nesneler (dönüştürme)
- Orta ölçek: gündelik nesneler aracılığıyla anlatı (kişiselleştirme)
- Büyük ölçek: Fiziksel çevre (adaptasyon)
- Zaman ve mekanın ötesinde: Farklı anlatılar-arası (burada-olma kavramını paylaşma)

Küçük ölçek, çocukların elleriyle dönüştürebilmelerine olanak sağlayan nesne-beden ilişkisine işaret etmektedir. Nesneler ile eller aracılığıyla kurulan bu etkileşim, Pallasmaa'nın (2005) belirttiği şekilde dokunmanın, dünya deneyimimizi kendimize ilişkin deneyimimizle bütünleştiren duyu kipi olduğuna işaret eder.

Orta ölçek, çocuğun etrafındaki gündelik nesneler aracılığıyla oluşturduğu anlatı dünyasını diğer birey/çocuklarla paylaşarak, karşılıklı iletişim kurabildiği nesne-beden-anlatı ilişkisine işaret eder. Küçük ölçekte çocuğun kendi kendine iletişim kurma süreci ön plandayken, orta ölçekte karşılıklı iletişim oluşmaya başlar. Dil ile iletişim ve onun araçlarına bakacak olursak

karşılıklı ve kendi kendine iletişim kurmanın katkıları farklıdır. Kendi kendine iletişim kurma sürecinde, düşüncenin bireyin kendi belleği çerçevesinde derinlemesine bir gelişim vardır. Karşılıklı iletişimde ise, hem içsel düşüncenin nesnelleştirilmesi ile hem de farklı bir çerçeveden o düşünceye yaklaşımla beraber yatay gelişme oluşur.

Oluşturmacı (constructivist) eğitim bilimci Jean Piaget'in (2005) referans aldığı ilke, çocuğu nesneleri kendisiyle özdeşleştiren, onları ayıklayan, kendi yapısına göre sindiren bir organizma olarak ele almaktır. Küçük ve orta ölçek için anlatılanlara, Fröbel'in günümüzde de oyuncak olarak bulunabilen hediye setleri, açıklayıcı bir örnektir. Ahşap prizmalar, bireyin elinde bağlama göre anlam değiştiren, düşünceyi ilişkiler kurma açısından geliştirmeye yardımcı olan düşünce egzersiz araçları olarak tanımlanabilir. Bireysel düşüncenin öne çıkarıldığı bu oyuncaklarla çocuklar ortak bir şekil dili kullanarak kendi örüntülerini oluşturabilirler. Bu ortak soyut dil ile farklı çözüm yolları ortaya koyularak çocukların deneyimlerini birbirleriyle paylaşabilmeleri sağlanır. Bu oyuncaklar, çocukların deneyimlerini birbirleriyle paylaşabilmeleri açısından ortak soyut bir çözümleme dili olarak da tarif edilebilir.

Büyük ölçek, çocukların nesneler ile beraber kurdukları anlatı dünyaları aracılığıyla içinde bulundukları mekanı zihinlerinde oluşturdukları temsile göre adapte etme sürecine işaret eder. Ekolojik psikolojinin temelini oluşturan Gibson'un (1979) geliştirdiği karşılama (affordance) kuramı hayvan ve doğal çevrenin birbirini tamamladığı bir yöne işaret eder: Çevrede görülen şeyin anlam ve değeri onu gören kişinin eylemi tarafından belirlenir. Büyük ölçekte, nesne-beden-anlatı-mekan ilişkisinde beden duyuların mekanı olarak yer alır ve yorumlama ile beraber dışavurumların yüzeyine dönüşür. Bu da bir bakıma bedeniyle algılayan çocuğun, parçası olduğu mekanla beraber zihinsel temsillerinin dönüşümünün tarifi olur.

Zaman ve mekanın ötesinde, farklı anlatılar-arası olarak tanımlanan ölçek çocukların yaşadığı, öğrendiği ve oyun onadıkları gündelik ortamlarına sızan teknoloji ile beraber farklılaşan ifade etme, paylaşma ve dünyadaki yerlerini bulma yöntemlerine işaret eder. Wenger (2002) bir etkinliği gerçekleştirirken sahip olunan araçların etkinliğin doğasını değiştirdiğini belirtir. Günümüzde mevcut etkileşimli oyun alanı veya oyun nesnesi tasarımları üzerinden, çocukların (kullanıcıların) nesneleri aktifleştirebilmelerini sağlayan üç yol öne çıkmaktadır. Birincisi bedene eklenen bir araç ile dokunulan nesnenin aktifleşmesi, ikincisi nesneye bir araç takılarak aktive edilmesi, üçüncüsü mekanda eklenen bir dikey veya yatay bir zemin aracılığıyla nesnelerin bu tarifli zeminlere yerleştirilmesiyle sistem içerisinde görünür olması.

Şekil 3. Nesneyi aktifleştirmenin üç yolu.

Birinci duruma örnek olarak Makerwear (Kazemitabaar, vd., 2017) ve MYO (Donato&Bullock, 2015) projeleri verilebilir. Makerwear projesi çocuklar için etkileşimli giyilebilir nesne üretimine dokunulabilir nesne tasarımı yaklaşımıyla bakarken, MYO gündelik kullanılan telefon, bilgisayar gibi teknolojik araçları onlara dokunmadan mimik ve hareketle

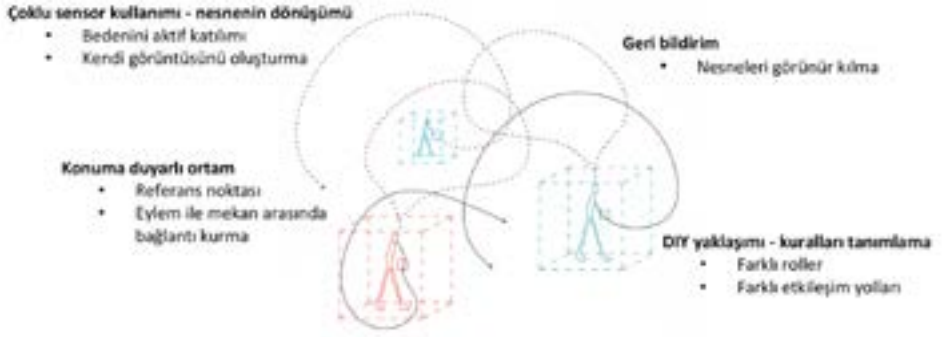
kontrol etmemize olanak sağlayan beden ile bütünleşen araç tasarımına örnektir. İkinci duruma örnek olarak oyun alanına çocuğun getirebileceği, Morels ve Space Explorer (Sturm, 2008) gibi hareketli obje olarak tasarlanmış donanımlar örnek olarak verilebilir. Üçüncü yola örnek olarak Lightspace, Digiwall, Tangible Tile gibi etkileşimli yüzeyler örnek verilebilir (Sturm, 2008). Bu çalışma kapsamında bedene eklenen bir araç aracılığıyla nesnenin etkinleştirilmesi yaklaşımından yola çıkılarak üç durumun da oyunun farklı aşamalarında ortaya çıkabileceği bütüncül bir yaklaşım oluşturulmuştur. Tasarlanma planı açıklanacak "mini-aktive edici" araç ile beraber çocukların nesnelere sembolik anlamlar vererek onları aktifleştirmesi ve bununla beraber içinde bulunduğu mekanı fiziksel olarak dönüştürebileceği bir oyun kurgusu oluşturması beklenmektedir.

3. Tasarım Prensipleri

Bu çalışmada akıllı tek bir oyun nesnesi üretmek yerine çocuğun bulunduğu ortamda istediği nesneyi akıllılaştırabileceği bir "aracı" sistem önerisi geliştirmek amaçlanmıştır. Ortamın kurgusu çocuğun o nesne ile kurduğu etkileşime yanıt verecek şekilde oluşturulacaktır. Ortamın temel kurucu bileşeni çocukların kendi seçtikleri nesneler ile dönüştürücü bir etkileşim kurmalarına olanak sağlayan mini-aktive edici araçtır.

"Mini-aktive edici" aracın kullanım biçimi iki aşamalı olarak tarif edilebilir. İlk aşama olarak, çocuğun mini-aktive edici aracı nasıl kullanabileceğini keşfetmesine olanak tanıyacak, bu aracın bileşenlerini önceden belirlenmiş kurallar çerçevesinde aktive etmesi beklenmektedir. Önceden belirlenmiş kurallar aracılığıyla, çocukların belli bir eylemin nasıl etkileri olacağını gözlemlemeleri amaçlanmıştır. İkinci aşama olarak, sistemde oyun sürecini tanımlayan tarifli boşluklar aracılığıyla çocukların oyun oynarken kendi kurallarını belirlemeleri beklenmektedir. Bu açık oyun kurgusu aracılığıyla çocukların kendi kuralları ile kendi oyunlarını kurmalarına olanak sağlanması öngörülmektedir.

Mini-aktive edici aracın altyapı planının geliştirilmesine yönelik, etkileşimi destekleyen mevcut dijital ortam tasarımları üzerinden dört prensip belirlenmiştir. Emniyet, malzeme özellikleri, bakım gibi konuları da dikkate alarak, bu aşamada öncelikle oyun ortamında etkileşim ve sürekliliğin oluşma koşullarına odaklanılacaktır.



Şekil 4. Yeni ortamın 4 prensibi.

3.1 Çoklu sensör kullanımına olanak sağlayan heterojen ağlar

Farklı duyuları eş zamanlı tetikleyebilecek bir sistemin geliştirilmesinin, çocukların nesneleri ve çevrelerini yorumlama süreçlerine olumlu yönde etki edebileceği öngörülmektedir. Bu doğrultuda önerilen mini-aktive edici aracın bedene eklenerek, tek bir sensör odaklı yaklaşımdan öte farklı duyuları bir araya getirmek amacıyla birden fazla sensörü içeren bütüncül bir nesne olarak çalışması amaçlanmıştır. Çoklu sensör kullanımına örnek olarak giyilebilir, modüler sistem tasarımını öne çıkaran Makerwear projesi verilebilir (Kazemitabaar, 2017). Bu proje tak-çalıştır(plug and play) yaklaşımıyla çocukların giysilerine yerleştirebilecekleri, çoklu elektronik modül sistemi aracılığıyla çocukların hesaplamalı tasarım yapmalarına olanak sağlayan bir sistemdir.

Sistemde, dokunma sensörü aracılığıyla çocuğun fiziksel ortamda dokunduğu nesneyi dijital ortamda yeniden oluşturmasına olanak sağlanırken, ses sensörü ile çocuğun hikayesinin nesnenin dijital ortamda oluşturulan görüntüsü ile bağlantılı olarak kaydedilmesi planlanmaktadır.

3.2 Geri-bildirim

Mini-aktive edici araç aracılığıyla kullanıcıların sistemi etkilemelerine ve sistemin davranışlarına karşı tepki göstermelerine olanak sağlayacak şekilde kurgulanacak etkileşimli sistemin, çocukların bilişsel yeteneklerini geliştirmeleri açısından yapıcı olacağı öngörülmektedir. Sistemde, çocukların, sağladıkları girdi ile sistemin çalışıp çalışmadığını, uzun süreli ve kısa süreli olmak üzere iki geri-bildirim yolu üzerinden anlamaları planlanmıştır. Kısa süreli geri-bildirim, çocuğun eylemlerinin mini-aktive edici aracın işleyişine dair doğru yol olup olmadığına dair bilgi verirken, uzun-süreli geri bildirim ile çocukların belirledikleri kuralların sistem içerisine kaydedilmesine dair bilgi sağlanmasıyla oyunun sürdürülebilir olması öngörülmüştür.

Kısa süreli geri-bildirime örnek olarak, yerel geri dönüş sağlayan Digiwall verilebilirken, uzun süreli geri bildirim için oyunun sonunda kazanana geri-bildirim sağlayan Smartus projesi verilebilir (Sturm, 2008).

Sistemde kısa süreli geri-bildirim, dokunma ve ses sensörünün aynı anda aktive edilmesiyle sağlanacaktır. Ses sensörü aracılığıyla çocuğun anlatısı algılanırken, dokunma sensörü ile çocuğun dokunduğu nesnenin algılanarak nesnenin dijital ortamda görünmesiyle geri-bildirim sağlanacaktır. Uzun süreli geri bildirimin ise, ses kaydı ve koordinat bilgileri ile etkinleştirilen ve bu bilgilerle dijital ortamda nesne kütüphanesine kaydolan nesnelerin, farklı bir kullanıcı tarafından koordinat bilgisi aracılığıyla keşfedilmesine olanak sağlanarak oluşturulması amaçlanmıştır.

3.3 Konuma duyarlı ortam oluşturmak

Bu çalışma kapsamında, ekran-tabanlı oyunların ötesinde sensörle destekli akıllı oyun alanları oluşturma yaklaşımı dikkate alınarak, çocukların birbirleriyle olan sosyal paylaşımlarını desteklemek ve bilişsel yeteneklerinin de gelişmesine yardımcı olmak hedeflenmektedir. Mevcut markalaşmış firmalardan Sony ve Nintendo'nun çıkardığı Nintendo Wii®, Sony Playstation2® oyun konsollarında, oyun dance pad gibi fiziksel etkileşime olanak tanıyan bir platform aracılığıyla kontrol edilebilmektedir. Bu sistemler bedensel deneyimi destekleyecek şekilde tasarlanmış olsa da, kullanıcının içinde bulunduğu fiziksel mekanla iletişim kurmasını desteklememektedir (Sturm, et al.,

2008). Yer bilgilerine karşı duyarlı olan akıllı oyun alanları ise çocukların bedenlerini etkin olarak kullanmalarına ek olarak, etraflarındaki objeler aracılığıyla çevrelerine dair farkındalık kazanmalarına olanak sağlayabilir.

Konuma duyarlı projelerden, Ambient Wood çocukların ormandaki yaşantıyı nem ve ışık sensörleri aracılığıyla keşfetmelerine olanak sağlar (Rogers&Price, 2004). Can You See Me Now (Benfurd, vd., 2005) projesi ise fiziksel şehrin sokakları ile sanal şehrin sokaklarını aynı anda oyuna dahil ederek, şehri bedensel olarak deneyimlemeye de olanak sağlar.

Sistemde çocuğun nesnelerle etkileşimde bulunmasıyla, beden ve nesnelerin koordinatlarının dijital ortama aktarılması ve bu yöntemle çocuğun fiziksel mekana dair zihinsel temsilinin dijital ortamda oluşturulması planlanmaktadır. Burada çocuğun nesnelerle arasındaki ve nesnelerin kendi aralarındaki yakınlık, sıra-düzen, komşuluk dereceleri gibi topolojik ilişkiler aracılığıyla bulunduğu mekana dair bütüncül bir yaklaşım oluşturması beklenmektedir.

3.4 DIY yaklaşımı

Çocukların kendi oyun alanlarını oluşturmalarına olanak sağlaması amacıyla DIY (Do-It-Yourself/ Kendi Başına Yap) teknolojisinin bir aracı olarak geliştirilmesi bu çalışma kapsamında dikkate alınan prensiplerden biridir. DIY teknolojilerinin etkileşimli sistem geliştirilmesine yönelik tasarlanması, çocukların bedensel olarak etkin olmalarının yanı sıra, ortamın kurucusu olarak sisteme katılmaları için yeni olanaklara altyapı sağlayacağı öngörülmektedir. Lilypad, Flora, Eduwear gibi giyilebilir oyun kitleri çocukların hesaplamaya dair algılarını genişletmelerine olanak sağlasa da, bu kitler soyut programlama bilgisi, devre bilgisi ve lehimleme gibi altyapı bilgileri gerektirmektedir(Kazemitabaar, 2017). Bu çalışma kapsamında mini-aktive edici aracın, çocuğun etkileşimli sistemi kullanımının kolay olacağı şekilde tasarlanması önemlidir. Çocukların bedensel olarak etkin olacağı bu sistemde, çocukların etraflarındaki gündelik objeler aracılığıyla anlatı kurallarını belirleyerek, kendi oyun kurgusunu oluşturması beklenmektedir.

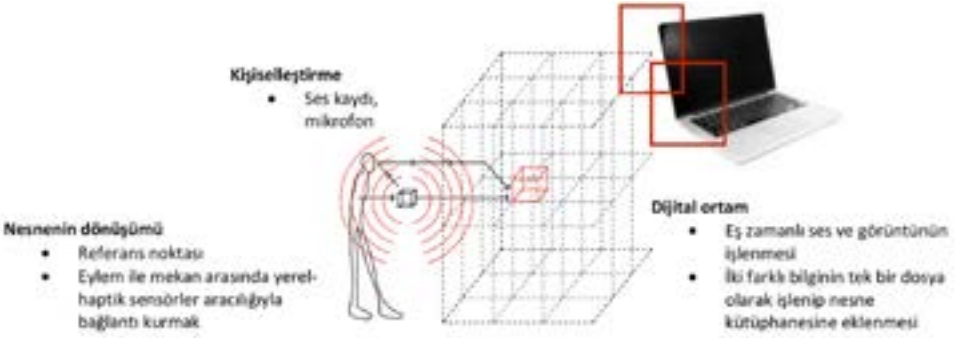
4. Prototip Tasarımı: Olağan Nesnelerin Oyun Halleri

Bu bölümde kurallarını çocuğun tanımladığı ve bedensel olarak aktif katıldığı DIY sistemin teknik altyapısı, çocukların mini-aktive edici araç aracılığıyla nesnelerle kurabilecekleri dört farklı ilişki biçimi üzerinden ortaya konulacaktır. Dört kategori oluşturulurken, çocuğun olağan nesneler aracılığıyla kendi oluşturabileceği dünyasından başlanılarak, kişiler-arası paylaşım ortamına ve içinde bulunduğu mekan ile olan ilişkisine yönelen, içten dışa doğru bir yol izlenmiştir. Son kategoride ise çocuğun biriktirilen hikayelerinin dijital ortam aracılığıyla farklı mekanlarda bulunan çocuklar arasında paylaşılabilme durumu ön plana çıkarılmıştır. Teknik altyapının oluşumunu da belirleyecek bu kategorilerle, çocukların çevreleri ve bedenleri aracılığıyla yeni dijital ortamda kurabileceği ilişkilere dair konuları açmak amaçlanmıştır.

4.1 Anlatı aracılığıyla mekan kurmak

Çocukların çevrelerindeki fiziksel nesneler aracılığıyla anlatı dünyalarını oluşturmalarını öne çıkaran ilk adım, ikinci bölümde değinilen nesnelerle kurulabilecek küçük ve orta ölçekli etkileşime işaret eder. Bu aşamada anlatı nesneler aracılığıyla oluşacağı için, nesnelerin

Şekil 5. Nesnenin dijital ortama tanıtılması.



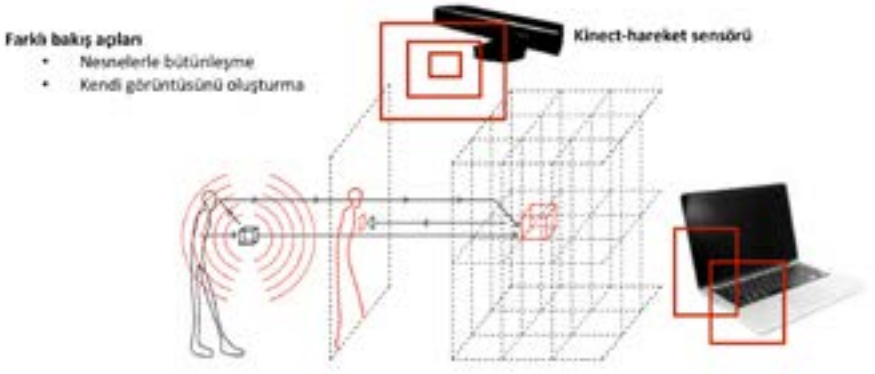
kurucu özelliğinin ortaya çıkacağı varsayılmaktadır. Sistemin başlatılabilmesi için anlatıcı olarak çocuğun içinde bulunduğu mekanda bir nesneye dokunması ve mini-aktive edici araçta bulunan ses sensörü ile kendi öyküsünü kaydederek sistemi başlatması planlanmıştır. Çocuk nesneyle beraber hareket ettiğinde çocuğun anlatısı kaydedilecektir. Mini aktive edici aracı oluşturan, ivmeölçer ve yerçekimi sensörleri aracılığıyla dokunulan nesnenin koordinat bilgileri dijital ortama aktarılarak üç boyutlu temsili dijital ortamda oluşturulacaktır. Üç boyutlu koordinat verileri ve kaydedilen ses tek bir film dosyasına dönüştürülerek dijital ortamda bulunacak olan nesne kütüphanesine aktarılması planlanmıştır.

Nesnenin dijital ortamda temsili, nesnenin çocuk tarafından sensörler aracılığıyla dokunduğu alanları ile sınırlı olacaktır. Bu sebeple karşılaştığı yeni temsilin, çocuğun fiziksel mekanda algıladığı durumdan farklı olacağı öngörülmektedir. Bu durum nesnenin temsili açısından sınırlandırılmış bir yaklaşım olarak görünse de, birkaç farklı nesnenin bir araya gelerek dijital ortamda tek bir nesne olarak tanıtılmasına da olanak sağlayabilecektir.

4.2 Yeni roller

Sistemin bir parçası olacak Microsoft Kinect® aracılığıyla, çocukların önceden dijital ortama tanıttığı nesneler ile beraber dijital ortamda kendisinin yeni bir temsilini oluşturabilmesi planlanmaktadır. Kinect'in seçilmesinin sebebi, görselleştirme etkinliğinde göreni pasif bir izleyici konumuna sürmek yerine projeksiyonda oluşturulan imge ile çocuk-yaratıcı arasında etkileşimli bir ilişkinin kurulması için dinamik bir ortam oluşturabileceği düşüncesidir. Bu aşamada yazılım olarak Kinect'e uyarlanabilir ara-yüzü olması sebebiyle processing kullanılması planlanmaktadır.

Geliştirilecek kod aracılığıyla beden ve etkileşimde olunan nesnenin aynı renk ile yorumlanarak, projeksiyonda çocuğun nesne aracılığıyla kendisinin farklı siluetlerini oluşturabilmesi öngörülmektedir. Çocuk, fiziksel mekana objeler ekleyerek, dijital ortamdan aldığı geri-bildirimle beraber fiziksel oyun alanında kendi anlatısını mekansal olarak kurgulayabilir.

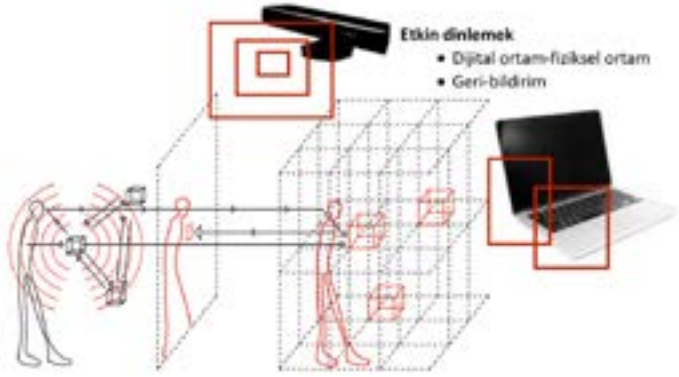


Şekil 6. Farklı görme biçimleri.

4.3 Etkin dinleyici olarak çocuk

İlk aşamada çocukların sesleriyle oluşturdukları anlatı aracılığıyla kendi kendilerine geliştirebilecekleri bir oyunun altyapısının oluşturulması planlanırken, bu aşamada ortama daha sonra katılan bir çocuğun nesneler aracılığıyla dinleyebileceği ve mekanı hikaye anlatıcısının gözünden deneyimleyebileceği bir oyunun oluşturulması planlanmaktadır. Kişiler-arası etkileşim, mini aktive edici araç tarafından dijital ortama sağlanan her bilginin, ortamda diğer çocuklarda bulunan tüm diğer mini-aktive araçlarda da güncellenmesiyle sağlanacaktır. Bu paylaşım için radyo frekansı ile tanımlama teknolojisinin kullanılması planlanmıştır.

Etkin dinleyici olarak çocuk hikayenin parçalarını, nesnelerin ilk aşamada dijital ortama aktarılan nesnenin koordinatlarını bularak bir araya getirebilmesi amaçlanmıştır. Çocuk önceden belirlenmiş koordinatları fiziksel mekanda bulduğunda, projeksiyonda nesnenin belirmesi ve önceden nesneyi oraya yerleştiren çocuk tarafından kaydedilen hikayenin mini-aktive edici araçta bulunan hoparlör aracılığıyla dinlenmesi planlanmıştır. Bu aşamada, çocuğun nesnenin dijital temsili üzerinden fiziksel mekandaki nesnelerden hangisi olduğunu tahmin etmesi de beklenmektedir.



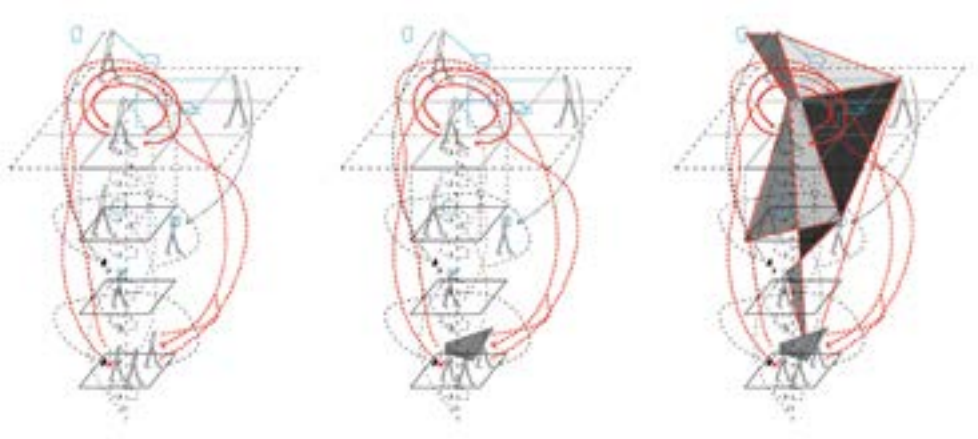
Şekil 7. Etkin dinleme

Doğrulama işlemi, dijital ortamda bulunan nesne tanıma donanımı ve mini-aktive edici aracı oluşturan akselerometre sensörleri ve yerçekimi sensörleri aracılığıyla yapılması planlanmaktadır.

Bu aşamada çocukların mekandaki bedensel keşiflerinin nesnelere daha önceden hikayelerin kaydedildiği yer ile ilişkili olarak oluşacağı öngörülmüştür. Bu açıdan, tek kullanıcı yerine çoklu kullanım için tasarlanması planlanan ortamda, nesnelerin mekânsal deneyimdeki nedensel rolünün ortaya çıkacağı varsayılmaktadır.

4.4 Zaman ve mekan ötesi hikaye oluşturmak

Çocukların oyun deneyiminin bilgisayar dünyasından fiziksel ortamına getirilmesinin temel olarak amaçlandığı bu çalışmada, son aşamada internetin sağladığı olanakları kullanarak farklı mekanlarda bulunan çocukların farklı zamanlarda birbirlerinin hikayelerine ulaşmalarına olanak sağlayacak altyapıya işaret etmek amaçlanmıştır. Bu aşamada beklenen, her çocuğa ötekinin görüş açısıyla bulunduğu mekanı dönüştürerek dünyayı başka bir çocuğun gözünden algılama imkanının sağlanmasıdır. Dijital ortamda nesne kütüphanesine daha önce kaydedilmiş hikayelerden birini seçerek çocuk oyunu başlatabilecektir. Önceki üç bölümde fiziksel ortamdan alınan verilerin dijital ortama işlenmesine odaklanılırken bu aşamada, dijital ortama aktarılmış mekânsal kurgunun farklı bir fiziksel mekanda yeniden kurgulanma olanakları ele alınacaktır. Burada projeksiyona yansıtılan siluetlerden oluşmuş mekânsal kurgunun, çocuğun farklı nesneleri aynı koordinatlara yerleştirmesi için nesnelerin göreceli konumuyla ilgili yol gösterici ipuçları sağlayacağı öngörülmüştür. Göreceli olarak nesnelerin koordinat bilgilerinin donanımın bulunduğu yere göre belirlenmesi planlanmıştır. Çocukların koordinatları bulmasıyla beraber hikayeyi dinleyebilecekleri öngörülmüştür. Aynı zamanda çocukların önceden belirlenmiş koordinatlardayken kendi hikayelerini de kaydetmelerine olanak sağlanarak, mekânsal kurgu üzerinden çocuklar için paylaşım ortamı oluşturulması planlanmaktadır.



Şekil 8. Zaman ve mekan ötesi hikaye oluşturmak.

5. Sonuçlar

Aynı anda birçok yerde bulunma ve bir arada olma olanaklarının arttığı günümüzde, çocuğun gündelik nesneler aracılığıyla kendi kuracağı anlatı, hesaplamalı düşünmenin gündelik yaşamıyla bağlantısını kurmasına da yardımcı olabilir. Çalışmanın amacı, fiziksel ortam ile dijital ortamı çocuğun deneyiminde bütünleştiren bir model geliştirerek, çocukların gündelik ortamlarındaki bedensel duyusal deneyimlerini etkinleştirecek bir oyun ortamının tasarım planını ortaya koymaktır. Prototip üretiminden önceki aşamasında sunulan bu çalışma kapsamında, tasarım planı açıklanan mini-aktive edici araç aracılığıyla, çocuğun etrafında kendi belirlediği nesneleri anlatı dünyasıyla beraber aktifleştirebileceği bir oyun kurma ortamının tasarım prensiplerinin belirlenerek, yeni dijital araçların bedensel deneyimi etkinleştirecek şekilde kullanım olanaklarının keşfedilmesi amaçlanmıştır. Fiziksel ve dijital ortamın bir arada bulunabildiği dinamik bir ortam kurgulanması için gerekli koşulların belirlenmesi ile ileride çocuklar için geliştirilecek farklı oyun kurma ortamları için altlık oluşturması da beklenmektedir. Geliştirilecek mini-aktive edici araç aracılığıyla, bu çalışmada ortaya konulan çocukların nesnelerle kurabilecekleri dört farklı etkileşim halleri arasındaki geçişin oyun sürecinde nasıl gerçekleştirileceği prototipin üretim sürecinde planlanacaktır.

Teşekkür

Doktora tez çalışmamın bir parçası olarak, bu bildiri kapsamında sunduğum çalışmamın geliştirilmesine katkı sağlayan tez danışmanım Prof. Dr. Mine Özkar'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

ACKERMANN, E. 2011. Minds in Motion, Media in Transition Growing up in the Digital Age: Areas of Change,adres: http://www.childresearch.net/papers/pdf/digital_2011_01_ACKERMANN.pdf

CASSELL, J., RYOKAI, K., 2001. Making Space for Voice: Technologies to Support Children's Fantasy and Storytelling.

GARVEY, C., 1990. "Play with objects", Play, Mass.:Harvard University Press, Cambridge.

GIBSON, J.J. 1979. The Ecological Approach to Visual Perception, Houghton Mifflin.

KAZEMİTABAAR M, MCPEAK J, JİAO A, HE L, OUTİNG T, FROEHLİCH JE, 2017. MakerWear: A Tangible Approach to Interactive Wearable Creation for Children. Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems; 2017: ACM.

MUGELLINI, E., RUBEGNI, E., GERARDI, S., KHALED, A. O., (2007). Using Personal Objects as Tangible Interfaces for Memory Recollection and Sharing. In proceedings of TEI '07, pp. 231-238.

PALLASMAA, J. 2011. Tenin Gözleri, çev: Aziz Ufuk Kılıç, YEM Yayın, İstanbul.

PIAGET, J. [1947] 2005. Giriş: Sorunlar ve Yöntemler, Çocuğun Gözüyle Dünya, çev: İsmail Yerguz, Dost Kitabevi Yayınları, Ankara.

RIVKIN, M.S. 1990. "Outdoor Play– What Happens Here?" In Wortham, S. And J.L. Frost, eds. Playgrounds for Young Children: National Survey and Perspectives. A Project of the American Association for Leisure and Recreation. An Association of the American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance.

ROGERS, Y., PRICE, S. 2004. Extending and augmenting scientific enquiry through pervasive learning environments. Children, Youth and Environments, 14(2), pp. 67-83.

STURM, J., BEKKER, T., GROENENDAAL, B., WESSELINK, R., & EGGEN, B. 2008. Key issues for the successful design of an intelligent, interactive playground. Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children, ACM.

VYGOTSKY, L.S., 1967. Play and Its Role in the Mental Development of the Child, Journal of Russian and East European Psychology, 5(3), pp. 6-18.

WENGER, E., 2002. Communities of Practice Learning, Meaning and Identity, Cambridge University Press, United Kingdom.

İridophore: Reflective Dynamic Pattern Suggestion

Ahmet Onkaş[1]
[1] İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]ahmetonkas@yandex.com

Abstract. Iridophore* is a real time, visual production research project which is conscious to environment knowledge and reflects itself. The basic motivation of this study is the representation and interpretation of the knowledge gotten from the environment at the architectural design, using of this knowledge at the design stage, its relation with the kinetic architecture and pattern formation has been discussed. In this study, the produced design and application is an installation work. In the created system, a pattern with the utilization of transition geometry rules which constantly derives itself has been produced. This study is a research process that electric-mechanic systems has been used, coding systems has been discussed and involves pursuit of materials.
After the production of a neat pattern with a solid formed octahedral (regular octagon), the inception geometry has been assigned and transition rules have been applied. A dynamic visual has been produced by the pattern, which was designed as three-dimensional in the digital environment, a rotating movement in accordance with different data. The pattern, which has been obtained with various parameters and later altered into two-dimensional, has been produced with laser cut, which is the digital fabrication technology. A moving pattern has been designed with electronic circuit and engines, in accordance with real time data and a kinetic three-dimensional pattern, model has been developed. Suggestions have been made on this models' potential fields of application with different data and on different scales. Kinetic wall application, which is an installation sensitive to the number of people going in and out of a place, has been produced both in digital environment and as a prototype with 1/20 scale.

Keywords: *pattern, shape grammar, representation of knowledge, kinetic architecture, digital fabrication, visual data, visual computing*

İridophore: Yansıtıcı Dinamik Örüntü Önerisi

Ahmet Onkaş[1]
[1] İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]ahmetonkas@yandex.com

Özet. İridophore[1], bulunduğu ortamı yansıtan, çevre bilgilerine duyarlı ve gerçek zamanlı bir görsel üretim araştırma projesidir. Bu çalışmanın temel motivasyonunu, mimari tasarımda çevreden edinilen bilginin temsili ve yorumlanması, tasarım sürecinde kullanılması, kinetik mimari ile olan ilişkisi ve örüntü oluşumu gibi konular oluşturmaktadır. Bu çalışmada üretilen tasarım ve uygulama bir enstalasyon çalışmasıdır. Yapılan öneride, dönüşüm geometrisi kurallarının uygulandığı ve sürekli kendini türeten bir örüntü elde edilmiştir. Bu çalışma, elektrik-mekanik sistemlerin kullanıldığı, kodlama sistemlerinin ele alındığı ve malzeme arayışlarının olduğu bir araştırma sürecidir.
Octahedral (düzgün sekiz yüzlü) katı biçiminden oluşan düzenli bir örüntü oluşturulduktan sonra başlangıç geometrisi belirlenmiş ve dönüşüm kuralları uygulanmıştır. Dijital ortamda üç boyutlu olarak tasarlanan örüntü, farklı verilere göre örüntüye döndürme hareketi verilerek dinamik bir görsel oluşturulmuştur. Çeşitli parametrelerle birlikte elde edilen örüntüyü daha sonra iki boyutlu hale getirip dijital fabrikasyon teknolojisi olan lazer kesim ile üretilmiştir. Elektronik devre ve motorlarla gerçek zamanlı veriye göre hareket eden örüntü tasarlanmış ve kinetik üç boyutlu bir örüntü modeli geliştirilmiştir. Bu modelin farklı verilerle ve ölçeklerde potansiyel uygulama alanları üzerinde öneride bulunmuştur. Bu önerilerden, bir mekandaki mekana giren-çıkan insan sayısına göre duyarlı bir enstalasyon olan kinetik duvar uygulamasının hem dijital ortamda hem de 1/20 ölçekli prototipi üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *örüntü, biçim grameri, bilginin temsili, kinetik mimarlık, dijital fabrikasyon, görsel bilgi, görsel hesaplama*

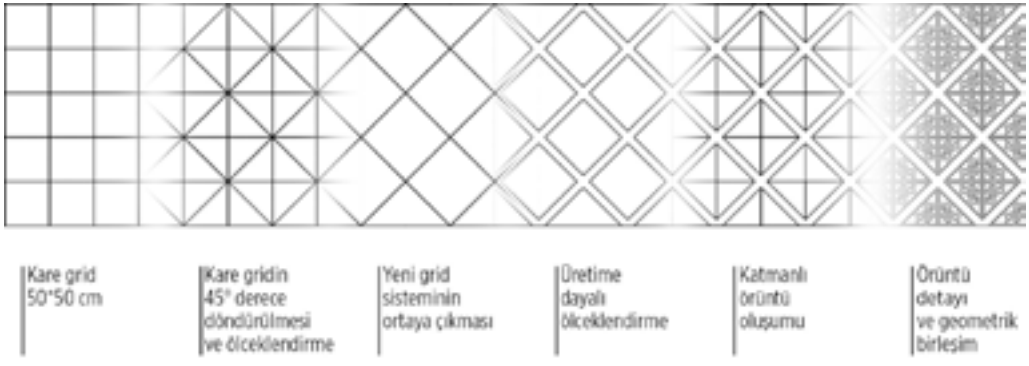
1 İridophore; Kurbağa ve bukalemun gibi canlıların derilerinde bulunan, piğmentin konsantre veya dağılmış olduğu, canlının rengini değiştirmesine neden olan hücre. (URL 1)

1. Giriş

Mimari tasarımda etkileşim bir tasarım yaklaşımı olarak incelemek ve bunun süreç içerisinde ortaya koyabileceği potansiyelleri görmek; etkileşimin oluşumu, mekan ve kullanıcı arasındaki ilişkiyi irdelemeyi ve elektronik-mekanik sistemin etkilerini bilmeyi gerektirir. Mekan-insan etkileşimini araştırmak üzere yapılan bu çalışmanın amacı etkileşimi oluşturan katmanların ilişkilerini incelemektir. Bu katmanlaşmayla, görme ilişkileri anlama, dijital süreç tasarımı, mekanik-elektronik ilişki, üretim sistemi ve insan-mekan etkileşimiyle olan bir tasarım yaklaşımı ortaya çıkmaktadır. Kinetik mimarlık olarak tanımlanan, mekanın yeniden biçimlenmesine kullanıcı etkileşimi ve çevresel etmenler gibi değişen durumlara göre adaptasyon sağlayan önerileri geliştirir.

Günümüzde bilgisayar uygulamaları mimarlık, tasarım ve sanat alanında kullanılan önemli bir araç ve yardımcıdır. Bu uygulamalar, kullanıcının üretim sürecinde hız kazanmasının yanı sıra hem süreç içerisinde dinamik bir biçimde üretimde yer almasını hem de yapılan üretimlerin gerçek zamanlı analizini yapıp geri dönüş sağlayabilmektedir. Geleneksel yaklaşımda tasarım ortamı, tasarım düşüncesinin çeşitli temsiller aracılığıyla görsel düşünme ve imgelem ile geliştirildiği ortamdır (Goldschmidt, 1994). Bilgisayar temelindeki sayısal ortam hesaplamaya ve algoritmalara dayalıdır. Bu ortam görsel düşünmenin ve görsel üretmenin hesaplanabilir olduğuna dair tartışmaları belirgin hale getirir. Çalışmada digital, fiziksel ve görsel hesaplamadan yararlanarak tasarım süreci geliştirilmiştir. Tasarımlarken aslında bilerek ya da bilmeyerek görsel bir yolla hesaplama yapılmaktadır (Stiny, Gun, 2012). Yapım grameri, çevredeki nesnelere algısal ve bedensel ilişki kurarak gerçekleştirilen bir eylem olarak tanımlanır (Knight, 2015). Bu çalışma kapsamında üretilen geometrik bir birimin, yapım gramerleri ile birlikte düşünülerek, belirli dönüşüm kurallarını uygulayarak bir örüntü elde edilmiştir(Şekil 1).

Ortalama bir binanın form ve strüktürü; sabitliği, dayanıklılığı ve hareketsizliği önerirken hareket; tahmin edilmeyeni, kesin olmayanı, değişimi, çevikliği ve canlılığı önerir (Kostas, 2003). Bu çalışmanın hedefi üretilen örüntünün gerçek zamanlı veriye duyarlı interaktif bir nesne oluşturmasıdır. Bilgisayar ortamındaki tasarım, çeşitli çevresel faktörlerin mekana etkilerinin, olgusal olarak izlenebilmesine ve sayısal olarak hesaplanabilmesine olanak



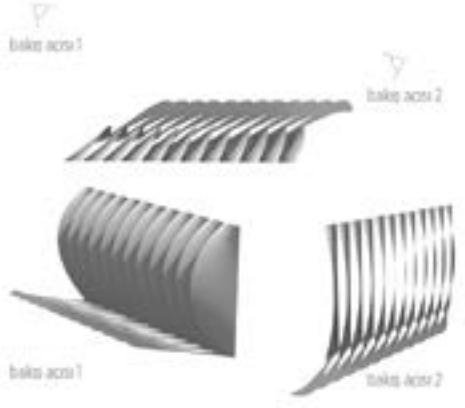
Şekil 1. Örüntüyü tasarlama aşamaları.

sağlar. Bunları yapabilmek için çevresel verilerin sensör aracılığı ile ölçülmesi ve önerilen sisteme göre adapte olması öngörülmüştür. Bu çalışma kapsamında üretilen örüntü, motor hareketleriyle değişen dönüşen, çevresi veya kullanıcısıyla etkileşime giren ve bunu yaparken eş zamanlı olarak her mikro zaman diliminde yeni görseller üretebilen bir sistemdir.

Gelişen teknoloji ile beraber mimar, tasarımcı ve sanatçıların interaktif, kinetik ve çevresel etmenlere duyarlı sistemlerle ilgili üretimleri artmıştır. Bu durumun oluşmasındaki etkenler, programlama dillerinin daha kolay anlaşılabilir hale gelmesi, açık kaynak araştırma yapılabilmesi ve üretim yapanların paylaşım kültürünün oluşturmasıdır. Yapılan çalışmada son dönemde tepki veren ortamlar konusunda sergilenen ilgi artışının önemli bir bölümü İtalya'da 2005 yılında ortaya çıkan, Arduino isimli düşük maliyetli bir açık kaynak mikro kontrolör panosunun devreye sokulmasından kaynaklanmaktadır (Kolorevic, 2015). Maliyeti yüksek olmayan bu yazılım ve donanım araçları meraklılarını her türlü etkileşimli nesne ve ortamları hazırlamasına imkan vermektedir. Dijital üretim teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla beraber tasarımcılar, tasarım-üretim sürecinde, hızlı bir biçimde ürünlerini ortaya koyarken aynı zamanda malzemenin potansiyelinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Dijital üretim sistemleri sayısal tabanlı tekniklerle tasarlanan objelerin kesimi, biçimlendirilmesi, kalıpların oluşturulması, her noktasında değişen ölçü ve biçimlerin üretilmesinde yardımcı olmaktadır. Bu sistem tasarım sürecinde yer alması bazen sürecin evrilmesinde önemli rol alabilmektedir. Bu çalışma; bilgi tabanlı tasarım, üç boyutlu model üretimi, dijital üretim, malzeme özellikleri, çevresel bilgi, bilgisayar programlama ve elektronik sistemlerin birbiriyle ilişki içinde yapmış olduğu işbirliği sonucu ortaya çıkmıştır. İridophore, tasarlanma süreci olarak altı ana başlık altında anlatılmaya çalışılacaktır.

1. Görsel anlam ve dinamik tasarım,
2. Örüntü oluşumu,
3. Dijital üretim sistemi ve malzeme,
4. Kinetik- elektronik sistem,
5. Etkileşimli bilgi,
6. Mimariye etkileri ve kullanım alanları,
7. Cephe önerisi.

Şekil 2. Bakış açıları ve görünüşler



2. Tasarım ve Üretim Süreci

2.1 Görsel Anlam ve Dinamik Tasarım

Araştırmaya dinamik tasarımları inceleyerek ve analizini yaparak başlanmıştır. Nesneler farklı bakış açılarından göreceli olarak gösterilmiş, parçalanarak eşzamanlı olarak hareket halinde yansıtılmışlardır (Giedion, 1967). Bir nesnenin ya da mekanın ve onlara göre olan gözlerimizin pozisyonu arasında ilişki, bakılan nesne ve ya mekanın farklı zenginliklerini ortaya çıkaracağı düşünülmektedir (Şekil 2). Bu

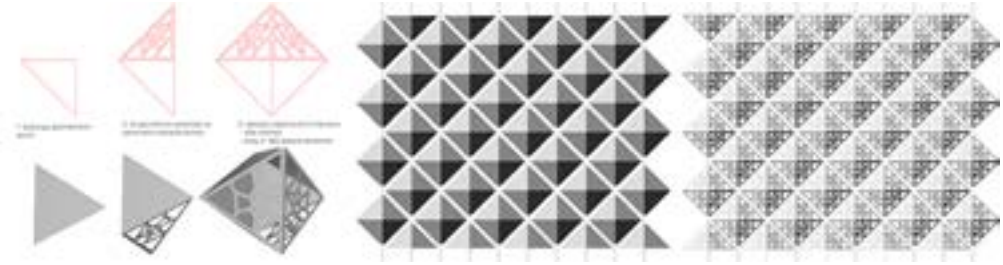
konu ile ilgili olarak iki örnek incelenmiştir, birincisi Greg Lynn`in 1999 yılında yapmış olduğu New York Presbyterian Church, diğeri ise Aranda/ Lash grubunun 2005 yılında yapmış olduğu Camouflage View adlı çalışmalarıdır. New York Presbyterian Church mevcut yapının kiliseye dönüştürülmesi ve ek bir yapı ile geliştirilmesi projesidir. Presbyterian Kilisesi mevcut fabrika binasıyla belirli bir dereceye kadar entegre olan, bir noktadan sonra da onu saran, içine alan bir yapının oluşturulması hedeflenmiştir. Mevcut yapının düşey etkisi ek mekanlarla yatay etkiye; yapının yönlenişi, caddeye doğruyken kente doğru çevrilmiştir (Lynn, 1999) (Şekil 3).

Şekil 3. New York Presbyterian Church. (URL--2)

Aranda/ Lash Camouflage View, bir ormandaki bu yerleştirme, gizleme ve kamuflajla ilgili bir projedir. Bu çalışma çevresinde bulunanları yüzeyin yansımaları da görülürken, bulunan açıklıklarla farklı ve tekrar eden görseller üretmektedir. İnsan ve nesneler çalışmanın etrafında hareket ettikçe, diğer taraflardaki görünümü eş zamanlı olarak hareket eder (Şekil 4). Bu çalışma kapsamında incelenen örnekler düşünülerek nesne veya mekanın sabit, kullanıcının hareketli olduğu bir ortamda görsel anlam ve onların dinamikliği irdelenmiştir. Araştırma sürecinde elde edilen bu veriler doğrultusunda yapılan çalışmada hem objenin veya mekanın dinamik olduğu hem de kullanıcının dinamik olduğu bir tasarım yapılabilir mi sorusuna cevap aranmıştır. Çalışmanın ilk aşamalarında bir düzgün sekiz yüzlü (Octahedral) iki birbirinden uzak noktalarından döndürme işlemiyle birlikte ortaya çıkarabileceği farklılıklar baz alınarak bir örüntü oluşturulmuştur. Bu örüntü ilk bakıldığında düzenli grid ve daha kullanıcıyla dinamik bir ilişkiye girdiğinde kendisini yeniden üreten bir yarı düzenli bir örüntü hali alabilmektedir. Bu sü-

Şekil 4. Camouflage View. (URL--3)

Şekil 5. Örüntü oluşum sistemi



recin önemli olan kısmı her bir bakış açısının ve nesnenin dinamik formu sayesinde elde edilen görsel iletişimdir.

2.2 Örüntü Oluşumu

İncelenen örnekler dahilinde tekrarlanan birimlerin olması ve bu birimlerin belli kurallar içerisinde ilişkili olması göz önünde bulundurularak çalışmaya başlanmıştır. Oluşturulan örüntü, ilk aşamada bir birim üretilmiş daha sonra bu birimlerin bir araya geliş kurallarıyla ile tekrarlanan elemanlardan düzenli bir örüntü oluşturulmuştur (Şekil 5). Bilgisayar ortamında örüntülerin tekrar oluşturulması Rhinoceros 3d ve onun üzerinde bir eklenti olan Grasshopper 3d(gh) programıyla gerçekleştirilmiştir. Gh`de oluşturulan bir algoritma ile geometriye dönüşüm kuralları uygulanmıştır. Her biri eşkenar üçgenin belirli dönüşüm kuralları (yansıma, öteleme, dairesel çoğaltılarak) ile bir araya gelmesiyle elde edilen düzgün sekiz yüzlü örüntünün kendi merkezinde dönme hareketi ile kendini üreten bir örüntü elde edilmiştir(Şekil 6).

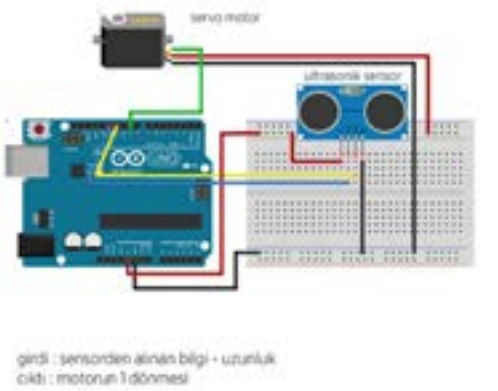
2.3 Üretim Sistemi ve Malzeme

Üretilen nesnenin hem kasası hem de örüntünün kendisi, tasarım sürecinin başından itibaren nasıl üretilebileceği ve ne biçimde bir araya geleceği anlamında önemli noktalar olmuştur. Üretilen örüntü ve nesnenin bütün parçaları dijital üretim sistemi olan lazer kesim ile üretilmek üzere tasarlanmıştır (Şekil 6). Bu süreç içerisinde hangi parçanın kesileceği ve hangi parçanın kazınacağı belirlenen algoritmaya göre geometrileri dijital fabrikasyona adapte edilmiştir. Malzeme olarak kasa için 8mm kontrplak ve örüntü parçalarının kesimi için farklı renklerdeki asetat kullanılmıştır. Bu malzemeler hem lazer kesim için uygunluğu hem de malzemenin deforme olabilme özelliklerinden dolayı tercih edilmiştir. Kesilen parçalar daha sonra kazınan kısımlarından katlanma tekniği uygulanarak birleştirilmiştir. Birimler üretildikten sonra motorların üstüne takılan çubuklara asılmıştır.

Şekil 6. Üretim süreci

2.4 Kinetik – Elektronik Sistem

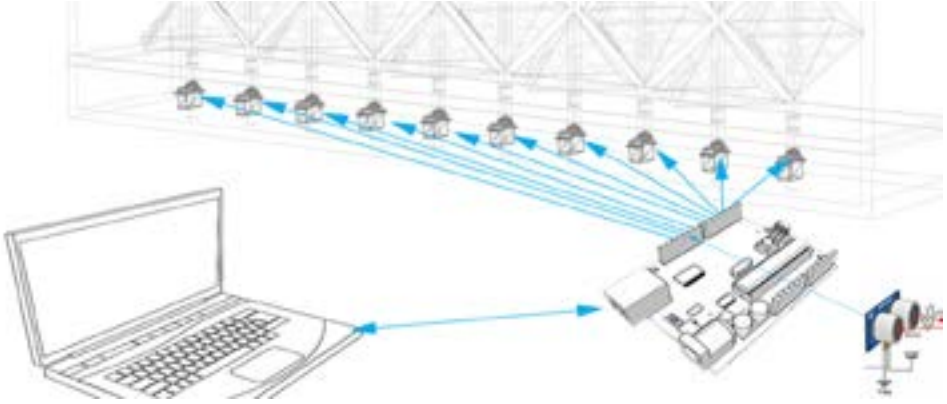
Üretilen örüntü ile hareketli bir obje uygulaması yapılması düşünülmüştür. Bu çalışmada düşünülen objenin 1/20 ölçekli üretimi geliştirilmiştir. Üretilen her bir düzgün sekiz yüzlü birimin oluşturulurken kasa içinde motorların üzerine takılan çubuklara yerleştirilmiştir. Elektronik devre servo motorlar ve sensor aracılığıyla hareket mekanizması geliştirilmiştir (Şekil 7). Elektronik devre bir mikro denetleyici olan Arduino ile oluşturulmuş ve aynı sistemin yazılımı olan Arduino İDE arayüzünde yazılmıştır. Motorlar kesilmiş olan ahşap bazasına takılarak onun üzerine yerleştirilmiş olan çubuklara örüntünün birimleri asılmıştır. Servo motorların dönme hareket etmesiyle birlikte çubuklara asılan birimler dönme hareketi gerçekleştirir. Sistemde kullanılan ultrasonik sensör aracılığıyla çevreden aldığı uzaklık verisini dönme hareketi olarak sisteme yansıtır (Şekil 8).



Şekil 7. Elektronik devre

2.5 Etkileşimli Bilgi

Bu çalışmada tasarlanan ve geliştirilen sistemin dönme hareketi belirlenmiş ama sabit bir dönme hareketi kurgulanmamıştır. İridophore, çalışma sistemi olarak dış etmenlere bağlı olarak çevreden almış olduğu veriyi eş zamanlı olarak geri bildirim yapması üzerine kurgulanmıştır. Üretilen mekanizmada kullanılan ultrasonik sensörler, ultrasonik ses dalgaları yayan ve bunların engellere çarpıp geri dönmesine kadar geçen süreyi hesaplayarak aradaki uzaklığı belirleyebilen sensörlerdir. Ultrasonik sensör belirli mesafedeki kullanıcı ile iletişime geçerek yazılıma bildirim yapar ve almış olduğu bildirimi motorların dönme hareketi ile tekrardan kullanıcıya yansıtır. Bu durum aslında kullanıcının yapmış olduğu hareketler veya çevrede gelişmekte olan bir değişimin farklı bir alanda kendini farklı bir şe-



Şekil 8. Bilgisayar, arduino ve örüntü ilişkisi

kilde yansıtabilme olanağı doğurmuştur (Şekil 9). Yapılan üretimde bu yansıtma, örüntünün dönme hareketi olarak ortaya çıkmıştır.

2.6 Mimariye Etkileri ve Kullanım Alanları

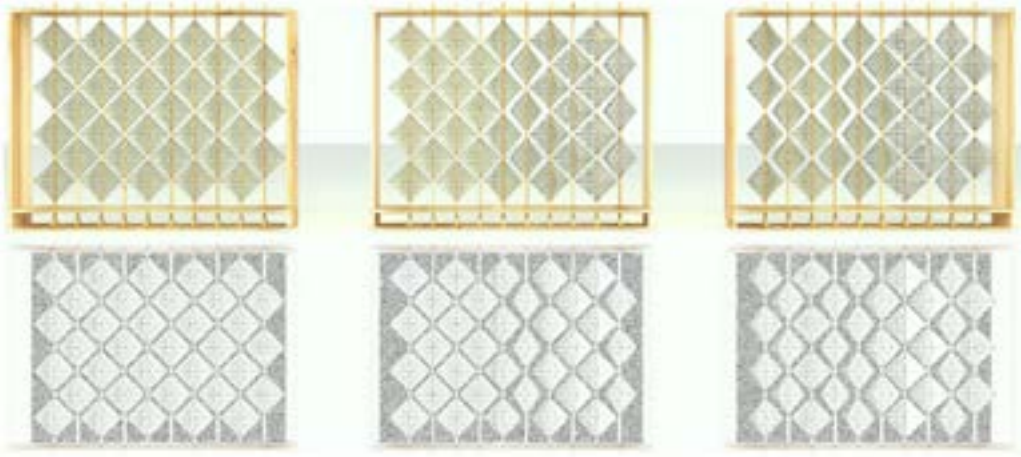
Yapmamız gereken, yaşamın çok çeşitli ve sürekli değişken modları içersinde mimariyi dondurmamak, aksine onu akışkan ve değişebilir kılmaktır. Genişleyen, büzülen, değişen mimari bugünkü yaşamı yansıtır ve onun bir parçasıdır (Zuk, 1970). Bu durum mimari ölçekte yapılan üretimlerin durağan olmaktan öte kullanıcı etkileşimine ve çevresel faktörlerin etkilerine göre kendini yenileyebilen mekan yaklaşımını ortaya koyar. Yeni mekansal konseptler, farklı kullanım olanaklarına imkan veren adapte olabilir mekan yaklaşımını vurgularlar (Kronenburg, 2002).

Mimari açıdan kinetik sistemler, yapının fonksiyonlarına işlevsel bir etkileşimi olabileceği gibi estetik ve form bazlı da olabilir. Bunun yanında manzara, görsellik, estetik gibi heyecan verici çalışmalar da ortaya çıkabilir. Çevreden edinilen bilgiler, yapının belirlenen fonksiyonlarına göre etkileşime girebilir. Çevresel faktörler gibi formu etkileyen kuvvetlerde meydana gelen minimal değişimler formun genelini de etkileyebilir. Bu tür etmenlerin sürekli değişmesinden dolayı, kinetik sistem ve biçim ilişkisi de bu duruma uyum sağlayabilir. Gelişen teknoloji ile bu biçimde tasarlanan mekan-nesnelerde artış bulunmaktadır.

Bu çalışmada üretilen tasarım ve uygulaması bir enstalasyon çalışmasıdır. Bir mekanda kullanıcı ile iletişime geçebilen, dönme hareketi yapabilen ve bunu yaparken her mikro saniyelik zaman diliminde yeniden farklı görseller oluşturabilen bir mekanizmadır (Şekil 10). Proje dijital üretim teknikleri kullanarak hazırlanmıştır.

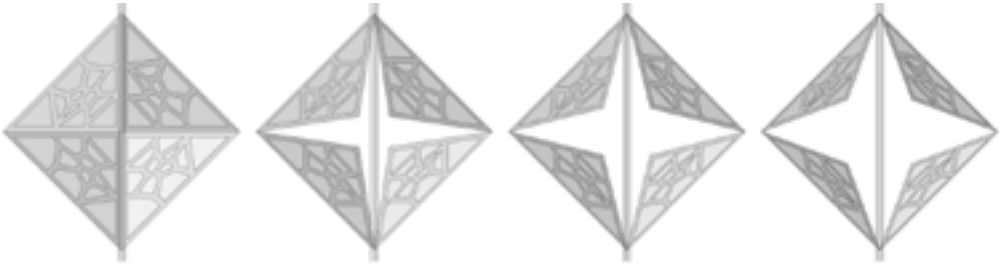
2.7 Cephe Önerisi

Dinamik bilgi paylaşımı ve sanatsal işlerle dikkat çekebilme potansiyeleri doğrultusunda, cepheler yüksek etkileşimli bölgeler olarak yeniden tanımlanmıştır (Moloney, 2011). Bu çalışmada önerilen enstelasyona ek olarak bir de kinetik bir yapı cephesi geliştirilmiştir. Kinetik cephe, değişen çevresel faktörlere uyum



Şekil 9. Çevre ile etkileşim halinde farklı zamanların görünüşleri.

Şekil 10. Ürüne ait fotograflar



Şekil 11. Bina cephe sistemi birim hareketi

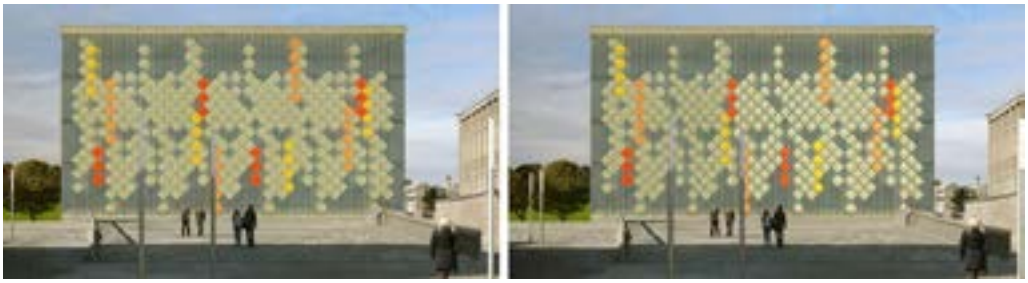
sağlayan veya dinamik görsel formların sergilendiği yapı cephelerdir. Cephe, düzenli tesselasyon örüntünün bazı kısımları eksiltilerek oluşturulmuştur. Cephede oluşturulan doluluk boşluk çalışması ve dönme hareketleriyle hem mekanın iç kısmında hem de mekanın dışardan görünümüne hareket kazandırmaktadır. Burada enstelasyon çalışmasından farklı olarak her bir örüntü birimi sadece yerleştirildikleri çubukların dönme hareketinden öte birimsel olarak dönme ve açılma-kapanma hareketi yapabilmektedir (Şekil 11). Bu biçimde gerçekleşen hareket içeriye giren ışık düzeyi ve güneş ışınlarının etkisini yapı içerisinde kontrollü hale getirmektedir. Mekan kullanıcılarının anlık isteklerine de cevap verebilen bu sistemde, kullanıldığı ortamlarda esneklik sağlamaktadır. Yapı cephesi ile etkileşim halinde gerçekleşen hareket aynı zamanda çevresel bilginin yansıması temsil edilmektedir (Şekil 12).

3. Sonuçlar

Üretilen dinamik tasarım, insan-mekan etkileşimini temel alan, sayısal tasarım, dijital fabrikasyon, malzeme davranışı, veri işlemesi ve mekanik-elektronik katmanların bir araya gelmesiyle ortaya çıkmıştır. Durağan mekan-nesnelerin incenmesiyle başlanan süreç, kullanıcının hareketinden öte kullanıcının etkileşiminden oluşan dinamik bir durum gelişmiştir. Doku kurmak için üretilen tesselasyonla birlikte dönüşüm kurallarının uygunlandığı bir örüntü oluşturulmuştur. Çevreden edinilen bilginin dijital arayüzde oluşturulan algoritma ile fiziksel bir biçimde kullanılması gerçekleşmiştir. İridophore, mimarlık alanında tartışılan ve konuşulan bir konu olan hareketi; ortaya koymuş olduğu katmanlaşma ve dinamik sistem ile ilişkilendirilmektedir.

Bu çalışmanın ötesini düşündüğümüzde, farklı alanlarda dışarıdan aldığı verileri kullanarak yapı cephesi, bireysel nesne ya da dinamik bir

Şekil 12. Cephe sisteminin kullanıcı ile etkileşim sonucu değişimi



yapının kendisi bile olabilmektedir. İridophore gibi tasarım, mazleme, mekanik, elektronik ve bilişim sistemlerinin de işin içinde yer aldığı tasarımların farklı araştırma geliştirme birimlerinin birbiriyle temas halinde çalışmaları gerekmektedir.

Yapılan çalışmada, kullanıcı ile mekan-nesnenin birbiri ile etkileşim içinde hareket halinde olması yeni bakış açılarına açılan bir kapı olmaktadır. Bu anlamda hareketi mimarlık alanına temel bir parametre olarak dahil etmek, yeni tasarım olanakları ve konuları ortaya çıkaracak yeni pratikler ve araştırmalar üreterek alana yeni gelişmeler getirmektedir. Mimarlıkta harekete dair ortaya konacak bu yeni üretimler ve araştırma alanları, mimarlığın geleceğin hızla dönüşen sistemlerine uyum sağlamasına ve dinamik yaşama entegre olmasına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

(*)Bu çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstütüsü Mimari Tasarımda Bilişim Lisansüstü programında, Prof. Dr Gülen Çağdaş tarafından yürütülen Bilgi Tabanlı Mimari Tasarım dersi kapsamında üretilmiştir. Katkılarından dolayı Prof. Dr. Gülen Çağdaş'a teşekkür ederim.

(**)Bildiriyi hazırlama sürecinde katkılarından dolayı Yrd.Doc.Dr. Sema Alaçam'a teşekür ederim.

(***) Üretim sürecinde lazer kesim ilgili kısımları üstlenmesinden dolayı Can Görgün'e teşekkürü bir borç bilirim.

KAYNAKLAR

Giedion, S. 1967. Space, Time and Architecture, Harvard University Press, Cambridge.

Goldschmidt, G., 1994, "On Visual Design Thinking: the viz kids of architecture", Journal Offprint Paper: Design Studies, Vol:15

Gün, O. Y., and Stiny, G. 2012. "George Stiny ile hesaplama ve tasarım üzerine açık bir söyleşi." Onur Yüce Gün tarafından düzenlenmiştir, Hesaplamalı Tasarım,Dosya 29: 6–11.5.

Knight, T., 2015, Shapes and Other Things, Nexus Network Journal. 17. 3, 1-18.

Kolarevic, B., 2003, Architecture in the Digital Age: Design and Manufacture, Spon Press, London.

Kostas, T. 2003. Expressive Form: A Conceptual Approach to Computational Design, Spon Press, Londra.

Kronenburg, R. 2002. Portable Architecture. Architectural Press, Oxford.

Lynn, G., 1999, Animate Form, Princeton Architectural Press, New York.

Moloney, J. (2011). Designing Kinetics for Architectural Facades. Routledge Taylor & Francis Grup, New York.

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

URL1--http://www.thefreedictionary.com/Iridophore (Son erişim tarihi : 14 mayıs 2017)

URL2--http://www.designboom.com/architecture/greg-lynn-korean-presbyterian-church-ofnew-

york/ (Son erişim tarihi : 6 ocak 2017)

URL3--http:http://arandalasch.com/works/camouflage-view/ (Son erişim tarihi : 6 ocak 2017)

Oturum 2
Session 2

Introducing Responsive Kinetic System Approach to Architecture Education

Arzu Gönenç Sorguç[1]; Fatih Küçüksubaşı[2]; Serkan Ülgen[3]; Çağlar Fırat Özgenel[4]; Müge Kruşa Yemişcioğlu[5]
[1,2,3,4,5]Orta Doğu Teknik Üniversitesi
[1,2,3,4,5]{arzug\fatih.kucuksubasi\ulgens\fozgenel\mugek}@metu.edu.tr

Abstract. Throughout history, architecture has sought various ways to accommodate movement and change in the architectural paradigm in different ways and for different purposes. However, when architecture is constructed in such a way that it can respond and adapt to changing needs, conditions, and functions, it needs to be static rather than temporary in its nature. The way in which structures respond to ever-changing conditions is a complicated design problem and comes up with many different design quests. Moving structures and building components, designed with the help of developing technologies and interdisciplinary work, present a challenge as a current solution between the proposed methods.
Today, parametric models of computational design processes constitute the general method of performance-based design research. However, it has often been a difficult task to transfer the motion from the digital space to the physical space, from immaterial to the material. In this process, the freedom of change in the digital environment is limited by the physical constraints in the real world and requires a solution as a real architectural / engineering problem. In this transformation, architects need to have an idea about the acquisition of motion and the functioning of kinetic systems in order to have a realistic conception of the responsive structure / building components.
In the present study, METU Digital Design Studio discusses the educational approach in an interdisciplinary working environment aimed at teaching the concept of motion as a part of both the design process and the design and by this way experiencing the necessity of reconciliation between the duality of constraints of the physical environment and the freedom of the digital environment. It is located. The iterative steps in this process (storification, constructing the space, designing the kinetic systems, transformation of the space, etc.) aredescribed in details and the student and instructor experiences are shared.

Keywords: *responsive design, kinetic systems, digital design studio*

Mimarlık Eğitiminde Tepkimeli Kinetik Sistem Yaklaşımı

Arzu Gönenç Sorguç[1]; Fatih Küçüksubaşı[2]; Serkan Ülgen[3]; Çağlar Fırat Özgenel[4]; Müge Kruşa Yemişcioğlu[5]
[1,2,3,4,5]Orta Doğu Teknik Üniversitesi
[1,2,3,4,5]{arzug\fatih.kucuksubasi\ulgens\fozgenel\mugek}@metu.edu.tr

Özet. Mimarlık, farklı şekillerde ve farklı amaçlar dahilinde hareketi ve değişimi mimarlık paradigmasında barındırabilmek için tarih boyunca çeşitli yollar aramıştır. Bununla birlikte, mimarlık doğası gereği değişen ihtiyaçlara, koşullara ve işlevlere cevap verebilecek, uyum sağlayabilecek şekilde kurgulanırken geçici değil, statik olmayı gerektirmektedir. Yapıların sürekli değişen koşullara nasıl cevap vereceği karmaşık bir tasarım problemi olarak karşımıza çıkmakta ve birçok farklı tasarım arayışını beraberinde getirmektedir. Gelişmekte olan teknolojilerin ve disiplinler arası çalışmanın yardımı ile tasarlanan hareketli yapılar ve yapı bileşenleri önerilen yöntemler arasında güncel bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.
Günümüzde, hesaplamalı tasarım süreçlerinin parametrik modelleri, performansa dayalı tasarım araştırmalarının genel yöntemini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, hareketin sayısal mekândan fiziksel mekâna, malzemesizlikten malzemeye aktarılması çoğunlukla güç bir iş olmuştur. Bu aktarımla birlikte sayısal ortamdaki değişim özgürlüğü, gerçek dünyadaki fiziksel kurallar ile sınırlandırılmakta ve gerçek bir mimarlık/mühendislik problemi olarak çözüm gerektirmektedir. Bu dönüşümde, mimarların tepkimeli yapı / yapı bileşenlerinin hayata geçirilmesi hakkında gerçekçi bir kavrayışa kavuşması için, hareketin elde edilmesi ve kinetik sistemlerin işleyişi hakkında fikir sahibi olmaları gerekmektedir.
Sunulan çalışma, ODTÜ Sayısal Tasarım Stüdyosu dönem projeleri ile disiplinlerarası çalışma ortamında hareket kavramının hem tasarım sürecinin hem de tasarımın bir parçası olarak ele alınmasını ve bu sayede sayısal ortamın özgürlükleri ve fiziksel ortamın kısıtları arasındaki ikiliği uzlaştırılması gerekliliğini deneyimleyerek öğretmeyi hedefleyen eğitim yaklaşımını sürecin bileşenleri ile birlikte ele almaktadır. Bu süreç içerisindeki iteratif aşamalar (hikayeleştirme, mekanın oluşturulması, hareketli sistemlerin tasarlanması, mekanın dönüşümü gibi) detayları olarak aktarılmış, öğrenci ve eğitmen deneyimleri paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *tepkimeli tasarım, kinetik sistemler, sayısal tasarım stüdyosu*

1. Giriş

Mimarlık her zaman, farklı amaçlar için hareketi ve değişimi mimari tasarım paradigmasının içinde barındırmak için yeni yollar aramıştır. Uzamsal değişimin mimarlık ile entegre edilmesinin ilk örnekleri, taşınabilir mimaride görülebilir. Kronenburg'un de belirttiği gibi bu örnekler insanlık tarihinin ilk zamanlarına kadar uzanmaktadır (Kronenburg, 2008). "Taşınabilir" terimi, mimarlıkta kolay ve hızlı kurulabilen hareketli yapıları tanımlamakla birlikte, doğası gereği geçiciliği de işaret etmektedir. Günümüzde bu tür taşınabilir yapılar, farklı ölçek, biçim ve işlevler ile karşımıza çıkmaktadır

Buna karşın mimarlık, doğası gereği statik olmasına rağmen geçiciliği değil, değişen gereksinimlere, koşullara, işlevlere uyum sağlamayı öne çıkarmakta, geçicilik kavramı yerini farklı ölçeklerde etkileşime bırakmaktadır. Yapıların, bağlamlarının sürekli değişen koşullarına karşı gösterdikleri tepki her zaman önemli ve karmaşık bir problem alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu değişiklikler sürekli, kısa zaman aralıklarında veya çok hızlı olabilir, bu anlamda mimarlığın bu değişime verdiği tepkiler çeşitlilik göstermektedir. Bu bağlamda, tepkimeli mimarlık, duyarlı mimarlık, aktif sistemler tarafından harekete geçirilen ve değiştirilen belirli bir bina sınıfını tanımlayan, göreceli yeni bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

Genel olarak tepkimeli mimarlık, çevresel verinin sürekli ölçümleri ile doğrudan ilişkili olup bu ölçümler, kinetik/dinamik yapı bileşenlerinin girdileri olarak ele alınmaktadır. Mimarlıkta tepkimeli tasarımın ve tepki biçimlerinin (modlarının) neler olduğuna dair birçok çalışma bulunmaktadır. Meagher tepkimeli tasarımı iki ana başlık altında incelemiştir; bunlardan biri değişen çevre koşulları ile ilintili iken, diğeri yapı sakinlerinin aktiviteleri ve ihtiyaçlarına odaklanmaktadır (Meagher, 2015). Bu çerçevede, tepkimeli yapılar, statik yapı bileşenleri ve kinetik / mekanik sistemler ile entegre edilmiş sistem tabanlı mimarinin örnekleri olarak düşünülebilir.

Günümüzde tepkimeli mimarlık çoğunlukla mimarlıkta performatif tasarım ve performans anlayışı ile birlikte ele alınmaktadır. Koloreviç, performans kavramını, yüklenen anlamlar açısından ele almış ve performansın bir işlevin verimliliğini mi yoksa sadece bir gösteri biçimi mi olduğunu sorgulamıştır (Kolarevic, 2010). Performans hangi bağlamda kullanılırsa kullanılsın son dönemlerde karşımıza çıkan yapılarda teknoloji, değişim/etkileşim ve farklı form arayışları olarak kendini göstermektedir. Performans kavramı ile birlikte, tepkimeli mimarlık, yapının ve çevrenin, bağlamın bir parçası olan kullanıcı ile aktif birlikteliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Tepkimeli tasarımda, hesaplamalı tasarım paradigması ve parametrik araçların kullanımı, tasarımcıların mekânsal ve zamansal değişimi deneyimlemesine olanak sağlayan, malzemesiz uzama her türlü verinin entegrasyonunu mümkün kılan öğeler olarak düşünülebilir. Günümüzde, hesaplamalı tasarım süreçlerinin parametrik modelleri, performansa dayalı tasarım araştırmalarının genel yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte, hareketin sayısal mekândan fiziksel mekâna, malzemesizlikten malzemeye aktarılması çoğunlukla güç bir iş olmuştur. Bu aktarımla birlikte sayısal ortamdaki değişim özgürlüğü, gerçek dünyadaki fiziksel kurallar ile sınırlandırılmakta ve gerçek bir mimarlık/mühendislik problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dönüşümde, mimarların tepkimeli yapı / yapı bileşenlerinin hayata geçirilmesi hakkında

gerçekçi bir kavrayışa kavuşması için, hareketin elde edilmesi ve kinetik sistemlerin işleyişi hakkında fikir sahibi olmaları gerekmektedir.

Bu bakış açısı, temel mimarlık eğitiminde öğrenciye kazandırılması gereken ve disiplinlerarası çalışmaya olanak sağlayan bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır. Bu kapsamda, Arduino gibi düşük bütçeli ve yüksek kabiliyetli mikro denetleyicilerin sayısal tasarım eğitimi süreçlerine entegrasyonu, kinetik sistemlerin algılanması ve fiziksel dünyadaki olası problemlerin çözümü için yeni bir deneyim ortamı ve tasarımcılar için uygun bir arayüz olmaktadır. Hesaplamalı tasarım yaklaşımlarında Arduino vb. mikro denetleyicilerin kullanımı, algılayıcı verilerinin toplanmasına ve hareketin aktarımına olanak sağlamaktadır. Arduino'nun kullanıcı dostu yapısı ve Grasshopper gibi parametrik araçlar ile uyumlu çalışabilmesi, mimarlık eğitiminde değerlendirilmesini çekici kılmaktadır.

Bu bağlamda, bu bildiri kapsamında, farklı kinetik mimari sistemlerin, sayısal ve fiziksel ortamda tasarlanma ve uygulanma süreçleri hızlı prototipleme ve Arduino'nun kinetik sistem üretiminde aldığı rol ile birlikte METU | Digital Design Studio (ODTÜ | Sayısal Tasarım Stüdyosu) kapsamında geliştirilen öğrenci çalışmaları ile irdelenmektedir. Bu çalışmalar, öğrencilere değerli bir deneyim ve tepkimeli uygulanabilir tasarımlar geliştirme imkânı sağlarken mimarlıkta hareket ve tepkimeli tasarım kavramlarını hesaplamalı tasarım anlayışı ve araçları ile yeniden sorgulamalarını amaçlamaktadır.

2. Örnek Çalışma: Close Encounters (Yakın Karşılaşmalar)

Mimarlıkta tepkimeli sistemlerin tasarlanması ve uyarlanması, birbiri ile çoğu kez çelişen farklı girdilerin yapı özelinde uzlaştırılmasını gerektirmektedir. Örneğin kinetik cephe tasarımlarında, gün ışığının kullanımını arttırırken, sıcaklığı kontrol edebilmek tüm sistemin tasarımını ve yapı ile olan ilişkisini belirleyecek bir optimizasyon problemini de beraberinde getirmektedir. Tepkimeli sistemlerin yapılarda kullanımı çok boyutlu, çok değişkenli ve çok kısıtlı bir problem olarak sadece mimari değil aynı zamanda zorlu bir mühendislik problemidir. Bu bağlamda bu modellerin üretilmesinde çok yönlü algoritmik düşünmenin önemli olmasının yanı sıra işbirlikçi disiplinlerarası bir çalışma ortamının da gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Tepkimeli sistemlerin hesaplamalı yöntemler ile geliştirilmesi ve üretilmesinin hedeflendiği projede, öğrencilerin konfor alanlarından çıkarılarak tepkime anlayışının yukarda sözü edilen çok boyutlu optimizasyon problemi özelliğinin kavranması ve öğrencilerin bu yeni düşünce sistematiğini keşfetmeleri amaçlanmıştır. Lisans eğitimleri sürecinde alışık oldukları eğitim anlayışının dışında yeni bir ortam ile tanışmaları ve dört yıllık eğitimlerinde edindikleri tasarım becerilerini bu yeni ortamın şartlarında deneyimlemelerinin yanı sıra bu ortamın gerektirdiği becerilerin edinilmesi de amaçlanmıştır.

Bu çerçevede daha önce karşılaşmadıkları, muhtemelen de karşılaşmayacakları bir tasarım problemi olan dünya dışından gelen ziyaretçiler için bir karşılaşma mekanı tasarımı kurgulanmıştır. Üretilecek olan mekanın

Şekil 1. Projelerin sürecini gösteren diyagram

insanlar ile birlikte geleceği tahmin edilen üç yaşam formu için de uygun ortamı sağlaması, bir diyalog ortamı oluşturması gerekmektedir. Ziyaretçilerin temel yaşam ihtiyaçları, fiziksel ve kişilik özelliklerinin bir kısmı öğrencilere önceden verilmiş ve bu bağlamda öncelikle mekanın kullanıcıları olan birkaç çelişen özelliği verilmiş olan yaşam formlarını tanımlamaları, hikayeleştirmeleri istenmiştir. Bu hikayeleştirme aşamasının kişinin projenin obje ve subjeleri ile bağ kurarak ve aynı zamanda karakter ve ihtiyaçlar üzerinden parametrik tasarım girdilerini tanımlayarak projeyi içselleştirmesi amaçlanmıştır. Bu aşamanın projenin bütününde ve öğrenme sürecinde büyük bir etkisi olduğuna inanılmaktadır.

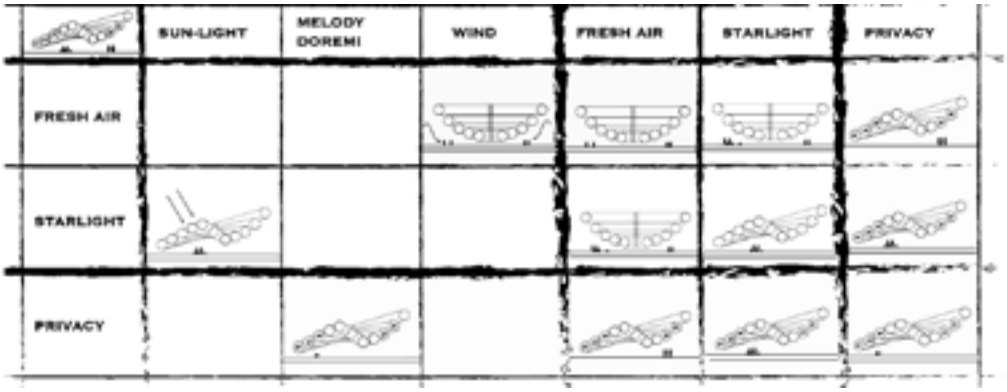
Bu bağlamda, proje süreci öntasarım ve fiziksel modelleme olarak iki aşamada ele alınmıştır ve bu süreçler doğrusal olmaktan öte süreç boyunca birbirini dönüştüren bütünsel girdiler olarak tanımlanabilir. Girdilerin büyük bir çoğunluğunun öğrenciler tarafından tanımlandığı bu süreç Şekil 1'deki gibi özetlenebilir.

2.1 Ön Tasarım Süreci Hikayeleştirme ve Sayısal Tasarım

Öntasarım sürecinde her bireyin izlediği süreç benzerlik göstermektedir ve şöyle özetlenebilir; (1) ihtiyaçların belirlenmesi, (2) mutasyon matrisinin oluşturulması (Şekil1), (3) tasarım diyagramları (Şekil2), (4) tasarım sürecinin tasarlanması, (5) prototipleme için tasarımın bir anının belirlenmesi. Ön tasarım sürecini başarı ile tamamlayan projeler, oluşturulan öğrenci grupları ile fiziksel modelleme aşamasına devam etmişlerdir.

Şekil 2. Özlem Çavuş tarafından tasarlanan projenin ziyaretçiler ile etkileşimini gösteren diagramlar.

Şekil 3. Mutasyon Matris örneği (Dancing Dome, Kongpyung Moon)

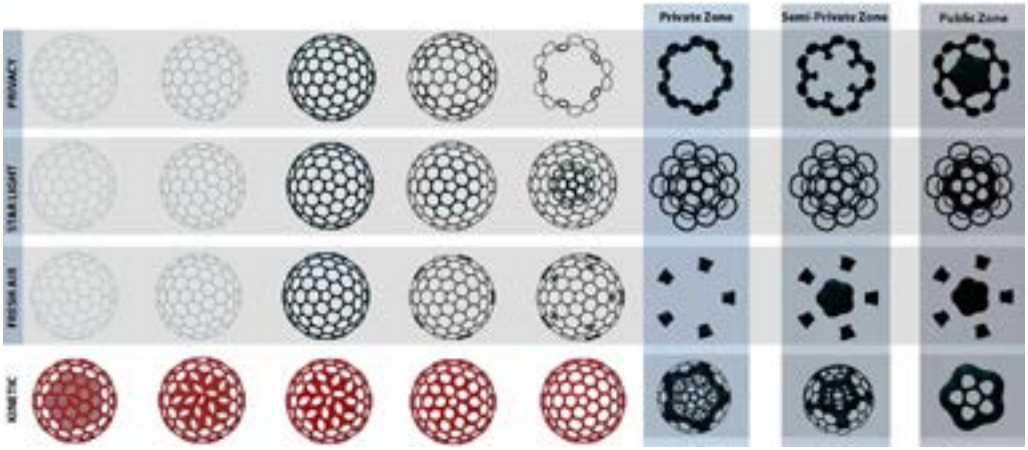


Tasarlanacak olan mekanın ne zaman ve nerede olacağı bilinemediği için öğrenci tarafından tariflenen parametrelere uyum sağlayabilecek olması gerekmektedir. Bu bakımdan, tasarımcıların tamamen farklı mekânsal ve fiziksel ihtiyaçlara sahip kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verecek dönüşebilen bir mekân tasarımı ile tepkimeli mimarlık anlayışı ile yüzleşmeleri hedeflenmiştir. Bu dönüşüm için stüdyo sürecinde t_0 olarak tabir ettiğimiz başlangıç anının bir yarım küre olarak tanımlanması ile öğrencilerin yarım küreden yola çıkarak bu mekanı üretmeleri istenmiştir.

Böyle bir soyutlamanın sonucu olarak, tanımlanmamış/eksik tanımlanmış bir tasarım probleminin yardımıyla öğrencilerin alışkın olduğu tasarım ortamından uzaklaşarak daha zorlu bir süreci deneyimlemesi ve yaratıcı fikirlerinin serbest kalması amaçlanmıştır. Böylece, öğrencilerin, önceden tanımlanmış kurallar ile çevrili olmadıkları serbest bir alanda kullanıcıların olası ihtiyaçlarını belirlemek ve uygun çözümleri üretmeleri için destekleyici bir arayüz yaratılmıştır.

Sürecin başından itibaren beklenen sonuç ürününün karakterini (kinetik bir sistem olması gerektiğini) bilen öğrenciler bu durumu da projelerine bir parametre olarak dahil etmişlerdir. Mekanın oluşumunu, hareketini, kullanıcı ve çevre ile olan ilişkilerini bu bağlamda tanımlamaya çalışmışlardır. Bu arayışta öğrenciler kendilerine verilen ve kendi belirledikleri parametreler ile mekanın dönüşümünü gösteren mutasyon matrislerini hazırlamaya yönlendirilmişlerdir (Şekil 3). Bu matrisler öğrencilerin projeye yaklaşımlarına göre çeşitlik göstermektedir. Örneğin mekanın oluşumunun ve tepkimesinin tek bir çıktı olarak ele alındığı projelerde tek bir diyagram ile bu durum gösterilebilirken mekanın oluşumunun belli parametrelerle tamamlanmasının ardından yapı bileşenlerinden birinin kinetik bir sistem aracılığı ile dönüşmesi projenin bu aşamasının iki ayrı etapta ele alınmasını gerektirmektedir. Bu iki durum, öğrencilerin farklı yaklaşımlarının sonucu olabildiği gibi yeni tanıştıkları ortam ile kurdukları diyaloğun bir sonucu olduğu da söylenebilir. Bu bağlamda öğrenciler kendi hikayelerinin gerçekleşme sürecinin de tasarımcıları olmaktadırlar.

Ön tasarım aşamasının sonunda üretilen hesaplamalı modeller, sanal ortamda belirlenen girdilere cevap vermekte ve üretim aşamasına geçmeye hazır hale gelmişlerdir. Bu süreç art arda süreçler olmanın ötesinde düzenli olarak



Şekil 4. Hesaplamalı diyagram örneği ("Interlocked Encounter with Paths", Leyla Deniz ve Mert Ozan Katipoğlu)

geri besleme yapan ve kendinden önceki karar ve aşamaları dönüştüren bir süreçtir. Bu bakımdan ön tasarım aşamasında üretilen tasarımlar fiziksel modele geçiş ile birlikte bir çok önemli değişiklik / gelişim / farklılık göstermiştir. Ön tasarım sürecinin ürünleri Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8'de görülebilir.

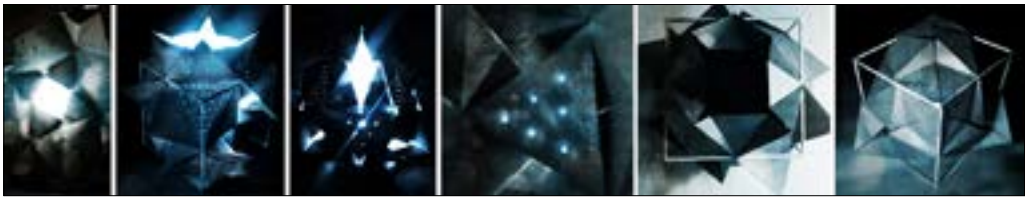
2.2 Fiziksel Modelleme

Fiziksel modelleme aşamasının başlangıcında, tasarım aşamasında kullanılacak olan donanım ve yazılım hakkındaki başlangıç eğitimleri verilmiş ve bu eğitimler öğrencileri kullanmaları gereken bileşenler hakkında daha bütünsel bir bakış açısına yönlendirmiştir. Bu ders serilerinde, öğrencilerin basit mekanizmalar, elektrik devrelerinin temelleri ve elektrikli bileşenler ile tanışmaları sağlanmıştır.

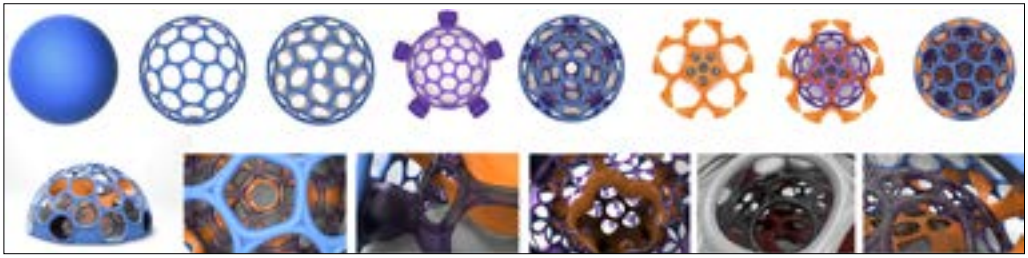
Arduino UNO [URL-1] mikro denetleyicisi, kolay kullanımı ve açık kaynaklı komut dosyalarının erişilebilirliği sebebiyle dijital modellerin uygulama aşamasında kullanılmıştır. Sayısal olarak üretilen tasarımlar, gerekli etkileşim durumunda, Arduino IDE'nin yanı sıra, Grasshopper [URL-2] için Firefly yazılım araçları vasıtasıyla mikro denetleyicilere uygulanmıştır. Fiziksel modellerde ayrıca hareketi yorumlayabilmek için ultrasonik yakınlık algılayıcısı, fotorezistans, potansiyometre gibi algılayıcılar; eyleyiciler (Servo, DC ve step motorlar, LED'ler vb.) ve gerekli elektronik ve mekanik bileşenlere sahip sistemler kullanılmıştır. Öğrenciler, Kam ve Disk Kremayer pinyon gibi birçok mekanizmayı öğrenip tasarlarken model üzerinde gerçek zamanlı veri edinimi ve değişkenler ile çalışarak Girdi-Süreç-Çıktı (Input-Process-Output : IPO) ilişkilerini deneyimleme fırsatı bulmuşlardır.

Bununla beraber kullanılan mekanizmaların ve sistemlerin kendi kısıtasları öğrenci tasarımlarının dönüşmesini zorunlu kılmış, sayısal ortamda kusursuz çalışan sistemler fiziksel ortama geçildiğinde üretimde kullanılan malzemelerin özellikleri ve sürtünme gibi sebeplerden dolayı düşünüldüğü sonuçları vermemiştir. Bu noktada fiziksel ortamın sınırlarını deneyimleyerek öğrenen öğrenciler, farklı malzeme ve sistemler deneyerek tasarımlarına en uygun bileşenleri bulmaya çalışmış, bu süreç içerisinde de sayısal ortamda yaptıkları tasarımları revize etmek durumunda kalmışlardır.

Şekil 5. Özlem Çavuş - Origamic Dome



Şekil 6. Mert Ozan Katipoğlu, Leyla Deniz - Interlocked Encounter with Paths

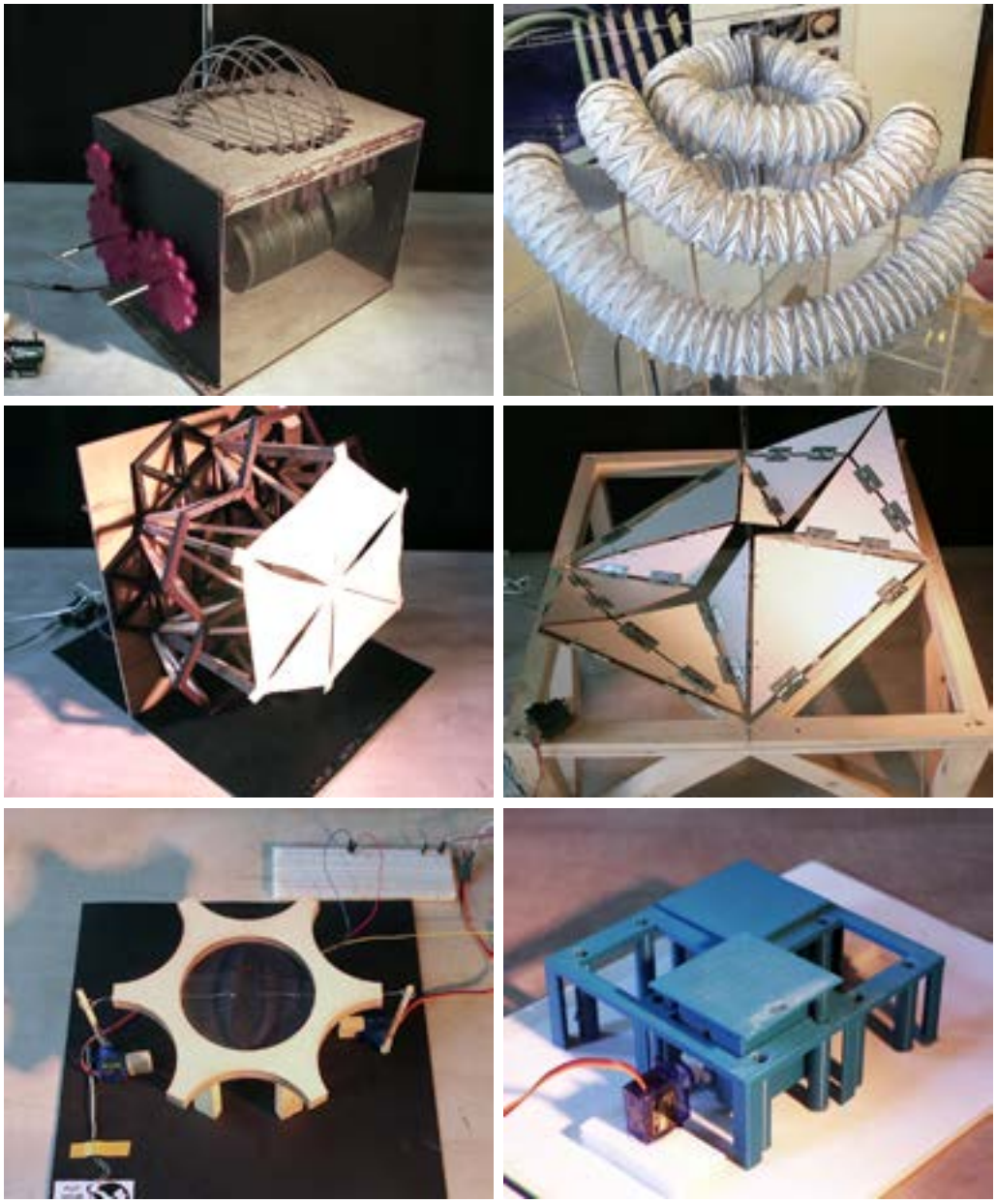


Şekil 7. Merve Okkalı, Fethi Cangir - Collapsable Dome

Şekil 8. Ayça Sönmez, Fulden Yılmaz - Roller Acting Encounters

3. Sonuçlar

Mimari tasarımda birçok formda yer alan hareket (motion) kavramının, bu kez tartışılan performans kavramı ile kinetik modeller üzerinden tepkimeli tasarım ortamında araştırılması fiziksel ortamda değişen/dönüşen mekân tasarımının deneyimlenmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca, kinetik yapılar ve kinetik bileşenlere sahip yapıların veya mekanların, kinetik bileşenlerinin ve mekanizmalarının tasarımını nasıl etkilediği görülmüştür. Dahası, mimar adayları, analog ve sayısal ortamlar arasında deneyimledikleri süreç ile gelişmekte olan sayısal ortamın fiziksel ortam ile ilişkisine dair yeni bir bakış açısı kazanmışlardır.



Şekil 9. Üretilen tepkimeli tasarımların ölçekli prototipleri

Bu çalışmada, tasarım probleminin tanımlanması sürecinde konfor alanlarının dışına çıkmaya mecbur kalan öğrenciler, fiziksel üretimin getirdiği sınırlamalar ve tepkimeli tasarımlarını hayata geçirmek için kullandıkları mekanik/elektronik bileşenlerin kendi sınırları ile de yüzleşmişlerdir. Bu bağlamda öğrenciler modelleme yazılımlarının kullandıkları algoritmalar ve kütüphanelerinin dikte ettiği formlardan sıyrılarak, sayısal ve fiziksel ortam arasındaki ikiliği formun bir anının üretilmesinin ötesinde farklı fiziksel sistemlerin bir arada çalışacağı bütüncül bir algıyla keşfetmişlerdir. Öğrenciler, sayısal ortamda tasarladıkları hareketli bileşenlere sahip mekanların fiziksel ortama aktarıldığında geçirdiği dönüşüm ile yüzleşmek zorunda kalmışlardır. Bu dönüşüm, malzemesiz uzamdan, malzeme, kuvvetler ve tasarlanması gereken detaylar ile tasarım araştırmasını derinleştirmiş ve prototiplemesi yapılan son tasarım kararlarının çeşitliliğinde önemli bir rol oynamıştır (Şekil 9). Tanımlı başlangıç formu ve uygulama için kullanılabilecek sınırlı ekipmana rağmen son ürünlerdeki tasarım çeşitliliği, tasarım araştırmasının derinliğini kanıtlar niteliktedir.

Öte yandan gerçekleştirilen örnek çalışmanın, hızla gelişen teknolojilerin mimarlık eğitimi süreçlerinde tatbik edilmesi için oldukça erişilebilir ve kolaylıkla uygulanabilir bir yöntem olduğu gözlemlenmiştir. Mimarlık öğrencilerinin temel mühendislik prensiplerini uygulayarak deneyimlemesinin disiplinlerarası çalışma kültürüne katkısı yadsınamaz bir durumdur. Bununla beraber söz konusu mühendislik yaklaşımlarının tasarım süreci içerisinde ele alınması tasarım araştırmasının derinliğini arttırarak çok boyutlu ve bütüncül tasarımların ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla günümüzde her alanda ihtiyaç haline gelen dijital becerilerin bütünsel bir yaklaşımla, tasarımdan-prototipe kadar, ele alınmasının ne denli önem kazandığı ortaya çıkmaktadır.

Teşekkür

Bu keyifli süreçte bizimle birlikte olan öğrencilerimiz Fulden Yılmaz, Merve Okkalı, Ayça Sönmez, Kong Pyung Moon, Mert Ozan Katipoğlu, Öykü Nur Acıcan, Ramin Rasulzade, Özlem Çavuş, Fethi Can Cangir, Canay Kara ve Leyla Deniz'e gösterdikleri özveri ve disiplinli çalışmalarından ötürü çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

KRONENBURG, R. (2008). Portable architecture: design and technology. Basel: Birkhäuser.

MEAGHER, M. (2015). Designing for change: The poetic potential of responsive architecture. Frontiers of Architectural Research, 4(2), 159-165. doi:10.1016/j.foar.2015.03.002

KOLAREVIC, B. (2010). Performative architecture: beyond instrumentality ;. New York: Spon Press.

[URL-1] https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno

[URL-2] http://www.fireflyexperiments.com/

The Use of Design Patterns in Parametric Design Processes

Çetin Tünger[1] ; Şule Taşlı Pektaş [2]
[1,2]Bilkent Üniversitesi
[1]cetin.tunger@bilkent.edu.tr; [2]tasli@bilkent.edu.tr

Abstract. Parametric design is widely utilized in architectural practice and education. Although it is accepted that there are differences in cognitive processes of designers in conventional and parametric modeling environments, such differences are rarely discussed in the literature. In order to alleviate the problem, this paper presents an empirical study on the use of design patterns in parametric design environments. In the study, cognitive processes of six designers in parametric and geometric modeling environments were recorded and analysed with the protocol analysis method. It is found that designers usually adapted a previously known design pattern in parametric design, on the other hand, they produced more topologically different solutions while they were working in the geometric modelling environment. In the parametric design environment, designers experimented with more variations of the same design. Within this framework, the paper questions the "one graph – one model" approach of the conventional parametric design systems and calls for a new generation of parametric design systems which enables the production of multiple graphs through permutation.

Keywords: *Parametric design, Cognition, Design patterns, protocol analysis*

Parametrik Tasarım Süreçlerinde Tasarım Örüntülerinin Kullanımı

Çetin Tünger[1] ; Şule Taşlı Pektaş [2]
[1,2]Bilkent Üniversitesi
[1]cetin.tunger@bilkent.edu.tr; [2]tasli@bilkent.edu.tr

Özet. Parametrik tasarım günümüzde mimarlık pratiğinde ve eğitiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Parametrik tasarım araçlarıyla çalışmanın geleneksel yöntemlerden farklı bilişsel işleyişleri olduğu genel olarak kabul edilmekle birlikte bu farklılıklar ilgili literatürde yeterince tartışılmamıştır. Bu çalışma, bahsedilen eksikliği gidermede katkıda bulunmak amacıyla parametrik tasarım süreçlerinde hali hazırda varolan tasarım örüntülerinin kullanılması ile ilgili empirik bir araştırmanın sonuçlarını tartışmaya açmaktadır. Çalışmada 6 adet tasarımcının parametrik ve geometrik tasarım ortamlarındaki bilişsel aktiviteleri kaydedilerek protokol analizi yöntemiyle irdelenmiştir. Sonuç olarak, tasarımcılar parametrik tasarım ortamında çalışırken çoğunlukla önceden belirledikleri bir tasarım örüntüsünü probleme uyarlarken geometrik tasarım ortamında topolojik açıdan farklı daha çok sayıda öneri üretmişlerdir. Buna karşılık parametrik tasarım ortamının doğası gereği bu ortamda çalışırken aynı topolojik çözümün daha çok varyasyonu tasarımcılar tarafından denenmiştir. Makalede hali hazırda kullanılan parametrik tasarım sistemlerinin "tek ilişkiler ağı – tek model" yaklaşımı sorgulanmakta ve birden çok ilişkiler ağını permütasyon yoluyla birbirinden üretebilecek yeni nesil sistemlerin üretilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Parametrik tasarım, Biliş, Tasarım örüntüleri, Protokol analizi.*

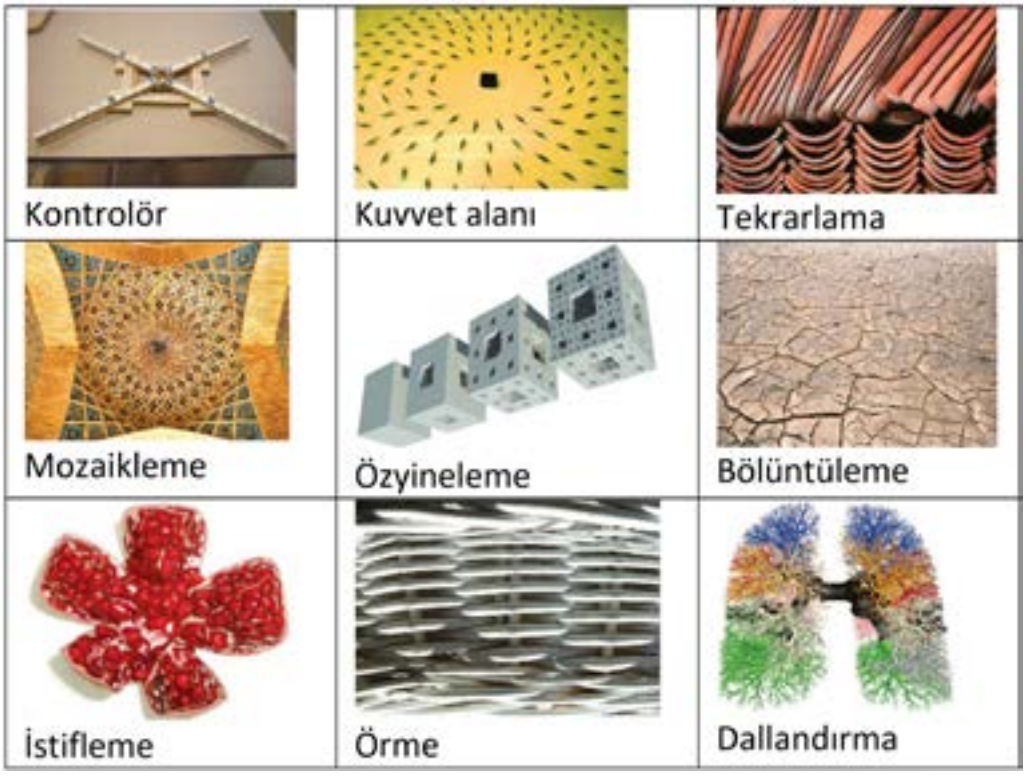
1. Parametrik Tasarım ve Tasarım Örüntüleri

Parametrik tasarım ilişkisel düşünmeye dayalı, sonuçta tek bir son ürünün değil birbirinin varyasyonu olan bir çözüm kümesinin modellendiği bir tasarım yöntemidir. Tasarım parametrelerinin ve aralarındaki ilişkilerin algoritmik olarak tanımlanmasıyla tasarımcının süreç ve ürün üzerindeki kontrolü artırılmakta ve bu sayede tasarımla ilgili karmaşık bilgiler bile tasarımın bütünlüğü bozulmadan sürece dâhil edilebilmektedir. Bu özellikleriyle parametrik tasarım mimarlık pratiğinde geniş uygulama alanları bulmuştur. Parametrik tasarım sistemleriyle karmaşık ve standard-dışı geometriler yaratabilmenin yanısıra performans parametreleri ile form parametrelerinin ilişkilendirilebilmesi sonucu performansa dayalı tasarım (performative design) ya da tepkimeli tasarım (responsive design) yapabilmek mümkündür.

Tasarımda tasarım örüntülerinin kullanılması fikri Christopher Alexander'a (Alexander ve arkadaşları, 1977) dayanır. Alexander'a göre bir tasarım örüntüsü "Çevremizde tekrar tekrar görülen bir probleme yöneliktir ve o problemin temel çözümünü asla iki kere tam olarak aynı olmadan milyonlarca kere kullanabileceğiniz şekilde tanımlar." Uzman bir tasarımcı bu şekilde pek çok problem ve çözüm biriktirmiştir ve bu tasarım örüntülerini kendi tercihlerine ve uğraştığı bağlamın özelliklerine göre güncelleyebilir. Tasarım örüntüleri fikri yazılım mühendisliği alanında büyük kabul görmüştür. Tekrar kullanılabilir kodların tanımlanması ve yönetimi yazılım mühendisliği eğitim ve pratiğinin önemli yapı taşlarından biridir. Tasarım örüntüleri algoritmik düşünme gerektiren parametrik tasarım için de önemli bir kavramdır. Parametrik tasarımda kullanılan tasarım örüntüleri ile ilgili araştırmalar Robert Woodbury ve ekibine dayanır (Qian ve arkadaşları, 2007; Maleki ve Woodbury, 2008; Woodbury, 2010). Elements of Parametric Design adlı kitabında Woodbury (2010) parametrik tasarımda kullanılan pek çok tasarım örüntüsünü tanımlamıştır. Woodbury'e göre (2010) tasarım örüntüsü tanımlanmış bir probleme önerilen genel bir çözümdür. Örüntü hem problemi, hem çözümünü hem de problemle ilgili diğer bağlamsal bilgileri içerir. Parametrik tasarımda kullanılan örüntüler genel olarak form üzerinde istenen bir etkiyi modelleme biçimi olarak kabul görmüştür ve Alexander'ın tanımına uygun bir şekilde probleme ve tasarımcının tercihlerine göre kısmen değiştirilerek de uygulanmaktadır. Bu şekliyle örüntüler parametrik tasarım eğitiminin de ayrılmaz bir parçası olmuştur. Örneğin Wassim Jabi'nin 2013 tarihli Parametric Design for Architecture kitabında da tasarım örüntüleri temel alınmıştır (Şekil 1). Chien ve ekibi 2015 yılında parametrik tasarım örnekleri üzerinden ilgili örüntüleri araştırıp bunları bir bilgi arşivinde toplamaya başladıklarını bildirmişlerdir.

Parametrik tasarımda örüntü kullanımı bu derece önemli olmasına rağmen konuyla ilgili pek az bilişsel çalışma vardır. Daha önce bahsedilen Woodbury ekibinin çalışmalarına ek olarak Yu ve Gero'nun 2016 tarihli International Journal of Design Computing dergisinde basılmış makalelerinden bahsedilebilir. Bu makalede yazarlar tasarımcıların parametrik ve geometrik modelleme ortamlarındaki bilişsel aktivitelerini sürece yönelik bir protokol analizi yöntemi olan Fonksiyon-Davranış-Strüktür (Function-Behavior-Structure, FBS) sistemiyle kodlayarak Markov model analizi ile her iki ortamda tasarım örüntüsü kullanma sıklıklarını karşılaştırmışlardır. Sonuçta parametrik tasarım araçlarıyla çalışırken tasarım örüntüleri-

Şekil 1. Parametrik tasarımda kullanılan bazı tasarım örüntüleri (Jabi, 2013)



nin daha yoğun olarak kullanıldığı bulunmuştur (Yu ve Gero, 2016).

Bu makaleye konu olan çalışmada tasarımcıların geometrik ve parametrik tasarım araçlarıyla çalışırkenki bilişsel aktiviteleri içeriğe yönelik bir protokol analizi ile incelenmiş ve her iki ortamda tasarım örüntüleri kullanma sıklıkları karşılaştırılmıştır. Tasarımın içeriğine yönelik bir kodlama sistemi kullanılmasının amacı tasarım örüntüleri kullanma ile tasarımın diğer bileşenleri arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasıdır. Çalışma her iki ortamda tasarımcıların bilişsel aktivitelerini araştıran daha büyük bir çalışmanın parçasıdır ve başka kaynaklarda yayınlanmak üzere hazırlanmaktadır. Bu nedenle bu sempozyum bildirisinde sadece tasarım örüntüleri kullanımı ile ilgili verilere odaklanılmıştır. Araştırmanın yöntemi ile ilgili detaylı bilgi aşağıda sunulmuştur.

2. Yöntem

Bu çalışmada tasarımcıların geometrik (Rhinoceros) ve parametrik (Grasshopper) tasarım ortamlarındaki bilişsel aktivitelerinin ortaya çıkarılması ve sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Tasarımcıların bilişsel aktivitelerinin karşılaştırılabilmesi için "geriye dönük protokol analizi" metodu tercih edilmiştir (Suwa & Tversky, 1997). Protokol analizi metodu, sözel verileri, önceden hazırlanan

kodlama şeması yardımıyla, sayısal veriye dönüştürmek için kullanılır. Bu çalışma, kodlama şemasını oluşturmak için, bir bireyin, bilgiyi dört farklı seviyede işlediğini belirten Suwa ve arkadaşları'nın kodlama şemasını referans almıştır (1998). Tasarımcıların geometrik ve parametrik tasarım ortamlarındaki bilişsel aktiviteleri analiz edilmiş; bu aktiviteler, fiziksel, algısal, fonksiyonel ve kavramsal olarak dört ana başlık altında gruplandırılarak, kodlama şeması revize edilmiştir.

Kodlama şemasının oluşturulmasının ardından veri toplamaya başlanmıştır. Çalışma için, Bilkent Üniversitesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü'nden gönüllü altı öğrenciye tasarım problemleri verilmiş ve çözmeleri istenmiştir. Ekran kaydı yapan bir yazılım sayesinde, her iki tasarım ortamındaki süreçler kaydedilmiştir. Sonrasında, öğrenciler teker teker çağırılmış, ekran kayıtları izletilirken süreci anlatmaları istenmiş ve öğrencilerin anlatımları, yazıya çevrilerek anlamlı parçalar oluşturacak şekilde gruplara ayrılmıştır. Son olarak ise, yazıya çevrilen protokoller, kodlama şemasına göre kodlanmış ve istatistiksel yöntemlerle incelenmiştir.

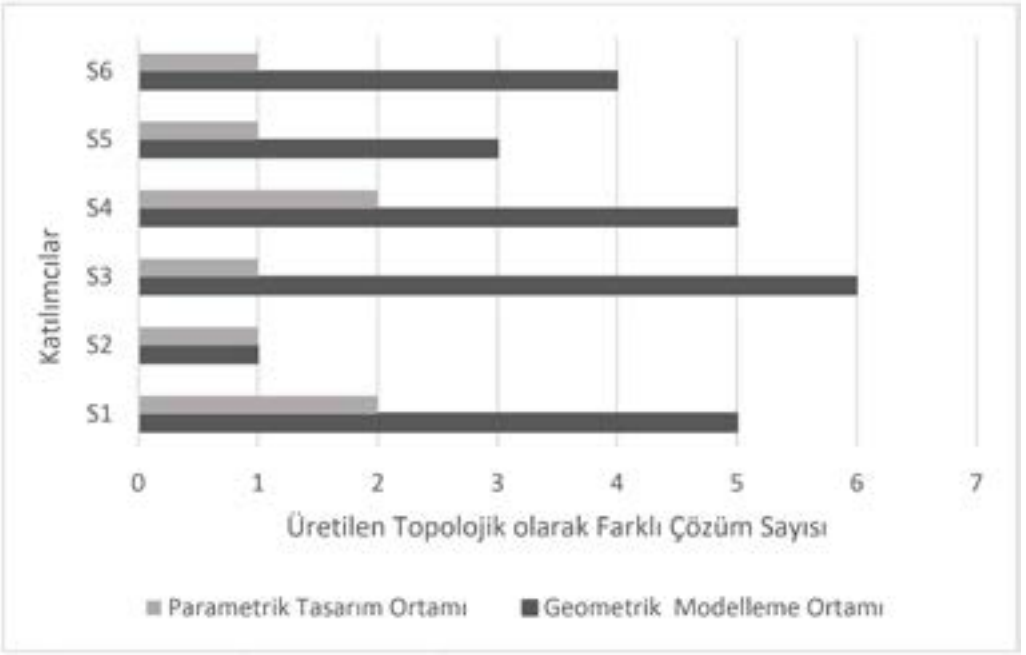
Çalışmada tasarım örüntülerini tanımlamak için önerilen çözümün topolojik olarak belirli ve ayırt edilebilir olması ve tekrar kullanılabilir bir çözüm olarak bilinirliği esas alınmıştır. Genel kabule ve Türk Dil Kurumu Sözlüğü'ne göre topoloji, geometrik cisimlerin nitelikleriyle ilgili özelliklerini ve bağıl konumlarını, biçim ve büyüklüklerinden ayrı olarak alıp inceleyen bir geometri dalıdır. Buna göre boyut değiştirme, çekme, bükme gibi elastik dönüşümler topolojiyi değiştirmez, sadece homomorfik geometriler yaratır. Toplanan verilerin incelenmesinde bu tanımlara bağlı kalınarak aşağıda sunulan bulgulara ulaşılmıştır.

3. Bulgular

Çalışmada tasarımcıların her iki ortamdaki tasarım örüntüsü kullanımları ekran kayıt videoları ve yazılı transkriptler üzerinden incelenmiştir. Buna göre, parametrik tasarım aracıyla form üretme sürecinde tasarımcıların hepsi daha önceden öğrendikleri tasarım örüntülerini kullanırken geometrik tasarım aracıyla çalışırken aynı tasarımcılar daha çok deneme-yanılmaya dayalı bir strateji uygulamışlardır. Tasarımcıların herhangi bir tasarım sürecinde topolojik ilişkiler açısından farklı kaç tane çözüm önerisi ürettiklerine dair veriler de bu bulguyu desteklemiştir. Parametrik tasarım aracı kullanımında bu sayı ortalama 1.33 iken geometrik tasarım aracı kullanımında bir tasarım seansında ortalama 4'tür (Şekil 2). Diğer bir deyişle parametrik tasarım sırasında tasarımcılar probleme çözüm olarak daha önceden bildikleri bir parametrik tasarım örüntüsünü alarak adapte etmişler, buna karşılık geometrik tasarım ortamında birden fazla farklı çözümleri denemişlerdir. Parametrik tasarım sırasında tasarımcılar oluşturdukları tek modelin yarattığı varyasyona yoğunlaşırken (seans başına ortalama 8.33 varyasyon), geometrik tasarım aracıyla çalışırken varyasyon üretmek yerine sil-baştan yapıp topolojik açıdan farklı alternatiflere yönelmişlerdir. Toplam altı katılımcının her iki ortamda ürettiği çözümler ile ilgili veriler aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Yine ilginç bir bulgu olarak geometrik modelleme ortamında tasarımcıların hedef belirleme ($Z=-1.99$, $p=0.046$) ve ürün-kullanıcı ilişkisini düşünme aktivitelerinin ($Z=-2.2$, $p=0.03$) ortalama sıklığının parametrik modelleme sırasındakilerden anlamlı olarak çok olduğu bulunmuştur. Diğer bir deyişle geometrik modelleme aracıyla tasarım sırasında tasa-

Şekil 2. Parametrik ve geometrik tasarım ortamlarında üretilen topolojik olarak farklı çözüm sayıları



rımcılar daha çok yeni hedef belirlemişler ve ürün-kullanıcı ilişkisi ile ilgili konulara daha çok kafa yormuşlardır.

Bu verileri yorumlarken dikkat edilmesi gereken bir husus, çalışmanın bir kısıtlaması da olan, deneklerin hepsinin tasarım ve modelleme ortamlarıyla deneyimleri az olan tasarım öğrencileri olmasıdır. Deneyimli ve deneyimsiz tasarımcılar arasındaki bilişsel farklılıklar literatürde geniş olarak tartışılmıştır. Bu çalışmadaki sonuçların genellenebilmesi için değişik tasarımcı gruplarıyla ve değişik tasarım ortamlarıyla çalışmanın tekrarlanması gereklidir. Özellikle tasarımda "sil-baştan" yapma durumu, deneyimsiz tasarımcılara özgü bir olgu olarak görülmektedir. Yine de tasarımcıların her iki tasarım ortamını da kullandıkları düşünülürse geometrik tasarım ortamının kağıt-kalem ortamına benzer şekilde tasarımda geri dönüşlere daha çok olanak verdiği gözlemlenmiştir. Buna karşılık parametrik tasarım ortamı, özellikle de yeni başlayanlar için, tek bir tasarım örüntüsünün probleme uygulanıp yukarıdan aşağı (top-down) bir düşünme sistemiyle detaylandırıldığı bir ortam olarak görünmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada geometrik ve parametrik araçlarla tasarımda tasarım örüntüleri kullanma, varyasyon üretme ve tasarımın fonksiyonel yönlerini sürece dâhil etme konusunda önemli farklılıklar bulunmuştur. Parametrik tasarım, tasarımcının süreç ve ürün üzerindeki kontrolünü artırma ve bu şekilde daha karmaşık, daha performansa dayalı ve daha çok varyasyonun denendiği bir tasarım süreci sunmakla birlikte, halihazırdaki parametrik tasarım araçlarının topolojik açıdan tek bir çözüme

olanak veren “tek ilişkiler ağı – tek model” yaklaşımı (Harding ve arkadaşları, 2012) süreç için sınırlı olabilmektedir. Özellikle ürün tipolojisinin henüz kesinleşmediği kavramsal tasarım aşamasında tek bir ilişkiler diyagramına bağlı kalmak tasarım sürecini kısıtlayabilir. Performansa dayalı kimi evrimsel sistemler bu tek yönlü veri akış diyagramını çift yönlü yaparak daha dinamik hale getirmekle birlikte parametrik tasarım araçlarının form üretmede kullanıldığı yaygın uygulama bu riski her zaman taşımaktadır.

Aish ve Woodbury (2005) de aynı olguya referansla bir parametrik tasarım sisteminde tasarımcının net olarak dışsallaştırdığı kavramsal ve ilişkisel yapıdan farklı bir çözüme imkan olmadığını ve bunun sağlıklı bir tasarım sürecinin parçası olan belirsizliğin yorumlanması aktivitesine ters olduğunu tartışmışlardır (s. 162). Belirsizliğin tasarımcı tarafından yorumlanmasının sürece katkıları özellikle elle eskiz ile ilgili bilişsel çalışmalarda sıklıkla tartışılmıştır.

Sonuç olarak, birden fazla topolojik çözümün üretilip denenebildiği parametrik sistemlerin yaygınlaşması parametrik tasarımın geleceği için önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Tasarım örüntülerinin kullanılması ve modüler programlama ile yeni nesil parametrik tasarım sistemleri meta-parametrik programlamaya evrilebilir. Bu şekilde farklı ilişkiler ağlarıyla birlikte gelen olasılıklar tasarımın erken aşamalarında değerlendirilebilir ve parametrik modelin kontrolü ve işbirlikli tasarımda kullanımı kolaylaşabilir. Bu çalışma, makalede sunulan tartışmaları geniş akademik ortamlarda başlatmayı ve benzer çalışmaların önünü açmayı hedefleyen bir başlangıç çalışması olarak görülmelidir.

KAYNAKLAR

AISH, R., WOODBURY, R. 2005. Multi-level interaction in parametric design. International symposium on smart graphics. Berlin Heidelberg: Springer, 151–162.

ALEXANDER, C., ISHIKAWA, S., SILVERSTEIN, M. 1977. A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. New York: Oxford University Press.

CHIEN, S. F., SU, H. P. & HUANG, Y. W. 2015. PARADE: A pattern-based knowledge repository for parametric designs. CAADRIA 2015, Daegu, Republic of Korea. 375–384.

HARDING, J., JOYCE, S., SHEPHERD, P., & WILLIAMS, C. 2012. Thinking topologically at early stage parametric design. Proceedings of the Advances in Architectural Geometry. Paris: Springer, 67–76.

MALEKI, M., WOODBURY, R. 2008. Reinterpreting rasmi domes with geometric constraints: a case of goal-seeking in parametric systems. International Journal of Architectural Computing, 6(4), 375–395.

QIAN, C.Z., CHEN, V.Y., WOODBURY, R.F. 2007. Participant observation can discover design patterns in parametric modeling. Proc. Int. Conf. Association for Computer Aided Design in Architecture, ACADIA2007. 230–241.

SUWA, M., PURCELL, T., GERO, J. 1998. Macroscopic analysis of design processes based on a scheme fro coding designers’ cognitive actions. Design Studies, 19(4), 455–483.

SUWA, M., TVERSKY, B. 1997. What do architects and students percieve in their design sketches? A protocol analysis. Design Studies, 18(4), 385–403.

TÜRK DİL KURUMU. 2017. Güncel Türkçe Sözlük. http://www.tdk.gov.tr/

WASSIM, J. 2013. Parametric Design for Architecture, London: Laurence King.

WOODBURY, R. 2010. Elements of Parametric Design, New York: Routledge.

YU, R., GERO, J. 2016. An empirical basis for the use of design patterns by architects in parametric design. International Journal of Architectural Computing, 14(3), 289–302.

Improving the Mental Rotation Ability of First Year Interior Design Students with Educational Video Games: A Preliminary Study

Çetin Tüker[1]
[1]Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Grafik Tasarım Bölümü
[1] www.cetintuker.net, cetintuker@gmail.com

Abstract. The quality of the design solutions and proposals expected from the design student (and future designer) is also related to the design of the three-dimensional relations of objects and spatial layout of the spaces. Design students do not have equal visualization skills with each other. Some may need to do extra visualization study during their educational life. The effect of improvement of visualization skills to the success of the design proposals created by the student and designer needs to be investigated. Mental rotation is the visualization process of the observed object as if the observer or the object were eventually rotated with reference to one or more rotation axes in a certain direction. This mental process is studied in the field of spatial visualization and can be classified as the observed object is moving (rotational movement) and the observer is fixed (allocentric). Mental rotation skill is on the other hand, one of the major skills utilized during transformation of three-dimensional objects by projecting them to plan, façade, cross-section views, or vice versa. For this reason it is an important skill for designers. In this preliminary study, the efficiency (experimental group) of an educational computer game which was previously developed to improve the mental rotation skills of architectural students was tested against the study of isometric perspective drawing from the plans and side views which is one of the traditional educational exercises (control group). Since the numerical results obtained do not contain as many samples as can be carried into any statistical analysis work, no such analysis has been done. Qualitative experiences have been experienced in terms of research design, implementation and development of experimental and educational tools, research environment and observation of group dynamics in order to benefit from the later larger participatory studies. During the study it was seen that students have difficulties to create isometric drawings from the plans and views. It is also necessary to plan another research to study this topic.

Keywords: *Mental rotation, architectural education, spatial skills, spatial visualization*

Birinci Sınıf İç Mimarlık Öğrencilerinin Zihinsel Döndürme Becerilerinin Eğitsel Video Oyunları İle Geliştirilmesi: Ön Çalışma

Çetin Tüker[1]
[1]Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Grafik Tasarım Bölümü
[1] www.cetintuker.net, cetintuker@gmail.com

Özet. Tasarımcı adayından (ve gelecekte tasarımcıdan) beklenen tasarım çözüm ve önerilerinin niteliği, çözümü oluşturan nesne ve mekan kurgularının üç boyutlu ilişkilerinin kurgusuyla da ilişkilidir. Mimarlık öğrencileri birbirleriyle eşit görselleştirme becerisine sahip değildir. Bazıları eğitim hayatları süresince fazladan görselleştirme çalışması yapmaya ihtiyaç duyabilirler. Görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinin öğrencinin ve tasarımcının ortaya koyacağı tasarım önerilerinin başarısına olası katkılarının belirlenmesi alanı araştırmaya muhtaçtır. Zihinsel döndürme, gözlenen nesnenin gözlemcinin zihinsel süreçleri sonunda belli bir yöne veya yönlere, bir ya da daha fazla döndürme ekseni referans alınarak döndürülmüş gibi hayal edilmesidir. Bu zihinsel süreç uzamsal görselleştirme alanında incelenir ve gözlemcinin sabit nesnenin hareketli (dönme hareketi) olduğu şeklinde sınıflandırılabilir (allosentrik). Zihinsel döndürme becerisi üç boyutlu nesnelerin plan, cephe, kesit ve görünüşlerine indirgenerek düşünülmesi ve kağıt üzerine işlenmesi sırasında ve tam tersine kağıt üzerindeki görünüşlerden yararlanılarak üç boyutlu nesnenin zihinde oluşturulması sırasında yararlanılan becerilerden biridir. Bu sebeple tasarımcılar için önemli bir beceri alanıdır. Bu ön çalışmada, mimarlık öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla daha önce geliştirilmiş olan bir eğitsel bilgisayar oyununun etkinliği (deney grubu) geleneksel eğitim uygulamalarından biri olan plan ve görünüşlerden elle izometrik perspektif çizimi çalışmasına karşı (kontrol grubu) denenmiştir. Elde edilen sayısal sonuçlar herhangi bir istatistik analiz çalışmasına taşınabilecek kadar çok örnek içermediğinden bu tarz bir analiz yapılmamıştır. Bu çalışmadan daha sonraki geniş katılımlı çalışmalarda yararlanılmak üzere araştırma deseni, uygulama, deney ve eğitim araçlarının geliştirilmesi, araştırma ortamı ve grup içi dinamiklerin gözlemlenmesi açısından kalitatif deneyimler elde edilmiştir. Çalışma sırasında öğrencilerin plan ve görünüşlerden izometrik çizimler oluşturma konularında zorlandıkları görülmüştür. Bu konunun ayrıca çalışılması için bir başka araştırma planlanması gerekliliği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Zihinsel döndürme, mimarlık eğitimi, uzamsal beceriler, uzamsal görselleştirme.*

1. Giriş

Tasarım ortamı ve problemleri üç boyutlu ortamı içeren tasarım disiplinleri (mimarlık, iç mimarlık, endüstri ürünleri tasarımı gibi) tasarım sürecinde formlar ve form içinde ve dışında kalan boşluklar üzerinde çalışırlar. Süreçte farklı görsel ölçeklerde bilgi oluşturulur ve sürekli görselleştirme çalışmaları yapılır. Görselleştirme aktivitelerinin büyük kısmı da tasarımcının zihninde gerçekleşir. Bu alanda uygulanan eğitimlerin öncelikli amacı öğrencilerin görselleştirme becerilerinin geliştirilmesi değildir. Ancak tasarımcı adayından (ve gelecekte tasarımcıdan) beklenen tasarım çözüm ve önerilerinin niteliği, çözümü oluşturan nesne ve mekan kurgularının üç boyutlu ilişkilerinin kurgusuyla da ilişkilidir.

1.1 Görselleştirme Becerileri

Görselleştirme becerileri uzamsal görselleştirme ve nesne görselleştirme adı altında iki ana başlıkta incelenebilir. Uzamsal görselleştirme, nesneler ve nesne bölümleri arasındaki uzamsal ilişkilerle ilgili görsel bilginin bilişsel süreçlerle işlenmesi, nesne görseleştirme ise nesnelerin ve sahnelerin resimsel görünüşleri ile ilgili görsel bilgilerin (plan, görünüş, kesit gibi) zihinsel süreçlerle işlenmesi olarak kısaca tanımlanabilir. Uzamsal görselleştirme ayrıca kendi içinde gözlemcinin sabit, nesnenin zihinsel olarak manipüle edildiği (allosentrik) ve nesnenin hareketsiz, gözlemcinin zihinsel olarak yer değiştirdiği (egosentrik) iki alt kategoriye sahiptir (Mental Imagery Lab, 2016).

Görselleştirme becerileri, görsel ölçeklere göre de ayrıca üç kategoriye ayrılabilir. Gözlemcinin gözlenen nesneden daha büyük olduğu durum, ortamın gözlemciden daha büyük olduğu ve etrafını çevirdiği, tek bir bakış açısından tümünün algılanamadığı durum, ve gözlemcinin ve ortamın durağan olduğu ortamın gözlemciyle aynı büyüklükte veya daha büyük ancak uzaktaki bir resimmiş gibi algılandığı durum (Hegarty, 2006). Tanımlanan bu durumlar beynin farklı bölümleri tarafından işlenir.

Uttal ve arkadaşlarının sınıflandırmasına göre uzamsal beceriler sırasıyla hedef nesnenin çevre ile ilişkisi referans alınarak içsel ve dışsal ve gözlemcinin durağan ve hareketli olması referans alınarak 2 x 2 boyutlarındaki bir matris şeklinde tarif edilebilir (Uttal, ve dig. 2013).

1.2 Zihinsel Döndürme Becerisi

Zihinsel döndürme, gözlenen nesnenin gözlemcinin zihinsel süreçleri sonunda belli bir yöne veya yönlere, bir ya da daha fazla döndürme ekseni referans alınarak döndürülmüş gibi hayal edilmesidir. Bu zihinsel süreç uzamsal görselleştirme alanında incelenir ve gözlemcinin sabit nesnenin hareketli (dönme hareketi) olduğu şeklinde sınıflandırılabilir (allosentrik). Genellikle döndürülen nesnenin özlemciden küçük, aynı boyda veya büyük olsa bile etrafını sarmadığı düşünülür. Uttal ve arkadaşlarının (2013) sınıflandırmasına göre ise zihinsel döndürme içsel ve dinamik uzamsal beceri olarak sınıflandırılmıştır. Tasarımcıların hayal edilen veya gözlemledikleri ortam ve nesneler ile ilgili üç boyutlu görsel bilgiyi zihinlerinde resimsel bilgiye (plan, kesit, görünüş) dönüştürmesi sırasında bu beceriyi kullandıkları düşünülmektedir (Hegarty, 2006). Ancak burada hatırlanması gereken konu, perspektif olarak algılanan üç boyutlu bir nesneyi perspektif etkisi yok sayılarak plan ve görünüşlere dönüştürmenin doğal bir beceri değil sonradan öğrenilen ve üzerinde diğer tasarımcılar tarafından da anlaşılmış bir kodlama ve iletişim yöntemi olduğudur.

Zihinsel döndürme becerisi üç boyutlu nesnelerin plan, cephe, kesit ve görünüşlerine indirgenerek kodlanması ve kağıt üzerine işlenmesi sırasında ve tam tersine kağıt üzerindeki görünüşlerden yararlanılarak üç boyutlu nesnenin zihinde oluşturulması sırasında yararlanılan becerilerden biridir. Bu sebeple tasarımcılar için önemli bir beceri alanıdır.

1.3 Amaç

Alanyazın taraması bilgisine dayanarak söyleyebiliriz ki (herkes gibi) mimarlık öğrencileri de birbirleriyle eşit görselleştirme becerisine sahip değildir. Bazıları eğitim hayatları süresince fazladan görselleştirme çalışması yapmaya ihtiyaç duyabilirler. Görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinin öğrencinin ve tasarımcının ortaya koyacağı tasarım önerilerinin başarısına olası katkılarının belirlenmesi alanı araştırmaya muhtaçtır.

Bu alanda yapılacak çalışmalarda elde edilen bulguların daha sonra yapılacak ve zihinsel döndürme becerisi ile akademik başarı arasındaki ilişileri tanımlamayı amaçlayan çalışmalara referans olması hedeflenmektedir.

Bu ön çalışmada, mimarlık öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla daha önce geliştirilmiş olan eğitsel bilgisayar oyununun (Tüker, 2016) etkinliği denenmiştir. Bu bir ön çalışma olduğu için daha sonra yapılacak daha geniş katılımlı bir deneysel çalışmada karşılaşılabilecek sorunların önceden tecrübe edilmesi ve araştırma deseni ve eğitim yöntem ve araçlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

1.4 Hipotez

Eğitsel bilgisayar oyunu içine yerleştirilmiş eğitsel faaliyetler yardımıyla eğitim gören deneklerin zihinsel döndürme becerileri klasik eğitsel faaliyetlerle eğitim gören kontrol grubuna kıyasla daha fazla gelişecektir.

2. Alanyazın taraması

Yapılan çalışmalara göre uzamsal beceriler insandan insana çeşitli sebeplerden dolayı (cinsiyet, çocuklukta oynanan oyuncaklar, bazı video oyunları veya ilgilenilen spor türleri, enstrüman çalma becerisi gibi) farklılık gösterir [Terlicki, 2005; Cherney, 2008) ve çeşitli eğitim faaliyetleri ile geliştirilebilirler (Terlicki,2005; Erkoç, 2013). Ancak beyindeki sinaptik stabilizasyon süreci yaşamın ilk 15 yılında gerçekleştiğinden daha iyi görselleştirme becerileri çocukluk eğitimi yoluyla elde edilebilir (Rakic, 2009).

Alanyazında ne yazık ki mimarlık ve komşu disiplinlerin görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerinin ölçülmesi ve geliştirilmesini konu edinen az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Çalışmalar daha çok mühendislik disiplinleri üzerine yoğunlaşmıştır. Yağmur-Kilimci'nin doktora tezi, mimari tasarımda zihinsel görselleştirme üzerine ayrıntılı çalışmaların biridir (Yağmur-Kilimci, 2010). Bu çalışmada mimarlık öğrencilerine uygulanan testlerin kalem-kağıt testleri, tasarım performanısına yönelik ölçümler ve uzamsal akıl yürütme alanlarını kapsadığından bahsedilmiştir. Aynı çalışmada alıntılanan başka sonuçlara göre mimarlık öğrencilerinin görselleştirme becerilerinin genel not ortalamasına etkisinin sınırlı olduğundan bahsedilmiştir.

Uzamsal becerilerin eğitimi ve öğretilmesinde eğitsel oyunlar ve bilgisayar yazılımları kullanmak yeni bir fikir değildir ve daha once çok sayıda araştırmacı tarafından denenmiştir

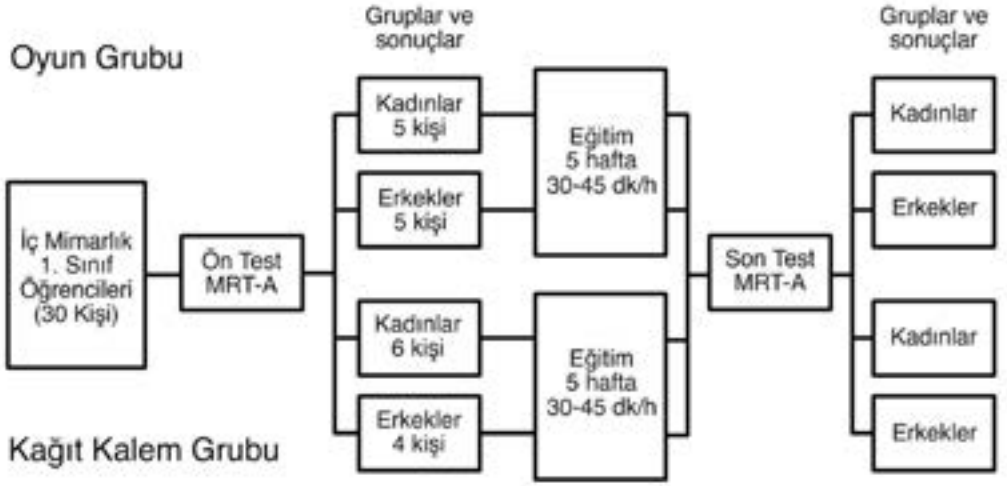
(Wells, 2003; Uttal, 2013, Anderson, 2003, Kaufmann, 2000).

Öğretim teknolojileri alanının temel tartışmalarından biri olan yöntem – ortam (metod – medya) tartışmasına göre ortam, bizim örneğimizdeki bilgisayar ve bilgisayar oyunu, öğretilmesi hedeflenen bilgi veya beceriyi sadece taşıdığı yani bir yerden bir yere naklettiği için öğrenmeyi etkileyemez (Clark, 1994; Clark, 2002). Öğrenmeyi etkileyen öğretim yöntemi yani oyunun kendisi değil eğitsel oyun içine yerleştirilen eğitsel faaliyetlerdir. Ancak yeni teknolojileri kullanmak genç insanları heyecanlandırabilir ve dikkatlerini bu yeni sisteme dolayısıyla eğitsel faaliyetin kendisine yöneltmelerine sebep olabilir. Böylelikle eğitsel faaliyetten daha iyi yararlanabilirler. Ek olarak dijital ortamda hata yapmak emek ve zaman açısından büyük kayıplara yol açmayacağından birim zamanda daha fazla deneme yanılma yapılmasına olanak tanır.

Klasik öğretim yöntemleri, plan, kesit, cephe görünüşlerinden izometrik çizimler, köpük ya da ahşaptan modeller çıkarmaktır (veya tersi). Bu tür eğitim uzamsal becerileri eğitebilir. Plan, kesit ve görünüşler birer uzamsal beceri değil birer iletişim aracıdır. Teknik çizim tekniği ilgili derslerde öğretilir ve tasarımcının bu aracı kullanarak tasarımını diğer tasarımcılara çizerek anlatması beklenir. Uzamsal beceriler bu işlemde daha alt seviyede bir beceriler grubunu tanımlarken, teknik çizim araçları ise bu beceriler üzerine inşa edilen bazı çizim kurallarını ve yöntemlerini içerir. Teknik çizim derslerinde öğrenci birim zamanda klasik yöntem ile daha az sayıda örnek problem ile karşılaşılabilmekte, yöntemin kendisi problemin zihinsel çözümü yanında bulunan cevabın modelini inşa etmek ve çizimini yapmak gibi ek faaliyetler de içerdiğinden süreç yavaşlamaktadır.

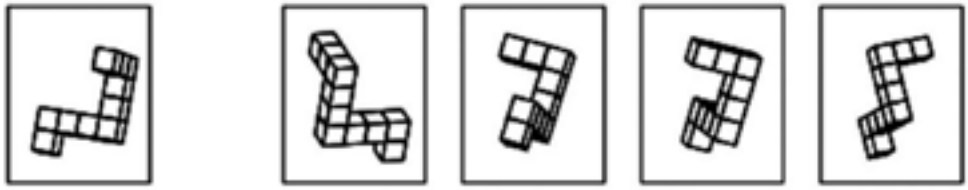
3. Yöntem

Araştırma ortamı olarak bir devlet üniversitesinin özel yetenek sınavı ile öğrenci alan iç mimarlık bölümü 1. sınıf öğrencileri seçilmiştir. Çalışma bir eğitim araştırması olduğundan, deney ve kontrol gruplu yarı deneysel ön-test



Şekil 1. Araştırma deseni

Şekil 2. Vandenberg – Kuse Zihinsel Döndürme testi



/ son-test araştırma deseni uygulanmıştır. Mekan ve çalışma zamanı yetersizliğinden dolayı tüm çalışma süresi boyunca test ve kontrol grupları aynı ortamda bulunmuşlar ancak farklı eğitsel faaliyetler yürütmüşlerdir.

Deneysel eğitim uygulaması başlamadan önce sınıf mevcudu olan 30 öğrenciye ön-test uygulanmıştır. Beş hafta süren deneysel eğitim faaliyetlerinden sonra öğrencilere son-test uygulanmıştır. Deneysel eğitime ve son teste düzenli olarak devam eden öğrenci sayısı toplam 20 kişidir. Bu sebeple devamsız olan 10 öğrencinin ön-test sonuçları analiz edilmemiştir. Deney öğrencilerin topluca aldıkları zorunlu bilgisayar dersi sırasında gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar dersi sürecinde AutoCAD isimli program öğretilmektedir.

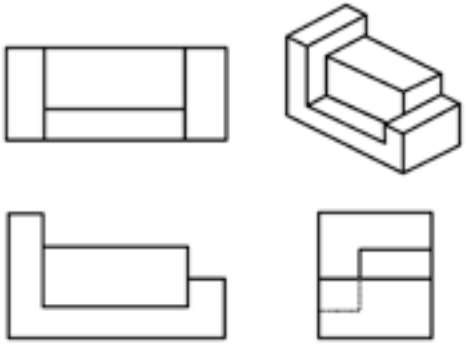
Ön test sonucu gruplar rastlantısal olarak eşit sayılı deney (oyun grubu) ve kontrol (kağıt kalem grubu) grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Son teste giren ve sonuçları analiz edilen katılımcılarından oyun grubundaki kadın ve erkek sayıları 5'er kişidir. Kontrol grubunda 6 kadın 4 erkek bulunmaktadır (Şekil 1).

Her iki gruba da ön – test olarak Vandenberg-Kuse zihinsel döndürme testi uygulanmıştır (Vandenberg, 1978; Peters,1995) (Şekil 2). İlgili test 1978'den bu yana zihinsel döndürme becerisinin ölçülmesinde kullanılmaktadır ve ülkemiz için tutarlılık ve geçerlilik çalışması yapılmıştır. Teste ek olarak öğrencinin daha önceki bazı olası uzamsal deneyimleri hakkında bilgi sahibi olmak ve bir başka çalışmada değerlendirilmek amacıyla bir de anket uygulanmıştır.

Eğitim uygulaması süresince kontrol (kağıt kalem) grubuna üzerinde on adet nesnenin plan ve görünüşlerinin bulunduğu kağıtlar dağıtılıp kağıt üzerinde ayrılmış boşluklara izometrik görünüşleri elle çizmeleri istenmiştir (veya tersi). Her bir nesnenin öğrenci tarafından kaç dakikada çizildiği kayıt edilmiştir. Öğrenciler her bir eğitim seansında 45 dakika içinde kendi hızlarına göre 5-15 nesne üzerinde çalışmışlardır (Şekil 3).

Deney (oyun) grubuna ise daha önce bu amaçla kullanılmak üzere hazırlanmış olan eğitsel oyun oynatılmıştır. Oyun Serdar ve Harm deVries'in incelediği cam kutu yaklaşımına benzemektedir (Serdar, 2015) ancak bu yaklaşım temel alınarak geliştirilmiş değildir.

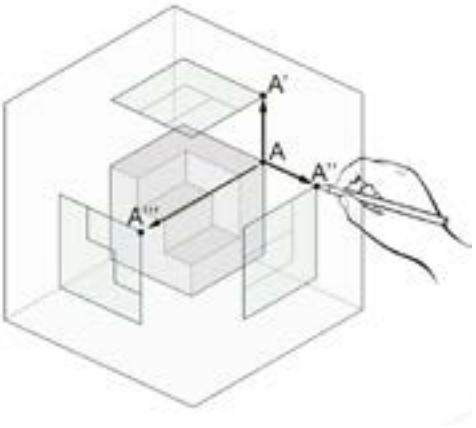
Şekil 3. Kontrol grubu öğrencilerinin çalıştığı örneklerden biri.



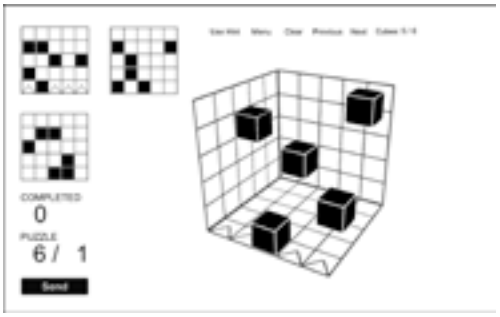
Bu yaklaşımda öğrenci cam bir kutu içine yerleştirilmiş üç boyutlu bir nesnenin izdüşümlerini kutunun cam yüzeylerine elle çizerek nesne ile iz düşüm arasındaki ilişkiyi kurmaya çalışır (Şekil 4).

Çalışmada kullanılan eğitsel oyunda ise öğrenciden istenen cam kutu yaklaşımının tam tersidir. Öğrenciler, oyun arayüzünün sol üst bölümünde yer alan plan, ön ve sağ görünüşleri zihinsel döndürme becerilerini kullanarak oyun alanının sınırlarındaki yüzeylere yerleştirilmiş gibi hayal eder ve noktaların üç boyutlu pozisyonlarını belirlemeye çalışırlar (Şekil 5).

Eğitim çalışması süresince öğrenciler eğitmenlerinden isterlerse eğitsel yardım almışlardır. Sonuç olarak bu bir eğitim uygulamasıdır ve birinci amaç öğrencilerin konuyu öğrenmeleridir.



Şekil 4. Cam Kutu Yaklaşımı



Şekil 5. Çalışmada Kullanılan Oyunun Arayüzü

4. Uygulamadan Çıkan Sonuçlar ve Gözlemler

İleri bir tarihte daha fazla sayıda katılımcı ile yapılması düşünülen deneysel eğitim çalışması için öncelikle bu yazıda anlatılan ön çalışma tasarlanıp uygulanmıştır. Uygulama sırasında ve sonunda gelecekteki benzeri çalışmaların tasarım ve uygulamasında göz önüne alınması gereken çeşitli konularla karşılaşılmıştır.

4.1 Rakamsal Sonuçlar

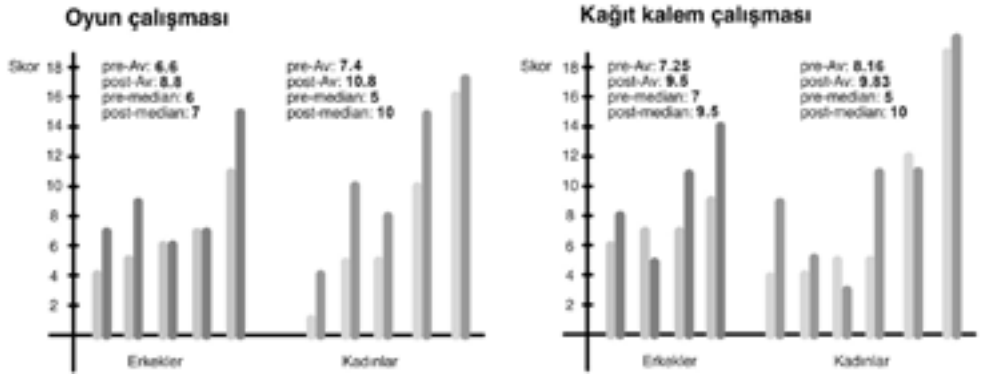
Çalışma sonunda 4 grupta da gelişme görülmüştür. Alt grupların tek tek incelenmesi sonucunda Deney (oyun) grubunda yer alan 5 kadın ve 5 erkek katılımcının 8'inde artı yönde gelişme görülmüştür. İki katılımcıda artı veya eksi yönlü değişim gözlemlenmemiştir. Kontrol (kağıt kalem) grubunda yer alan 4 erkek ve 6 kadın katılımcının 7'si artı yönlü 3'ü eksi yönlü değişme göstermiştir (Şekil 6).

Katılımcı sayısı çok düşük olduğundan alınan sonuçlar üzerinde istatistik analiz uygulanmamıştır. Dolayısıyla alınan rakamsal sonuçlar herhangi bir hipotezi doğrular ya da yanlışlar nitelikte değildir. Daha çok ve büyük bir grupla çalışılması gereklidir. Bu çalışmada ileride yapılacak daha büyük bir çalışma için eğitim araçlarının geliştirilmesine odaklanılmış, çalışmanın yapılacağı mekanın ve katılımcıların iç dinamiklerinin tecrübe edilmesi amacıyla veri toplanmıştır.

Katılımcı sayısı

Üzerinde çalışılan konu olan zihinsel döndürme alanında genellikle cinsiyet farkları gözlemlenmektedir. Bu sebeple deney ve kontrol

Şekil 6. Çalışmada alınan sonuçlar



grupları da kendi aralarında kadın ve erkek olmak üzere 2 ayrı gruba ayrılmaktadır. Grup sayısının artması katılımcı sayısının da artmasını gerektirmektedir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda her bir alt gruptan deney sonunda en az 10 adet geçerli sonuç alınabilecek kadar kalabalık gruplar oluşturulması gereklidir.

4.2 Araştırma deseni

Ön çalışma oyun grubu ve kağıt – kalem grubu olarak isimlendirilen 2 ana grup ve bu grupların cinsiyetlere ayrılması sonucu oluşan 4 alt grupla yürütülmüştür. Gelecekte çalışma sırasında denenen 2 eğitim yönteminin de eşit derecede başarılı olma olasılığı düşünülerek araştırmanın 3 ayrı grup ve toplam 6 alt grup ile tekrarlanması ve eklenen grubun herhangi bir ek eğitim almaması düşünülmüştür.

4.3 Deney (oyun) grubu ve eğitim aracı

Deney grubundaki katılımcılar eğitim aracının kullanımını öğrenme konusunda herhangi bir sıkıntı yaşamamışlardır. Katılımcılara bu oyunla ilgili olarak toplam 5 dakikalık bir eğitim verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan yazılım sınıftaki her bilgisayara yüklenmiştir ve bağımsız olarak çalışmaktadır. Oyunda toplam 125 adet örnek kolaydan zora doğru sıralanmıştır. Her hafta zorluk seviyesinin artırılması için katılımcılara o gün hangi seviyede çalışma yapılacağı sözlü olarak bildirilmiştir. Ancak uygulama sırasında katılımcıların kendilerine bildirilen seviyede çalışmak yerine daha zor veya daha kolay bir seviyede çalışmayı tercih edebildikleri gözlenmiştir. Buna ek olarak her bir katılımcının hangi örneği hangi sırada, kaç dakikada ve toplam kaç hamlede yaptığı, hamleler arasındaki zaman farkları, toplam hatalı deneme sayısı gibi sayısal verilerin de toplanması gerektiği görülmüştür. Aynı zamanda katılımcılar her derste farklı bilgisayarlara oturduklarından daha once kaldıkları noktayı hatırlamakta zorluk yaşamışlardır.

Çözüm olarak oyunun sunucu – istemci yapısında düzenlenmesi, her katılımcının ilgili verilerinin anlık olarak sunucularda saklanması, eğitim sırasında seçilecek zorluk seviyesinin sunucu üzerinden araştırmacı tarafından belirlenmesi ve daha sonraki analizler için daha çok sayıda veri toplanması gerektiği de görülmüştür.

4.4 Kontrol (kağıt-kalem) grubu ve eğitim aracı

Kağıt-kalem grubu olarak adlandırılan grupta katılımcılardan kendilerine verilen izometrik perspektiflerden plan ve görünüşler, ve verilen plan ve görünüşlerden izometrik perspektifler çizmeleri istenmiştir. Bu işlem sırasında serbest el çizim tekniği kullanmaları istenmiştir. Katılımcıların her bir örneği kaç dakikada yaptıklarını da biten çizimlerin kenarına not etmeleri istenmiştir.

Bu grupta özellikle plan ve görünüşlerden izometrik perspektif çizimi sırasında sorunlar yaşanmıştır. Öncelikle katılımcıların bir kısmı sözel olarak " bu konuda hiç de iyi olmadıklarını " ifade etmişlerdir. Bazı katılımcılar hiçbir örneği yapamamış çoğu katılımcı ise örneklerin büyük çoğunluğunu yanlış yapmıştır. Katılımcıların bu konuda ciddi sorunlar yaşadıkları gözlenmiştir.

Deney ve kontrol grubu katılımcıları aynı sınıftan rastlantısal olarak seçilmiştir. Oyun grubuna sadece 5 dakika süren kısa bir eğitim verilerek oyunun mekanikleri ve ara yüzü anlatılmıştır. Bundan sonraki süreçte oyun grubundan herhangi bir sorun bildirilmemiştir.

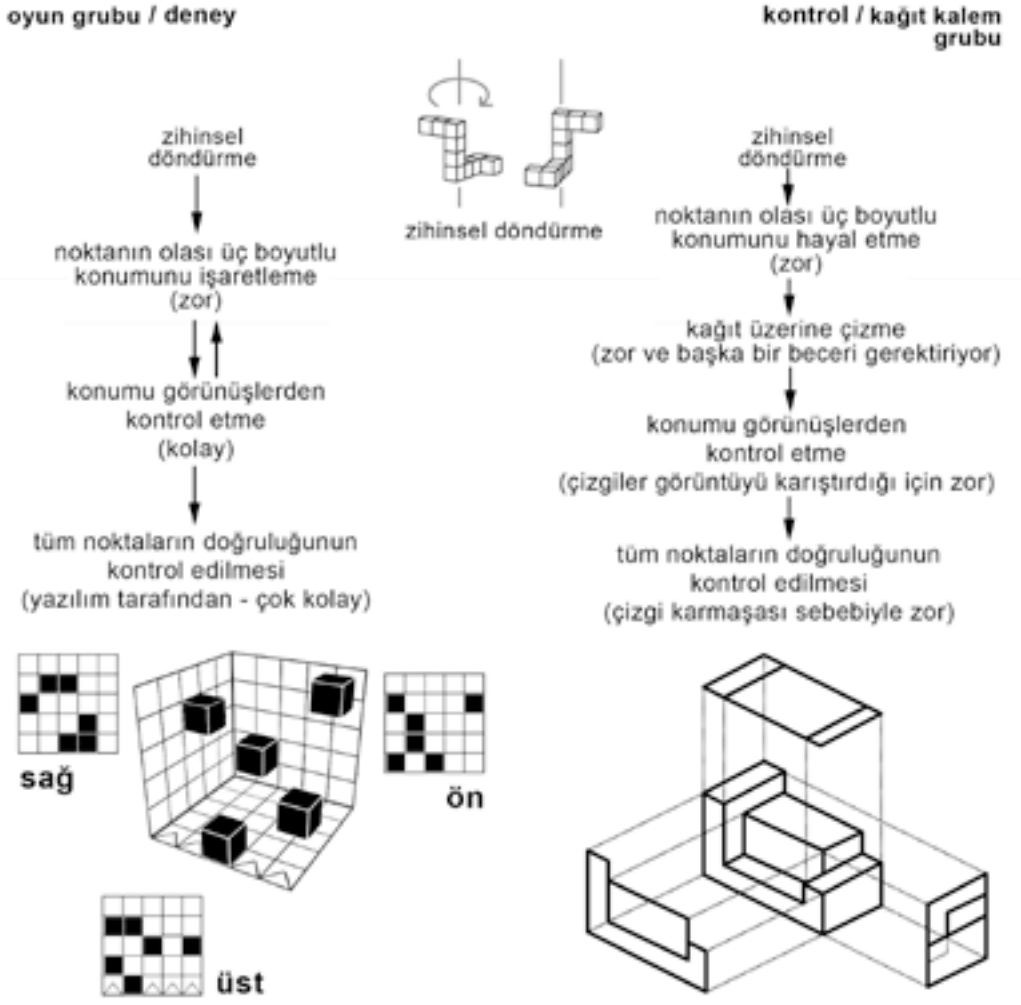
Kontrol grubu katılımcıları da temel bilgi düzeyi olarak deney grubuna eşdeğerdir. Bu durumda kontrol grubu eğitim materyalinde kullanılan örneklerin zorluk derecesi açısından deney grubundan daha zor olduğu sonucuna varılmıştır. Görev analizinde (Resim 7) deney grubu örnekleri iki adımdan oluşmaktadır. İlk adım zihinsel döndürme adımıdır. İkinci adımda katılımcı küpleri boşlukta klavyedeki oklar yardımıyla hareket ettirerek zihninde oluşturduğu pozisyona kaydırır. Doğru olup olmadığını verilen sorudaki görünüşlere bakarak kontrol eder. Bu döngü doğru çözümün bulunmasının oyun programı tarafından teyit edilmesine kadar devam eder.

Kontrol grubunda ise görev üç ana adımdan oluşmaktadır. İlk adım verilen plan ve görünüşlerin zihinde döndürülmesidir. İkinci adım noktaların veya yüzeylerin üçüncü boyutta yerlerinin bulunmasıdır. Üçüncü adımda bulunan yer kağıt üzerinde elle işaretlenir veya çizilir. Yapılan işin doğruluğunun kontrol edilmesi için çizilen üç boyutlu görüntü yeniden zihinde plan ve görünüşlere dönüştürülerek verilen çizimlerle eşleşip eşleşmediğine bakılır. Hatalı ise düzeltilir. Bu döngü katılımcının kendi kararı ile sonucun doğru olduğuna karar verilene kadar devam eder.

Görüldüğü üzere kontrol grubunun görevleri döndürme becerisine ek olarak ortografik görüntülerin zihinde nasıl birleştirileceğinin bilgisine ve bunun kağıda aktarılması ile ilgili serbest el çizebilme beceriye dayanan alt görevlerden oluşmaktadır. Öğrencilerin bu adımlarda başarısızlığa uğrama olasılığı adım sayısının fazlalığı, amaçlanan sonucun başka becerilerin varlığına da bağlı olması ve sonucun doğruluğunun bir bilgisayar tarafından kontrol edilmiyor olması sebebiyle daha yüksektir.

Mimarlık eğitimi öğrencilerin zihinsel görselleştirme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen bir ders içermemektedir ve bu becerinin geliştirilmesi eğitim kazanımları arasında da yer almamaktadır. Ancak mimari tasarım süreci sonunda ortaya konacak tasarım ürününün başarısının üç boyutlu düşünebilme becerisi ile ilgili olduğu çeşitli derslerde ifade edilmektedir. Öğrencinin üç boyutlu görselleştirme becerileri ile tasarım ürünlerinin niteliksel başarısı arasında var sayılan bu ilişkinin sorgulanması ve var ise sebep sonuç ilişkilerinin kalitatif ve kantitatif araştırmalarla açıklanma-

Şekil 7. Görev analizi



sı daha sonraki çalışma konuları olarak düşünülmelidir.

5. Sonuç

Bu ön çalışmada, mimarlık öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla daha önce geliştirilmiş olan bir eğitsel bilgisayar oyununun etkinliği (deney grubu) geleneksel eğitim uygulamalarından biri olan plan ve görünüşlerden izometrik perspektif çizimi çalışmasına karşı (kontrol grubu) denenmiştir. Elde edilen sayısal sonuçlar herhangi bir istatistik analiz çalışmasına taşınabilecek kadar çok örnek içermediğinden bu tarz bir analiz yapılmamıştır. Bu çalışmadan

daha sonraki geniş katılımlı çalışmalarda yararlanılmak üzere araştırma deseni, uygulama ve deney ve eğitim araçlarının geliştirilmesi, araştırma ortamı ve grup içi dinamiklerin gözlemlenmesi açısından kalitatif deneyimler elde edilmiştir. Çalışma sırasında öğrencilerin plan ve görünüşlerden izometrik çizimler oluşturma konularında zorlandıkları görülmüştür. Bu konunun ayrıca çalışılması için bir başka araştırma planlanması gerekliliği ortaya konmuştur.

Teşekkür

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü'nde yapmakta olduğum çalışmalara katkı veren öğretim üyeleri Prof. Dr. Burçin Cem Arabacıoğlu, Yard. Doç. Dr. Damla Altuncu ve Yard. Doç. Dr. Emel Başarık Aytekin'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

ANDERSON, L., ESSER, J., INTERRANTE, V. 2003. Virtual Environment for Conceptual Design in Architecture. In Proceedings of the workshop on Virtual environments 2003 (EGVE '03). ACM, New York, NY, USA, 57-63. DOI=http://dx.doi.org/10.1145/769953.769960

CHERNEY, I. D. 2008. Mom, Let Me Play More Computer Games: They Improve My Mental Rotation Skills. Sex Roles. 59, 776-786.

CLARK, R.E. ETR&D. 1994. 42: 21. doi:10.1007/BF02299088

CLARK, R. E. 2002. What is Next in the Media and Methods Debate, Learning From Media 2nd Ed. Edited by:Richard E. Clark INFORMATION AGE PUBLISHING Ch.18, 327-337.

DIAZ R, KLINGER C. 1991. Towards an explanatory model of the interaction between bilingualism and cognitive development. In: Bialystok E, editor. Language processing in bilingual children. Cambridge: Cambridge University Press. 167–192.

ERKOÇ, M. F., GECÜ, Z., ERKOÇ, Ç. 2013. The Effects of Using Google SketchUp on the Mental Rotation Skills of Eighth Grade Students. Educational Sciences: Theory and Practice. 13/2, 1285-1294.

HEGARTY, M., MONTELLO, D. R., RICHARDSON, A. E. et. Al. 2006. Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. Intelligence. 34/2, 151-176.

KAUFMANN, H., SCHMALSTIEG, D. & WAGNER, M. 2000. Education and Information Technologies. 5: 263. doi:10.1023/A:1012049406877

Mental Imagery and Human-Computer Interaction Lab.: http://www.nmr.mgh.harvard.edu/mkozhevnlab/?tag=visualization-abilities (Son görülme Eylül 2016)

PETERS M, LAENG B, LATHAM K, JACKSON M, ZAIYOUNA R, RICHARDSON C. 1995. A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test: different versions and factors that affect performance. Brain and Cognition. Vol: 28/1, pp. 39-58

RAKIC, P., ARELLANO, J., BREUNIG, J. 2009. Development of the Primate Cerebral Cortex. In Gazzaniga, M., (eds.), The Cognitive Neurosciences. The MIT Press, London. 7-28.

SERDAR, T., HARM deVRIES, R. 2015. Enhancing Spatial Visualization Skills in Engineering Drawing Course. ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington

TERLICKI, M. S., NEWCOMBE, N. S. 2005. How Important Is the Digital Divide? The Relation of Computer and Videogame Usage to Gender Differences in Mental Rotation Ability. Sex Roles. 53/5-6, 433-441.

TUKER, C., 2016, Mimarlık Öğrencilerinin Uzamsal Becerilerini Geliştirmeye Yönelik Oyun Tabanlı Öğretim Yazılımı Önerisi. TBD 33. Ulusal Bilişim Kurultayı, Ankara, Türkiye

UTTAL, D. H., MEADOW, N. G., et. Al. 2013. The Malleability of Spatial Skills: A Meta-Analysis of Training Studies. Psychological Bulletin. 139, 2, 352–402.

VANDENBERG S. G., KUSE A. R. 1978. Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. Perceptual and Motor Skills.Vol: 47/2 , pp. 599-604

WELLS, M. 2003. A Critique of Virtual Reality in the Architectural Design Process. Tehnical report R-94-3. Human Interface Technology Laboratory FJ-15. University of Washington, Seattle

YAĞMUR - KİLİMCİ, E. 2010. 3D Mental Visualization in Architectural Design. Doctor of Philosophy dissertation. Georgia Institute of Technology.

Oturum 3
Session 3

Surface-Volume Perception on the Base of Post-industrial Conversion: Return to Form-Function Strategies of Nature

Aybeniz Gökmen[1]
[1]Anadolu Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Anabilim Dalı
[1]agokmen@anadolu.edu.tr

Abstract. Throughout the history, perception of mankind has influenced the technology and, technology has influenced the perception of next generations. This study examines the developments experienced in production techniques from the beginning of mankind, discusses the interaction between architectural volume and surface perception and also seeks a similarity of the perceptual change seen in pre-industrial-industrial period transitions in the transition of industrial-post-industrial technique. On studied predictions, its aimed that exemplifying of the architectural perception tendencies about near and far future with an architectural surface knitting/building scenario. In summary, this study is a tendency discussion as reappraising of space and surface perception as basic elements of architecture and the place that geometry find along the object, within changing spatial perception on the base of post-industrial civilization.
This study was set forth from research homework about "Post-industrial Production and Geometry" given within Industrial Design I-II course that conducted within Anadolu University Industrial Arts Department post-graduate education. Also the conceptual structures of prospective perception universes have been examined and for near future, suggested an example of post-industrial architectural solutions integrated with industrial conditions of last five thousand years on architectural surface building and volume separation. Also it is aimed that representing a "suggestion of architectural surface-volume organizations in the social structure of the far future" with regard to internal and external inputs. In the research on "post-industrial production and geometry" which is the starting point of the study, literature review method was used; the factual causalities of the changes on production and thinking of architectural surface and volume, that have been seen on past, present and future, are discussed and interpreted, and these interpretations are aimed to be expressed by some product-expression representations of near and far future. In this process, literature review, interpretation, forecasting and realization scenarios and simulating methods were used.
In the study, while the subject changes observed in the time line are analyzed within the cause-effect relationship; it is based on cognitive and intellectual fields such as primitive haptic perception, gestalt psychology, and material processing areas as a control line for testing and reducing the probabilities foreseeing future organizational forms.

Keywords: *pattern studies and computation, digital fabrication, biomimetic design, computer aided design, architectural surface perception, architectural space perception, origins of haptic perception, haptic learning, spatial perception*

Post-endüstriyel Dönüşüm Zemininde Yüzey-Hacim Algısı: Doğanın Form-İşlev Stratejilerine Dönüş

Aybeniz Gökmen[1]
[1]Anadolu Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Anabilim Dalı
[1]agokmen@anadolu.edu.tr

Özet. Tarih boyunca insanoğlunun nesneleri algılayış biçimleri, tekniği; teknik de ardıl nesillerin algılayış biçimlerini etkilemiştir. Bu çalışma insanlığın başlangıcından bugüne dek üretim tekniklerinde yaşanan gelişmeler ile mimari hacim ve yüzey algısındaki etkileşimi ele almakta; pre-endüstriyel - endüstriyel dönem geçişlerinde görülen algısal değişimin bir benzerini, yaşanmakta olan endüstriyel - post-endüstriyel teknik geçişinde aramaktadır. Çalışılan öngörüler üzerine, yakın ve uzak geleceğe dair yönelmelerin birer mimari yüzey örme kurgusu ile örneklendirilmesi hedeflenmiştir. Bu yönüyle çalışmayı; post-endüstriyel uygarlık zemini üzerinde değişen mekan ve uzam algısında, mimari geometrinin ana öğeleri olan hacim ve yüzeyin yeniden ele alınışı ve geometrinin nesnede bulduğu yer üzerine açılan bir yönelim tartışması olarak özetlemek yerindedir.
Bu çalışmada, Anadolu Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Anabilim Dalı yüksek lisans eğitimi kapsamında yürütülen Endüstriyel Tasarım I-II dersleri ilgisinde verilen "Post-endüstriyel üretim ve Geometri" konulu araştırma ödevinden yola çıkılmış ve prospektif algı evrenlerinin kavramsal yapıları incelenmiş, yorumlar üzerine yakın geleceğe dair 5000 yıllık hacim-yüzey algısı ve koşulları ile entegre post-endüstriyel mimari çözümlere örnek olarak bir mimari yüzey örme-hacim bölme önermesinde bulunulmuştur. Uzak geleceğe dair ise, içsel ve dışsal girdiler (zihinsel-bilişsel süreçler, üretim teknolojileri, kültürel eğilimler) ilgisinde bir "geleceğin sosyal yapısında mimari yüzey-hacim organizasyonları öngörüsü" ile temsil edilmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın çıkış noktası olan "Post-endüstriyel Üretim ve Geometri" konulu araştırmada literatür taraması yöntemi kullanılmış; geçmiş, günümüz ve gelecekte, mimari yüzey ve hacim tasarımı, üretimi ve düşünme biçimlerinde görülmüş ve görülmekte olan değişimlerin olgusal nedensellikleri tartışılıp yorumlanmış, bu yorumların yakın ve uzak geleceğe ait birer ürün-ifade temsilleri ile belirtilmesi hedeflenmiştir. Bu süreçte literatür taramasını yorumlama, öngörme ve gerçekleştirme senaryoları ile simüle etme yöntemleri izlenmiştir.
Çalışmada zaman çizgisi boyunca görülen söz konusu değişimler neden-sonuç ilişkisi içerisinde irdelenirken; ilkel haptik algılama, gestalt psikolojisi gibi bilişsel ve düşünsel alanlar ile üretim-malzeme işleme gibi disiplinlerin, gelecek organizasyon biçimi öngörülerinde olasılıkların sınanması ve indirgenmesi için birer kontrol çizgisi olarak odakta tutulması esas alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: *örüntü çalışmaları, biyomimetik tasarım bilgisayar destekli tasarım, mimari yüzey algısı, mimari hacim algısı, haptik algılamanın kökenleri, haptik öğrenme, uzamsal algı*

1. Giriş

Tasarım düşüncesi, 21. yy. ile birlikte toplumsal üretime dair her alanda yaşandığı gibi önemli paradigma değişimleri yaşamaktadır. Yeni zemin, tasarımda ve üretimde etkisini öncelikle bilgisayarın dahil olduğu süreçlerdeki artış olarak gösterir. Hesaplamada bilgisayar desteği ile sağlanan pratik olanaklar, tasarım fikrini ve tasarım süreçlerini temelden etkilemektedir. Bu dönüşüm ile düşüncedeki eski devrin endüstriyel sınırlarının, gerekliliklerin ve kısıtlılıkların kalkmasıyla pek çok gündelik nesnenin anlamsal ve analojik değişime uğraması da kaçınılmazdır.

> *Hesaplama düşüncesi doğru kabul edilmiş bazı varsayımları ve teorileri sorgulamayı ve hesaplamalı tasarım yöntemlerinin yeni tasarım süreçlerinde üretken birer araç olarak kullanabilmeyi beraberinde getirir. Bu bakış açısı ile tasarım, aynı anda sistematik ve rasyonel bir metot, bir data ve bilgi işleme problemi, ve yaratıcı bir eylem alanı olarak yeniden tanımlanır.*
>
> *(GÜRSEL DİNO, 2015)*

Günümüzden temelini alan post-endüstriyel zeminde hacim ve yüzey algılayışındaki değişimlerin yönünü sezebilmek için tarihsel süreçleri incelemek gerekir. İnsanlığın başlangıcından bugüne hacim ve yüzeyi algılayış, çeşitli dönemlerde, çeşitli zihinsel haptik süreçler tarafından şekillendirilmiştir. Bunun nedeni ise insanın nesneyi algılamasının, onu üretme tekniği ile duyusal ve bilişsel olarak bağlantılı olmasıdır.

Burada üretim tekniklerini ve diğer çevresel girdileri, D'Arcy Thompson'ın 1917'de yazdığı ''On Growth and Form'' kitabında kullandığı formun nedenselliğini özetleyen ''güçler diyagramı''ndaki güçlerden biri olarak ele almak doğru olacaktır.

> *Canlı ya da cansız herhangi bir maddenin herhangi bir bölümünün büyümesinde ya da hareketlerinde belirgin bir biçimde görülen biçimsel değişimler, kuvvetin bir eylemi olarak tanımlanabilir. Kısacası nesnenin biçimi bir "güçler diyagramı"dır.*
>
> *(THOMPSON, 1917)*

Thompson'ın ortaya attığı "güçler diyagramı" tezini aslında tüm sistem ve süreçlerde görülen nedenselliğin, nesnede biçimi açıklamada kullanılan bir ifadesi olarak görebiliriz. Bu çalışmada da nedensellik ilkesi yukarıda belirtilen iki farklı görüntüsüyle yer almaktadır: mimari yüzey-hacim oluşumları ve yüzey-hacim algılayışları. Mimari yüzey ve hacim oluşumları, dönemin kümülatif zeka ve bilişsel gelişimi ile iç içe ilerleyen üretim ve malzeme teknolojileri ile kültürel ilerleme ve etkileşimleri tarafından etkilenir. Buna ek olarak, bu oluşumlar dönem insanın o güne dek getirdiği ilkel ve geliştirilebilir olmak üzere iki katmandan oluşan haptik bilişsel ve zihinsel algı süreci tarafından etkilenir. Ancak bu iki katmanlı süreç yapısı teknik ve kültürel değişimler kadar hızlı gerçekleşmez. Teknik değişimlerin üst üste yığılması sonucu sonraki nesillerde görülmek üzere daha radikal bir değişim göstermektedir.

Beş bin yıl önce çömlekçi çarkının icadı ile başlayan teknik üretim serüveni, neolitik insanın nesne algılayış biçimini Endüstri Devrimi'yle gelen seri üretimin de güçlendirici katkısı ile tamamen değiştirmiş, süreçler boyu modernizm, rasyonalizm ve pozitivizm gibi akımlarla iç içe ilerlemiştir. Diğer bir deyişle, insanlık tarihinin başlangıcından günümüze dek, önceki neslin rasyonel üretim gerçeklikleri sonraki nesillerin ilkel haptik algısından süzülerek gelişmiş haptik algısına dönüşmüştür. Ancak bu dönüşüm yalnızca bir kez Neolitik Çağ'da radikal bir kırılma göstermiş, doğanın şekil-

lendirdiği formlar insan eliyle yeniden şekillendirilerek insan kontrollü, rasyonel ürün ve mimari hacim çözümleri ortaya çıkmıştır. Bu dönem insanın mağaradan çıktığı, ağaçtan indiği, kuru otları üst üste istiflemek yerine taşları yontarak ve toprağı kalıplayıp istifleyerek basit yüzey birimleri ortaya çıkardığı ve dolayısıyla tanımlı geometrileri çözümlediği dönemdir. Bu dönemde mimaride birim ve bütün ilişkisi ilk kez üretim-malzeme -çevre koşulları ve ilkel ergonomi ilgisinde geometrik olarak çözümlenmiştir. Bu dönemin ardından gelen tüm teknik ilerleyişler aynı rasyonel gereklilik ve çözümlerle sürmüştür. Ancak günümüzde rasyonel modern tekniğin getirdiği gelişmeler, hesaplamalı tasarım ve üretim tekniklerindeki artan uygulanabilirlik ve fırsatlar, nanoteknoloji ve hücresel düzeyde fonksiyon işlenebilen materyaller ve bunların yalnızca bir yazılım sürecine müdahele ile çeşitlendirilebilmeleri; yalnızca malzeme işleme ve üretim teknolojileri üzerine gibi görülse de sosyolojik ve kültürel yapıdan global ekonomiye, pazarlamadan mesleki disipliner paradigmalara kadar pek çok alanı kökten değiştirecek bir gücün öncüllerdir. 3 boyutlu malzeme işleme- baskı teknikleri ve yazılımsal çözümler, geçici bir postmodern trend olan "maker" akımından çok daha fazlasını ve kalıcısını geleceğe taşımaktadır: Endüstriyel kısıtlılıkların ortadan kalkmasıyla değişen mimari yüzey ve hacim haptik algılayışları. Bu algısal değişimin uzak gelecekte teknik anlayışa, düşünceleri endüstriyel modernizmin kucağında büyüyen biz 21. yy tasarımcı ve mimarlarının öngöremeyeceği bir yönde boyut atlatması ise kaçınılmaz olacaktır.

Özetle bu çalışma aşağıdaki 4 ana maddenin üzerinden geçmekte olup ikinci ve dördüncü maddeleri örnekle detaylandırmaktadır:

- M.Ö. 3000ler itibari ile günümüze dek süren mimari yüzey ve hacim algısı ve onun zemininde görülen endüstriyel modernizm ve uzun sürmeyen endüstriyel postmodernizm akımları.
- Geçirmekte olduğumuz hesaplamalı tasarım ve üretim devrimi ve post-endüstriyel modernizm ve alternatif akım öngörüleri: post-endüstriyel post-modernist yaklaşımlar.
- Beş bin yıllık endüstriyel algıyla etkileşmekte olan geçiş dönemi post-endüstriyel çözümleri: örnek bir mimari yüzey örücü tasarımı.
- İlk üç maddenin ve diğer içsel-dışsal girdilerin (küresel ekonomi, pazarlama, bilişsel ve zihinsel süreçler, maddesel ve tinsel eğilimler) ilgisinde, gelecekte geçirecek olduğumuz algısal değişim: mimari yüzey ve hacim algısının sosyal organizasyon öngörüsü.

2. İlk Kırılma: Neolitik Çağ'dan Günümüze Hacim ve Yüzey Algısı

İnsanlık tarihinin başında iç hacim, insanın dışarıdaki tehlikelerden korunması anlamına gelen mağaraydı. Zamanla kendilerini dış tehlikelerden koruyabilmek amacıyla basit ağaç ve sazdan barakalar inşa ettiler. Bu barakalar daha sonra kaya ve taşların üst üste yığılması ile oluşturuldu. Burada hacim artık doğanın şekillendirdiği bir boşluktan ziyade, yine doğanın şekillendirdiği birimlerin bir araya getirilip dizilmesinden oluşuyordu. Hacmi ve yüzeyi insan oluştursa da birim yine doğanın bir formundan ibaretti. Neolitik Çağ'da doğanın formunun el ile yontulmasıyla istiflenmesi kolay yüzey birimleri yapılmaya başlandı. Artık mimari yüzey ve hacimlerde tanımlı geometriler görülmekte ve ilkel ergonomik çözümler

aranmaktaydı. Tanımlı geometriler, ergonomi, malzeme işlemede kolaylık, üretimde rasyonel çözümler Sanayi Devrimi'nden sonra da mimari ya da nesnesel yüzey-hacim strüktür veya örmelerinde önem kazandı. Zamanla teknik ilerledi ve çelik ile camdan muazzam strüktürlerde gotik yapılar inşa edilebilir oldu. Doğanın formunu el ile yontup yeniden şekillendirmek ise neden olduğu zahmet ile endüstrinin doğumunu getirdi. Başlangıçtaki mağaralardan, Gotik Dönem'in hesaplama harikası strüktürlerine dek binlerce yıllık bir ilerleyiş ve fark görülse de tüm bu uzun süreç pre-endüstriyel dönem adı altında incelenmektedir. Bu noktada endüstrinin doğuşuyla yarattığı büyük devrimi görmek zor olmaz. Endüstri Devrimi ile seri üretim, standardizasyon ve makineleşme, yine birimden yüzeye ve yüzeyden hacme aktarılan zincirleme bir etki yarattı. Bu etki ise üç yüz yıl boyunca toplumların düşünce biçimlerine nüfuz etmiştir. Endüstri insan zihnine malzeme, alan, insan ve zamanda verimliliği empoze ederken; düzlemsel yüzeyleri, dikdörtgen alanları, lamine katmanları, parçadan bütüne ulaşmayı, birimden yüzeyi ve yüzeyden hacmi hesaplamayı uygulanabilirlikten ötürü doğru kabul etti. Zamanla endüstrinin ve tekniğin gelişmesi ile formda ve hacimde farklı geometriler denense ve işlevler tanımlansa bile endüstri kendi rasyonel sınırları dahilinde birimde yarattığı endüstriyel kısıtlılıkları bütünde de hissettirmekteydi. Modernizme alternatif ortaya atılan post-modernist yaklaşımlar ise fikirsel protestosunu, endüstriyel üretim ve anlayışın eteğinde var olduğundan somutlaştıramadan etkisini kaybetti. Zira post-modernizmin uzun süre var olma kaygısına sahip olmadığından akla uygun gitmeyi bile reddetmişti. Ancak bu fikir çalışmanın devamında daha sonra öngörülen post-endüstriyel post-modernizme fikirsel bir öncülük etmektedir.

Bu birkaç bin yıllık süreçte ise değişen yalnızca üretim biçim ve teknikleri değil, Neolitik sonrası insandan bizlere dek etkisini gösteren haptik hacim-yüzey algı zemini olmuştur. Paleolitik Dönem'in mağarada yaşayan, taş ve ağaç dalı yontup avlanan ve doğadan başka bir şekillendiriciyle tanışmayan ilkel insan zihninde kusursuz bir kübik hacim neden barınma işlevini karşılamamaktadır? Bu sarsıcı tanışma tarih boyunca izole ilkel kabileler ve modern insan karşılaşmaları dışında niçin hiç yaşanmamıştır ve yaşanmayacaktır? Algısal gelişmelerin sarsıcı bir karşılaşma sonucunda gerçekleşmemesi önemlidir. Zira ilkel bir kabileden bir insanı, modern bir dünyayla tanıştırdığınızda onun modern dünyanın ortak gelişmiş algı zeminine evrilmesi beklenemez. Gördükleri karşısında Gestalt'in cisimleştirme ve değişmezlik ilkelerinde de bahsedildiği gibi geçmiş deneyimleri ve gördükleri arasında bir bağıntı kurmaya çalışır, ancak bağıntıya ulaşamadığından içine girdiği mekan ve uzamda yabancı olduğunu algılar ve o boyutun evrimine dahil olamaz. Bu nedenle büyük olgusal kırılmalarda görülen algı değişimlerinde kronolojik bir deneyim ve ortak haptik algı mirasına sahip olmak gerekir. Bu büyük kırılmalar arasında ise eski-yeni öğrenmeler arasında bilişsel bağ kurmaya yarayan geçiş dönemleri kendiliğinden gelişir. Bugün içerisinde bulunduğumuz dönem ise bir endüstriyel - post-endüstriyel geçiş dönemidir. Bu geçiş dönemi, zihnimize ilkel insanı-modern insana dönüştüren ortak bilişsel ve zihinsel mirası aktarmada bir köprü görevi görür ve bizleri yeni bir algısal döneme hazırlar.

3. Güncel Kırılma: Post-endüstriyel Üretime Geçiş Dönemi

Günümüzde post-endüstriyel tekniklerin tasarım paradigmalarını değiştiren güçlü etkileri, endüstriyel üretim kısıtlılıklarını önemsiz kılmaktadır. Artık malzemeyi bütün olarak ele almak, hücresel düzeyde işlemek, işlevi geometrik algoritmalarla çözmek mümkündür. Bilgisayarda hesaplama ile birlikte artık form, bir geometrik algoritmaya dönüşmüştür. Hücresel seviyedeki parametrelerle oynayarak algoritmik geometri dilleriyle sonsuz form kombinasyonları yaratmak mümkün hale gelmiştir. Teknik şartlar böyle iken, düşünce ve algılayışın aynı kalması da beklenemez. Artık yüzey ve hacim çözümlerini bir bütün olarak en temelden: doğadan itibaren ele almak gerekir. Tarihi çok eskiye dayanan biyomimikri (doğanın taklit edilerek tasarım problemlerinin çözülmesi metodu), doğanın stratejileri ve doğanın hesaplanması gibi yaklaşımlar hesaplamanın ve malzeme işlemenin bilgisayar ile kolaylaşmasıyla en akılcı tasarım metotları haline gelmektedir. Yeni post-endüstriyel zemin tarihin başlangıcında doğadan kökenlenen yüzey ve hacim algılayışını yine doğaya yöneltmektedir. Bilgisayar destekli tasarım, doğanın geometri ve işlev çözümlerini günümüz tasarım problemlerinde kullanmayı olanaklı kılmaktadır.

3.1 Geçiş dönemi entegrasyonları

Çalışmada, post-endüstriyel üretim ve geometri zemininde yüzeyin ve hacmin algılanışı yakın ve uzak gelecek olmak üzere doğanın form-işlev stratejileri odaklı ve iki farklı öngörü düzeyinde incelenmiştir. Günümüzde ve yakın gelecekte endüstriyel kısıtlardan henüz tamamen sıyrılamayan post-endüstriyel değişim tanığı tasarımcı ve mimarların inşa sürecinde yeni teknik imkanları kullanmaya ve bu imkanlarla halihazırda mimari çevremizi oluşturan endüstriyel yapıları entegre etmeye yöneldiği ve geçiş dönemi boyunca yönelmeye devam edeceği öngörülmektedir.

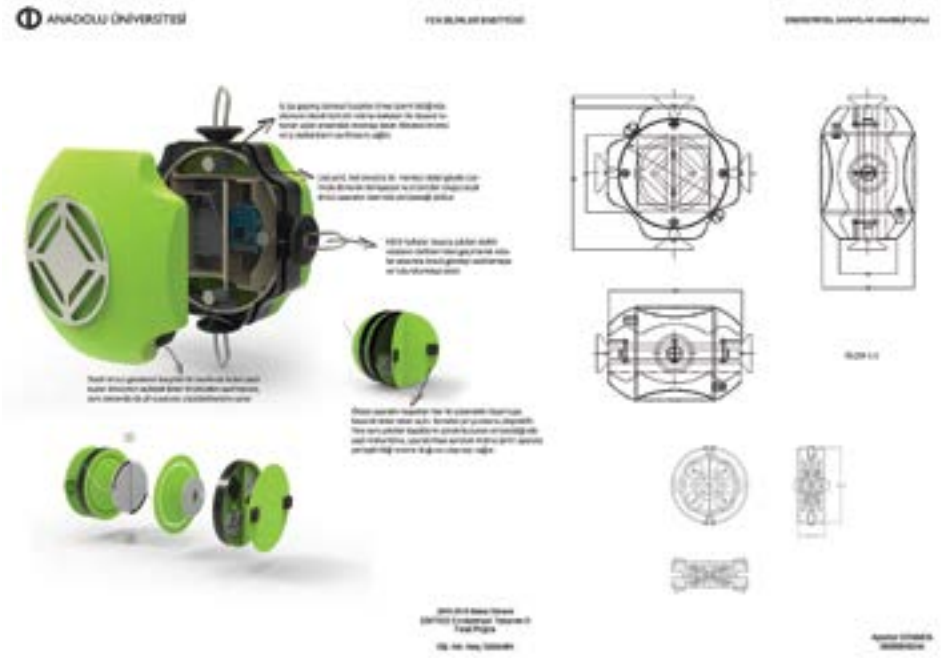
Mobil, uygulama esnasında çoklu ortam entegrasyonu sağlayan, kişiselleştirilebilir mimari yüzey ve hacim çözümlerine eğilim, yazılım düzeyinde açık kaynaklı mimari yüzey geometrisi algoritmalarının kullanımı ve yaygınlaşması mümkün görünmektedir. Ayrıca geometrik algoritmalarla yüzeyde birim bazında ya da hücresel seviyede işlev karşılama ve yüzeyden yüzeye veri iletimi de bu ihtimaller dahilinde görülebilir.

Yüksek Lisans eğitimi kapsamında çalıştığım "Mimari Yüzey Örücü Projesi" bu öngörülere dayandırılarak gerçekleştirilmiş bir örnektir. Bu örnekte beton ya da ahşap gibi yüzey malzemelerine dört noktadan dübellerle vidalanarak tutturulan merkezi yüzey örücü, harici bir makaranın dönel çevresel örücü parçaya bağlanması ile önceden belirlenen bir geometrik algoritma ile otonom olarak yüzey örmesi sağlanmaktadır. Projede geçiş dönemi mimari yüzey ve hacim tasarımları, günümüz mimari yapılarına entegre edilebilecek ve mevcut problemlere karşılık önerilecek çözümler olarak ele alınmıştır.

3.2 Geçiş dönemi sonrası hacim ve yüzey algısı

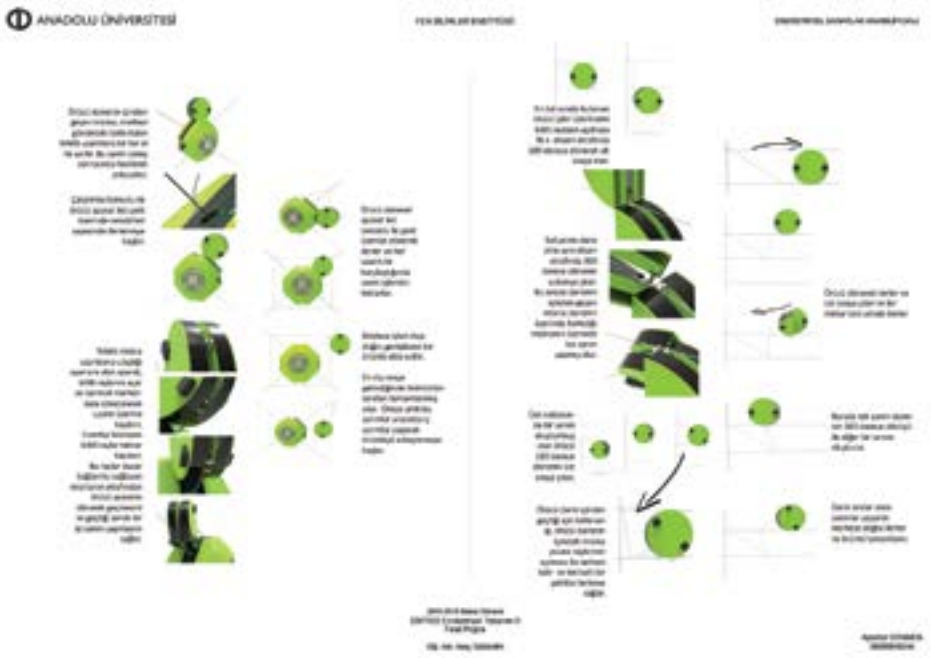
Üzerinde yaşadığımız gezegende kendi içerisinde en rasyonel stratejilerle üreyen, beslenen, besleyen bir doğanın parçasıyız. Binlerce yıldır biyolojik, psikolojik ve sosyal ihtiyaçlarımızı karşılamak amacıyla malzeme işliyoruz. İçerisinde bulunduğumuz

Şekil 1. Mimari Yüzey Örücü Projesi



Şekil 2. Mimari Yüzey Örücü Projesi teknik detay

Şekil 3. Örme sistemi



Şekil 4. Ürün ambalaj içeriği

post-endüstriyel teknik koşulların gerektirdiği rasyonel gerçeklikler kaynağını doğadan almaktadır. Çünkü artık bilgisayar destekli tasarım ile doğanın stratejilerinin taklidi (biyomimikri), organik ve inorganik materyal implantasyonları, doğanın hücresel seviyede gösterdiği işlevlerin yapay materyallere uygulanabilmesi mümkün hale gelmiştir. Janine Benyus 1998'de yazdığı "Biomimicry: Inspired by Nature" kitabında doğanın akılcı staratejilerini şöyle sıralar:

Doğa;

- *gün ışığında çalışır,*
- *sadece ihtiyacı olduğu kadar enerji kullanır,*
- *içerisindeki form fonksiyonla uyumludur,*
- *her şeyin geri dönüşümünü sağlar,*
- *iş birliğini ödüllendirir,*
- *çeşitliliği sağlar,*
- *yerel uzmanlık gerektirir,*
- *kendinden kaynaklanan aşırılıkları dizginler,*
- *güç limitini en iyi şekilde kullanır.*

(Benyus, 1998)

Bizim fiziksel gerçekliklerimizde tüm çözümlerin yer bulduğu doğanın stratejileri elbette yalnızca form ve işlevi etkilememektedir. Aslında bu çözümler ilk olarak sosyal yaşamları ve kümülatif bilinci etkilemektedir. Bu yeni bilinçte mimari hacimler de anlam değiştirmektedir. Yeni gerçeklik endüstriyel teknik mahsulü "anlam-nesne-sistem"lerin gereksizleşerek ortadan kalktığı, doğal ve kendiliğinden, yaşayan çevre ile örtülü bir dünyadır. Asırlardır tahrip edilen ve tükenmeye yaklaşmış doğal kaynaklar akılcı organizasyonlarla yenilenebilir ve sürdürülebilir biçimde kullanılmaktadır. Burada doğanın paylaşarak, bölüşerek, dağıtarak var olma stratejleri örnek alınır.

Yeni gerçeklikte barınma, ev, aile kavramları da değişiklik gösterir. İnsanın yeme-uyuma-dinlenme-eğlenme-sosyalleşme-hijyen gibi tüm ihtiyaçlarını karşılayabileceği, kompakt ve kapalı mimari hacimler ortadan kalkar. Eğitim, toplumsal yaşam organizasyonları vb. gibi sosyal ve fiziksel ihtiyaçlar ortak alanlarda komün ile birlikte giderilmektedir. Bu gerçeklikte iç hacimler artık bireylerin ya da küçük grupların komünden izolasyonunu sağlamada, uyuma, çalışma, yalnız kalma, toplanma, tehlikelerden korunma, mahremiyet, özerklik, olumsuz hava koşullarından korunma vb. ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. Bu hacimler günümüzdeki konut olgusundan daha az ve dar içerikli amaçlara yöneliktir. Artık işlevleri karşılayan, özerk formlardaki nesneler yerine yüzeyler ve dokulardır. Yüzeylere amaca ve işlevlere yönelik kolay biçim verilir, işlev kazandırılabilir ve değiştirilebilir. Örneğin, fungal miselyum ağlarının kilometrekareler boyunca toprak altında gerçekleştirdiği inorganik ve organik madde alışverişi, paylaşımı ve kimyasal sinyal iletimleri ve ortak bağışıklık sistemi yer üstünde mimari hacim ve yüzeylerde, madde ve sinyal iletiminde, yüzey yenilenme ve onarımlarında kullanılabilir.

Özetle, bilgisayar destekli tasarım ile organik ve inorganik materyallerin hücresel ölçekte işlenebilmesi, tasarımın temel öğeleri olan işlev ve biçime bakış açısını kökten değiştirmektedir. Bilgisayar ortamında doğanın morfogenetik algoritmaları, yapay materyallere uygulanarak doğanın form ve işlev üretme stratejilerinin taklit edilme olanakları gittikçe artmaktadır. Yakın gelecekte, yeni üretim süreçlerinde gereksiz ve çözümsüz kaldığından, hacimler, düzlemsel yüzeylerden ve prizmalardan ibaret olmayacaktır. Mimari yüzeyler ise artık doğa ile iç içe ve onla etkileşerek büyüyen, gelişen, yaşayan ve ölen küresel bir sistemin parçaları haline gelecektir.

Şekil 5. toprak altında kurulan fungal miselyum ağları temsili

http://www.esbaluard.org/en/activitats/275/tiffany-shlain-connected/

4. Sonuç

Gelecekte doğanın geometri üretip türetirken işlev çözme stratejilerinin mimari çevrede yansımalarını görmek heyecan verici olacaktır. Anlık değişimler gösteren, organik, yaşayan, doğan, değişen, ölen, insana ve çevreye göre çoklu ve değişken işlevler ve tanımlar taşıyan, etkileşen yüzeyler,bu yüzeylerle yeni yaşam ve toplum biçimlerine uyarlanmış hacimlerin temel mimari öğeler olacağını varsaymak çok da zor değildir.

Bilgisayar destekli tasarımın sağladığı yeni olanaklar ile değişen biçim ve işlev anlayışları, uzak gelecekteki neslin mimari hacim ve yüzey algısınını elbette günümüzden çok farklı bir noktaya taşıyacaktır. Bu noktada artık insanın, doğal yapılar ile tümleşik bir görsel hafızaya, doğaya ve doğal süreçlere saygılı bir iç görüye sahip olması olanaklıdır. Mimari yüzeyler kapalı hacimler oluşturmaya ek olarak kümülatif bir sistemin küresel paylaşım ağlarını oluşturmaları da varsayımlardan biri olabilir.

Tüm bitkilerin toprak altında mantar sistemleriyle sağladığı ileten, paylaşan, bölüşen, ihtiyacı kadar kullanan küresel simbiyozu yer üstünde kurmak; kaynakların tükenmesi, sosyal eşitsizlik, sınırlar ve savaşların incitip ötelediği tüm dünya halklarına temas etmede bir mimari çözüm umudundan öte, geleceğin tasarım sorumluluklarına dair bir işaret olmalıdır.

Teşekkür

Anadolu Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Anabilim Dalı Endüstriyel Tasarım I-II derslerinin yürütücülüğünü üstlenen ve ders kapsamında gerçekleştirdiğim “Post-endüstriyel Üretim ve Geometri” konulu araştırmada ve “Mimari Yüzey Örücü” adlı projemde bana rehberlik eden hocam Sayın Öğr. Gör. Dr. Atınç ÖZDEMİR’e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

BENYUS, J. M. 2002. Biomimicry: Innovation Inspried by Nature. New York, Harper Collins USA.

BOZKURT, V. 2012. Endüstriyel ve Postendüstriyel Dönüşüm, İstanbul, Ekin Yayınevi.

ÇAĞDAŞ, G. & BACINOĞLU, Z. S. ve ÇAVUŞOĞLU, Ö. H. 2015. Mimarlıkta Hesaplamalı Yaklaşımlar. Dosya, 35, 33-43.

ÇOLAKOĞLU, B. ve YAZAR, T. 2007. Mimarlık Eğitiminde Algoritma: Stüdyo Uygulamaları. Gazi Üniversitesi

Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22, 379-385.

ERDOĞAN, E. ve SORGUÇ, A. 2011. Hesaplamalı Modeller Aracılığıyla Mimari ve Doğal Biçim Türetim İlkelerini İlişkilendirmek. METU JFA, 269-281.

GÜRSEL DİNO, İ. 2012. Creative Design Exploration by Parametric Generative Systems in Architecture. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi, 1, 207-224.

GÜRSEL DİNO, İ. 2015. Tasarım ve Hesaplamanın Doğası. Dosya, 35, 9-13.

GÜVEN, M. 2004. Öğrenme Stilleri ve Öğrenme Stratejileri Arasındaki İlişki. Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Eğitim fakültesi Yayınları.

HAREL, D. 1992. Algorithmics: The Spirit of Computing. Addison-Wesley Reading, MA.

HARVEY, D. 1997. Postmodernliğin Durumu. (S. Savran, Çev.), İstanbul, Metis Yayınları.

ŞAHİNER, R. 2006. Geometrik Uzamda Sınırlanan Bedenin ve Sanatın Görünüşü. Anadolu Sanat, 17.

ORTIZ, C., BOYCE, M. C. 2008. Bioinspired structural materials. Science, 319,1053–4.

OXMAN, N. 2006. Performative Morphologies Morpho-Ecologies, Architectural Association, London, UK, 100-111.

OXMAN, N. 2015. Templating Design for Biology and Biology for Design. Architectural Design, 85, 100-107.

OXMAN, N. 2006. Techniques and Technologies in Morphogenetic Design, Architectural Design, Wiley-Academy Press, London, UK, 66-67.

OXMAN, N. 2010. Structuring Materiality: Design Fabrication of Heterogeneous Materials. Architectural Design, Special Issue: The New Structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies, 80, 78-85.

THOMPSON, A. 1917. On Growth and Form: The Complete Revised Edition, New York, Dover Publications.

TUCK, M. 2010. Gestalt Principles Applied in Design.

Evaluation of Visual Calculation Processes in Shape Grammers

Can Uzun[1]
[1]İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]www.itu.edu.tr, [1]uzunc@itu.edu.tr

Abstract. This study is a proposal for evaluating visual calculation processes in shape grammars. Formalization of shape grammars is regarded as a problematic since the definition of shape grammars. The primary goal of the study is to be able to understand the visual calculation processes in shape grammars and it is intended to contribute to the formalization of the visual calculation process in shape grammars. Before the evaluation process of visual calculation, the studies in the area have been examined. The feature that differentiates this work from the other works is that it takes a detailed intellectual point of view of the visual calculation process in the process of formalization of shape grammars. In the past studies, it has been directed to formalize grammatical formations by studying the applications of shape grammars in computer environment. In this paper, a formalization study is presented for the visual calculation process. Another unique aspect of the work can be read as the separation of subjective and objective processes through the visual calculation. Examining similar studies on this subject in the past, it is explained that the relations between the intersection and the boundary points (U02) of the shapes in U11, U12 are a common orientation to formalization in shape grammar. In the next chapter, it was suggested that the geometry of the shape should be explained through the formalization of the visual act because of the importance given to the visual act in shape grammars. In this section, the development of geometry as empirical knowledge is explained and the development of geometry through visual activity is explained by the literature study and the method of formation of the algorithms in the visual calculation process is explained. In the following section, the visual calculation processes are examined in three different topics in the light of the literature. These are the visual construction of the shape, the perception of the shape rule and the perception of the embedded relationship in the forms. Each title is sampled within itself and the algorithms in the visual calculation process of each title are defined. In this study, visual calculation algorithms were derived from the shapes in U12. As a result, visual calculation processes in shape grammars are formulated with a geometric element (point-like feature) and two relations (on line, comparing distances). This work can be proposed as a preliminary study of a more detailed study of visual calculations and visual calculation processes that will be carried out during computerized processes.

Keywords: *Shape Grammers, Visual Calculating, Formalization, Empirical Geometry, Point-like Feature, On Line, Comparing Distance*

Biçim Gramerlerinde Görsel Hesaplama Sürecinin Değerlendirilmesi

Can Uzun[1]
[1]İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]www.itu.edu.tr, [1]uzunc@itu.edu.tr

Özet. Bu çalışma, biçim gramerlerinde görsel hesaplama süreçlerinin değerlendirilmesine dair bir öneridir. Biçim gramerlerinin biçimselleştirilmesi, biçim gramerlerinin tanımlanmasından itibaren bir sorunsal olarak değerlendirilmektedir. Çalışmanın birincil hedefi biçim gramerlerindeki görsel hesaplama süreçlerinin anlaşılmasını sağlayabilmektir ve biçim gramerlerindeki görsel hesaplama sürecinin biçimselleştirilebilmesine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Görsel hesaplamanın değerlendirilmesi sürecinden önce alandaki çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran özellik, biçim gramerlerinin biçimselleştirilmesi sürecinde, görsel hesaplama sürecini detaylı düşünsel bir bakış açısıyla ele almasıdır. Geçmişte yapılan çalışmalarda, biçim gramerlerinin bilgisayar ortamındaki uygulamalarına yönelik çalışmalar ile biçim gramerlerinin biçimselleştirilmesine yönelinmiştir. Bu metinde ise görsel hesaplama süreci özelinde bir biçimselleştirme çalışması sunulmaktadır. Çalışmanın bir diğer özgün yanı ise görsel hesaplama süreçlerinde öznel ve nesnel süreçlerin ayrıştırılması olarak okunabilir. Çalışmanın ilk bölümünde biçim gramerlerinin biçimselleştirilmesi üzerine bir değerlendirme yapılmıştır. Geçmişte bu konu üzerindeki benzer çalışmaların incelenmesiyle, U11, U12' deki biçimlerin kesişim ve sınır noktaları (U02) arasındaki ilişkilerin biçim gramerindeki biçimselleştirilmesinde ortak bir yönelim olduğu açıklanmıştır. Bir sonraki bölümde biçim gramerlerinde görme eylemine verilen önemden dolayı biçimin geometrisinin görme eyleminin biçimselleştirilmesi üzerinden anlatılması önerisinde bulunulmuştur. Bu bölümde geometrinin ampirik bilgi olarak gelişimi aktarılmış, geometrinin görme eylemi üzerinden gelişmesi literatürdeki çalışma ile açıklanmış ve görsel hesaplama süreçlerindeki algoritmaların oluşum yöntemi aktarılmıştır. Daha sonraki bölümde görsel hesaplama süreçleri literatürdeki bilgiler ışığında üç ayrı başlıkta incelenmiştir. Bunlar biçimin görsel inşası, biçim kuralının algılanması ve biçimlerdeki gömülü ilişkinin algılanmasıdır. Her bir başlık kendi içerisinde örneklenmiş ve her bir başlığın görsel hesaplama sürecindeki algoritmaları tanımlanmıştır. Bu çalışmada U12' deki biçimler üzerinden görsel hesaplama algoritmaları çıkarılmıştır. Sonuç olarak biçim gramerlerinde görsel hesaplama süreçleri; bir geometrik eleman (nokta-gibi özelliği) ve iki ilişki (üzerinde, mesafelerin karşılaştırılması) ile formalize edilmiştir. Bu çalışma daha sonra görsel hesaplamalar ve görsel hesaplama süreçlerinin bilgisayara aktarım süreçlerinde yapılacak olan daha detaylı bir çalışmanın ön çalışması olarak önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Biçim Gramerleri, Görsel Hesaplama, Biçimselleştirme, Ampirik Geometri, Nokta-gibi Özelliği, Üzerinde, Mesafelerin Karşılaştırılması*

1. Biçim Gramerlerinin Biçimselleştirilmesine Yönelik Değerlendirme

Khrisnamurti (1980) bir biçim algoritması oluşturmanın şartının biçim gramerinin iyi temsili ile olabileceğini söylemiştir. Biçimin algoritması aynı zamanda biçimi görmenin algoritması olarak karşımıza çıkacaktır. Bir başka deyişle görme eylemindeki hesaplama süreçlerinin deşifresi gerekli hale gelecektir.

Gibs (1999), biçim gramerlerinin tamamen görsel hesaplama için bir temel oluşturmak üzere tasarlandığını söylemektedir. Biçimleri nasıl gördüğümüzü anlamak, görme süreçlerinin biçimselleştirme yöntemlerini, görme eyleminin öznelliğini bozmadan oluşturmaya çalışmak ve bu bilgiyi bilgisayar ortamına adapte edebilme süreci biçim gramerlerinin çalışma alanı içindedir. Görme süreçlerinin öznelliğini bozmadan biçimselleştirmek süreçteki aşılması gereken bir basamaktır.

Keles ve diğ. (2010), biçimleri sınır çizgileriyle birlikte ele alarak biçim gramerlerini tanımlamışlardır, bunun yanında görme eylemindeki öznelliği bozmayacak tanımlamayı Krishnamurti' nin (1980) azami çizgi (maximal line) tanımı yerine kendilerinin oluşturduğu 'algısal bütün' (perceptual whole) ile yapmışlardır. Azami çizgideki problem, analitik soyutlamalarla açıklanan bir kavram olmasıdır (Keles ve dig., 2010). Keles ve diğ.(2010) çizgiler arasındaki ilişkiyi ve çizgilerin sınırlarını oluşturan noktalar ile kesişme noktalarını ele almışlardır, çizgilerin kesişme ve sınır noktalarındaki etiketlerle bu noktaların ilişkisini deşifre etmişlerdir. Khrisnamurti (1980) azami çizgilerdeki gömülü olma durumunu ve boole operasyonlarını, azami çizgilerin başı (head) ve sonu (tail) arasındaki ilişkilerle çözümlemiştir. Tüm bunların yanında, Jowers & Earl (2010), düz çizgiler yerine eğrileri biçim gramerleri üzerinden değerlendirmişlerdir, iki eğrinin kesişip kesişmediği ya da birleşerek aynı eğrisellikte giden tek bir eğri oluşturup oluşturamayacağını, eğrilerin son noktaları (end points) arasındaki ilişkilerle tanımlamışlardır.

Biçim gramerlerindeki biçimselleştirme süreçleri geometrik ilişkilerin tanımlanması şeklinde olduğu söylenebilir. Ve ilişkiler U_{02} üzerinden kurgulanmaktadır. Biçim gramerlerinde U_{02} de tanımlanan nokta geometrileri arasındaki ilişkilerin matematiksel ifadeleri, geçmişte yapılan tüm çalışmalardaki ortak nokta olması nedeniyle (Khrisnamurti, 1980-1981; Jowers &Earl, 2010; Keles ve Dig.,2010) bize biçim gramerlerinin formel mantığını sunabileceğini kabul edebiliriz. Bunun yanında biçim gramerlerindeki geometrik ilişkilerin tanımlanması her seferinde nevi şahsına münhasır bir yöntemle ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Bu durumdan dolayı biçim gramerinin ortak bir biçimselleştirme tabanı üzerinden değerlendirilmesi gerekli olabilir. Bu nedenle bu çalışmada biçim gramerlerini geometrik aksiyomlarla üretme potansiyeli sorgulanmıştır. Biçim gramerlerinin biçimselleştirme süreçlerine ortak bir taban olarak geometrik aksiyomlar kullanılabilir. Ancak dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta aksiyomların soyut yapısının biçim gramerlerinde karşılığını görsel hesaplama ile bulamaması ihtimalinin olmasıdır. Tamamen mantıksal soyutlamalarla oluşan geometriler ile görme algısının oluşturduğu geometrilerin mantık yapısı farklı olacaktır. Bir çizgi üzerinde sonsuz sayıda nokta bulunması durumu soyut bir tabana sahiptir, görme eylemi ile böyle bir sonuca ulaşılamaz. Görme eyleminde bir çizgi belli bir uzunluktaki bir boyutlu (U_{11}, U_{12}, U_{13}) biçim olarak algılanacaktır. Sheider & Kuhn (2011), yaptıkları

çalışmayla birlikte Öklid geometrisinin aksiyomlarını görme eylemi üzerinden üretebilmişlerdir. Görme eyleminin geometriyi oluşturabilme durumu, biçim gramerlerinin görsel hesaplama süreçlerini açıklayabilir. Görmenin öznelliği ile biçim gramerleri açıklanabilir. Bu nedenle bu çalışmanın yöntemi olarak Sheider & Kuhn' un (2011), oluşturduğu geometri tanımları kullanılacaktır.

2. Görme Eylemi Temelinde Gelişen Geometri

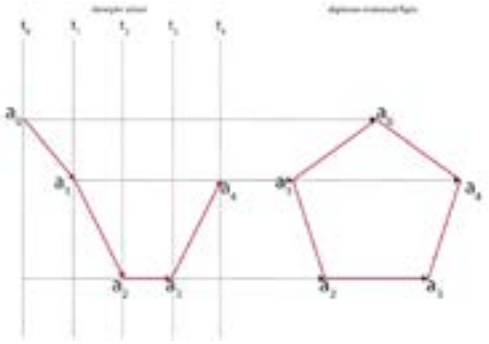
Görme duyusunun etkeni olan görseli oluşturan geometrik bilgi, görme duyusunun önemine rağmen Öklid geometrisinde aksiyomlar soyut taban üzerinden kesin tutarlılığı ile gelişmiştir. Öklid'in geometrisi apriori bilgiyi içeren rasyonel bir mantık içerisindedir. Oysaki Russell (1897), geometrinin tüm aksiyomlarının ampirik olduğunu belirtmiştir ve geometrinin ilişkiler üzerinden gelişebilecek bir bilgi olması düşüncesiyle geometriyi tanımlamıştır.

Tarski & Givant (1999), geometriyi sadece nokta geometrisi ile geliştirmişlerdir. Nokta geometrisinin yanında aradalık (betwenness) ve eşuzunluk (equidistance) ilişkileriyle Öklid' in aksiyomlarını üretilebilmişlerdir. Tarski & Givant' ın (1999) tanımladığı ilişkiler deneyimlenebilen kavramlar olması bakımından Öklid' in kurduğu geometriden ayrılmaktadır. Öklid' in tasarladığı soyut geometri Tarski ile birlikte yerini deneyimlenebilen bir geometriye daha çok yaklaştırmıştır. Aradalık ve eşuzunluk ilişkileri; kuralları görme duyusu ile algılanabilecek bir geometriyi sağlayabilen kavramlar olması açısından önemlidir.

Geometri alanındaki gelişmeler görme duyusuna daha da fazla önem vererek, Öklid' in aksiyomlarını deneyimlerle üretme çalışmalarına da yer vermiştir. Buna örnek olarak Scheider & Kuhn (2011), Öklid' in aksiyomlarını görme deneyimi üzerinden üretmişlerdir. Geometrinin deneyimden beslenen yapısına Stiny (2006) de görme duyusuna verdiği önem ile biçim gramerlerini (Shape Grammer) oluşturarak katkıda bulunmuştur.

Scheider & Kuhn (2011), kurduğu ampirik geometrinin temelini insanın dikkat eylemi oluşturmaktadır. Scheider & Kuhn (2011); Öklid, Hilbert ve Tarski' nin kullandığı geometrik tanımlardan noktayı dışlamışlardır, geometrinin kurulmasını sağlayan başlangıç düşüncesinin (primitive notion); nokta, çizgi gibi matematiksel soyut kavramlar değil, insan algısının yetkinliğinin ön planda olması gerektiğini savunmuşlardır. Böylece geometrilerinde insanın görme eylemindeki dikkat anlarına odaklanarak, nokta geometrisi yerine, nokta-gibi özelliği (*point-like feature*) tanımlamasını geometrilerinin temeli haline getirmişlerdir. Nokta-gibi özelliği (*PF*), dikkatteki değişimin oluştuğu iki an üzerinden tanımlanmıştır ve *PF(x,y)* şeklinde gösterilmiştir. Buradaki *x* ve *y* dikkat değişimindeki iki anı göstermektedir. Herhangi iki *PF* arasındaki ilişki ile geometri tanımlanabilmektedir (Scheider &Kuhn, 2011). Bunun yanında Tarski' nin kullandığı *aradalık* ve *eşuzunluk* ilişkilerini de geometrilerine dahil ederek aradalık özelliğini üzerinde (*on line, OnL*), *eşuzunluk* özelliğini ise mesafelerin karşılaştırılması (*comparing distance, xy=Lyz*) olarak tanımlamışlardır. Karşılaştırma tanımındaki *xy* ve *yz* eş uzunluktaki iki farklı çizginin tanımlanması olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken *karşılaştırma ve üzerinde olma* kuralları insan algısı ve deneyimi ile birlikte kavranabilecek kurallar olmasıdır. Böylece Sheider & Kuhn' un geometri tanımı *nokta-gibi özelliği*, *OnL* ve *xy=Lyz* tanımları üzerinden gelişmiştir.

Bu kurallarla birlikte herhangi bir düzgün eşkenar beşgen üretilebilir. Bir beşgenin beş farklı *nokta-gibi özelliği* olduğunu söyleyebiliriz. Öklid geometri tanımında bunlar çokgenin köşelerini oluşturan noktalardır ve bu *nokta-gibi özellikleri* arasındaki dikkat hareketlerinin değişimi ve dikkat hareketleri arasındaki ilişki beşgeni oluşturacaktır. Beşgen üzerindeki her bir kenar bir diğer kenar ile *karşılaştırma kuralı* ile değerlendirilerek çizgi uzunluklarının eş olup olmadığı sonucuna ulaşılabilir. Böylece düzgün bir beşgenin oluşumu, görme eyleminin zaman içerisindeki hareketi ile tamamlanabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Düzgün Beşgen geometrisinin 'dikkat hareketlerindeki değişim' ile üretimi

3. Görsel Hesaplama Süreçleri ve Değerlendirilmesi

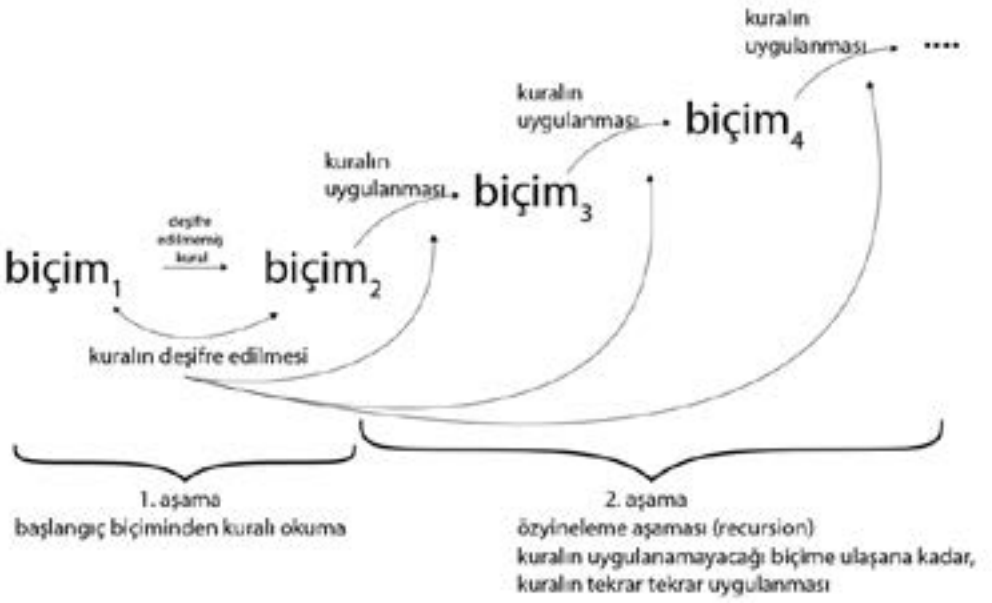
George Stiny, biçim gramerlerini anlattığı kitabını; "BİÇİM: Görmek ve Yapmak Üzerine Konuşmak" ismiyle sunmuştur. Kitabının isminden de anlaşılabileceği gibi biçim gramerlerinin oluşumunda görme duyusu büyük öneme sahiptir. Stiny (2006), biçimlerin algılanışı için "Kavradığınız şey, gördüğünüz şeydir. (What you see is what you get.)" diyerek biçimin görme eyleminin bir çıktısı olduğu çıkarımını yaptığı söylenebilir. Stiny (2006) biçim gramerlerinde bir tür hesaplama yapıldığını söylemiştir.

Bu çalışmada tartışmaya açılan konu, görsel hesaplamanın (visual calculating) biçim gramerlerinde nasıl bir sürece dahil olduğudur. Stiny (2006) görsel hesaplama ve muhakeme üzerine sorduğu sorular sonucunda görsel hesaplamanın görsel muhakemeyi kapsadığını söylemiştir. Stiny (2006) biçimler içerisinde gömülü biçimlerin bulunma durumunun görsel hesaplama süreçlerinde olduğunu; muhakeme için ise kuraldaki bir sonraki adımda biçime nasıl bir müdahalede bulunacağının kararının verilmesi süreci olduğunu söylemektedir. Bu açıklamalar, biçim gramerlerinin biçimselleştirilmesi yönünde önemli açıklamalar olarak okunabilir. Biçimselleştirmede göz önünde bulundurulması gereken durum görmenin öznelliğini bozmayacak tanımlamaların yapılmasının gerekliliğidir. Bu nedenle geometrinin görme eylemi ile oluşturulduğu, Sheider & Kuhn' un çalışmasından yararlanarak biçim gramerlerindeki hesaplama süreçleri açıklanmaya çalışılacaktır.

James Gips (1975) biçim gramerlerindeki kuralların uygulanma prosedürünü dört adımda açıklamıştır. İlk iki adım biçime uygulanacak olan kuralın öğrenilmesi sürecidir, diğer 2 adım ise kuralın uygulanması ve kuralla birlikte çıkan biçime karar verme sürecidir. Böylece Gibs' in prosedürünün ilk 2 adımının Stiny' nin *görsel hesaplama* sürecini anlattığı sonraki iki adımın ise *görsel muhakeme* sürecini açıkladığı söylenebilir.

Görsel hesaplama sürecinin biçimselleştirilmesinden önce hangi süreçlerin görsel hesaplamaya dahil olduğunun açıklanması gerekmektedir. Stiny (2006) ve Gibs (1975) yaptıkları açıklamalarla birlikte görsel hesaplamanın olduğu süreçleri sıralayabiliriz. Biçim gramerlerindeki görsel hesaplama süreci bu

Şekil 2. Biçim gramerinin uygulanma aşamaları



Şekil 3. Biçimde gömülü olan biçimleri görme

çalışmada, 3 farklı süreç ile tanımlanmıştır.

Biçimin görsel inşasının, görsel hesaplama içerisinde olduğu söylenebilir. Bir biçime bakıldığında biçimi algılamaya başladığımız ilk andan son ana kadar olan süreç görsel hesaplama süreci olarak değerlendirilebilir.

Bir diğer görsel hesaplama durumu biçim gramerindeki kuralın algılanmasıdır. Kuralın sol ve sağındaki biçimler öncelikle görsel olarak inşa edilecek ve iki biçim arasındaki görsel fark ve benzerliklerin ne olduğu üzerinden kural tanımı çıkarılabilecektir (Şekil 2).

Son olarak biçim gramerlerinin biçimselleştirilmesinde en önemli uğraş alanlarından biri olan biçimdeki gömülü (embedding rerlation) biçimlerin bulunması sürecidir (Şekil 3).

Böylece görsel hesaplamada üç süreç; biçimin oluşturulması, biçim kuralının okunması ve biçimdeki gömülü biçimin görünmesi şeklinde sıralanabilir. Birinci (biçimin oluşturulması) ve üçüncü durum (gömülü olma ilişkisi) görmenin öznelliği ile birlikte değişiklik gösterebilecek olan süreçlerdir. Ancak ikinci durum nesnel olan kuralın algılanması şeklinde okunabilir.

4. Görsel Hesaplama Süreçlerinin Biçimselleştirilmesi

Bu bölümde biçim gramerlerindeki görsel hesaplama süreçleri Sheider & Kuhn' un (2011) geliştirdikleri geometri tanımlamalarıyla açık-

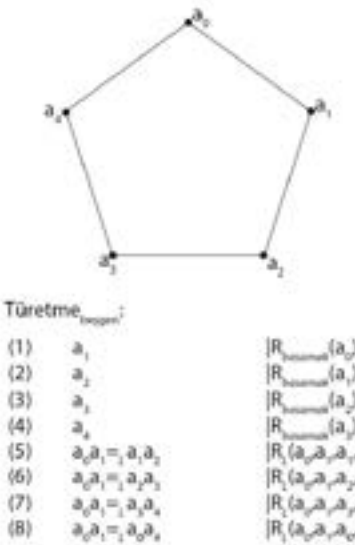
lanacaktır. Öncelikle biçimin oluşturulması, sonrasında biçim kuralının algılanması ve biçimdeki gömülü biçimin görülmesi süreçleri açıklanacaktır. Bu bölümde görsel hesaplama süreçleri açıklanacak biçimler, U_{12} deki biçimler olacaktır.

4.1 Biçimin Görsel İnşası

Bir önceki bölümde biçimin inşa sürecinin öznel durumundan bahsedilmişti. Buradaki öznellik biçimi oluşturacağımız PF'lerin sıralamasıyla ilgilidir. PF'ler yani dikkatteki değişimin olduğu anlardaki *nokta gibi özellikleri*, öznel olarak farklı şekillerde kurgulanabilir. Şekil 4' te görülen beşgenin inşa sürecinde, beşgenin en üstündeki PF a_0 olarak adlandırılmıştır, a_0 *nokta gibi özelliği*nin yeri tamamen öznel bir seçimle belirlenmiştir. Biçimin inşası a_0 ile başlayarak daha sonraki dikkatteki değişimler sırasıyla a_1, a_2, a_3, a_4 olarak adlandırılmıştır. Beşgenin türetilme süreci 8 basamaklı bir algoritmaya dönüşmüştür. Algoritmanın ilk dört basamağında dikkatteki 4 değişim gösterilmektedir. Başlangıç noktası a_0 olarak belirlendiği için a_0' dan başlayarak her bir PF'ye uğrayan 4 farklı dikkatte değişim anı oluşturulmuştur. Algoritmadaki son 4 basamak ise PF'ler ile oluşturulan kenarların birbirleriyle kıyaslanması şeklindedir. Kıyaslama en kısa yol kullanılarak 4 basamakta elde edilebilmektedir. Her bir kenar Sheider & Kuhn' un (2011) belirlediği mesafelerin karşılaştırılması kuralı ile tanımlanmıştır.

4.2 Biçim Kuralının Algılanması

Biçim kuralının algılanması, görsel hesaplama süreçlerindeki nesnel bölüm olarak sınıflandırılmıştı. Buradaki nesnellik kuralın aynı şekilde uygulanmasının gerekliliği nedeniyle ortaya çıkmıştır. Biçim kuralının görsel hesaplama



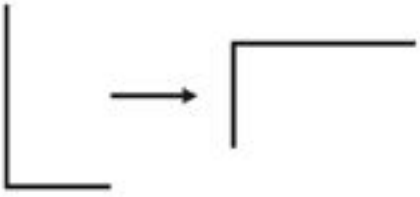
Şekil 4. Beşgen biçimi Sheider& Kuhn'un tanımıyla oluşturma

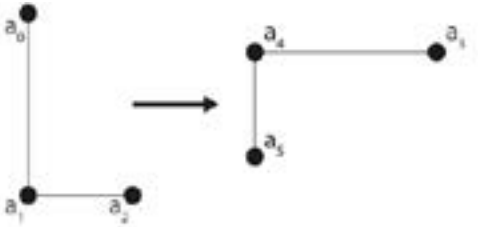
algoritması oluşturulurken 4 farklı sürecin algoritması çıkarılabilir. Bu süreçler sırasıyla; kuralın sol ve sağındaki biçimlerin inşası, kuralın sol ve sağındaki biçimlerin karşılaştırılması ve son olarak kuralın ne olduğuna karar verilmesi sürecidir. Burada inşa süreci bir önceki Biçimin Görsel İnşası bölümünde anlatılanla aynı şekilde üretilecektir. Sonrasında ise Sheider & Kuhn' un mesafelerin karşılaştırılması kuralı ile biçime uygulanan kural bulunmuştur (Şekil 5). L biçiminin 90° saat yönünde döndürülmesi kuralı 9 basamaktan oluşan algoritma ile açıklanmıştır.

4.3 Biçimlerdeki Gömülü İlişkinin Algılanması

Biçim gramerlerinde gömülü ilişkilerin okunması süreci de öznel görsel hesaplama süreçleri arasındadır. Bu süreçteki öznellik Stiny'nin (2006) gördüğümüz şeye olan vurgusu ile de okunabilir. Bir biçimdeki gömülü diğer biçimler öznel şekilde seçilebilir. Bu durumun mate-

Şekil 5. Öklid operasyonlarından döndürme eyleminin Sheider& Kuhn'un tanımıyla algılanması





biçim 1 → biçim 2

Türetme$_{\text{biçim 1}}$:

(1) a_0 $|R_{\text{başlamak}}(a_0)$
(2) a_1 $|R_{\text{başlamak}}(a_1)$
(3) $a_0a_1 \neq_L a_1a_2$ $|R_L(a_0,a_1,a_L,a_2)$

Türetme$_{\text{biçim 2}}$:

(1) a_4 $|R_{\text{başlamak}}(a_3)$
(2) a_5 $|R_{\text{başlamak}}(a_4)$
(3) $a_3a_4 \neq_L a_4a_5$ $|R_L(a_3,a_4,a_4,a_5)$

Karşılaştırma$_{\text{biçim 1/biçim 2}}$:

(1) $a_0a_1 =_L a_3a_4$ $|R_1(a_0,a_1,a_3,a_4)$
(2) $a_1a_2 =_L a_4a_5$ $|R_1(a_1,a_2,a_4,a_5)$

Değerlendirme$_{\text{biçimsellik}}$:

(1) Döndürme operasyonu

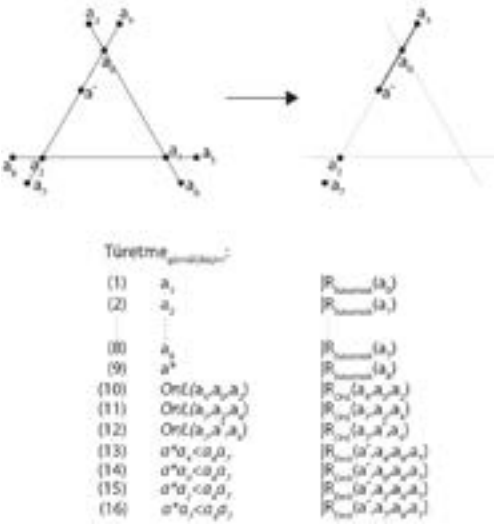
matiksel karşılığı ise Şekil 6' de gömülü bir biçimi bulduran algoritmanın basamaklarındaki 11. adım ile başlar. a_1' den a_8' e kadar olan PF'lerin oluşturulmasının yanında bir a* PF' si daha oluşturulmuştur. Bu a* PF' si a_4a_7 çizgisi üzerinde herhangi bir yerde bulunan PF'yi göstermektedir. a*' ın nerede konumlanacağı ise dikkat odağının öznel yapısı ile ilgili olacaktır. a*'ın konumlanacağı yer seçimi, öznenin odaklandığı yer ile oluşacaktır. Şekil 6'de oluşturulan algoritmanın ilk 8 basamağında, biçimdeki kesişme ve biçimdeki çizgilerin sınır PF' leri, U_{02}' de oluşturulmuştur. Daha sonra öznel bir şekilde odak noktası a*' konumlanmış ve a* PF' si oluşturulmuştur. Algoritmadaki 10., 11. ve 12. basamaklarda ise Sheider & Kuhn' un (2011) tanımladığı OnL kuralı kullanılarak a_4, a_0, a*, a_2, a_7 PF'lerinin doğrusal

olduğu gösterilmiştir. Bu durum Khrisnamurti' nin (1980) azami çizgisi tanımındaki durumunu açıklamaktadır. Khrisnamurti' nin tanımına göre azami çizgi a4a7 olacaktır. Daha sonra REmb kuralı ile biçimlerin gömülü olma ilişkisi '<' işareti ile tanımlanmıştır. Şekil 6'daki biçim için, toplamda 16 basamaklı bir algoritma ile a_4a_7 biçimi üzerindeki tüm gömülü biçimlerin bulunması hedeflenmektedir.

5. Sonuç

Geometrinin tarihsel gelişimi sırasında biçim grameri de bu süreçteki son halkalardan beslenerek gelişmiştir. Geometrinin ampirik bir bilgi olması yönündeki gelişmelerle birlikte biçim gramerleri de görme eylemi deneyiminden beslenerek gelişmiştir. Stiny (2006), biçim gramerlerinde görme eyleminin önemini vurgulamıştır. Bu nedenle Sheider & Kuhn'un (2011) Öklid' in aksiyomlarını görme eylemindeki dikkat değişim anlarıyla tanımlayarak kurdukları geometri, bu çalışmada bahsedilen her bir görsel hesaplama sürecinin algoritmasının oluşturulmasında yöntem olarak kullanılmıştır.

Bu çalışma biçim gramerlerinin görsel hesaplama sürecinin deşifresinin başlangıç çalışması olarak öne sürülmüştür. Biçim gramerlerinde görsel hesaplama süreci 3 başlık altında incelenmiştir. Bunlardan ikisinin öznel olduğu diğerinin ise nesnel olduğu belirtilmiştir. Öznel hesaplama süreçleri biçimin görsel inşası ve biçimlerdeki gömülü ilişkinin algılanmasıdır. Nesnel olan görsel hesaplama süreci, biçim kuralının algılanması sürecidir. Her bir görsel hesaplama sürecinin algoritması Sheider & Kuhn' un (2006) geliştirdiği yöntem ile yazılmıştır. Sonuç olarak sadece bir geometrik elaman (PF) ve iki ilişki (mesafelerin karşılaştırılması/xy=Lyz, çizgi üzerinde/OnL) kullanılarak



Şekil 6. Biçimlerdeki gömülü olma ilişkisinin Sheider& Kuhn'un tanımıyla değerlendirilmesi

görsel hesaplama süreci formelize edilmiştir.

Tapia (1999), biçim gramerlerinin ortaya çıkması ile birlikte, bilgisayar ortamlarında biçim gramerlerinin uygulanışının da çözülmesi gereken bir durum olarak karşımıza çıktığını söylemektedir. Bu çalışmanın biçim gramerlerinin bilgisayarda uygulanma süreçlerine katkı sağlayabilecek sonuçlarının olabileceği düşünülmektedir. Gibs (1999), bilgisayarlarda gerçekleştirilen biçim gramerleri görevlerini üç farklı program başlığında açıklamıştır. Bunlar biçim grameri yorumlayıcı program (shape grammer interpreter-SGI), ayrıştırıcı program (parsing) ve çıkarım yapan program (inference) şeklinde sıralanmaktadır. Ayrıştırıcı program ise biçim kuralını algılayarak, biçimi oluşturan kuralları sıralamaktadır. Bu çalışmadaki görsel hesaplama süreçlerinin değerlendirilmesi ve bu süreçlere dair algoritmalar gelecek çalışmalarda ayrıştırıcı (parsing) programlar için kullanılabilecek bir çalışmaya dönüşebilme potansiyeli bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

GIPS, J. 1975. Shape Grammars and Their Uses. Munich, Birkhauser.

GIPS, J., 1999. Computer Implementationof Shape Grammers. MIT.

JOWERS, I. & EARL, C., 2010. The Construction of Curved Shapes. Environment and Planning B, 37, 42-58.

KELES, H., Y., ÖZKAR, M. & TARI, S., 2010. Embedding Shapes without Predefined Parts. Environment and Planning B, 37, 664-681.

KHRISHNAMURTI, R., 1980. The Arithmetic of Shapes. Environment and Planning B, 7, 463-484.

KHRISHNAMURTI, R., 1981. The Construction of Shapes. Environment and Planning B, 8, 5-40.

RUSSELL, B. 1897. An Essay on the Foundations of Geometry. Cambridge, Cambridge University Press

SCHEIDER, S. & KUHN, W. 2011. Finite Relativist Geometry Grounded in Perceptual Operation, Spatial Information Theory Lecture Notes in Computer Science, 304-327.

STINY, G. 2006. Shape: Talking about Seeing and Doing. Cambridge, MIT Press.

TAPIA, M., 1999. A Visual Implementation of a Shape Grammer System. Environment and Planning B: Planning and Design. 26. 59-74.

TARSKI, A. & GIVANT, S. 1999. Tarski' s System of Geometry. The Bulletin of Symbolic Logic, 5, 2, 175-214.

Digital Marketing in Architecture: Politics of Software Technologies in Architectural Design Process

Hanife Sümeyye Taşdelen[1]; Doç.Dr.Leman Figen Gül[2]
[1,2] İstanbul Teknik Üniversitesi; İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]hsumeyyetasdelen@gmail.com;
[2]https://istanbultek.academia.edu/LemanFigenGul, [2]fgul@itu.edu.tr

Abstract. Over the last few years, academic assessments of the software, data, and digital technology networks have been made creating a unique epistemology of self-nourishing and transforming. From the point of view of the architectural discipline, with the diversity of digital technologies and the prevalence of usage, new theories and different market policies are developed. Software technologies have made digital fabrication, architectural simulations, experimental form studies and search for new materials as part of architectural design and research processes that would become the part of new constructivist theories. There are also conceptualizations that software tools represent a new way of thinking. In terms of understanding the ontological background of software technologies, it is important to understand the changing expression of forms that the programming culture and the software language create. In this paper, conceptual dimensions of software technologies and the dimension of leading to theoretical discussions are discussed. The paper aims to show how the prominent software and information technologies are related to architectural design processes. This paper is the first attempt of a larger study of how and why architectural products have undergone a transformation in terms of form and context in the direction of changing design technology policies.

Keywords: *Digital design, programming culture, software politics, digital design theory*

Mimarlıkta Dijital Piyasa: Mimari Tasarım Süreçlerinde Yazılım Teknolojisi Politikaları

Hanife Sümeyye Taşdelen[1]; Doç.Dr.Leman Figen Gül[2]
[1,2] İstanbul Teknik Üniversitesi; İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]hsumeyyetasdelen@gmail.com;
[2]https://istanbultek.academia.edu/LemanFigenGul, [2]fgul@itu.edu.tr

Özet. Son yıllarda karşı karşıya olduğumuz yazılım, veri ve dijital teknolojiler ağının kendi kendini besleyen ve dönüştüren bir sahada özgün epistemolojisini oluşturduğuna dair akademik değerlendirmeler yapılmaktadır. Mimari disiplin açısından bakarsak, dijital tasarım teknolojilerinin çeşitliliğinin ve kullanımdaki yaygınlığının, yeni tasarım teorilerini ve farklı piyasa politikalarını da üretmiş olduğu görülmektedir. Yazılım teknolojileri; dijital fabrikasyonu, mimari simülasyonları, deneysel form çalışmalarını ve yeni malzeme arayışlarını mimari tasarım ve araştırma süreçlerinin bir parçası haline getirmiş, bununla birlikte yeni yapısalcı teoriler tartışılmaya başlanmıştır. Ayrıca yazılım araçlarının yeni bir düşünme biçimini ifade ettiğine yönelik kavramlaştırmalar yapılmaktadır. Bu düşünme biçiminin ve yazılım dilinin değişen ifade biçimleriyle oluşturduğu programlama kültürü, yazılım teknolojilerinin ontolojik zeminini anlamak açısından önemlidir. Bu bildiride öncelikle tasarım alanında gelişen yazılım teknolojilerinin kavramsal boyutları ve sebep olduğu teorik tartışmalar konu edilmekte, öne çıkan yazılım ve bilgi teknolojilerinin mimari tasarım süreçleriyle nasıl bir ilişki ağı içinde olduğunun ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu tartışma değişen teknoloji politikaları doğrultusunda mimarlık ürünlerinin biçim ve bağlam açısından nasıl ve neden bir dönüşüm geçirdiğini bulgularıyla ortaya koymayı hedefleyen daha geniş kapsamlı bir araştırmanın bir ön çalışması olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Dijital tasarım, programlama kültürü, yazılım politikaları, dijital tasarım teorisi*

1. Tasarımda Programlama Kültürü

Mitchell (1996), bilgisayarlar ilk üretildikleri halleriyle, yani pahalı ve büyük boyutlarda kalmış olsalardı, gelişmiş ve yaygınlaşmış bir ağ sistemi kurmaya gerek olmayacağını söyler. Küresel şebekelerin (küresel ağ, internet) gelişmesi, kişisel bilgisayarların (küçük ve ucuz) ve dolayısıyla onlarla birlikte çalışacak kitlesel üretim yazılımlarının gelişiminde itici güç olmuştur (Mitchell, 1996). Mimari tasarım süreçlerinin dijital ortama taşınması da diğer pek çok kültür endüstrisinde olduğu gibi, IBM'in 1981 yılında piyasaya sürdüğü kişisel bilgisayarlarla başlamış olup, kelime işlemci, çizim, boyama, 3D modelleme, animasyon, müzik besteleme ve düzenleme, hipermedya ve multimedya yazarlığı vb. konularda teknik olmayan kullanıcıları hedefleyen bir Grafik Kullanıcı Arayüzüne sahip olan (kullanımı kolay) yazılımların piyasaya sürülmesiyle sağlanmıştır (Manovich, 2013). Dolayısıyla 90'lı yıllarda yaşanan ticari yazılımların yaygınlaşması ve gelişmesi sayesinde, başlangıçta mühendisliğin çeşitli alanlarında (uçak, araba, gemi, makine vb.) sınırlı ve daha teknik açıdan donanımlı kullanıcı tarafından kullanılırken, sözü edilen gelişmeler sayesinde yaratıcı endüstri kullanıcıları da dijital tasarım araçlarını kullanmaya başlamışlardır (Mitchell, 2005: 80-90).

Yazılım programlarının medya, sanat, mimarlık, iletişim gibi pek çok alanda vazgeçilmez araçlar ve ortamlar haline gelmeleri aynı zamanda kültürel, görsel ve edebi ifadelerin yeni mecrası olmalarına yol açmıştır. 2000'li yıllardan günümüze kadar gelen süreçte, yazılım firmaları, tasarım ve mimarlık alanına hizmet edecek ürünlerini arttırmış, mimarlar da bu yazılımların aktif kullanıcıları olup programlama dilini tasarım kültürüne dahil etmeye başlamışlardır (Silver, 2006). Yeni tasarım kültürüyle, teknoloji artık daha erişilebilir, daha kolay olup, yaygınlaşmakta ve bu kullanım 'programlama kültürünün' oluşmasına sebep olmaktadır (Parisi, 2013). Parisi'ye (2013) göre programlama kültürü dijital medyayı kullanarak farklı kültür biçimlerini ifade etmekle sınırlı değildir, aynı zamanda verinin programlama araçlarıyla düzenlenmesi, işlenmesi, sıralanması, sınırlandırılması ve görselleştirilmesini de kapsar. Programlama kültürünün mimari tasarımdaki yansımalarını anlamak için yazılım programlarının, özellikle son otuz yılda geçirdiği dönüşümler ve gelişmeler incelenmelidir. Bu süreçte yazılım programlarının dili ve kullanıcı dostu arayüzleri, mimarların hesaplamalı tasarım araçlarını kullanmalarını teşvik etmiştir (Dunn, 2012). Aslında hesaplamalı tasarım araçları ve programlama kültürü, tasarımın sürecinin özünden çokta farklı olmayan bir rasyonel düşünüş gerektirir. Kwinter (2008) "tasarım bilgiden kültüre ve şehir altyapısına kadar pek çok sistemi değiştiren ve üreten rasyonel bir tekniktir", der. Bu rasyonel süreçte tasarımcılar, karşılaştıkları tasarım sorunlarına, kullanılan teknolojinin imkanlarına göre yaklaşmaktadırlar (Kotnik, 2010).

Günümüzde az sayıda mimarın yazılım programlarının arka planında çalışan algoritmalar hakkında bilgi sahibi olduğu söylenebilir. Çoğu kez tasarımcı ve yazılım programı arasındaki etkileşim, ekranda görüntülenen komutların manipülasyonundan ibaret olmakta, sistemin arka planındaki matematiksel süreçler ihmal edilmektedir (Rocker, 2006). Rocker (2006) az sayıda mimarın ve sanatçının (Karl Chu, Kostas Terzidis, Mike Silver gibi mimar ve sanatçıları örnek vererek), kodlama yaparak, kendi tasarım araçlarını ve ortamlarını geliştirdiklerinden bahseder. Terzidis (2003), kodlama dillerini kullanmanın tasarımcılar için, daha

önce hayal edilemeyecek tasarım ve üretim imkanları sunduğunu savunur. Kotnik'in hesaplamalı düşünce sınıflandırmasına katkı olarak, Terzidis de algoritmik süreçleri, üst düzey bir soyutlama eylemi olarak ifade eder ve algoritmik tasarımların deneyim veya algı ile mutlaka ilişkili olmak zorunda olmayan soyut kalıpları temsil ettiğini belirtir. Bu bağlamda algoritmik tasarım süreçleri, algılama sınırlarının ötesine uzanan bir araştırma aracı haline gelmiş olur.

2. Dijital Tasarım Kavramı ve Teorisi

Dijital tasarım temelde algoritmik, parametrik ve hesaplamalı düşünme süreçlerini dijital ortamlarda gerçekleştirdiğimiz bir süreci öngörür. Bu sürecin aşamaları; Temsili, Parametrik ve Algoritmik olmak üzere üç seviyede tanımlanmıştır (Kotnik, 2010). Bu seviyeler mimari ürünün kalitesiyle değil, sayısal düşünme sürecinin ürünü olup olmamasıyla ilişkilendirilmektedirler (Kotnik, 2010) (Şekil 1). Sözü edilen rasyonel düşünmede, aynı matematiksel fonksiyonda görülebileceği gibi, sebep ve sonuç arasındaki işlem kuralları geçerlidir. BDT programlarının özellikle ilk sürümleri, geometrik modelleme ve 3 boyutlu fotogerçekçi sunum imkanları sağlamalarına rağmen, yeterince etkin rasyonel bir düşünüş aracı olarak kullanılamamışlardır (Oxman, 2006). Bu yüzden, ilk BDT modelleri dijital tasarım yöntemleri arasında temsili hesaplama seviyesi olarak gösterilirler (Oxman, 2006). Bizim bu bildiri kapsamında ele aldığımız sayısal düşünme süreci Parametrik ve Algoritmik seviyeleri kapsamaktadır.

Dijital tasarım teorisinin semantik ağını ve kavramsal haritasını belirlemek için, Oxman'ın (2012) 'Serbest Biçim', 'Performans', 'Parametrisizm', 'Morphojenesis' kelimelerini referans aldığı sistematik yaklaşımını inceleyebiliriz. 'Serbest Biçim' karmaşık geometrik yaklaşımın bir ifadesi olarak RHINO, CATIA gibi NURBS[1] esaslı programların öncülüğünde tasarımda uygulanabilmiştir. 'Performans' tabanlı-mimari tasarım, çok çeşitli simülasyon araçları tarafından yürütülen bir sürecin parçasıdır. Burada sadece binanın strüktürel, akustik vb. performansı değil, kullanıcının deneyimlediği mekânsal performans da söz konusudur. Oxman'a göre Parametrik tasarım ve 'Parametrisizm' dijital tasarım alanında yeni bir aşamayı ifade etmekte olup, ilişkisel tasarım kavramını ileri seviyeye taşıyarak topolojik çeşitliliğe katkıda bulunacak çözümler üretilmesi sürecini kapsar (Oxman, 2012, s. 25). Parametrik tasarımın esas amacı, bileşenler arasında derin ilişkiler kurmak, yapılı çevrenin gelişen değişken verilerini göz önüne alarak veya bunları önceden belirleyerek çeşitli senaryoları üretmek ve bunları değerlendirebilmek için gerçek zamanlı entegrasyona imkan vermektir (Parisi, 2013, s.105). Diğer

1 Non-Uniform Rational B-Spline

Şekil 1. Kotnik'in Dijital Tasarım seviyelendirmesi (Kotnik, 2010), (yazar tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir).

bir anahtar kavram olan 'Morphojenesis' doğadaki form üretme kurallarının çalışmalarıyla ilişkilenen bir söylem olarak değerlendirilir (Oxman, 2012). Aslında bu anahtar kelime Biyomimikri, Hücresel Özdevinim, L Sistemler gibi doğanın davranışını taklit eden üretken sistemlerde karşılık bulur.

Tasarım araştırmalarında hesaplamalı teknolojilerin ve dijital metotların dahil olduğu yeni malzeme ve strüktür çalışmalarına katkı sağlayan, malzeme sistemlerinin nasıl bir yapılandırma, kodlama ve fabrikasyon süreçleri olacağını belirleyen teorik çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Dijital Tasarım Ağı[2] olarak isimlendirilen, temel ve alt kavramlar, hesaplamalı dijital modeller ve teknolojiler 'Yeni Yapısalcı bir Paradigmayı' (Oxman, 2012) tarifler. Bu 'Yeni Yapısalcı Paradigma'da, geometri tabanlı tasarımdan, malzeme tabanlı tasarım üretimine kayılmaktadır (Oxman, 2012). Rasyonalizasyon süreçlerinden, fabrikasyona kadar dijital iş akışı tanımlanan yeni yapısalcılık, mimarlıkta yazılım programı ve üretim ilişkisinin yeniden kurgulandığı deneysel pratiklerin de teorik ifadesi olmaktadır. Sonuç olarak Dijital Tasarım Ağı'nın ve Yeni Yapısalcılığın ifade ettiği alan kompleks geometrilerin, dijital temsillerin ve imalatın rasyonalizasyon süreçlerinin mimar, mühendis ve imalatçı işbirliğiyle kontrol edildiği yeni bir ilişkiler ağının tarifi olmaktadır.

Teori ve pratiğin eş zamanlı olarak evrildiği ve geliştiğini söyleyebiliriz (Oxman, 2013). Mimarlık teorisyeni Mario Carpo (2010), teknik olsa dahi her türlü devrimin, tarihin gidişatını değiştirdiğini söyler. Mimarlıkta yaşanan dijital devrim de aynı şekilde, kalıcı sonuçlar doğurmuş ve pek çok uygulama alanında da değişimi beraberinde getirmiştir. Carpo (2010), dijital teknolojinin ve yapım araçlarının 'yaparım çünkü yapabilirim' anlayışıyla kullanılarak erken postmodern dönemin tekno-kültürel ortamının oluşmasında önemli rol oynadığını söyler. Leach de (2009) pratiğin herhangi bir şeklinin teorik bir dürtü ile desteklenmesi gerektiğini belirterek, şuanda mimarlıkta tanık olduğumuz durumun bilim, teknoloji ve malzeme davranışıyla yakından ilgilenen yeni bir teori dalının yükselişi olduğunu belirtir.

Dijital Tasarım alanında kullanılan kavramların gelişim süreci de aynı şekilde, yazılım programlarının sözü edilen yaygınlaşması, gelişmesi ve değişmesiyle irtibatlandırılabilir. Örneğin, 2000'li yılların ilk senelerinde piyasaya çıkan görsel kodlama[3] yazılım programı olma bakımından öncü olan Rhinoceros[4], 2009'da geliştirilen Grasshopper[5] hesaplamalı ve algoritmik tasarım programı ve en bilindik geniş kullanıcıya sahip parametrik tasarım programı, Generative Components[6] (Howes, 2010) yazılımlarının yaygınlaşmasıyla dijital tasarım teorisi uygulamada karşılığını bulmuştur. Bu ilişkiler çerçevesinde tasarımla ilgili yazılım teknolojilerinin gelişimi, uygulama alanları ve politikaları aşağıdaki kısımda ele alınacaktır.

3. Yazılım Teknolojileri ve Politikaları

Dünya genelinde de neo-liberal ekonomik yapılanmanın teşvik edildiği, serbest piyasanın geliştiği bir döneme denk gelen 80'li ve 90'lı yıllar bilgi teknolojilerinin (IT) oluştuğu ve yaratıcı endüstrilerle entegre olduğu yıllar olmuştur (Mitchell, Inouye, Blumenthal, 2003). Bu süreçte, bilgisayar teknolojisi ve elektronik

2 Digital Design Network

3 visual scripting softwares

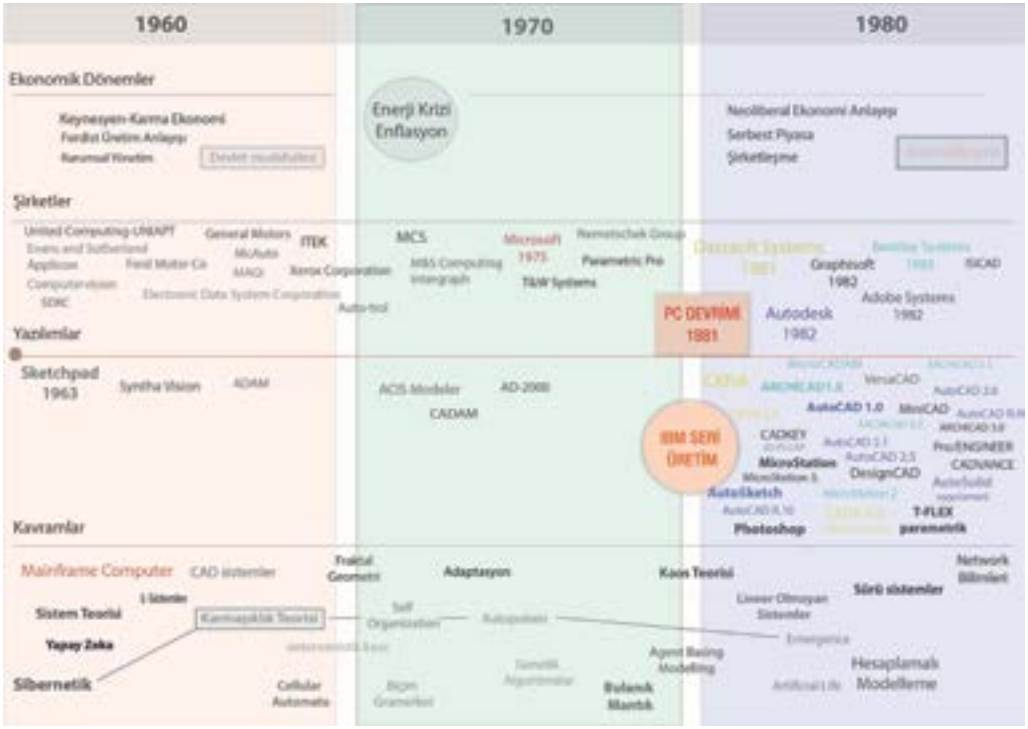
4 http://www.rhino3d.com/

5 http://www.grasshopper3d.com/

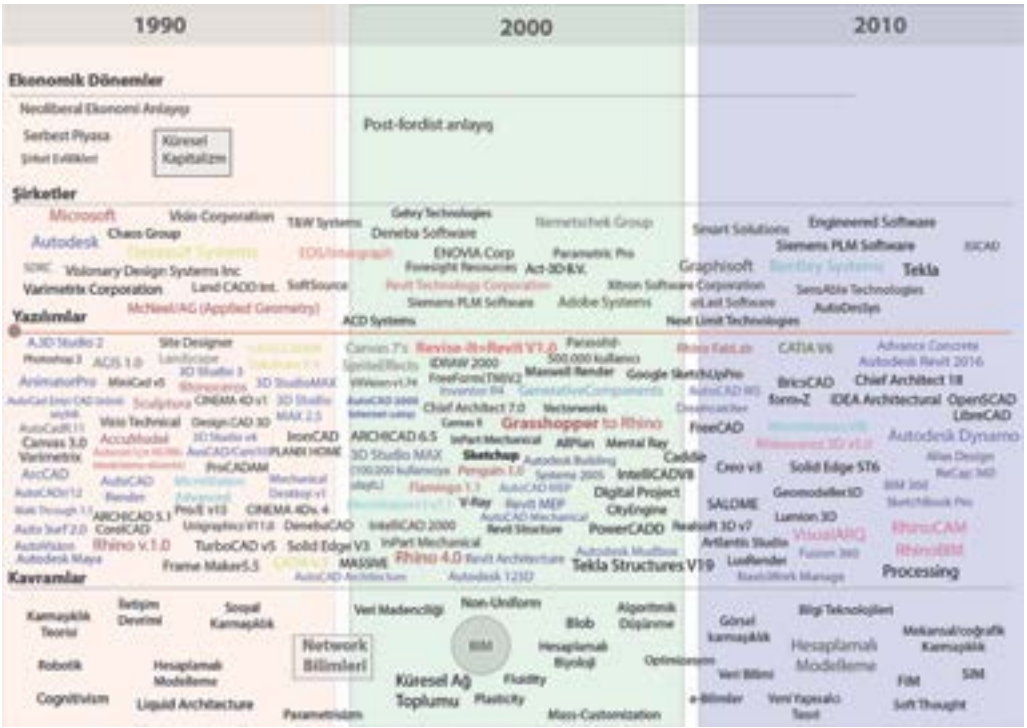
6 https://www.bentley.com/en/products/product-line/modeling-and-visualization software/generativecomponents

altyapıların/yapılanmanın sadece büyük, hızlı, merkezi hesaplama ve veri sıralama araçları olarak kalmayıp, insanların etkileşimleri ve yaşayışları için yeni bir mekan olan siber-mekanı inşa ettikleri tespiti oldukça isabetlidir (Mitchell, 1990). Sözü edilen bu siber-mekana entegrasyon sürecinde yazılım politikaları, öncelikle gelişmiş bazı devletlerce ve çeşitli araştırma kurumlarınca belirlenirken, ticarileşme ve küresel ekonomik piyasaların gereklilikleri sonucunda, özel sektörün itici güç olduğu ve kendi dinamikleri içerisinde geliştiği bir sürece girilmiştir. Şekil 2 ve 3'te tarihi süreç içerisinde tasarım ortamında kullanılan, yazılım programlarının neyi amaçladıkları ve neye çözüm oldukları; şirketler, geliştirilen yazılımlar, kavramlar ve ekonomik süreçler ekseninde ele alınmaktadır. Açıkça görüldüğü gibi, ekonomik durum yanında şirketleşme anlayışında meydana gelen değişimler, yazılım sektörünün tarihi seyri içinde açıkça görülmekte, ekonominin durgun olduğu kriz dönemlerinde yazılım sektöründe sınırlı sayıda gelişme olduğu anlaşılmaktadır.

Özellikle BDT programlarının seyrine bakıldığında çok fazla seçeneğin olduğu görülür, fakat bazı programlar ve firmalar liberal ekonominin geliştiği yıllarda kazandıkları popülaritenin etkisini halen sürdürmekte ve sektördeki hacmini korumaya devam etmekte, sürekli güncellenmektedir. Senelik program sürümleri, aslında firmaların varlıklarını devam ettirmek için önemli bir gelişim politikası olarak görülebilir. Sürekli geliştirilen ve yeni



Şekil 2. 1960-1980 yılları arasındaki yazılım gelişmeleri



Şekil 3. 1990-2016 yılları arasındaki yazılım gelişmeleri

özellikler eklenen yazılımlar, kullanıcılar tarafından takip edilmesi ve yenilenmesi gereken bir teknolojik imkan olarak karşımıza çıkar. Bir program alınmış olsa bile değişen arayüzler, eklenen komutlar, birlikte işlerlik anlaşmaları kullanıcıyı güncellenen yazılımı temin etmeye yönlendirebilmektedir. Gideon'un yirminci yüzyıla ait bir kitabındaki (1947) endüstri toplumunun pek çok alandaki 'mekanizasyonuna' atıfla Manovich (2013) 1960-2010 yılları arasındaki kültürel 'softwarization' tarihinden bahsederek, çağdaş 'yazılım kültürünün ve toplumunun' dinamiklerini ve entelektüel arka planını sorgulamaya çağırır. Bu sebeple yazılım politikalarını ve gelişme süreçlerini anlamak adına bu tarih aralığının ekonomik ve bilimsel paradigmalarla birlikte incelenmesi önemli görünmüştür (Şekil 2-3). Yazılım firmalarının ve programlarının hem küresel ekonomide hem akademide ciddi anlamda bir etki alanı olduğunu söyleyebiliriz. Mimari tasarım alanında önemli olan yazılım programlarının üreticisi ve ticari satıcısı olan yazılım firmalarının bazı akademik tartışmaları ve mimari söylemleri desteklediğini de eklemek gerekir. Buna örnek olarak Autodesk ve eVolo[7] sponsorluğunda Los Angeles'ta düzenlenen 'ThePolitics of Parametricism' konferansı verilebilir. Bu konferans kapsamında Parametrisizm[8], mimari hareketler tarihinde bir sonraki avangart olarak ele alınır (archinet.com).

Modernizm "uluslararası sosyalizm" ve fordist

7 http://www.evolo.us/

8 https://www.redcat.org/event/politics-parametricism

üretim biçimiyle ilgili iken, Parametrisizm, Schumacher'in ifadesi ile 21 yüzyılın paradigması olarak küreselleşmeye ve pazara öncülük eden ekonomileri temsil etmektedir. Bu tartışma daha önceden 2009 senesinde AD dergisinin 'Digital Cities'[9] başlıklı sayısında Patrik Schumacher tarafından 'A New Global Styles' isimli yazıda ele alınmıştır. Parametrisizm tartışması aslında doğrudan yazılım teknolojileri politikaları tartışmasıyla ilişkili kabul edilebilir. Nitekim bahsedilen post-modern dönemin 'Yeni Küresel Stili' Parametrisizm, parametrik tasarım araçları ve hesaplamalı tekniklerin artması ve çeşitlenmesi ile uygulaması mümkün olabilen bir mimari ve kentsel tasarım anlayışıdır. Dolayısıyla Parametrisizmi ve dijital fabrikasyon süreçlerini mümkün kılan yazılım araçlarını tanımak önemlidir. Böylece yazılım politikalarının nasıl değiştiğine dair, mimari ve kentsel tasarım tartışmalarının geleceğinde neler olacağına dair bir malumat edinilebilir.

Pek çok mimari/tasarım yazılım firmasının (Autodesk[10] , Graphisoft[11] vb.) reklam veya tanıtım içerikli medya ifadelerinde 'tasarımın geleceğini etkilemek, değiştirmek, yön vermek vb.' söylemlerin olduğu rahatlıkla görülecektir. Bu anlamda her türlü dijital tasarım teknolojisinin belli bir hedef kitlesi için, belli amaçlarla üretildiği gerçeği göz ardı edilmemelidir. Dolayısıyla kullandığımız programların teknik özelliklerini, hangi modelleme sınıfına dahil olduğunu (NURBs, Mesh vb.) ve hangi projelerde hangi iş akışıyla kullanılmış olduğunu bilmek mimari tasarımda yazılım kültürüne dahil olmanın ve yazılım politikalarının farkında olmanın önemli bir aşaması olarak kabul edilebilir.

Ele alınan bu dönemde Autodesk, Dassault Sistemler, Bentley, Graphisoft, Adobe gibi yazılım firmaları, bünyelerine yeni şirketleri de dahil ederek büyümeye başlamışlardır (1990-2000). Özellikle BDT programlarında Autodesk şirketi büyük başarı yakalamıştır (2016 net gelir;$ 2,504.1[12]). Ayrıca başlangıçta AutoCad programı için NURBs eklentisi geliştirmeye çalışan Bob McNeel ve ekibi Rhino programını geliştirip münferit bir şirket kurarak McNeel Associates ismini almıştır. 2000 yılında Revit Coperations tarafından piyasaya sürülen nesne-tabanlı yazılım programı Revit daha sonra Autodesk tarafından satın alınarak şirket bünyesine dahil edilmiştir. Nitekim 21. yüzyılın teknolojisi olan, bina bilgi modelleme (BBM) sistemlerinin gelişmesi ve önem kazanması da bu süreçte hız kazanmıştır. Örneğin, BBM uygulamaları pek çok ülkenin resmi kurumlarında tasarım politikası olarak uygulanmaya başlamıştır. İngiltere ve Amerika'da pek çok ofis BBM yazılımlarına ve iş akışına adapte olma konusunda motive edilmektedir (gsa.gov). Dünya genelinde tanınan firmalar yazılım teknolojilerini takip etme ve bu teknolojilere yön verme hususunda belli politikalara ve araştırma geliştirme gruplarına sahiplerdir. Yazılım firmaları da aynı şekilde kendi ürünlerinin reklamını yaparken, ünlü mimarlık ve mühendislik firmalarının ismini kullanabilmekte ve karşılıklı anlaşmalar yapabilmektedirler. Özellikle yeni dijital araçların artan karmaşıklığı ve maliyetleri dolayısıyla büyük ofisler, küçük ofislere tam BBM hizmetleri sunmaya başlamıştır (Carpo, 2011). Buna örnek olarak Zaha Hadid, Gehry Partners, Fosters and Partners veya Thornton Tomasetti gibi firmalara

9 Patrik Schumacher, "Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design", NeilLeach (editor), Digital Cities , AD Profile 200, AD 79, July-August 2009, pp 14-23

10 https://www.autodesk.com/

11 https://www.autodesk.com/

12 http://investors.autodesk.com/mobile, http://www.reuters.com/finance/stocks/financialHighlights?symbol=ADSK.O

ait araştırma grupları verilebilir. ZHA Code[13], CORE Studio[14], Specialist Modelling Group[15] ve GTEAM[16] gibi form araştırma ve 3D-2D proje bilgileriyle, ortak çalışma ve paylaşma imkanı sunan platformlar yazılım teknolojilerine iyi adapte olmakta ve kendi yazılım araçlarını geliştirmektedirler.

Dijital teknolojilerin yaygınlaşması ve mimari süreçlere entegre olma hızının, daha önce sözü edildiği gibi, internet ağının uluslararası kullanılmaya başlaması ile eş zamanlı görünmektedir. İnternetin yaygınlaşmasıyla Web 2.0 teknolojileri yeni bir piyasa işleyişi meydana getirmiş, iş ilişkilerini dönüştürme de önemli bir etken olmuştur (Carpo, 2012). Bu yaygınlaşma sayesinde hem bu teknolojilerden haberdar olmak mümkün olmuş, hem de yazılım programlarını, özellikle Autodesk'in çeşitli yazılımlarının internetten temin edebilmek mümkün olmuştur. Ayrıca, öğrenci ve eğitmenler için ücretsiz sürümlerin varlığının Autodesk yazılımlarının yaygınlaşmasına katkı sağladığı söylenebilir (Gül vd., 2013).

Tüm bu etkenler, 'Dijital Darwinizm' olarak tanımlanan, çağdaş dijital kültürün bir parçası olma ve hakim dijital kültürü yakalama ve onu yorumlama amacının pek çok kişi için vazgeçilmez olması durumuna etki yapmıştır (Carpo, 2012). Manovich'in ifadelerine göre yazılımların (Google Earth, 3ds Max, Illustrator, Photoshop, Word, PowerPoint vb.) hafızamızın, hayal gücümüzün, dünyanın konuştuğu evrensel bir dilin arayüzü haline geldiği söylenebilir (Manovich, 2013). Dolayısıyla tasarım süreçlerinde kullanılan araçların ve bunları kullanma biçimlerimizin aynı olması, dijital mimari tasarım söyleminde yer alan pek çok tartışmanın kültürel bir yaygınlık kazanması sonucunu da beraberinde getirmektedir denilebilir.

4. Sonsöz

Bu bildiri, bugünün dünyasında maddi olan ve olmayan yapıların ve sistemlerin şekillenmesinde merkezi bir rol üstlenen tasarım yazılımları politikalarını konu edinmiş olup, daha geniş kapsamlı hedefleri olan bir araştırmanın, küçük bir ön çalışması niteliğindedir. Dijital tasarım kültürünü oluşturan kullanım ve yazılımların, programlama pratiklerinin ve değerlerinin, programcıların ve yazılım firmalarının ideolojileri, çalışılması gereken önemli konulardandır. Yazılımların teknik özellikleri, kapasiteleri, bireysel ve işbirlikli çalışma ortamlarında kullanımlarına yönelik yapılan araştırmaların dışında, toplumsal ve sosyal içerikle ekonomi politik alanlarda da çeşitli analiz ve değerlendirmelere ihtiyaç vardır. Bu bildiri kapsamında yalnızca teknik farklılıklarına değinilen yazılımların, kendi ontolojik yapılarını sorgulamak için ayrı bir araştırma süreci gerektiği öngörüsüyle hareket edilmiştir. Yazılım programlarının yapısını oluşturan bilişimsel, davranışsal, matematiksel özellikler düşünülmeden yaratmakta oldukları dijital kültür ortamı anlaşılamayacaktır. Bu sebeple bu araçların teknik olarak ifade ettiği anlamlarla sınırlı kalmadan özellikle mimari tasarım alanında nasıl bir kültürel etkiye sahip oldukları daha fazla araştırmaya muhtaçtır. Herhangi bir yazılım aracı vasıtasıyla üretilen form, mekan veya günümüz ve gelecek dijital tasarım ortamında kaçınılmaz olacak gibi görünmektedir. Böylece düşünce altyapısı ve teorik arka planı güçlendirilen tasarım fikirleri, teknolojik araçların ve medya araçlarının yönlendirmesi

13 http://www.zha-code-education.org/
14 http://core.thorntontomasetti.com/
15 http://www.fosterandpartners.com/design-services/research/specialist-modelling-group/
16 http://www.gteam.com/#industry

ile sorgulanmadan şekillenen bir tasarım sürecinin parçası olmaktan kurtulabilir.

KAYNAKLAR

CARPO, M. 2012. Digital Darwinism: Mass Collaboration, Form-Finding and the Dissolution of Authorship, Log, Fall 2012.

CARPO, M. 2011. The Alphabet and the Alghoritm, MIT Press.

DUNN, N. 2012. Digital Fabrication in Architecture. London: LaurenceKing.

MITCHELL, W. 2005. Disappearing Architecture: From Real to Virtual to Quantum. Constructing an Authentic Architecture of the Digital Era, Ed. Flachbart, Weibel, Birkhausers. 80-90.

GÜL, L.F., ÇAĞDAŞ, G., ÇAĞLAR, N., GUL, M., SİPAHİOĞLU, I.R. and BALABAN, Ö. 2013. Türkiye'de Mimarlık Eğitimi ve Bilişim Teknolojileri, 7. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Sempozyumu, İTÜ. LEACH, N. 2009. Digital Morphogenesis. AD, vol.79, 32-37.

MANOVİCH, L. 2013. Software Takes Command, Bloomsbury Publishing. MITCHELL, W. 1996. City of Bits, The MIT Press.

MITCHELL, W.,INOUYE, A., BLUMENTHAL, M. 2003. Beyond Productivity: Information, Technology, Innovation, and Creativity, National Research Council.

KOTNIK, T. 2010. DigitalArchitectural Design as Exploration of Computable Functions, international journal of architectural computing, vol8.

OXMAN, R. 2006. Theory and design in thefirst digital age, Design Studies, 2006, 27(3), 229-265.

OXMAN, R. 2010. The New Structuralism: Conceptual Mapping of Emerging Key Concepts in Theory and Praxis, IJAC, Issue4, Volume 8.

PARISI, L. 2013. Contagious Architecture. Computation, Aesthetics and Spaces, MIT Press.

SILVER, M. 2006. Programming Cultures, Wiley&Sons, Oxford.

TERZIDIS, K. 2003. Expressive Form: A Conceptual Approach to Computational Design, Spon Press (London and New York), p 71.

ROCKER, I. 2006. Programming Cultures: Design, Scienceand Software, guest edited by Michael Silver, AD 76 Architectural Design, (London: Wieley-Academy Publishers:), 16-25.

Oturum 4
Session 4

A Study on the Concepts of Digital Design in Architecture

Tuğrul Yazar[1] ; Serkan UYSAL[2]
[1]İstanbul Bilgi Üniversitesi; [2]Yıldız Teknik Üniversitesi
[1]designcoding.org, [1]tugrul.yazar@bilgi.edu.tr; [2]serkan.uysal@outlook.com

Abstract. Scientific publications are expected to relate to all areas of science they sprawl. For this, the scientific publication is associated with several keywords that are thought to be related. For proper access to scientific publications in literature research, keyword assignment is as important as the publication title. This study aimed to map the usage patterns of the concepts related to the field of digital design research through keyword analysis. The questions that motivate the research, focuses on which concepts are emphasized more often, which concepts are inclusive, and on what stages the concepts have been through, after they were translated from foreign languages. It will help us understand how the digital design, which is a collection of information that contains many concepts that can be directly related to the fields of architecture, education, education and practice, is addressed in our country's academic environment and in which directions the research in this area are growing. For this, the keywords in the Digital Design in Architecture Symposiums (MSTAS) are extracted. These words are combined in two stages and visualized on an undirected graph. In the first stage, only synonymous words are combined, and in the second stage, disjoint word groups from the body of the map are combined by directing a close grip on the body. When the data is visualized again, all publications are associated with each other.

Keywords: *co-word analysis, concept mapping, data mining, data visualization*

Mimarlıkta Sayısal Tasarım Kavramları Üzerine Bir Çalışma

Tuğrul Yazar[1] ; Serkan UYSAL[2]
[1]İstanbul Bilgi Üniversitesi; [2]Yıldız Teknik Üniversitesi
[1]designcoding.org, [1]tugrul.yazar@bilgi.edu.tr; [2]serkan.uysal@outlook.com

Özet. Bilimsel yayınların temas ettikleri bütün bilim alanlarıyla ilgi kurması beklenir. Bunun için bilimsel yayın, ilişkili olduğu düşünülen birkaç anahtar sözcükle ilişkilendirilir. Literatür araştırmalarında bilimsel yayınlara isabetli erişim için anahtar sözcük tayini en az yayının başlığı kadar önemlidir. Bu çalışma sayısal tasarım araştırmaları alanına ilişkin kavramların ülkemizdeki kullanım biçimlerini anahtar sözcük çözümleme yoluyla haritalamayı hedeflemiştir. Araştırmayı motive eden sorular, hangi kavramlar üzerinde daha sık durulduğu, kapsayıcı nitelikteki kavramların neler olduğu, kavramların yabancı dillerden çevrilirken hangi aşamalardan geçtikleri gibi noktalar üzerine yoğunlaşmıştır. Mimarlığın düşünce, eğitim ve uygulama alanları ile doğrudan ilişkilendirilebilen pek çok kavramı barındıran bir bilgi bütünü olan sayısal tasarımın ülkemiz akademik ortamında nasıl ele alındığını, bu alandaki araştırmaların hangi yönlere doğru açılım gösterdiğini daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır. Bunun için Mimarlıkta Sayısal Tasarım Sempozyumlarındaki anahtar sözcüklerin dökümü çıkarılmıştır. Bu sözcükler iki aşamalı olarak birleştirilmiştir ve bir yönsüz graf üstünde görselleştirilmiştir. İlk aşamada yalnızca eş anlamlı sözcükler birleştirilmiş, ikinci aşamada ise haritanın gövdesinden kopuk sözcük grupları gövdede yakın bir kavrama yönlendirilerek birleştirilmiştir. Veri yeniden görselleştirildiğinde bütün yayınlar birbirleriyle ilişkilendirilmiş durumdadır.

Anahtar Kelimeler: *eş-sözcük çözümlemesi, kavram haritalama, veri madenciliği, veri görselleştirme*

1. Giriş

Bilimsel yayınların temas ettikleri bütün alanlarla ilgi kurması beklenir. Bunun için bilimsel yayınlar ilgili olduğu düşünülen birkaç anahtar sözcükle ilişkilendirilir. Literatür araştırmalarında bilimsel yayınlara isabetli erişim için anahtar sözcük tayini en az yayının başlığı kadar önemlidir.

Anahtar sözcük seçimi çağdaş araştırma alanları ve o döneme ait terminolojiden bağımsız düşünülemez. Belirli bir söylem alanında kullanılan anahtar sözcüklerin metriklerinin hesaplanması üzerine çeşitli kollardan çalışmalar yapılmaktadır (Cobo vd. 2011); eş-sözcük çözümlemesi (co-word analysis) bunlardan biridir (Callon vd. 1986) (Geisler, 2000).

Bu çalışma sayısal tasarım araştırmaları alanına ilişkin kavramların ülkemizdeki kullanım biçimlerini anahtar sözcük çözümleme yoluyla haritalamayı hedeflemiştir. Araştırmayı motive eden sorular; hangi kavramlar üzerinde daha sık durulduğu, kapsayıcı nitelikteki kavramların neler olduğu, kavramların yabancı dillerden çevrilirken hangi aşamalardan geçtikleri gibi noktalar üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışma mimarlığın düşünce, eğitim ve uygulama alanları ile doğrudan ilişkilendirilebilen pek çok kavramı barındıran bir bilgi bütünü olan sayısal tasarımın ülkemiz akademik ortamında nasıl ele alındığını, bu alandaki araştırmaların hangi yönlere doğru açılım gösterdiğini daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır.

2. Yöntem

Araştırmayı tetikleyen sorulara yanıt arayabilmek için sayısal tasarım alanındaki araştırmaların paylaşıldığı en yaygın ulusal platform olan Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumlarında (MSTAS) hakem değerlendirmesinden geçerek sunulan ve yayınlanan bildirilerin anahtar sözcükleri incelenmiştir.

2.1 Yaklaşım

İncelenen MSTAS verileri ile eş-sözcük çözümlemesi yapmak için henüz yeterli yoğunlukta veri bulunmamaktadır. Bu yüzden bilgi alanı modellemesi yaklaşımı tercih edilmiştir. Bu yaklaşımda izlenen adımlar aşağıdaki gibidir:

- Anahtar sözcükler listesinin oluşturulması
- Aynı anlama gelen anahtar sözcüklerin gruplanması
- Anahtar sözcüklerin başka hangi sözcüklerle beraber kullanıldığının tespit edilebilmesi için her bir yayın için çaprazlanması
- Çaprazlama kullanılarak anahtar sözcük haritasının oluşturulması
- Elde edilen haritanın analiz edilerek, eğer gerekiyorsa yeniden gruplama adımına dönülmesi

Bu incelemeyi yapabilmek için anahtar sözcüklerle ve yayınlarla ilgili aşağıdaki varsayımlardan hareket edilmiştir:

- Yazar(lar) anahtar sözcükleri bilinçli bir şekilde verir, anahtar sözcükler araştırmanın içeriğini yansıtır
- Yazar(lar) aynı yayında kullandıkları anahtar sözcükler arasında bir çeşit ilişki kurmaktadır
- MSTAS sempozyumu belirli bir bilgi alanını temsil ettiği için sunulan bildirilerin bu bilgi alanı ve dolayısıyla diğer bildirilerle kurduğu ilişki takip edilebilir

2.2 Süreç

Araştırmanın ilk aşamasında anahtar sözcüklerin basit sayısal istatistikleri ortaya çıkarılmıştır. Genel çerçevede adından en çok söz edilen kavramlar ortaya çıkarılmıştır. İkinci aşamada farklı yayınlarda kullanılan anahtar

Tablo 1. İki ve daha fazla bildiride tekrarlanan 50 sözcük ve tekrar sayıları

Sözcük	T	Sözcük	T	Sözcük	T
parametrik tasarım	12	sanal gerçeklik	3	eskiz	2
mimarlık eğitimi	8	sayısal üretim	3	etmen tabanlı sistemler	2
sayısal tasarım	8	üretken sistemler	3	evrimsel tasarım	2
hesaplamalı tasarım	5	üretken tasarım yaklaşımları	3	hızlı prototipleme	2
mimari tasarım	5	yapı bilgi modelleme	3	hücresel özdevinim	2
tasarım eğitimi	5	algoritmik tasarım	2	kavramsal tasarım	2
biçim gramerleri	4	algoritmik/parametrik mimari tasarım	2	kentsel dönüşüm	2
optimizasyon	4	başarım	2	kitlesel bireyselleştirme	2
sayısal tasarım araçları	4	benzetim	2	kullanıcı hareketleri	2
arttırılmış gerçeklik	3	biçim grameri	2	mimari prototipler	2
bilgisayar destekli tasarım	3	bim	2	sayısal tasarım yöntemleri	2
genetik algoritma	3	biyomimetik tasarım	2	simülasyon	2
hesaplama	3	deneyim	2	sürdürülebilirlik	2
insan bilgisayar etkileşimi	3	dijital fabrikasyon	2	tasarım	2
kentsel tasarım	3	dinamik süreç	2	yapı bilgi modellemesi	2
mimari tasarım eğitimi	3	doğadan esinli tasarım	2	yaratıcılık	2
performansa dayalı tasarım	3	doğal sistemler	2		

sözcükler içerisinde aynı kavramı ifade edenler birleştirilmiştir. Aynı kavramı ifade eden anahtar sözcüklerin farklılaşmasının birincil sebebi yabancı dillerden farklı şekillerde çevrilmiş olmalarıdır. Üçüncü aşamada ise anahtar sözcüklerin ilişki haritası çıkarılarak bu haritanın analizinden elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Son bölümde çalışmanın bütünü değerlendirilerek elde edilen bulgular tartışmaya açılmıştır.

Çalışmada izlenen süreç ana hatlarıyla aşağıdaki gibidir:

1. Döküm: Tüm anahtar sözcük listesi çıkarılır. Bu sözcükler bir tablo ile gösterilir

2. Birleştirme: Anahtar sözcükler içerisinde aynı anlama gelenler (farklı çeviriler nedeniyle sözcük veya harf farklılıkları bulunanlar) en sık kullanım şekline göre tekil hale getirilir. Araştırmanın birinci sonucu bu aşamada elde edilir. Farklılaşan terimler listesinde nasıl bir dönüşüm yapıldığı tablo ile gösterilir. En çok çeşitlilik içeren anahtar sözcükler gösterilir.

3. Birleştirme ardından elde edilen benzersiz sözcükler ilişkili oldukları yayındaki diğer sözcüklerle eşleştirilir. Anahtar sözcükler düğüm noktaları, sözcükler arası ilişkiler birer yönsüz kenarı ifade edecek şekilde çizelgeler oluşturulur.

4. Düğüm ve kenar çizelgeleri aracılığıyla yönsüz bir graf elde edilir. Düğüm noktalarının ağırlığı kullanım sıklığını, kenar noktalarının ağırlığı birlikte eşleştikleri diğer sözcükleri ifade eder.

3. Bulgular

Bu yıl 11.si yapılacak olan MSTAS sempozyumlarının ilk 10 toplantısında sunulan 153 bildiriden 119'unda anahtar sözcük bulunmaktadır. Bu bildirilerde toplam 494 anahtar sözcük tespit edilmiştir. Bu veri ham olarak değerlendirildiğinde kullanım sıklıklarına göre ilk 50 anahtar sözcük aşağıdaki gibidir (Tablo 1).

Ham verinin tablolanması neticesinde benzersiz anahtar sözcük sayısı 394'tür. Aynı yayın içerisinde geçen anahtar sözcükler çaprazlandığında kurulan toplam ilişki sayısı 897, benzersiz ilişki sayısı ise 889'dur. Bu ilişkiler

Şekil 1. Ham veriden elde edilen ilişki haritası

haritalandığında bağlı bileşen (birbirine bağlı sözcük öbekleri) sayısı, üst graf'la (supergraph) birlikte 32'dir. Bağlı bileşenler iki, dört ve beş anahtar sözcüklü tekil bildirilerden ve üst graftan eş anlam yüzünden kopmuş bir büyük bileşenden ("sayısal tasarım araçları") oluşmaktadır (Şekil 1). Şekil 1'de üst graf ve ondan ayrık görünen bağlı bileşen öbekleri görülebilmektedir.

3.1 Birleştirme

Bu adımda hedeflenen graftaki bağlı bileşen sayısının azaltılması ve kopuk sözcük öbeklerinin üst grafla kaynaştırılmasıdır. Bağlı bileşenleri üst grafa bağlamak için birleştirme işlemi iki aşamalı olarak uygulanmıştır.

3.1.1 Birinci Aşama

Bu aşamada anahtar sözcükler arasında eş anlamlı olanlar birleştirilmiştir. Çoğu kez yabancı kaynaklı terimlerin Türkçeleştirilmesi sırasında oluşan çeviri farklılıkları ve sözlük hecelenirken tire, boşluk gibi ayırıcıların kullanımıyla ilgili farklılıklar ortadan kaldırılmıştır. Bu tür durumlarda hangi sözcüğün geçerli sözcük olarak kabul edileceği kararı MSTAS'taki kullanım sıklığına göre verilmiştir (Tablo 2).

Birleştirme işleminden sonra benzersiz sözcük sayısı 394'ten 348'e inmiştir. Graf yeniden

Tablo 2. Birinci aşamada birleştirilen 51 sözcük

Değiştirilen sözcük	Kullanılan sözcük
tasarımda algoritmik düşünce	algoritmik düşünce
algoritmik/parametrik mimari tasarım	algoritmik tasarım
mekansal arttırılmış gerçeklik	arttırılmış gerçeklik
bauhaus	bauhaus ekolü
belirme davranışı	belirme
oluşum	belirme
simülasyon	benzetim
biçim gramerleri	biçim grameri
bilgisayar destekli imalat	bilgisayar destekli üretim
bina performansı	bina başarımı
bina simülasyonu	bina benzetimi
doğa esinli tasarım	doğadan esinli tasarım
biyomimetik tasarım	doğadan esinli tasarım
doğa-esinli tasarım	doğadan esinli tasarım
evrimsel hesaplamalar	evrimsel hesaplama
biçim arayışı	form bulma
fraktal geometri	fraktal
hesaplamalı	hesaplama
hesaplamalı mimari tasarım	hesaplamalı tasarım
tasarım hesaplamaları	hesaplamalı tasarım
hesaplamalı düşünce	hesaplamalı tasarım düşüncesi
hızlı önmodelleme	hızlı prototipleme
karar destek modelleri	karar destek sistemleri
mekansal karar destek sistemleri	karar destek sistemleri
şehir tasarımı	kentsel tasarım
kinetik mimari	kinetik mimarlık
kitlesel-bireyselleşme	kitlesel bireyselleştirme
mekan dizilim	mekan dizim analizi
stüdyo	mimari tasarım atölyesi
tasarım stüdyosu	mimari tasarım atölyesi
mimarlık mesleği	mimarlık
mimari tasarım eğitimi	mimarlık eğitimi
eniyileme	optimizasyon
öncül örnekler	öncü tür
parametrik modelleme	parametrik tasarım
performans odaklı tasarım	performansa dayalı tasarım
performansa dayalı sayısal tasarım	performansa dayalı tasarım
protokol analizi yöntemi	protokol analizi
dijital	sayısal
dijital tasarım	sayısal tasarım
dijital tasarım araçları	sayısal tasarım araçları
dijital fabrikasyon	sayısal üretim
şekil hesaplamaları	şekil hesaplama
temel tasarım	temel tasar
tepkimeli mimarlık	tepkimeli tasarım
üretken sistemler	üretken sistem
bim	yapı bilgi modellemesi
yapı bilgi modeli	yapı bilgi modellemesi
yapı bilgi modelleme	yapı bilgi modellemesi
yapı bilgi sistemi	yapı bilgi modellemesi
yüksek binalar	yüksek yapılar

oluşturulduğunda bağlı bileşen öbeklerinin sayısı 32'den 21'e inmiştir. Önceden büyük bir bileşen halindeki "sayısal tasarım araçları" üst grafla birleşmiştir. Sözcükler bu aşamada üst grafla daha iyi kaynaşsa da sadece çeviri ve harf düzeltmelerinin hedeflenen sonuç için yeterli gelmediği, ikinci bir birleştirme aşamasının gerekli olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2).

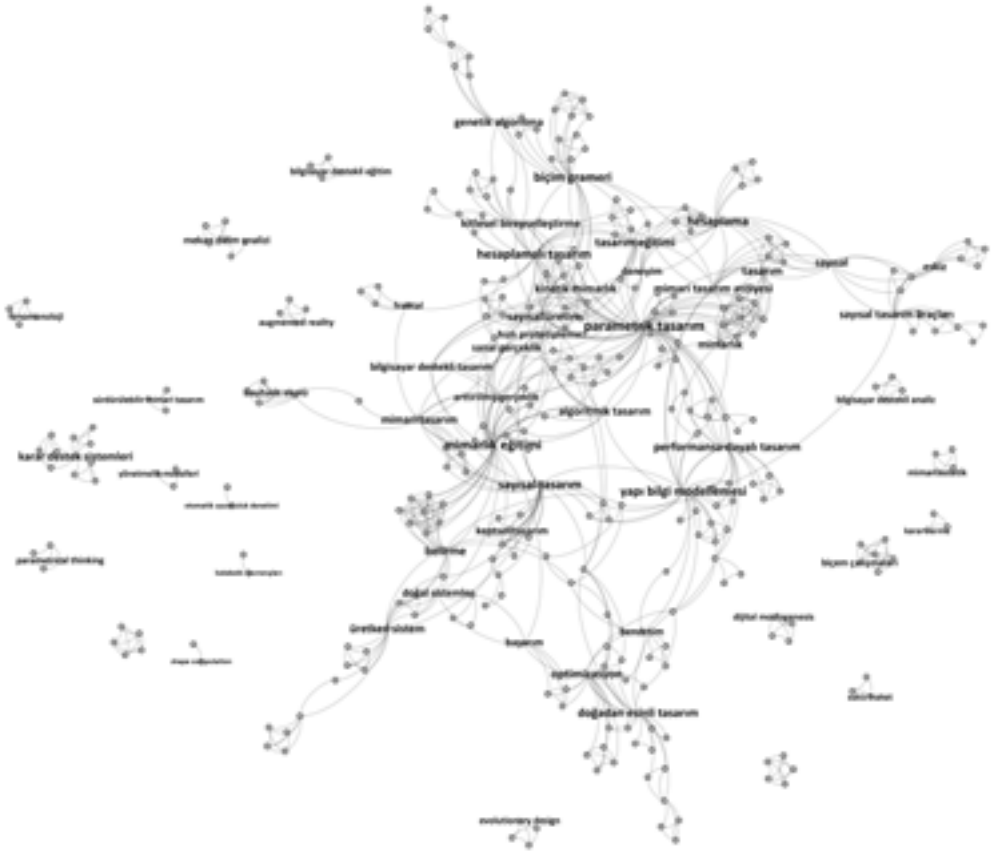
3.1.2 İkinci Aşama

Bu aşamada ilk aşamadan kalan 21 bağımsız sözcük öbeğinin üst grafla birleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu aşamada bağlı bileşen kümelerindeki her bir anahtar sözcük tek tek incelenmiş ve üst grafta yer alan en yakın kavram ya da kavramlarla ilişkilendirilmiştir. Bu bağlantıları kurabilmek için gerektiği durumlarda ilgili yayınların içeriğine başvurulmuştur. Bu sayede sözcükler arasında hedeflenen tam bağlantısallık elde edilebilmiştir.

3.2 Nihai İlişki Haritası

Birleştirme aşamalarından sonra ilişki haritalarının istatistik verileri tablolaştırılmıştır (Tablo 4) Yapılan çalışmanın sonucunda benzersiz sözcük sayısı 394'ten 326'ya, benzersiz ilişki sayısı 889'dan 866'ya inmiştir. Sözcük başına düşen ilişki sayısı, grafın ilk halinde 2.25 olarak ölçülürken, birleştirme işlemlerinden sonra bu sayı 2.65 olarak ölçülmüştür.

Nihai ilişki haritasının oluşturulmasıyla sayısal tasarım araştırma alanını tanımlayan merkezi anahtar sözcükler ile çeperde bulunan potansiyel gelişme alanları ortaya çıkarılmıştır (Şekil 3).



Şekil 2. Birinci aşama sonucunda elde edilen ilişki haritası

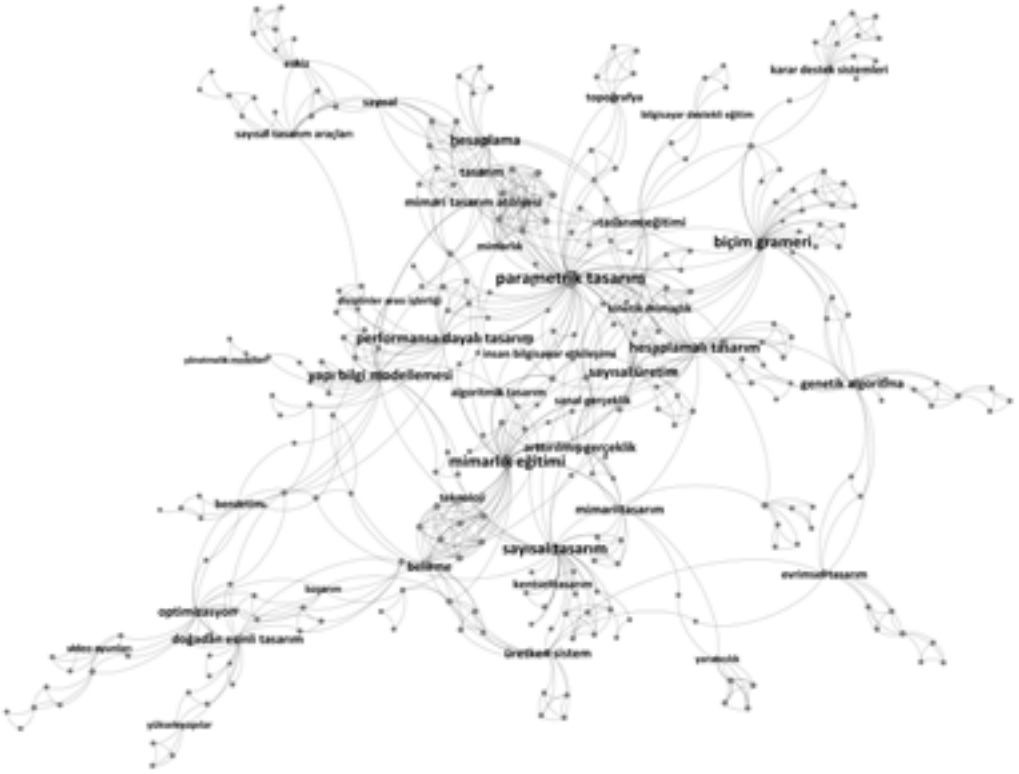
Değiştirilen sözcük	Kullanılan sözcük	Değiştirilen sözcük	Kullanılan sözcük
geleneksel kırsal türk evi	anadolu mimarisi	computational thinking	hesaplamalı tasarım düşüncesi
augmented reality	arttırılmış gerçeklik	işlemsel düşünme	hesaplamalı tasarım düşüncesi
shape grammar	biçim grameri	karar verme	karar destek sistemleri
shape computation	biçim grameri	dijital morfogenesis	morfogenetik tasarım
şekil hesaplama	biçim grameri	otomatik denetleme sistemleri	otomatik yönetmelik uygunluk kontrolü
moodle	bilgisayar destekli eğitim	otomatik uyumluluk denetimi	otomatik yönetmelik uygunluk kontrolü
fmri	eeg	sanal mimarlık	sayısal tasarım
eskiz maket	eskiz	malzeme tabanlı tepkimeli tasarım	tepkimeli tasarım
evolutionary design	evrimsel tasarım	kentsel topoğrafya	topoğrafya
fraktal boyut	fraktal	oyun motorları	video oyunları
genetic algorithms	genetik algoritma	kalabalık davranışları	yaya hareketleri
çok amaçlı genetik algoritma	genetik algoritma		

Tablo 3. İkinci aşamada birleştirilen 23 sözcük

Tablo 4. Birinci ve ikinci aşamanın sonunda elde edilen ilişki haritalarının istatistik verileri

	Toplam sözcük	Benzersiz sözcük	Toplam ilişki	Benzersiz ilişki	Sözcük başına düşen ilişki sayısı
Ham veri	494	394	897	889	2.25
Birinci aşama	494	348	895	869	2.49
İkinci aşama	494	326	894	866	2.65

Şekil 3. İkinci aşama sonunda elde edilen ilişki haritası



Bu çalışmanın konu edindiği ve odaklandığı perspektiften bakıldığı zaman haritanın çeperinde görünen kavramlar, potansiyel olarak başka araştırma alanları ile olan ilişkilenmeyi ifade ettiği için önemlidir. O nedenle eş-sözcük çözümlemelerinde genellikle merkezi değil çeper kavramlar daha dikkatli incelenmektedir.

4. Sonuçlar

Bulgular yorumlandığında dilimizde sayısal tasarım alanındaki kavramların birtakım karakteristikler taşıdığı görülmektedir. Örneğin bağlayıcı olarak nitelendirilebilecek anahtar sözcükler vardır. “Parametrik tasarım”, “sayısal tasarım”, “yapı bilgi modelleme”, “mimarlık eğitimi” gibi sözcükler, esasen kendileri belirli bir kavramı veya konuyu değil alanın daha

geniş bir çerçevesini çizmeyi hedefleyen kullanımlardır. Bu tür anahtar sözcüklerin çokluğu, haritanın bağlantılarını arttıran göbek (hub) noktalarına dönüşmelerini sağlamaktadır. Bu durum, özelleşmiş konuların genel bir çerçeveye bağlanma eğilimleri ile açıklanabilir.

Anahtar sözcüklerde kopuk kümeleşme eğilimi yüzünden alana dair haritalama yaparken tam doğru sonuç elde etmek güçleşmektedir. Sözcükler arasındaki kopuk kümeleşmenin çok spesifik ya da çok genel anahtar sözcük verme yatkınlığıyla ilgisi olduğu gözlemlenmiştir. Yazarların anahtar sözcük verirken genel-geçer terminolojiyi tercih etmeleri durumunda daha bütünleşik bir ağ elde etmek mümkün olacaktır.

Daha bağlantılı bir ve doğru bir ağ elde edebilmek adına bir yaklaşım, anahtar sözcükleri eş sözcük haritalama işlemine sokmadan önce alan ontolojisinin modellenmesi olabilir. Böylelikle eş anlamlı sözcükler, hiyerarşide kapsayıcı kavramların, alt kavramların ayrıştırılması sayesinde sayısal tasarımın uzandığı alanlar daha anlaşılır hale getirilebilir.

İleri çalışmalardan birisi, ülkemizde yerleşik ve gelişmekte olan anahtar sözcükler ile bunların yabancı literatürdeki karşılıkları arasında bir tutarlılığın olup olmadığının araştırılmasıdır. Ayrıca bir başka ileri çalışmada sayısal tasarım olarak ifade edilen bilgi bütünlüğünün mimarlığın bilgi bütünleri olarak tarif edilen büyük çerçevesini çizebilmek adına daha büyük çerçevede bir araştırmanın yapılmasıdır. Bu çerçeveyi çizebilmek için sadece ulusal sempozyumların değil ülkemizde yapılan diğer yayınların ve tezlerin de derlenmesi gerekecektir. Bu çalışmada oluşturulan ilişki haritalarının yıllar içerisinde nasıl dönüşüm geçirdiklerinin araştırılması için henüz yeterli veri bulunmamaktadır. Bütün bu ileri çalışmalar mimarlığın akademik ortamının araştırmaların verimliliğini ve konu alanlarının ilişkilerini göz önüne almalarına olanak tanıyacaktır.

KAYNAKLAR

CALLON, M., LAW, J., RIP, A. 1986. Mapping the dynamics of science and technology: Sociology of science in the real world. London: The Macmillan Press Ltd.

COBO, M.J., LOPEZ-HERRERA, A.G., HERRERA-VIEDMA, E. ve HERRERA, F. 2011. Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools, J. Am. Soc. Inf. Sci., 62: 1382–1402.

GEISLER, E. 2000. Co-Word Analysis and Mapping of Science and Technology. The metrics of science and technology. Santa Barbara: Greenwood Publishing Group.

Particle-based Structural System Modelling on Asymmetric Shaped Generic Shell Design

Esra Cevizci[1]; Seçkin Kutucu[2]
[1,2]Yaşar Üniversitesi
[1]esracevizci@outlook.com; [2]seckin.kutucu@yasar.edu.tr

Abstract. Masonry arch, vault and dome structures have been used in many significant buildings in architecture for many centuries and have been applied by many civilizations as an important knowledge of construction in architecture. Today, they are still being used as shell structures in various structural types and with various materials. With advances in computer-aided design technologies and modelling techniques, new form-finding methods have enabled architects to design more complex structures in various forms. This paper is on explaining design principles of asymmetrically shaped shell systems by using "Autoclaved Aerated Concrete" (AAC) blocks, based on form and structure's relation. Thus, it is aimed to develop a generic model of particle-based asymmetrically shaped shell, which is more difficult to construct than symmetrical shell, via the geometrical predeterminations on shell making, hanging chain criteria and structural behaviour of AAC blocks. The significance of the generic model is on the flexibility in parameters change such as material thickness, plan geometry, height and length of spans which bring an overall capability to Architects and designers who are not familiar with structural and statics aspects. This feature carry architects and designers to the idea of digital sketching in the very first steps of decision making while bringing benefits of computational design and integrated form finding methods.

Keywords: *Computational Design, Shell Systems, Masonry Structures, Form Finding Methods, Particle-based Form Finding, Autoclaved Aerated Concrete (AAC).*

Parçacık Tabanlı Taşıyıcı Sistem Modellemesi Üzerine Asimetrik Biçimli Jenerik Kabuk Sistemi Tasarımı

Esra Cevizci[1]; Seçkin Kutucu[2]
[1,2]Yaşar Üniversitesi
[1]esracevizci@outlook.com; [2]seckin.kutucu@yasar.edu.tr

Özet. Kemer, kubbe, tonoz gibi yığma kabuk yapılar, mimarlık tarihi boyunca yapı stoğunun önemli bir kısmını oluşturmuş ve birçok önemli yapı bu sistemlerin uygulama bilgisi ile ayağa kaldırılmıştır. Günümüzde, yığma yapılar yerlerini daha hafif ve taşıyıcılıkta daha etkili malzemelerle oluşturulmuş olan kabuk sistemlere bırakmasına rağmen halen kullanılmaktadırlar. Bilgisayar destekli tasarım teknolojileri ve modelleme tekniklerindeki ilerlemeler ile kabuk sistemlerin tasarlanmasında farklı yaklaşım metotları kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle, çeşitli biçimlerde daha karmaşık geometrilere sahip kabuk sistemlerinin tasarlanabilmesi taşıyıcılık özellikleri de göz önünde bulundurularak kolay hale gelmiştir. Serbest biçimlere sahip olan asimetrik kabuklar da yeni yaklaşım metotları sayesinde basit geometrilerden geliştirilmiş karmaşık strüktür sistemleridir. Bu çalışma 'Gazbeton' blokların malzeme olarak tanımlandığı asimetrik kabukların tasarlanabilmesi adına tasarım prensiplerinin taşıyıcılık ve geometri bakımından anlatılmasını kapsamaktadır. Çalışma kapsamında önerilen tasarım yaklaşımı ile, simetrik kabuklara göre daha zor inşa edilebilen asimetrik kabuk sistemlerin, örtücü yüzey oluşturmada kullanılan geometrik öntanımları, malzeme seçimine bağlı zincir eğriliği tanımı ve geometri kriterleri ile gazbeton bloklarının yapısal davranışları üzerinden, parçacık tabanlı ve kabuk sistemlerinin yığma taşıyıcılık prensiplere dayalı bir jenerik modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Seçilen yöntem olan parçacık tabanlı modelleme, malzeme odaklı bir tasarım metodudur. Bu bakımdan bu yöntem ile tasarlanacak olan kabuğun malzemesinin belirlenmesi ve her farklı malzeme için, gerekli olan mekanik özelliklerin, geometrik ön tanımların ve zincir eğrisi kriterlerinin bilinmesi önemlidir. Çalışma kapsamında önerilen genel model ile gerçekleştirilen tasarımlar, bir yandan taşıyıcılık ilkelerini barındırırken diğer yandan kapsamlı bir mühendislik bilgisinden muaf olmaktadır. Jenerik modelin önemi, malzeme kalınlığı, plan geometrisi, kemer yüksekliği ve açıklıkları gibi parametrelerin, model üzerinde esnek olmasıdır. Bu bakımdan mimarlar ve tasarımcılar için müdahale etmek, bu modelde kabuk sistemler için kullanılan birçok yöntemden daha kolay hale getirilmiştir. Bu model, yığma yapıların yapısal ve statik özellikleri konusunda mimarlar ve tasarımcılara bir öngörü oluşturma ve erken tasarım evresinde taşıyıcılığa bağlı karar verebilme olanağı kazandırmaktadır. Bu kazanım ile, mimarlar ve tasarımcılar, bilgisayar ortamında, sayısal biçimlendirme yöntemlerinden yararlanarak, kabuk sistem tasarımları için karar verme sürecinin ilk adımlarında bir bakıma dijital eskizlerini oluştururlar.

Anahtar Kelimeler: *Bilgisayar Destekli Tasarım, Kabuk Sistemler, Yığma Yapılar, Form Bulma Yöntemleri, Parçacık Tabanlı Form Bulma, Gazbeton.*

1. Giriş

Kabuklar, binalar için dış örtü olmalarının ötesinde bina için taşıyıcı sistem olarak görev yapan, onu saran ve iç boşluğunda mekân tanımlayan, tek tip ya da kompozit yapı malzemelerinden oluşan sistemlerdir. Yüzey geometrileri kavisli ve değişkendir. Simetrik ve asimetrik kabuk sistemler, taşıyıcılığını geometrik özelliğinden aldığı için malzeme açısından oldukça ekonomik, yapısal davranışlar bakımından ise güvenilir yapılardır. Tarihte kemer, kubbe ve tonoz gibi yapı elemanları olarak karşımıza çıkmış olan kabuk sistemler, mimaride yüzyıllardır kullanılan ve inşaa bilgisi olarak önemli bir yere sahip olan yapı birimleridir. Asal geometrilerde tasarlanabildikleri gibi asimetrik formlarda da tasarlanabilirler. Ayrıca, farklı kullanım amaçlarına dönük olarak çizgisel veya merkezi, simetrik veya asitmerik mekan kurgularına destek veren farklı geometrik özelliklerde kabuk yapılar tasarlanabilmektedir.

Geniş açıklıkları geçmek için uygun olan yığma kabuk sistemler, tarih boyunca taş veya tuğla gibi yüksek basınç dayanımına sahip geleneksel yapı malzemeleri kullanılarak uygulanmıştır. Yığma bir kabuk yapı tasarlamak için, basınç altında çalışan, çok sayıda kararlı biçime karşılık gelen yapı elemanına ihtiyaç vardır. Sistemin ağırlığı, bu yapı elemanlarının ağırlığının toplamına eşittir ve böylece sistem kendi kendisinin taşıyıcısı durumundadır. Kabuk biçimlerinin hepsinin kendi içinde avantajları ve dezavantajları vardır. Bu bağlamda esas olan, strüktürel anlamda en iyi çalışan kabuk formunu elde etmektir (Ochsendorf ve Block, 2014).

Bu çalışmanın amacı, bilgisayar ortamında parçacık tabanlı hesaplamalı form bulma yöntemi ile tasarlanan kabuk yapıların incelenmesi, ve bu incelemeler ışığında yapımı ve inşası simetrik kabuklara göre daha zor olan asimetrik geometriye sahip, bir çok farklı durumda ve geometride uygulanabilecek jenerik bir yığma kabuk modelinin oluşturulmasıdır. Bu kapsamda oluşturulan jenerik yığma kabuk modelinin tasarım ve biçimlenme prensipleri esas inceleme konusu olarak alınmıştır.

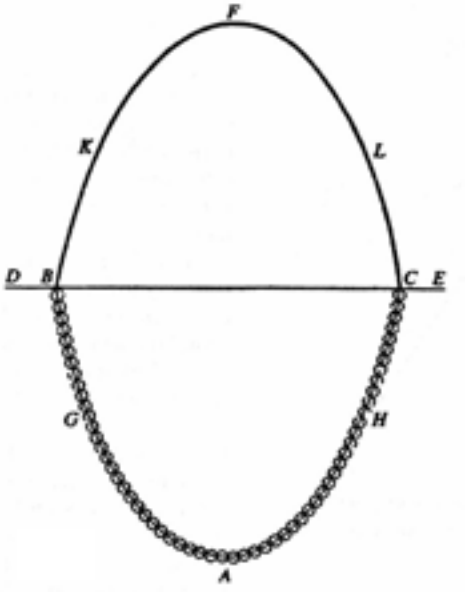
Şekil 1. Floransa Katedralinin Kubbesi, 1420-1436 (Borden, 2008)

Şekil 2. Droneport Prototipi, Norman Foster, 2016. (görsel <http://www.fosterandpartners .com> adresinden alınmıştır.)

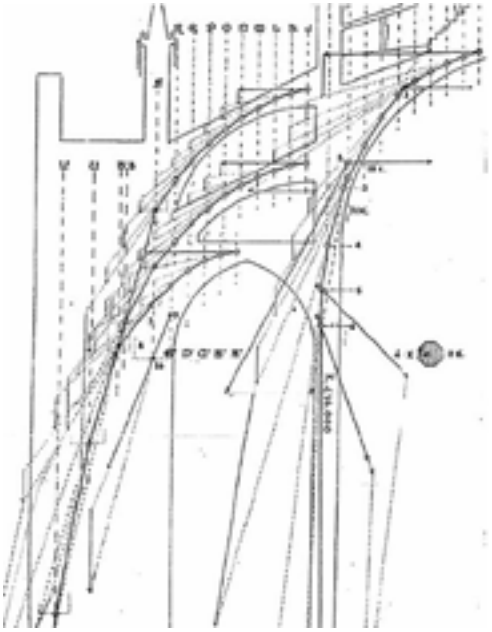
2. Kabuk Sistemleri için Geliştirilmiş Hesaplamalı Form Bulma Yöntemleri

Kemer, kubbe ve tonozlar, uzun yıllardır mimaride önemli bir rol üstlenen kabuk yapı elemanlarıdır. Günümüzde yerlerini daha karmaşık strüktürlü kabuk sistemlere bırakmış olsalar da, hala yüzyıllar önce inşa edilmiş bu yapıların tasarım ve uygulama bilgisi merak uyandırmaktadır. Günümüzde bu sistemlerin

Şekil 3. Poleni'nin Kemer ve Zincir Eğrisi arasındaki ilişkiyi anlatan çizim, 1748 (Block vd., 2006).



Şekil 4. Rubio tarafından Mallorka Katedrali için yapılan grafik statik analiz (Roca vd., 2010).



tasarımları için geliştirilmiş birçok hesaplamalı form bulma yöntemi mevcuttur. Fakat geçmişte bu gelişmiş teknikler mevcut değildi ve daha basit yöntemler bu yapı elemanlarının tasarlanmasında ve biçimlendirilmesinde kullanılmıştır. Bu yöntemler 'Basit Form Bulma Yöntemleri' adı altında incelenebilirler.

Mimarlık alanında teknolojik ilerlemeler incelendiğinde, inşaat yöntemleri ile malzeme ve uygulama alanlarındaki ilerlemeler eşliğinde geliştiği görülür. Günümüz teknolojisi ve mimarinin geldiği noktaya bakıldığında, daha karmaşık strüktürlü yapılar 'Hesaplamalı Form Bulma Yöntemleri' kullanılarak tasarlanabilir hala gelmiştir. Aşağıda kabuk yapıların 'Basit Form Bulma Yöntemleri' ve 'Hesaplamalı Form Bulma Yöntemleri' ne dayalı biçimlenme prensiplerine değinilmiştir.

2.1 Basit Form Bulma Yöntemleri

Kabuk sistemlerin tasarlanmasında kullanılan bilgisayar destekli yöntemler geliştirilmeden önce kabuğun alabileceği en iyi ve en dengeli biçimi bulabilmek için basit form bulma yöntemleri kullanılmıştır. Günümüzde kullanılan bilgisayar destekli / hesaplamalı form bulma yöntemleri incelendiğinde eski çağlarda kemer, kubbe ve tonozlu yapıların tasarımlarında kullanılan basit form bulma yöntemlerini kendilerine temel aldıkları ve benimsedikleri görülmektedir. Bu yüzden, basit form bulma yöntemlerin kullanılmaları bu tarz yapıların tasarımlarına başlanmadan önce incelenmelidir. 'Zincir Eğrisi Kanunu' (Hooke Kanunu), 'Grafik Statik Yöntemler' ve 'Fiziksel Modeller', basit form bulma yöntemleri içinde yer almaktadır.

Zincir Eğrisi Kanunu (Hooke Kanunu), 1675 yılında Robert Hooke tarafından geliştirilmiştir (Block vd., 2006). İki ucundan asılı olan bir zin-

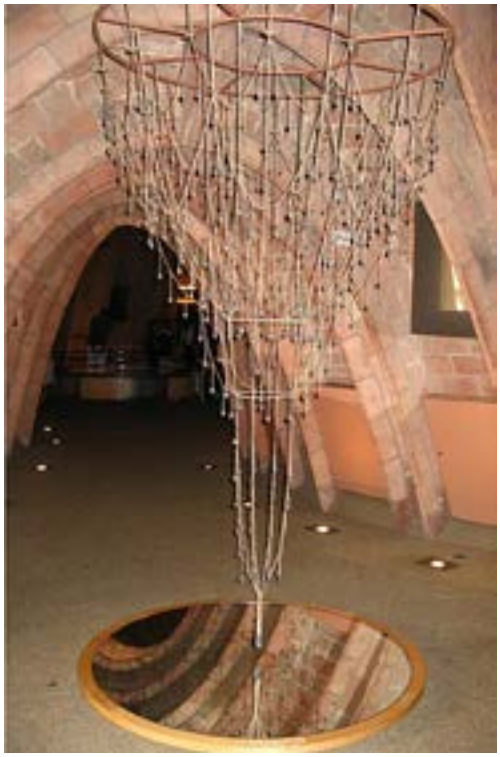
cir, kendi ağırlığı ve gerilim altında bir katenari eğrisi oluşturur. Bu eğri ters çevrildiğinde oluşan şekil, basınç altında rijit bir şekilde çalışan bir kemere karşılık gelir. Etki eden yükler altında, kemerin alabileceği en ideal şekil böyle bulunur (Allen ve Zalewski, 2012). Geçmişte tasarlanmış birçok yapının biçimlenme aşamasında Zincir eğrisi kanunundan yararlanıldığı bilinmektedir.

Grafik Statik Yöntemler ilk defa, 1866 yılında Culmann tarafından strüktürel form bulma süreçlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Yöntem Zincir Eğrisi Kanununa alternatif bir yöntem olarak geliştirilmiştir. Bu metot ile belirli yükler altında kabuğun alabileceği olası formlar analiz edilir (Block vd., 2014). Analizler Kuvvet ve Form diagramlarından oluşur. Bu diagramlar arasında statik denge oluşturularak kabuğun tamamen basınç altında çalışan üç boyutlu ideal biçiminin nasıl olacağı elde edilir.

Fiziksel Modeller, tasarımcılar ve mimarlar tarafından doğru biçimleri elde etmek için günümüzde hala daha kullanılan yöntemlerdir. Fiziksel modeller geçmiş dönemlerde, kabuk yapı strüktürlerin tasarımları için kumaş, membran gibi malzemeler kullanılarak ya da, strüktürdeki zincir eğrisi sayısını arttırarak üç boyutlu zincir eğrisi modelleri kullanılırdı (Addis, 2014). Katalan mimar Antoni Gaudi'nin birçok önemli eserini zincir eğrisi modelleri oluşturarak tasarladığı bilinmektedir (Huerta, 2006).

2.2 Hesaplamalı Form Bulma Yöntemleri

Günümüz mimarisinde tasarlanan karmaşık yapısal gerekliliklere sahip olan asimetrik biçimli geometriler ve karmaşık strüktürler, ağır hesaplama iş yükünü de beraberlerinde getirmektedirler. Bilgisayar destekli tasarım



Şekil 5. Gaudinin tasarımlarından biri için yaptığı Zincir Eğrisi Modeli (görsel <https://architizer.com> adresinden alınmıştır.).

ve modelleme tekniklerindeki ilerlemeler ile geliştirilen hesaplamalı form bulma yöntemleri bu geometrilerin tasarımını mümkün hale getirmiştir. Hesaplamalı tasarım ile tasarım bileşenleri arasında esnek bir ilişki kurulur ve bilgisayar ortamındaki model üzerinden tasarımın yapısal davranışları simüle edilebilir. Bu sayede, yığma kabuk sistemlerin tasarımındaki zorluk aşılabilir hale gelmiştir.

Hesaplamalı form bulma yöntemlerinin hangisinin kullanılacağının seçimi, taşıyıcılık prensiplerine, malzemeye ve yapım yöntemine göre yapılmaktadır. Kabuk sistemleri için geliştirilmiş hesaplamalı form bulma yöntemleri, bir kabuğun en iyi şeklini elde etmek için değişkenlerin doğrudan bilgisayar ortamında

kontrol edilebilmesine olanak sağlar. Belirlenen performans kriterleri ve mimari biçim ilişkisi içinde çalışırlar. Kabuk sistemleri için geliştirilmiş hesaplamalı tasarım yaklaşımı malzeme odaklı ve geometri odaklı yöntemler olarak iki farklı bölümde incelenebililer. Malzeme odaklı hesaplamalı form bulma yöntemleri 'Dinamik Gevşeme Yöntemi', 'Parçacık Tabanlı Yöntem'; geometri odaklı form bulma yöntemleri ise 'Kuvvet Yoğunluğu Yöntemi' ve 'İtme Ağı Analizi' olarak incelenirler.

Dinamik Gevşeme Yöntemi, ilk olarak 1965 yılında kullanılmaya başlanmış, sayısal bir yöntemdir. Bu yöntem ile, etki eden yükler altında tekrarlayan bir biçim bulma süreci ile geometrinin formu elde edilir. (Adriaenssens vd., 2014). Genellikle kablo ve kumaş malzemelerden oluşturulacak kabuk geometriler için tercih edilir. Malzeme odaklı hesaplamalı form bulma yöntemlerindendir.

Parçacık Tabanlı Yöntem, 1983'ten beri kullanılmakta olan, malzeme odaklı hesaplamalı form bulma yöntemlerinden biridir. Mimar ve mühendisler tarafından zincir eğrisi modelleri ve çekmeye çalışan membran strüktürler için basit dijital simülasyonlar hazırlamak için kullanılır. Parçacık tabanlı sistem, parçacıklardan, onlara etki eden yüklerden oluşur. Sınır koşulları, zemin bağlantı noktaları ve yer çekimi kuvvetleri gibi parametreler ile kontrol edilir. Simülasyon başladıktan sonra, parçacıklar etki eden yükler altında dengeye gelene kadar salınım yapar ve geometri için en uygun şekli elde eder (Bertin, 2011). Bu çalışma için uygun form bulma yöntemi, zincir eğrisi modelleri oluşturabilmesi açısından da, 'Parçacık Tabanlı Yöntemi'olarak belirlenmiştir.

Kuvvet Yoğunluğu Yöntemi, 1974 yılından beri kullanılmakta olan, geometri odaklı form bulma yöntemidir. Bu yöntem kullandığı doğrusal denklem ile, ön-gerilmeli bir kablo ağı için, belirlenmiş kuvvet/uzunluk oranları altında statik dengede çalışan geometriyi elde etmeyi amaçlar. Farklı elastisite özelliklerine sahip kablo ve membran strüktürler için kullanılır (Southern,2011).

İtme Ağı Analizi, Basit Form Bulma Yöntemlerinden grafik statik yöntemi çalışma prensibi olarak baz alan, karmaşık geometrilere sahip yığma kabuk yapı tasarımlarında kullanılan bir yöntemdir (Block, 2009). Bu yöntem ile tasarlanacak kabuk geometriler için kullanılacak malzeme ve özellikleri önemsizdir. Grafik statik yöntemdeki gibi sistem, kuvvet ve form diagramlarından oluşur. Bu diagramlar arasında kurulan statik denge ile kabuğun tamamen basınç altında çalışan üç boyutlu statik dengede olan şekli elde edilir.

3. Gazbeton Malzemesi

Parçacık tabanlı form bulma yöntemi, malzeme özelliklerini baz alan bir yöntemdir. Buna bağlı olarak, bu yöntem ile tasarlanacak olan kabuğun malzemesinin belirlenmesi ve her farklı malzeme için, form bulma yöntemi için gerekli olan mekanik özellikleri, geometrik ön tanımları ve zincir eğrisi kriterlerinin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında kullanılacak malzeme "Kürlenmiş, boşluklu beton bloklar (Gazbeton)" olarak belirlenmiştir.

Gazbeton, kimyasal kürleme yöntemi ile üretilen, bünyesinde gözenekleri bulunan, kullanılacağı yere ve amaca göre kolayca biçimlendirilebilen, hafif, belli düzeylerde statik dayanıma ve yalıtım özelliklerine sahip beton yapı malzemesidir. Yaklaşık 100 yıl önce bulunmuş ve zamanla geliştirilmiş olan gazbeton, mimari yapılar için hem taşıyıcılık hem

Kuru Yogunluk (kg/m3)	Basınç Dayanımı (MPA)	Elastisite Modülü (kN/mm2)	Termik Geçirgenlik (W/m°C)
400	1.3-2.8	0.18-1.17	0.07-0.11
500	2.0-4.4	1.24-1.84	0.08-0.13
600	2.8-6.3	1.76-2.64	0.11-0.17
700	3.9-8.5	2.42-3.58	0.13-0.21

Tablo 1. Gazbeton malzemesinin mekanik özellikleri (Narayanan ve Ramamurthy, 2000).

de yalıtım yönünden yığma yapı malzemeleri olan taş ve tuğla ile, taşıyıcılık özelliğine sahip hafif betonun alternatifi olan bir malzemedir. Gazbeton malzemesinin, asimetrik formlu kabuk yapı uygulamalarında henüz çok fazla yer almadığı ve kullanılmadığı görülmüştür.

Parçacık Tabanlı modelin oluşturulabilmesi için malzemenin yoğunluğu ve hacimsel özellikleri kullanılmıştır. Yapısal analiz sırasında ise, malzemenin mekanik özellikleri ile tasarlanan model analiz edilerek, modelin statik dayanımı hesaplanmıştır. Gazbeton malzemesinin mekanik özellikleri, malzemenin yoğunluğuna göre değişiklik göstermektedir (Tablo 1). 600 kg/m3 kuru yoğunluklu Gazbeton, bu model için malzeme olarak seçilmiştir.

4. Parçacık Tabanlı Form Bulma Yöntemi Kullanılarak Geliştirilen Jenerik Modelleme

Parçacık tabanlı form bulma yöntemi ile geliştirilen jenerik modelin tasarımı ve sistemin oluşturulması dört adımda gerçekleştirilmiştir. Bu adımlar;

1. Malzemeye dönük mekanik özellikler ve buna bağlı geometrik ön tanımların elde edilmesi,
2. Topoloji ve açık kenarların belirlenmesi,
3. Biçim optimizasyonu,
4. Yapısal analizdir.

4.1 Malzemeye dönük mekanik özellikler ve buna bağlı geometrik ön tanımların elde edilmesi

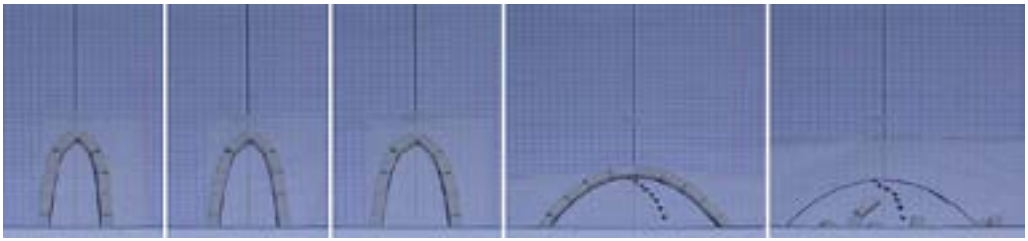
Parçacık tabanlı form bulma yöntemi ile modelleme sürecinde, her malzemenin mekanik özellikleri, geometrik öntanımları ve zincir eğrisi kriterlerinin göz önüne alınması gerekir ve ancak bu değerlere bağlı parçacık tabanlı jenerik bir model geliştirilebilir. Bu nedenle modelin geliştirilmesi sürecinde ilk adım 'Malzemeye dönük mekanik özellikler ve buna bağlı geometrik ön tanımların elde edilmesi' olarak adlandırılır.

Bu çalışma için ilk olarak Gazbeton malzemesinin mekanik özellikleri ve kabuk geometriler için uygunluk kriterleri araştırılmıştır. Kurulan düzenek ve 1/20 ölçekte hazırlanan Gazbeton

	Zincir Eğrisi Oranı
Maksimum Açıklık/ Maksimum Yükseklik	0,192
Minimum Açıklık/ Minimum Yükseklik	0,775

Tablo 2. Gazbetonun maksimum ve minimum Zincir Eğrisi oranları.

Şekil 6. Malzemenin iki boyutlu 'Zincir Eğrisi' testlerine ait fotoğraftır.



blokları ile, malzemeye iki boyutlu 'Zincir Eğrisi' testleri uygulanmıştır. Malzemenin basınç altında güvenli olarak geçebileceği maksimum ve minimum açıklıklar ve yükseklikler belirlenmiştir. Böylelikle, Gazbeton malzemesinin, modelleme sırasında geometrik ön tanım olarak kullanılacak 'Zincir Eğrisi Oranları' elde edilmiştir (Tablo 2).

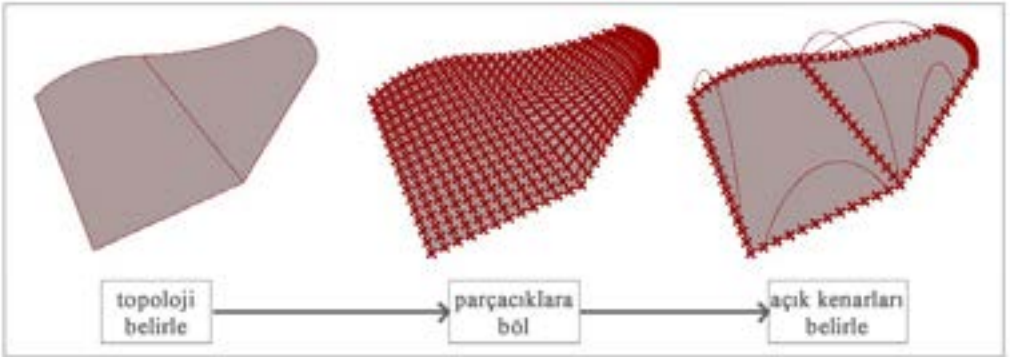
4.2 Topoloji ve açık kenarların belirlenmesi

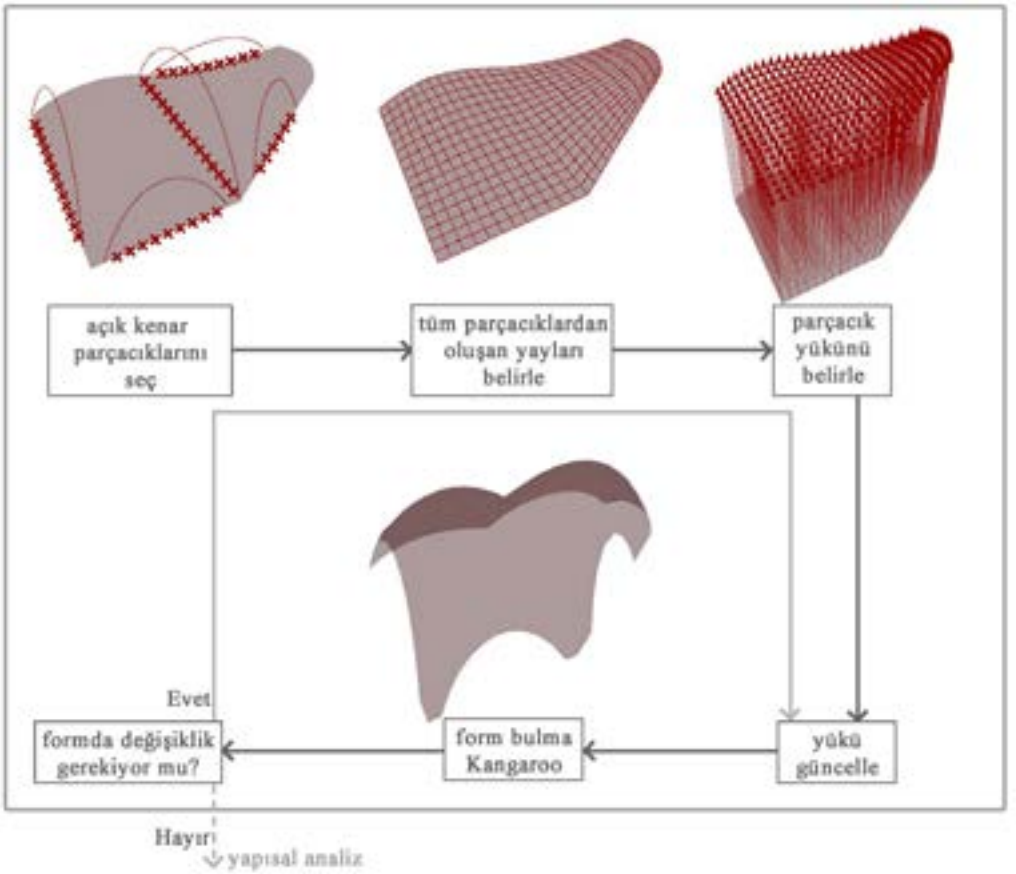
Topoloji ve açık kenarların belirlenmesi adımında ilk olarak tasarlanmak istenen kabuğun zemin geometrisi yani zeminde izdüşümüne denk gelen topoloji tasarımcı tarafından belirlenir. Bu topoloji parçacık tabanlı modelin esası olan parçacıklarına/partiküllerine ayrılır. Daha sonra belirlenen topoloji üzerinde açık bırakılmak istenilen kenarlar seçilir. Bu kenarlara Zincir Eğrisi testleri sonucunda elde edilmiş olan oranlar kullanılarak kemerler tanımlanır. Elde edilen verilerle üç boyutlu modelin oluşturulması için, 'Rhinoceros' modelleme yazılımı ve bu yazılım içinde çalışan grafik algoritmik yazılım aracı olan 'Grasshopper' kullanılmıştır.

4.3 Biçim optimizasyonu

Biçim optimizasyonu, parçacık tabanlı form bulma yöntemini çalışma prensibi olarak kullanan 'Kangaroo' fizik motoru tarafından Grasshopper içerisinde yapılır. Biçim optimizasyonunu gerçekleştirmek için, ikinci adımda belirlenmiş olan topoloji ve açık kenarlar, kabuğun zemine bağlantı noktaları, parçacıklardan etki eden kuvvet objeleri ve her bir parçacıktan aktarılan yükün fizik motoru içinde tanımlanmış olması gerekir. Tanımlamalar gerçekleştirildikten sonra fizik motoru çalıştırılarak biçim optimizasyonu simüle edilir. Kangaroo, belirlenen yükler altında en dengeli şekilde çalışan şekli bulana kadar simülasyonu

Şekil 7. Topoloji ve açık kenararın belirlenmesi süreci





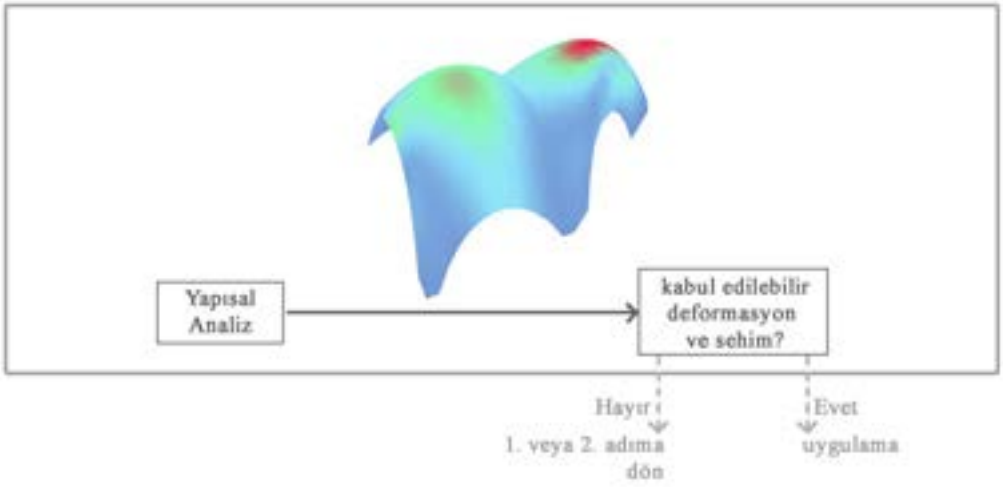
Şekil 8. Topoloji ve açık kenarların belirlenmesi süreci

tekrar etmeye devam eder ve optimum şekil bulunduğunda sistem durur. Eğer elde edilen formda değişiklik yapılması gerektiği düşünülüyorsa adımlar tekrarlandıktan sonra, simülasyon tekrar gerçekleştirilir.

4.4 Yapısal analiz

Biçim optimizasyonunun tamamlanması ile birlikte elde edilen jenerik modelin yerçekimi ile kendi ağırlık yükleri altında tüm yüzey alanının basınç gerilmeleri altında olması gerekir. Bunun kontrolü için jenerik modele yapısal analiz uygulanır. Yapısal analiz, Grasshopper içerisinde 'Millipede' yazılımı kullanılarak gerçekleştirilir. Yapılan analizler sonucunda maksimum deformasyon ve sehim, kabuk modelinin en fazla geçtiği açıklığın 1/500'ünden az olması beklenmektedir. Eğer elde edilen sonuç beklenenden fazla ise, form bulma sürecinin ikinci basamağına dönülerek değişiklikler yapılır ve süreç tekrardan başlatılır (Şekil 10). Tüm basamaklar uygulandıktan sonra ve yapısal analizler gerçekleştirildikten bu çalışma için tasarlanan model Şekil 11 de gösterilmiştir.

Şekil 9. Yapısal analiz süreci

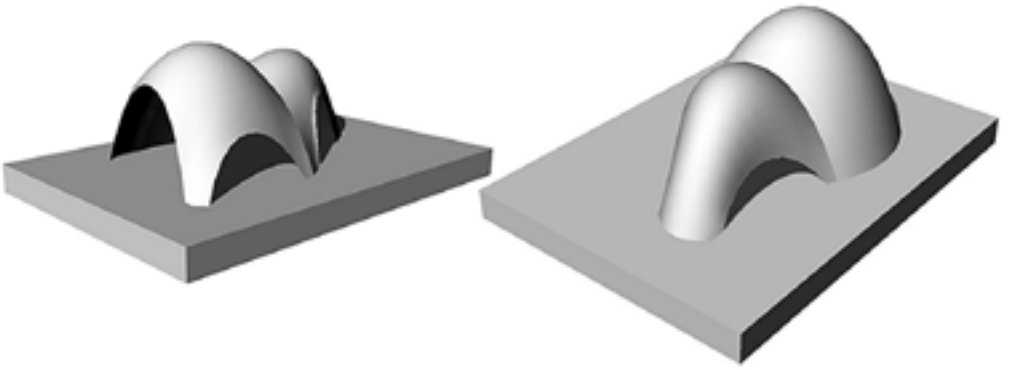


Şekil 10. Jenerik model tasarımı ve sistem geliştirilme prosesi

5. Sonuçlar

Sonuç olarak, bu çalışmada geliştirilen jenerik model, yığma kabuk yapıların tasarımlarında kullanılabilecek bir model önerisi getirmektedir. Tasarımda göz önünde bulundurulan en önemli faktör Hooke'un Zincir Eğrisi Kuralı ve iki boyutlu testler ile elde edilmiş zincir eğrisi oranlarının modelde kullanılıyor olmasıdır. Böylelikle, tasarlanan yığma kabuğun, ilk adımdan itibaren strüktürel dayanımı arttırılmış olur. Bu testler farklı malzemelere de uygulanarak zincir eğrisi oranları elde edilebilir, böylece jenerik model başka malzemeler için de kullanılabilir.

Geliştirilen jenerik modelin önemi, malzeme kalınlığı, plan topolojisi, kemer yüksekliği, açıklıkları ve sayısı gibi parametrelerin esnek olmasıdır. Bu model yığma yapıların yapısal ve statik özellikleri konusunda mimarlar ve tasarımcılar için bir öngörü oluşturma ve erken tasarım evresinde taşıyıcılığa bağlı karar verebilme olanağı kazandırmaktadır. Bu kazanım ile, mimarlar ve tasarımcılar, bilgisayar ortamında, sayısal biçimlendirme yöntemlerinden yararlanarak, karar verme sürecinin ilk adımlarında oluşturmak istedikleri kabuk yapılar için malzemeye bağlı olarak taşıyıcılık özelliğini göz ardı etmeksizin, dijital eskizlerini oluşturabilme olanağına sahip olurlar. Kullanılan modelleme, optimizasyon ve analiz programlar ile kabuk strüktürlerin modellemelerinde kullanılabilecek bir dijital modelleme araçları seti oluşturulmuştur. Bu set esnekliği ile, tasarımcıların ve mimarların, kabuk yapı tasarım süreçlerinde bakış açılarını geliştirebilir.



Şekil 11. Çalışma sonucunda elde edilen model

KAYNAKLAR

ADDIS, B. 2014. Physical Modelling and Form Finding. Shell Structures for Architecture: Form Finding and Optimization. Routledge.

ALLEN E., ZALEWSKI W. 2012. Form and Forces: Designing Efficient, Expressive Structures. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.

ADRIAENSSENS, S., LACHOUER, L., RIPPMANN, M. 2014. Dynamic Relaxation: Design of a Strained Timber Gridshell. Shell Structures for Architecture: Form Finding and Optimization. Routledge, 89-102.

BERTIN, T. B. 2013. Evaluating the Use of Particle-Springs in the Conceptual Design of Grid Shell Structure. Master Thesis. Department of Civil and Environmental Engineering, MIT.

Block, P. 2009. Thrust Network Analysis; Exploring Three-dimensional Equilibrium. PHD Thesis. Building Technology, Department of Architecture, Massachusetts Institute of Technology.

BLOCK, P., LACHAUER, L. 2014. Three-dimensional funicular analysis of masonry vaults. Mechanics Research Communications. 56, 53-60.

BHOOSHAN, S., VEENENDAAL, D., BLOCK, P. 2014. Particle Spring System: Design of a Cantilevering Concrete Shell. Shell Structures for Architecture: Form Finding and Optimization. Routledge.

BLOCK, P., DEJONG, M., OCHSENDORF J. 2006. As Hangs the Flexible Line: Equilibrium of Masonry Arches. Nexus Network Journal, 8, 2.

BOOTHBY, T. E. 2001. Analysis of masonry arches and vaults. Progress in structural engineering and materials. 3(3), 246-256.

BORDEN, D., ELANOWSKI, J., LAWRENZ, C., MILLER, D., SMITH, A., & TAYLOR, J. 2009. Mimarlık. Ntv Yayınları, 170-171.

HUERTA S. 2006. Structural Design in the Work of Gaudi. Architectural Science Review 49(4), 324-339.

KORKMAZ K. A., ÇARHOĞLU A. I., ORHON A. V., NUHOĞLU A. 2014. Farklı Yapısal Malzeme Özelliklerinin Yığma Yapı Davranışına Etkisi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(1), 69-78.

KILIAN, A., OCHSENDORF, J. 2005. Particle-Spring Systems for Structural Form Finding. Journal of The International Association for Shell and Spatial Structures. IASS. 46, 147.

LOURENÇO, P. B. 2008. Structural masonry analysis: Recent developments and prospects. In 14th international brick and block masonry conference. University of Newcastle, Australia.

NARAYANAN, N., RAMAMURTHY K. 2000. Structure and properties of aerated concrete: a review. Cement & Concrete Composites, 22, 321-329.

OCHSENDORF, J. & BLOCK, P. 2014. Exploring shell forms. Shell Structures for Architecture: Form Finding and Optimization. Routledge.

RIPPMANN, M., BLOCK, P. 2013. Funicular Shell Design Exploration. ACADIA. Waterloo, Canada.

ROCA, P., CERVERA, M., & GARİUP, G. (2010). Structural analysis of masonry historical constructions. Classical and advanced approaches. Archives of Computational Methods in Engineering, 17(3), 299-325.

SOUTHERN, R. 2011. The force density method: A brief introduction. The National Centre for Computer Animation, Bournemouth University, United Kingdom.

VAN MELE, T., LACHAUER, L., RIPPMANN, M., & BLOCK, P. 2012. Geometry-based understanding of structures. Journal of the International Association of Shell and Spatial Structures. 53(4), 285-295.

VEENENDAAL, D., & BLOCK, P. 2014. Comparison of Form Finding Methods. Shell Structures for Architecture: Form Finding and Optimization. Routledge. 115-130.

WITTMANN, F. 1992. Advances in Autoclaved Aerated Concrete. Proceeding of the 3rd Rilem Interntional Symposium of Autoclaved Aerated Concrete, Switzerland.

Net Present Value and UDI optimization with HypE Genetic Algortihm

Hızır Gökhan Uyduran[1]; Orçun Koral İşeri[2]
[1,2]Yaşar Üniversitesi
[1,2]{hızırgokhanuyduran\orcunkoraliseri}@gmail.com

Abstract. Architectural decisions and designs are built with investment and energy costs in mind. Evaluating all possibilities and reaching optimum results seems impossible within a limited time frame, but nowadays it is possible to reach convincing results with computational computer-aided design methods. This research aims at defining the optimum window-to-wall ratio and achieving the optimum wall thickness, at the same time identifying the ideal glass and insulation material from defined glass material and clusters of insulation material. So, the goal is to increase the percentage of between UDI 100 lux - 2000lux annually, while trying to reduce the total energy demand and investment costs as a function of the Net Present Value by mathematical calculation. The heating and cooling demands on the buildings correspond to 60% of the total energy expenditures. At this time when climate changes are starting to feel violently, they will not be able to be ignored and they are confronted as a rate to be reduced. There is a direct relationship between the wall thickness and the objective functions, and as the thickness increases, energy expenditure and a decrease in the percentage of artificial lighting demand, indicating the opposite relation between the objective functions and making the problem difficult to solve. There are many researches on wall thickness and lighting rate. The use of materials directly affects the costs of design and use. In order to avoid this, properties and usage costs of 13 different glass and 90 different insulating materials are included in the calculation. The energy model is built on the Grasshopper open code program, which offers algorithmic modeling. EnergyPlus (Crawley, 2001) based energy simulation and Radiance based light simulation will be realized through the same program. HypE genetic algorithm which works with the logic of evolutionary algorithms in order to reach optimum results, is repeated with different variable values for many generations. It was aimed to increase the UDI 100 lux - 2000 lux level while aiming to decrease the total energy (heating, cooling, lighting) expenditures for 10 years with 10% interest in the purpose functions by taking wall thickness, window wall ratio, glass and insulation material alternatives as variables variable during the last generations. The results suggest that the Pareto-front is not dominant in the HypE genetic algorithm, which makes intuitive optimization without degrading the local optimum. From these results, a program can be developed according to usage and tactics. In future researches, it is aimed that artificial neural network and intuitive optimization will be done by going even further and adding all the structural material alternatives to the account.

Keywords: *Optimisation; Glass; Energy; UDI; Insulation; Evolutionary Algorithm*

HypE Genetik Algoritması Kullanarak Net Bütçe Değeri ve Aydınlanma Oranının Dijital Model Üzerinden Eniyilenmesi

Hızır Gökhan Uyduran[1]; Orçun Koral İşeri[2]
[1,2]Yaşar Üniversitesi
[1,2]{hızırgokhanuyduran\orcunkoraliseri}@gmail.com

Özet. Mimari kararlar ve tasarımlar yatırım ve enerji maliyetleri göz önüne alınarak oluşturulur. Tüm olasılıkları değerlendirip optimum sonuçlara ulaşmak kısıtlı bir zaman çerçevesinde imkansız görünür fakat hesaplamalı bilgisayar destekli tasarım metotları ile ikna edici sonuçlara ulaşmak mümkündür. Bu araştırma optimum pencere-duvar oranı ve optimum duvar kalınlığına ulaşmayı, aynı zamanda tanımlı cam materyali ve izolasyon materyali kümeleri içinden ideal cam ve izolasyon materyalini tanımlamayı hedeflemektedir. Bunları yaparken amaç fonksiyonları olarak 10 yıllık toplam enerji harcamalarını ve yatırım maliyetlerini, Net Bugünkü Değer matematiksel hesaplaması ile düşürmeye çalışırken UDI (useful daylight illumination) yani yıllık 100 lux ve 2000 lux arası aydınlanma yüzdesini yükseltmeyi amaçlamaktadır. Yapılardaki ısınma ve soğutma giderleri toplam yapı enerji ihtiyacının %60'ına yakın bir değerine karşılık geliyor. İklim değişimlerinin şiddetli bir biçimde hissedilmeye başlandığı şu dönemlerde, göz ardı edilemeyecek ve düşürülmesi gereken bir oran olarak karşımıza çıkıyor. Değişken olarak kabul edilen duvar kalınlığı ile amaç fonksiyonları arasında doğrudan bir ilişki bulunuyor. Kalınlık arttıkça enerji harcamaları ve yapay aydınlanma yüzdesinde bir düşüş oluşuyor bu durum amaç fonksiyonları arasında oluşan zıt ilişki oluşturuyor ve problemin çözümünü zorlaştırıyor. Duvar kalınlığı ve aydınlanma oranına ilişkin birçok araştırma mevcuttur. Bir diğer değişken olan materyal kullanımı, tasarım ve kullanım maliyetlerini doğrudan etkiliyor. Bunu yok saymamak adına, 13 farklı cam ve 90 farklı izolasyon malzemesinin özellikleri ve kullanım maliyetleri hesaplama içine dahil edildi. Enerji modeli algoritmik modelleme imkanı sunan Grasshopper açık kod programı üstünden oluşturuldu. Yine aynı program üzerinden EnergyPlus tabanlı enerji benzetimi ve Radiance tabanlı ışık benzetimi gerçekleştirilmesi hedeflendi. Optimum sonuçlara ulaşmak adına evrimsel algoritma mantığı ile çalışan HypE genetik algoritması ile bu süreç birçok jenerasyon boyunca farklı değişken değerleri denenerek tekrarlandı. Devam eden jenerasyonların eniyilemesi süresince duvar kalınlığı, pencere duvar oranı, cam ve izolasyon malzemesi alternatifleri değişken olarak kabul edilip amaç fonksiyonlarında %10 faizle 10 yıllık toplam enerji (ısıtma, soğutma, aydınlanma) harcamalarının düşürülmesi hedeflenirken UDI 100 lux- 2000 lux seviyesinin arttırılması amaçlandı. Sonuçların lokal optimuma düşmeden sezgisel optimizasyon yapan HypE genetik algoritmasında dominant olmayacak şekilde pareto-front oluşturması öngörüldü. Bu sonuçlar arasından kullanım ve tercihe göre bir program geliştirilebilir. Gelecek araştırmalarda daha da detaya inip tüm yapı malzeme alternatifleri hesaba katılarak yapay sinir ağı metodu denkleme eklenerek sezgisel optimizasyon yapılması hedefleniyor.

Anahtar Kelimeler: *Eniyileme; Cam; Enerji; UDI; İzolasyon; Evrimsel Algoritma*

1. Giriş

Mimari kararlar ve tasarımlar yatırım ve enerji maliyetleri göz önünde bulundurularak alınırlar. Mimari tasarımda cephelerde bulunan açıklıklar genelde gerektiği önemi göremese de doğru açıklık oranı ısısal konfor, enerji maliyeti tasarrufu ve görsel konfor sağlamaktadır (Florides, 2002) (Li, 2010) (Treado, 1984). Bütün bu olumlu getirilerine rağmen cephede bırakılan açıklıklar binalarda ısı kayıplarının üçte birine neden olmaktadır. Aynı zamanda güneş enerjisi kazanımlarını arttırdığı için en zayıf halka sayılabilir (Arıcı, 2010). Cephede doğru açıklık oranı iklim bölgelerinde farklılık gösterdiği için belli bir standart uygulanamamaktadır. Daha önce farklı iklim bölgelerinde doğru oran için yapılan çalışmalar olmuştur (Goia,2016) (Qingsong, 2015) (Mangkuto, 2015). Ancak araştırmalarda tek tip cam materyali kullanıldığı için gerçeğe yakın sonuçlar elde edilememiştir. Oysa cam seçimi enerji ihtiyacını etkileyen en önemli ikinci parametredir (Raji, 2016). Piyasada satılan çok fazla cam çeşidi olmasına karşın birçoğu son kullanıcıya ulaşamadığı için bu araştırmada en sık kullanılan 13 adet cam çeşidi seçilmiştir. Duvar kalınlığı enerji performansında etkili olan diğer bir faktördür. Binalarda duvar kalınlığının ısı yalıtımı ile olan ilişkisi herkes tarafından bilinmektedir fakat duvar kalınlığının içeriye alınacak olan güneş ışığı miktarını ve ısı kazanımını doğrudan etkilemesi sıklıkla göz ardı edilmektedir. Kalınlık arttığı takdirde duvarın kendisi saçak etkisi göstererek içeriye alınan güneş ışığını ve ısı kazancını azaltacaktır. Ancak yapılan araştırmalara göre bu yönde yapılan etkili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırmada optimum enerji talebi (ısıtma soğutma ve aydınlatma) ve Net Bütçe Değeri için olması gereken cam boyutu, duvar kalınlığı, cam malzemesi ve izolasyon malzemesi seçimi için tasarımcılara İzmir için en doğru fikri vermesi amaçlanmaktadır.

2. Model

Boyutları 10x10x3 metre olan İzmir'de bulunan farazi bir binadır. Çevresinde gölge oluşturabilecek herhangi bir bina bulunmamaktadır. Bina 3 boyutlu tasarım programı olan Rhinoceros 5.0 programının parametrik modelleme eklentisi olan Grasshopper'da modellenmiştir. Açıklıkların duvara oranları her cephede birbirinden bağımsız olarak 0.38 ile 0.95 arasında 0.01 basamak değişen devamlı bir aralık içerisindedir. Duvar kalınlığı ise 0.3 metre ile 0.8 arasında değişmektedir. Işık algılayıcıları birbirinden 5 metre uzaklıkta ve masa üst seviyesi olan yerden 0.762 metre yukarıda olmak üzere 16 tanedir ve güneş ışığına göre aydınlatmayı 500 lux ihtiyacını karşılayacak kadar otomatik olarak kısmaktadır ya da açmaktadır. Bina programı ise EnergyPlus tarafından standart olarak hazırlanmış açık ofis olarak kullanılmıştır. İklim bilgileri EnergyPlus tarafından sağlanmıştır (Nabil, 2005). İzmir tüm Türkiye'de ısıtma Derece-gün Bölgeleri arasında denge noktası sıcaklığı 18° C olarak alındığı zaman 5. sıradadır. Yıllık soğutma derece-gün değerlerinde denge noktası sıcaklığı 22° C alındığı zaman ise Türkiye'de 14. sırada bulunmaktadır. Bu İzmir'in ısıtma yüklerinin düşük olsa bile soğutma yüklerinin oldukça yüksek olduğunu gösterir (Bulut, 2007). Hata payı düşük sonuçlar almak için Radiance benzetimlerinde kullanılan değişkenler DIVA, Mapdwell, DAYSIM ve umi gibi programların yaratıcısı ve Radiance konusunda uzman olan Christoph F. Reinhart tarafından verilen doğruluğu kesin olan değerler kullanılmıştır (Reinhart, 2011) (Tablo 1).

Tablo 1. Radiance Parametreleri Tablosu

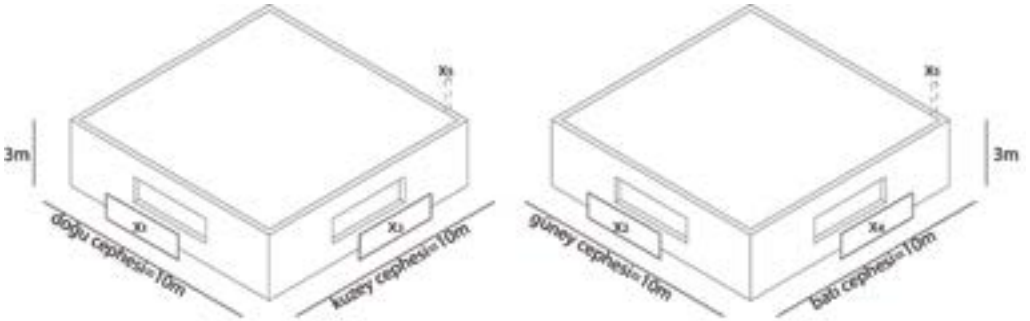
Yapı Bileşeni	Yansıtıcılık	Görsel Geçirgenlik
Duvarlar	0.5	-
Tavan	0.8	-
Zemin	0.2	-
Cam	-	0.17-0.9
Radiance Parametreleri		
Ambient Bounce (ab)	2	
Ambient Divisions (ad)	512	
Ambient Super-Samples(as)	256	
Ambient Resolution(ar)	128	
Ambient Accuracy(aa)	0.15	

Tablo 2. Değişkenler Tablosu

Değişken		İsmi	Değer Kümesi
x_1	(-)	Doğu cephesi pencere-duvar oranı	0.38 - 0.95
X_2	(-)	Batı cephesi pencere-duvar oranı	0.38 - 0.95
X_3	(-)	Kuzey cephesi pencere-duvar oranı	0.38 - 0.95
X_4	(-)	Güney cephesi pencere-duvar oranı	0.38 - 0.95
X_5	(cm)	Duvar kalınlığı (izolasyon hariç)	0.30 – 0.80
X_6	(-)	Cam tipleri	13 adet
X_7	(-)	İzolasyon Tipleri	90 adet

3. Metodoloji

Öngörülüyor ki yakın gelecekte tasarım kararları ve süreçleri de büyük oranda matematiksel olarak açıklanabilecektir ve bu duruma ek olarak daha da doğru yanıtlara ulaşmak için doğru amaç fonksiyonlarının doğru parametreler ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Araştırmaya konu olan denklem iki tane amaç fonksiyonu ve 7 tane değişken ile kurulmuş durumdadır. Bu değişkenler sırası ile doğu cephesi cam duvar oranı, batı cephesi cam duvar oranı, kuzey cephesi cam duvar oranı, güney cephesi cam duvar oranı, duvar kalınlığı (tüm cepheler için tek bir oran), 13 adet cam tipi ve son olarak 91 adet izolasyon maddesinden oluşmaktadır. (Tablo 2)



Şekil 1. Duvar Kalınlığı ve Pencere-Duvar Oranı

Doğu ve batı cepheleri günün belli saatlerinde ışığı direkt olarak alırken, güney cephesi tüm gün ışınlara maruz kalır bunu aksine kuzey cephesi çoğunlukla yansıyan ışınlar ile aydınlanır. İklim özellikleri ve güneş ışığı düşüş açısı ve sürelerinden ötürü her cephenin kendi içinde ayrı değerlendirilmesine karar verilmiştir. Minimum pencere duvar oranı açıklığının Avrupa standardı EN 410'e göre en az 0.38 olarak kabul edilmelidir. Üst limit olarak ise 0.95 değeri kabul edilmiştir. Pencere-duvar oranı hem içerinin aydınlatma oranlarını hem de ısıtma ve soğutma masraflarını doğrudan etkilemektedir (Şekil 1). Bir başka değişken olarak ise duvar kalınlığı belirlenmiştir. Minimum duvar kalınlığı 30 cm ile sınırlandırılırken maksimum kalınlık 80 cm'ye kadar arttırıldı (Echenagucia, 2014).

Duvar kalınlığı arttıkça toplam soğutma ve ısıtma maliyetlerini etkilerken dolaylı da olsa içerinin aydınlatma oranını da etkilemektedir. Kalınlık arttıkça içeri giren ışınlara karşı bir gölgelendirme elemanı gibi çalışmaya başlamaktadır. Bu durumun aydınlatma üzerinde iki farklı sonucu oluşturmaktadır. Yazın öğle saatlerinde güneşin aydınlatma kuvveti çok yüksek olması nedeniyle yapı içerisinin istenilenden fazla aydınlatılmasına ve yansımaya (glare) sebep olurken soğutma masraflarını da büyük oranda arttırmaktadır. Duvar kalınlığı bu zamanlar için ne kadar kalın olursa o kadar fazla gelen ışını keserek ve soğutma maliyetleri de düşürmektedir. Madalyonun diğer yüzü ise kış aylarında yani güneşin aydınlatma oranının dünya üzerinde az olduğu dönemlerde gerçekleşmektedir. Duvar kalınlığı ne kadar fazla olursa içeriye giren ışınları o derece keserek ve aydınlanma oranının istenilenden düşük kalmasına sebep olmaktadır. Bu da yıl içinde toplam yapay aydınlatma masraflarının artmasına sebebiyet vermektedir (Şekil 2).

Şekil 2. Karşılaştırmalı Duvar Kalınlığı – Giren ışın oranı (temsili)

Yapılan araştımalar sonucunda cam ve izolasyon materyallerinin aynı anda çok amaçlı bir eniyileme denkleminde ele alındığına rastlanmamıştır. İki amaç fonksiyonu üzerinde matertal çeşitliliğini test etmek amacı ile karar değişkenleri olarak 13 tane farklı cam tipi ve 90 tane farklı izolasyon materyali eklenmiştir. Cam tipleri ısı kazanma katsayısı (%), ısı geçirgenlik katsayısı (W/m2 K) ve görünür ışık geçirgenliği (%) özelliklerine kategorize edilmiştir (Tablo 3). Net Bütçe Değeri amaç fonksiyonuna katkı olarak birim kare fiyatları (TL/m2) ile kullanım alanları (m2) çarpımı yatırım

Tablo 3. Cam Materyalleri Değişkenleri Tablosu

Değişken	Değişken Aralığı
Işık geçirgenlik	0.86 – 0.90
Isı kazanma oranı	0.78 – 0.86
Isı geçirgenlik katsayısı	5.6 – 5.8

maliyeti içine eklenmiştir.

İzolasyon materyalleri ise kalınlık (cm), iletkenlik (W/m-K) ve yoğunluğuna (kg/m3) göre sıralanıp denklemin içine eklendi (Tablo 4). Aynı şekilde Net Bütçe Değeri amaç fonksiyonu denkleminin içine birim kare fiyatları (TL/m2) ile kullanım alanlarının (m2) çarpımı eklenmiştir.

Tablo 4. İzolasyon Materyalleri Değişkenleri Tablosu

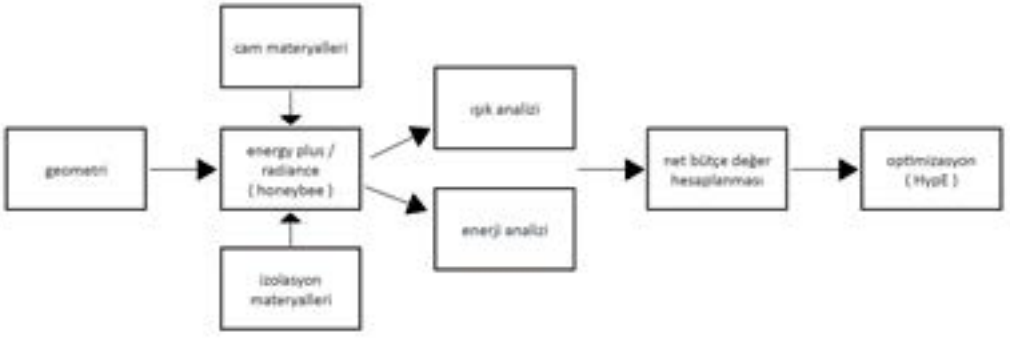
Değişken	Değişken Aralığı
Kalınlık (cm)	0.3 – 1
İletkenlik (W/m-K)	0.029 – 0.040
Yoğunluk (kg/m^3)	0.029 – 0.040

Araştırma içinde oluşturulan denklem iki farklı hedef doğrultusunda ilerlemiştir. İlk olarak mekan içi aydınlatmanın olabildiğince en yüksek seviyede olması ikinci olarak ise soğutma, ısıtma ve yapay aydınlatma giderlerinin olabildiğince minimuma yakın olması hedeflenmiştir. Aydınlatma oranları UDI (Useful Daylight Illimunance) metodu kullanılarak hesaplanmıştır. UDI Nabil ve Mardaljevic tarafından ilk defa 2005 yılında ortaya atılmış bir ölçüm tekniğidir (Nabil, 2005). UDI tüm yıl boyunca mekân içi doğal aydınlanmanın oranını hesaplamaktadır. Binaya giren 100 lux ile 2000 lux arası olan ışığın tüm ışığa 1 üzerinden oranlanması ile oluşturulmuştur (Nabil, 2005). Bu araştırmada UDI oranının en yüksek seviyeye ulaştırılması hedeflenmiştir. 100 lux altı olan ışığın program olarak belirlenmiş ofis binasında yapay aydınlatma yükünü arttıracağı, 2000 lux üzerindeki güneş ışığının ise ısı kazanımı nedeniyle soğutma sistemlerinin daha fazla çalışmasına yol açacağı için ve görsel rahatsızlık yaratan yansıma (glare) riskini arttırdığı için (Futrell, 2015) (Shen, 2013) amaç fonksiyonu olarak bu aralık belirlenmiştir. İkinci amaç fonksiyonu olarak yıllık toplam enerji harcamaları ve yatırım maliyetlerinin 10 yıllık vadede yüzde 10'luk enflasyon cinsinden hesaplayan Net Bütçe Değeri hesaplaması kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan Net Bütçe Değeri toplam yatırım maliyeti (cam, izolasyon, betonarme masrafı) ve 10 yıllık toplam enerji masrafının enflasyon değerleri ile çarpılması sonucu 10 yıllık toplam enerji masrafını türk lirası cinsinden veren bir denklem şeklinde oluşturulmuştur. Bu metot çeşitli alternatiflerin para cinsinden karşılaştırmasına olanak tanımaktadır. İzolasyon materyalleri üzerinden örneklendirmek gerekirse ısı kaybı açısından daha iyi oranlara sahip bir alternatif materyal enerji masraflarını düşürmektedir. Olası bir UDI – toplam enerji ihtiyacı çok amaçlı eniyileme denkleminde sistem daha pahalı ürünlerin seçilmesine doğru yönlendirmekte fakat Net Bütçe Değeri amaç fonksiyonu yatırım maliyetlerini kapsamasından ötürü sistem iyi özellik ile düşük fiyat arasında bir dengelemeye gitmektedir. Denklem içinde kullanılan ürünlerin toplam maliyetinin eklenmesi önemli bir unsurdur çünkü yatırım maliyetleri uygulayıcıları toplam yapım maliyetleri cinsinden, kullanıcıları toplam kullanım maliyetleri cinsinden direkt etkilemektedir. Sistemin en iyi verim sağlayan fakat en pahalı ürünlere doğru yönelmesindense olabildiğince en iyi değerler en uygun fiyatlarla birlikte yakalanması hedef olarak amaçlanmaktadır. Son kullanıcıya yönelik ileride yapılacak uygulamalarda mali yönden bir avantaj sağlayabileceği düşünülmüştür.

[Net Bütçe Değeri = - (toplam yatırım) – (10 yıllık, %10 faiz, toplam enerji ihtiyacı)] *(1)*

Amaç fonksiyonları arasında bir zıtlık oluştuğundan ötürü, evrimsel algoritma ile çok amaçlı optimizasyon tercih edilmiştir. Keza amaç fonksiyonlarından sadece birinin iyileştirilmesine yönelik bir çalışma diğer amaç fonksiyonun verimini ciddi oranda düşürebilmektedir. Pencere duvar oranı üstünden verilen bir örnek daha açıklayıcı olacaktır. Güney cephesinde açılan bir pencerenin duvar ile oranı arttırılırsa içeri giren ışık oranı artacaktır. Yaz aylarında soğutma masraflarını arttıracakken kış aylarında ise ısıtma masraflarını düşürecektir fakat diğer açıdan bu durum kış aylarında daha fazla ısı kaçışlarına sebep olacaktır. UDI hesaplamasının karşısına Net Bütçe Değeri konularak pencere duvar oranlarının gereğinden fazla artmasını engelleyerek ısıtma ve soğutma masraflarını dengelemek öngörülmüştür. Son olarak toplam enerji ihtiyacı içine yapay aydınlatma oranları da eklenince UDI ile Net Bütçe Değeri arasında oluşan zıtlık daha da belirginleşmiş oldu. Modelin kendisi digital modelleme programı Rhino ve ona bağlı olarak çalışan algoritmik modelleme eklentisi Grasshopper kullanılarak oluşturuldu. Grasshopper algoritmik modelleme imkânı sunan kullanıcı dostu bir arayüze sahip olan açık kodların mimari ve tasarım elemanlarına çevrildiği bir sistemdir. Geometri modellendikten sonra enerji ve ışık benzetimlerine tanıtıldı. Işık ve enerji benzetimleri Honeybee (Raimondi, 2016) eklentisi ile gerçekleştirildi. Enerji benzetimleri EnergyPlus (Crawley, 2001) üzerinden ışık benzetimleri ise Radiance (Reinhart,2011) sistemi üzerinden hesaplanmaktadır. Buradan alınan sonuçların genetik algoritma kullanarak sezgisel optimizasyon algoritmalarını kullanarak eniyileme yapan Octopus eklentisine bağlanması ile evrimsel algoritma süreci başlatılmaktadır (Şekil 3). Octopus, HypE genetik algoritmasını kullanarak çok amaçlı optimizasyon yapabilen bir eklenti olmasından ötürü seçilmiştir (Bader,2008). HypE genetik algoritması amaç fonksiyonları arasında sezgisel optimizasyon yaparak sonuçları lokal optimum seviyesine

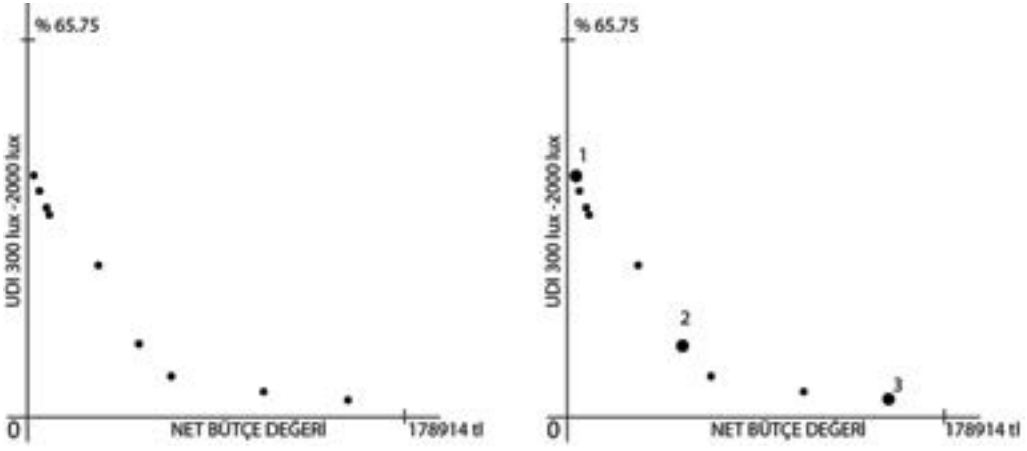
Şekil 3. Akış Şeması



takılmadan bulmayı amaçlayan bir genetik algoritmadır. Genetik algoritma farklı alternatifleri parametreleri değiştirerek ve sezgisel bir sıra izleyerek çalışmaktadır. Her jenerasyonda bir önceki jenerasyondan daha iyi sonuçları hedefleyerek optimum sonuçlara ulaşmayı amaçlamaktadır. Birbirlerine dominant olmayan sonuçlardan kullanım tercihlerine göre seçim yapılabilir. Enerji performansına yönelik bir tercih sonuç kullanılmak istenirse enerji amaç fonksiyonunun düşük çıktığı değişkenler seçilir eğer ışık performansı daha önem arz ederse tasarımcı veya uygulayıcı için UDI 100 lux – 2000 lux seviyesinin yüksek çıktığı alternatiflerden birileri denenebilir.

4. Eniyileme Algortiması Sonuçları

Denklem sonuçlarına, 100 adet populasyon kümesi oluşturacak şekilde 21. jenerasyona kadar toplam 2100 benzetim alınarak ulaşıldı (Şekil 4). Süreç pareto front oluşturana kadar sürdürüldü ve 15. jenerasyona kadar çeşitli yakınsamalar yaparken 15. jenerasyondan sonra son görünümünü almaya başladı. Sistemin doğruluğunu arttırmak adına 6 jenerasyon daha devam edildi. HypE evrimsel algoritması tasarımcıların optimum değere ulaşması için zamandan büyük oranda tasarruf etmesine olanak sağladı. 7 farklı değişkenin oluşturduğu olasılık kümesi toplamı 365 625 000 000 benzetim gibi bir rakama ulaşıyordu. Yıllar sürecek bir hesaplamadansa evrimsel algoritma metodu kullanılarak 2100 benzetim ile 9 farklı birbirine karşı baskın olmayan optimum değere ulaşıldı. Her benzetim ortalama 1 dakika 46 saniye sürmüştür. Birinci amaç fonksiyonu olan UDI 100-2000 lux, %8.875 ile %65.875 arasında değerler aldı. Buna ek olarak ikinci amaç fonksiyonu Net Bütçe Değeri (- (toplam yatırım) – (10 yıllık, %10 faiz, toplam enerji ihtiyacı)), 151.856 TL ile 226.269 TL arasında değerler aldı. Değişkenlerin hepsi tüm olasılık kümeleri içinde en az bir kere değer alarak tüm olasılık kümesi farklı kombinasyonlar ile tarandı. Değişkenlerin optimum çıktılara etkisi farklı oranda gerçekleşti. Tüm değişkenlerin Net Bütçe Değerine olan etkisi daha fazla gerçekleşti. Pencere - duvar oranı (x1, x2, x3, x4) ve duvar kalınlığı (x5) cam ve yalıtım materyallerine (x6, x7) oranla amaç fonksiyonları



Şekil 4. Pareto front – 21.jenerasyon ve 1, 2, 3 değerlerinin paretodaki yerleri

Değişken	UDI 100-2000 LUX	NET BÜTÇE DEĞERİ
$X_1, X_2, X_3, X_4 = 0.38$	% 30.00	187.176 TL
$X_1, X_2, X_3, X_4 = 0.95$	% 25.00	151.705 TL
$X_5 = 0.30$	% 30.00	187.176 TL
$X_5 = 0.80$	% 29.30	151.705 TL
X_6 = 12.cam (en iyi değerler)	% 30.00	187.176 TL
X_6 = 1.cam (en kötü değerler)	% 27.80	182.880 TL
X_7 = 90.izolasyon (en iyi değerler)	% 30.00	187176 TL
X_7 = 1.izolasyon (en kötü değerler)	% 30.10	187176 TL

Tablo 5. Değişkenler ve Amaç Fonksiyon Değerleri

üstünde daha etkili ve değişken oldu bunun ana sebebi materyallerin kendi içlerinde pencere - duvar oranı ve duvar kalınlığına oranla daha dar bir küme de ayrışması olarak gösterilebilir (Tablo 5).

Araştırmanın bir amacı da materyal seçimi ile tasarım kararları arasındaki etkileşimi görmekti. 2100 benzetim sonrası son jenerasyonda birbirine karşı baskın olmayan 9 farklı değerden oluşan bir optimum sonuç kümesi oluştu. Bunlar kendi içinde amaç fonksiyonlarına yakınsamaları bakımından farklılıştı. En optimum 9 sonuçtaki değişkenlerin ve amaç fonksiyonlarının değerleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

Amaç fonksiyonları arasında oluşan 9 optimum değerin daha iyi anlatılması için içinden 3 örnek seçilerek karşılaştırma yapıldı. Bu örnekler çok amaçlı evrimsel algoritma problemlerinde amaç fonksiyonları arasında alınabilen değerlerin çeşitliliğini göstermiştir. 1 numaralı optimum nokta, UDI 100-2000 lux sonucu % 64 olarak gerçekleşirken, Net Bütçe Değeri ise 152.351 TL olarak gerçekleşti. Optimum sonuçlar arasında amaç fonksiyonları en düşük değerlere ulaşmış sonuç olmuştur. Değişkenlerin aldığı değerler sırası ile x1=0.40, x2=0.40, x3=0.44, x4=0.38, x5=0.30, x6=6. cam tipi, x7=71. izolasyon maddesi olarak gerçekleşmiştir. 2 numaralı optimum nokta, UDI 100-2000 lux sonucu % 65.35 olarak gerçekleşirken, Net Bütçe Değeri ise 161.351 TL olarak gerçekleşti. Optimum sonuçlar arasında, amaç

Değişken	Oran Aralığı	Mod Değer
$X_{1(doğu\ cephesi)}$	0.38 - 0.40	0.40
$X_{2\ (güney\ cephesi)}$	0.38 - 0.41	0.40
$X_{3\ (kuzey\ cephesi)}$	0.44 - 0.90	0.84
$X_{4\ (batı\ cephesi)}$	0.38 - 0.39	0.38
$X_{5\ (duvar\ kalınlığı)}$	0.30 - 0.60	0.30
$X_{6\ (cam\ tipi)}$	6. / 7.	7.cam (ışık geçirgenlik =0.34/ısı kazanma oranı=0.42/ısı geçirgenlik katsayısı=2.8)
$X_{7\ (izolasyon\ tipi)}$	69. / 70. / 77. / 80.	71. izolasyon (kalınlık=0.03/iletkenlik=0.036/yoğunluk=0.036)

Tablo 6. Optimum Değerler ve Değişken Oranları Amaç

Tablo 7. Optimum Değerler ve Değişken Oranları Amaç

Değişken	Oran Aralığı	Mediyan Değer
$Y_{1(UDI100\text{-}2000)}$	% 64 - % 65.68	% 64.84
$Y_{2(Net\ Bütçe\ Değeri)}$	152.351 TL – 178.914	161.057 TL

fonksiyonları en ortalama değerlere sahip sonuç olmuştur. Değişkenlerin aldığı değerler sırası ile x1=0.38, x2=0.38, x3=0.85, x4=0.38, x5=0.30, x6=6.cam tipi, x7=71.izolasyon maddesi olarak gerçekleşmiştir. 3 numaralı optimum nokta, UDI 100-2000 lux sonucu % 65.75 olarak gerçekleşirken, Net Bütçe Değeri ise 178.914 TL olarak gerçekleşti. Optimum değerler arasında amaç fonksiyonları en yüksek değerlere ulaşmış sonuç olmuştur. Buradan yola çıkarak UDI 100-2000 lux amaç fonksiyonu ile Net Bütçe Değeri arasında orantılı bir değişim gerçekleşmiştir. Değişkenlerin aldığı değerler sırası ile x1=0.40, x2=0.39, x3=0.87, x4=0.38, x5=0.30, x6=6.cam tipi, x7=70.izolasyon maddesi olarak gerçekleşmiştir.

5. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışma, çok amaçlı evrimsel algoritma kullanarak Net Bütçe Değeri ve UDI 100-2000 lux amaç fonksiyonlarına göre optimum doğu, güney, kuzey, batı cephelerindeki pencere-duvar oranları, tüm cephelerde aynı olacak şekilde optimum duvar kalınlık oranı, cam çeşitleri arasından optimum cam tipi ve izolasyon malzeme kümesi içinden optimum izolasyon maddesini bulmayı amaçlamıştır. Denklem Energyplus ve Radiance üzerinden enerji ve ışık benzetimlerini ve HypE evrimsel algoritması kullanarak optimum sonuç kümesi çıkarmayı amaçladı. 2100 toplam benzetim yaparak 21. jenerasyonda 9 farklı birbirine karşı baskın olmayan optimum sonuç kümesine ulaşılmıştır. Daha hızlı sonuç alabilmek için evrimsel algoritma geleneksel metoda alternatif olacak şekilde tercih edilmiştir. Denklemde kullanılan UDI 100-2000 lux amaç fonksiyonun daha yüksek değerler alarak içeride doğal aydınlatma oranları yükselmesi amaçlanarak yapay aydınlatma masraflarının da düşürülmesi hedeflenmiştir. İkinci amaç fonksiyonu olan Net Bütçe Değeri, eklenen tüm materyallerinin yatırım maliyetleri ile %10 faizli enflasyona bağlı soğutma, ısıtma ve yapay aydınlatma giderlerinin toplam 10 yıllık masrafının toplamına eşit tutulmuştur. Bu sayede en iyileme denkleminin değerler arasında alacağı sonuçlar maliyet hesaplamasında ayrı tutulmayarak daha gerçekçi sonuçların alınması hedeflenmiştir. Optimum sonuçlar arasında pencere-duvar oranı güney, doğu ve batı cephelerinde %45 altında kalırken kuzey cephesinin oranı % 90'lara kadar çıkmıştır. Duvar kalınlığının oranı genel olarak 30 cm civarı çıkarken cam tiplerinde 7 numaralı cam (ışık geçirgenlik =0.34 / ısı kazanma oranı=0.42 / ısı geçirgenlik katsayısı=2.8) ve izolasyon maddelerinden 71 numaralı izolasyon (kalınlık=0.03 / iletkenlik=0.036 / yoğunluk=0.036) materyali baskın olarak yer almıştır. Amaç fonksiyonları arasındaki ilişki ise, UDI 100-200 lux değerinin artması aydınlanma masraflarını düşürürken soğutma enerji ihtiyacı baskın olan İzmir ikliminden dolayı soğutma masraflarının artmasına sebep olmuştur. Çok amaçlı evrimsel algoritma bu noktada iki amaç fonksiyonları arasında değişkenlere farklı değerler vererek

birbirine baskın olmayan bir optimum sonuçlar kümesi çıkarmayı hedefledi. Bir diğer önemli çıkarım ise, Net Bütçe Değerinin içine eklenen yatırım maliyetleri, en iyileme algoritmasının en iyi yapı malzeme değerleri ile toplam maliyetleri arasında fiyat-performans dengelemesi yapabilmesini sağladı. Gelecek araştırmalarda yapı malzemesi ile tasarım kararlarının değişken olarak karşılaştırılması üzerine daha detaylı bir denklem oluşturulması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

ACOSTA, I., CAMPANO, M.Á., MOLINA, J.F., 2016. Window design in architecture: analysis of energy savings for lighting and visual comfort in residential spaces. Appl. Energy 168, 493–506.

ARICI M., KARABAY, H., Determination of optimum thickness of double-glazed windows for the climatic regions of turkey, Energy and Buildings 42 (10) (2010) 1773–1778, ISSN 0378-7788.

BADER, J. ZITZLER, E. 2008. HypE: An Algorithm for Fast Hypervolume-Based Many-Objective Optimization. Evolutionary Computation, Spring 2011.

BULUT,H ,BÜYÜKALACA,O , YILMAZ,T 2007 Türkiye için ısıtma ve soğutma derece-gün bölgeleri ULIBTK'07 16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi

CRAWLEY, D. LAWRIE, L. K. WINKELMANN, F. C. BUHL, W.F. 2001. EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program. Energy and Buildings, 33, 319-331.

ECHENAGUCIA, T. CAPOZZOLI, A. CASCONE, Y. SASSONE, M. 2014 The early design stage of a building envelope: Multi-objective search through heating, cooling and lighting energy performance analysis. Applied Energy. 2014

FLORİDES, G.A., TASSOU, S.A., KALOGİROU, S.A., WROBEL, L.C., 2002. Measures used to lower building energy consumption and their cost effectiveness. Appl. Energy 73 (3–4), 299–328.

FUTRELL BJ, OZELKAN EC, BRENTRUP D. Bi-objective optimization of building enclosure design for thermal and lighting performance. Build Environ 2015;92:561–602.

GOIA, F., 2016. Search for the optimal window-to-wall ratio in office buildings in different European climates and the implications on total energy saving potential. Sol. Energy 132, 467–492.

MANGKUTO, R.A., ROHMAH, M., ASRI, A.D., 2016. Design optimisation for window size, orientation, and wall reflectance with regard to various daylight metrics and lighting energy demand: a case study of buildings in the tropics. Appl. Energy 164 (Feb.), 211–219.

NABIL, A. MARDALJEVIC, J. 2005. Useful daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings. Energy and Buildings, 38, 905-913.

Li D.H.W. A review of daylight illuminance determinations and energy implications. Appl Energy 2010;87:2109–18.

QINGSONG, M. FUKUDA, H. 2015. Parametric Office Building for Daylight and Energy Analysis in the Early Design Stages. UPADSD, 2015.

RAIMONDI, A. SANTUCCI, D. BEVILACQUA, S. CORSO, A. 2016. Daylight autonomy as a driver for office building retrofitting. SBE, 2016.

RAJI, B., TENPIERIK, M.J., VAN DEN DOBBELSTEEN, A., 2016. An assessment of energy- saving solutions for the envelope design of high-rise buildings in temperate climates: a case study in the Netherlands. Energy Build. 124, 210–221.

REINHART, C. F. 2011 Simulation-based Daylight Performance Predictions. Building Performance Simulation for Design and Operation. Spoon Press, 2011.

SAWYER, K. 2014. Windows and Building Envelope Research and Development: Roadmap for Emerging Technologies, Building Technologies Office.

SHEN H, TZEMPELIKOS A. Sensitivity analysis on daylighting and energy performance of perimeter offices with automated shading. Build Environ 2013;59:303–14.

TERZIDIS, K. 2006. Algorithmic Architecture. Architectural Press, 2006.

TREADO S, GILLETTE G, KUSUDA T. Daylighting with windows. Skylights, Clerestories, Energy Build 1984;6:319–30

XU,W. 2016. Multi-Objective Optimization of Building Envelope, Lighting and HVAC Systems Designs. ASHRAE and IBPSA-USA SimBuild 2016

ZEILER, W. SAVANOVIC, P. QUANJEL, E. 2007. Design Decision Support For The Conceptual Phase of the Design Process. IASDR, 2007.

URL -1. https://www.investopedia.com/ (Net present formula calculation and verification)

URL -2 http://www.himerpa.com/Content/Files/PriceList/1b56d3dc-1a77-486b-a5db-d0fa744503b9.pdf

URL -3 http://trcportal.sisecam.com/dokuman/1ocak2015fl.pdf

Oturum 5
Session 5

“Growing an Architectural System”: Prototypes for Performance-based Digital Design Research

Fulya Özsel Akipek[1]; Tuğrul Yazar[2]
[1,2]İstanbul Bilgi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
[1,2]{fulya\tugrul.yazar}@bilgi.edu.tr

Abstract. This paper covers an ongoing research which is an interdisciplinary work relating permaculture studies with computational design and production technologies and testing some issues of performance via full scale prototypes some of which will be mentioned in this paper. Growing Pots which is the first study to be mentioned in the paper is about design of a micro-permaculture system and 3d printed products realised by students of an elective course. In the second part of the paper the first trials in teh design-production process of Common-Action Walls, a prototype which will be built as part of a biennial. The geometric research is on gyroid geometries, and production covers issues of 3D printing which will be used as molds. Material system chosen to be used is structural earth studies which is studied with professionals from the area to find out the best mixture and to form the material appropriate for a porous wall which carries itself as a masonary wall and becomes a permaculture wall in time. All of these attempts are efforts to develop a performative architectural approach that involves time and change as in nature, adopts to natural cycles, performs as a mediator in between people and nature, material and technologies.

Keywords: *performative design and ecology; digital fabrication; simulation and evaluation; new approaches in design education*

“Growing an Architectural System”: Bir Mimari Sistem Büyütmek, Performansa Dayalı Sayısal Tasarım Araştırmaları İçin Prototipler

Fulya Özsel Akipek[1]; Tuğrul Yazar[2]
[1,2]İstanbul Bilgi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
[1,2]{fulya\tugrul.yazar}@bilgi.edu.tr

Özet. Bu yazıda disiplinler arası bir çalışma ile peyzaj ve permakültür tasarım ilkelerini, hesaplamalı tasarım ve üretim yöntemleriyle ilişkilendiren, çeşitli malzeme ve işleme teknikleriyle bu araştırmaları 1:1 ölçekli prototipler üreterek test eden bir araştırmadaki bir dizi uygulamadan bahsedilecektir. Bu uygulamalar arasından bir mikro-permakültür sistemi tasarımı için öğrencilerle yapılan “Büyüyen Saksılar/Growing Pots” çalışmasından bahsedilecek, üç boyutlu yazıcılar ile basılan saksıların tasarım-üretim sürecindeki potansiyeller ve sınırlar paylaşılacaktır. İkinci bölümde ise bir bienal kapsamında gerçekleştirilmek üzere ilk denemelerine başlanan “Komün-Aksiyon Duvarlar” çalışmasına değinilecektir. Bu boşluklu duvarın tasarımında minimal yüzey araştırmalarından gyroid geometrisi ile çalışılmakta, üretimde ise üç boyutlu yazıcılarda basılan parçaların kombinasyonları ile kalıp teknolojisi denenmektedir. Ana materyal olarak yapısal toprak kullanılmakta ve uzman görüşleri alınarak hazırlanan çeşitli karışımlar ile sistem kendi kendini taşıyan boşluklu yığma bir permakültür duvarı olma yönünde geliştirilmektedir. Tüm bu denemeler zamanı ve değişimi içeren, doğal döngülere adapte olabilen, insanla-doğayı, malzemeyle-teknolojiyi ilişkilendirecek performanslar gösteren bir mimari yaklaşımı geliştirmek hedefiyle gerçekleştirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *performansa dayalı tasarım ve ekoloji; bilgisayar destekli üretim; benzetim ve değerlendirme; tasarım eğitiminde yeni yaklaşımlar*

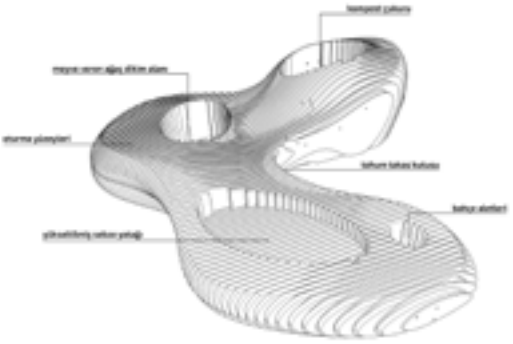
1. Kent Bahçelerinden Saksılara: Mimarlıkta Performans Araştırmaları İçin Prototipler

Mimarlık alanı içinde performans kavramı genellikle yapı kabuğunun gün ışığı, hava akımı, ses dalgalarına ya da yer çekimi gibi çeşitli yüklere karşı davranışlarının simülasyon programları aracılığıyla test edildiği ve değerlendirildiği bir çerçeve içinde ele alınmaktadır. Tasarım geliştirme sürecinde bu amaçlarla yapılan ölçümler ve görselleştirmeler tasarımın son aşamalarında yapı kabuğu katmanlarının, malzeme ve yüzey özelliklerinin belirlenmesi ya da strüktürel yapının optimizasyonu için kullanılmaktadır. Performansa dayalı hesaplamalı tasarım alanında bu tür fiziksel parametrelerin tasarımın erken aşamalarından itibaren kabuğun biçimlendirilmesinde etkin kullanımı için simülasyon ve tasarım ortamlarını bütünleştirecek platformların ve bilgi tabanlı modelleme programlarının geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır (Oxman,2008).

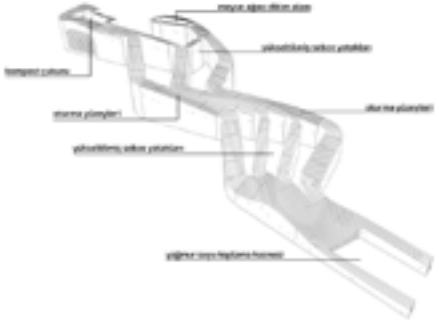
Son iki yıldır sayısal tasarım araştırmaları kapsamında ürettiğimiz 1:1 ölçekli kent bahçesi strüktürlerinin tasarım-üretim süreçlerinde, permakültür bilgi alanı ile performansa dayalı sayısal tasarım yöntemlerinin ve sayısal üretim teknolojilerinin entegre edildiği bir araştırma alanı giderek belirgin hale gelmiştir. Bu alanda başlayan araştırmada birer prototip olarak değerlendirdiğimiz kent bahçesi strüktürlerinin tasarımında, insanların ekim-dikim-hasat yapması ve dinlenmesi için antropomorfik veriler ve bitkilerin gelişimi için su, hava, gün ışığı ve toprakla ilişkilenmeye dair veriler belirleyici rol oynamıştır (Şekil 1 ve 2). Yüzeylerin tasarımında suyun akışı, toplanması, toprağın kademelenmesi; hacimlerin oluşturulmasında bitkilerin büyümesi için gerekli aralıkların sağlanması, dökülen yapraklarının atık haznesinde toprağa dönüşecek şekilde havalandırılması, sarılıcı bitkilerin rüzgârla ilişkisi gibi konuların tasarımı nasıl yönlendirdiği deneyimlenmiştir. Üretimde ise malzemelerin bu konulara yönelik performansları, ağırlıkları, CNC kesimde levhadan minimum artık malzeme çıkacak şekilde kesilebilmesi gibi konular kriter alınmıştır. Bu iki strüktürün tasarım-üretim sistemini değerlendirdiğimizde kullanılan tekniğin, malzeme seçimi ve miktarlarının, kullanım için gerekli görsel iletişim yöntemlerinin ve üretim stratejilerinin geliştirilmesi gereği açığa çıkmıştır. Araştırmanın devamında bu alanlardaki bilginin gelişimi için kentsel ölçekte yeni bir strüktür yapmanın öncesinde mikro ölçekte bir sistem üzerinde ve disiplinler arası bir çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir.

Araştırma kapsamında yapılacak mikro ölçekli deney için 2016-17 güz döneminde mimarlık fakültesinde açılan bir seçmeli derste üç boyutlu baskı teknolojisi ile büyüyen saksılar (growing pots) teması altında bir tasarım-üretim süreci deneyimlenmiştir (Şekil 3). Süreç boyunca permakültür, peyzaj tasarımı, ekoloji, kültürel çalışmalar, etkileşim tasarımı, 3B baskı teknolojileri gibi alanlardan araştırmacılardan seminerler alınmış ve jürilerde fikir alışverişinde bulunulmuştur. Öğrencilerin tohumları çimlendirerek, fideleri büyüterek tüm doğal süreci deneyimledikleri, güneş, hava, su kontrolü için kullanabilecekleri sayısal araçları keşfettikleri ve tasarımlarını Fused Deposition Modeling (FDM) 3 boyutlu yazıcı teknolojileri ile ürettikleri bu süreç teknolojinin sınırlarının ve olanaklarının tasarıma nasıl girdi olabileceğini göstermiştir. FDM (Fused Deposition Modeling) yöntemi, genellikle termoplastik

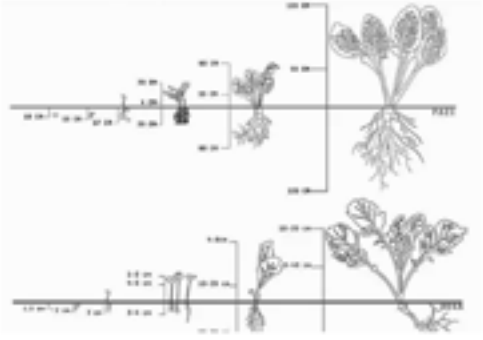
Şekil 1. "Komün-aksiyon bahçeler 1" (IABA Uluslararası Antalya Mimarlık Bienali, 2015) (Akipek, Yazar, Aydın, 2016)



Şekil 2. Komün-aksiyon bahçeler 2" (Uluslararası Beşiktaş Bahçe ve Çiçek Festivali, 2016) (Akipek, Yazar, Aydın, 2016)



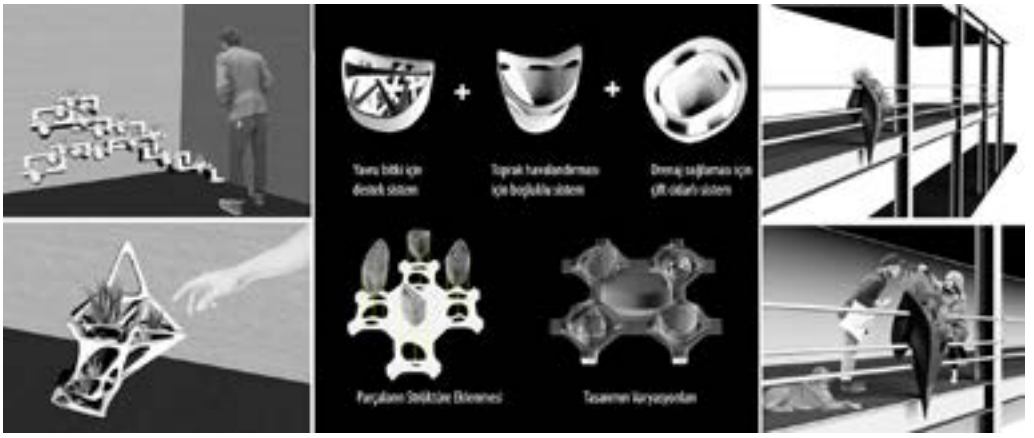
Şekil 3. "Büyüyen saksılar" temalı tasarım ve üretim deneyimi. Solda, zamana yayılan büyüme diyagramları; Sağda, örnek ürünler



özelliklere sahip malzemelerin eritilerek üç eksende hareket eden bir uçtan katmanlar halinde dökülmesine dayanır. Bu teknoloji günümüzde 3B yazıcıların çoğunluğunda kullanılmaktadır. FDM kullanılan üretimlerde modelin katmanlar halinde üretilmeye uygun biçimde düşünülmesi gerekir.

Öğrenciler (*) tarafından tasarlanıp FDM ile basılarak üretilen saksılar arasında patates gibi fide büyüdükçe toprak eklenmesi gereken

Şekil 4. "Büyüyen saksılar" temalı tasarım ve üretim deneyimi. Öğrenci projelerinden örnekler: üst üste eklemlenip uzayan birimler, çift cidarlı yüzeyler, sarılıcı bitkiler için sırıklar, vd.



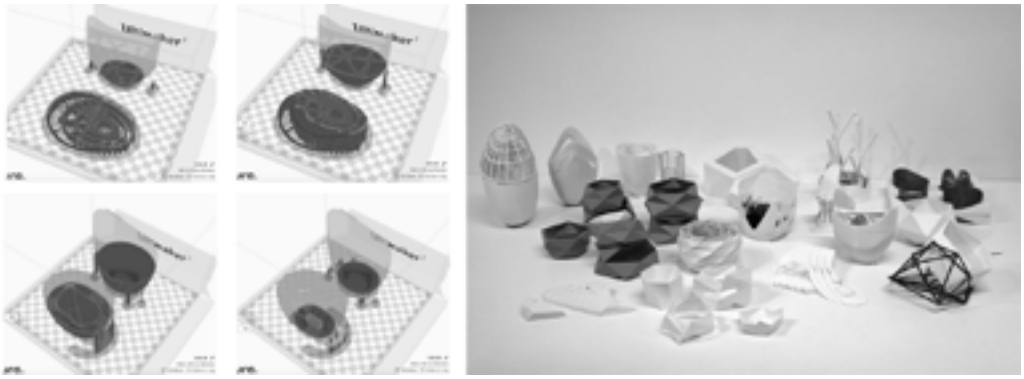
Şekil 5. Saksıların mikropermakültür sistemlere dönüşerek mekana entegre edilmesi için öğrenci projelerinden öneriler

kök bitkileri için z ekseninde modüller eklenerek uzayabilen saksılar; suyu doğrudan toprağa vermek yerine çift cidarlı tasarımlarla bir su haznesi katmanının oluşturulduğu öneriler; sarılıcı bitkiler için sırık mantığının saksıyla bütünleşik olarak üretildiği örnekler; güneşe doğru yönlenme ya da güneşten korunma için ek parçalar içeren tasarımlar bir ürün olarak saksının bitkilerin büyüme performanslarına göre nasıl çeşitlenebileceğini göstermiştir. (Şekil 4)

Dönemin ikinci yarısında ise tasarımların mekâna entegre olabilmeleri yönünde ve bir mikropermakültür sistemi kuracak şekilde geliştirilmesi istenmiştir. Bitkinin tohumdan fideye, hasat alınacak meyveye ve tekrar tohuma dönmesi sürecinin deneyimlendiği ilk üründen sonra yanına permakültür prensipleri doğrultusunda kardeş bitkilerin de eklendiği ve arılar, kuşlar, atığı gübre olan solucan gibi diğer canlılarla ilişkilerinin de veri olarak alındığı çok boyutlu bir tasarıma girişilmiştir. (Şekil 5)

Bu aşamada salata bitkilerinin yemek yapılan iç mekânlara bir duvar örüntüsünün uzantısı olarak eklenebildiği öneriler; iç mekânda hava

Şekil 6. 3B yazıcı simülasyonu ve basılan saksılardan örnekler



kalitesini iyileştirebilecek ve sağlık için şifalı bitkilerin ve aloe vera gibi yavru atarak çoğalan bitkilerin geliştikçe mekana yayılabileceği sistem örnekleri; balkon korkuluğuna takılabilen arıların bitkilere ulaşabileceği öneriler gibi tasarımlar geliştirildi ve bu sistemden bazı modüllerin 3B yazıcı teknikleri ile üretimi gerçekleştirildi.

Hesaplamalı tasarım teknolojilerinin bu alandaki katkıları saksılar aşamasında yüzey geometrilerinin çalışılmasında teselasyon, üç boyutlu voronoi, suyun akışını sağlayacak eğimlerin ya da dallanma algoritmalarının sırıkların tasarımında kullanımı gibi denemelerde etkili olurken güneş simülasyonları için keşfedilen çeşitli plug-in'ler ya da programlar etkin olarak kullanılamamıştır. İleri derslerde bu programların mevcut tasarım ortamlarına entegrasyonu için Python benzeri script yazım bilgisinin derse entegre edilmesi planlanmıştır.

Hesaplamalı üretim teknolojisi olarak üç boyutlu yazıcı teknolojisinde baskı materyalinin ne yoğunlukta döküleceği; gözenekli yapıda üretim yapılarak suyu geçiren katmanların oluşturulabileceği, saksı ölçeğinde 2 mm.'lik bir cidarın dahi strüktürel olarak saksı kesitini sağlam bir biçimde kurabildiği; çeşitli boşlukların ve eğriliklerin basılmasında destek sistemlerin nasıl tasarlanabileceği, tüm bu kararların üretim hızına etkileri gibi konularda denemeler yapılmış, ve üretimin tasarıma nasıl veri taşıdığı deneyimlenmiştir. (Şekil 6)

Bu üç deneyim sonucunda araştırmanın üst hedefi, doğadaki örüntüleri ve döngüleri model alan bir mimari sistem kurmaktan öte doğayla birlikte var olan simbiyotik bir mimari sistem kurmaya doğru evrilmiştir. Sayısal teknolojilerin imkanları ile Hensel'in (2006) kendini organize eden sistemler olarak tanımladığı ve kendi iç sisteminin organizasyonunu çevredeki değişimlere göre adapte olacak şekilde gerçekleştiren sistemlerdekine benzer davranışlara sahip mimariler artık mümkün görünmektedir. Bu anlamda araştırmamızdaki kavramsal arka plan doğayla birlikte var olan, karşılıklı etkileşim içinde birbirini dönüştüren bir mimari sistemi yetiştirmek, büyütmek metaforu üzerinden gelişmektedir. Bu bakış açısıyla araştırmada artık kullanıcının yalnızca insan olduğu bir mimari sistem değil, bitkilerin performanslarının da tasarım ve üretimle ilgili seçimlerde bir o kadar etkili olduğu bir tasarım-üretim sisteminin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. İleri Çalışmalar: Komün-Aksiyon Duvarlar

Üç boyutlu yazıcı ile üretimde saptanan çeşitli sınırlar ve potansiyeller ileri çalışmalar için önemli veriler sağlamıştır. Standart boyutta bir yazıcıdan (Ultimaker) elde edilebilecek fiziksel ürün boyutlarının 25 cm X 25 cm.'yi geçememesi ve kullanılan malzemenin (abs, pla) çeşitlendirilebilmesi için yeni bir donanım üretmek mümkündür. Ancak gerçekleştirilecek ileri çalışmada eldeki imkânların ve sınırların tasarımda girdi kabul edilmesine ve 3B yazıcı ile üretilecek parçaların kalıp olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Bitkilerin gelişim performansına uygun boyut ve malzemelerle çalışılabilmesi ve yapısal ölçeklerde denemeler yapılabilmesi için belirlenen yeni hedef FDM ile basılan kalıpların çeşitli kombinasyonları ile biçimlendirilen daha büyük ölçekli birimlerin tasarımı ve üretimidir. Bu deneme için seçilen materyal sistem yapısal toprak olmuştur. İçine katılan alçı, kireç, reçine gibi malzemelerle ve tokmaklama işlemiyle fırın gerektirmeden normal hava koşullarında donan ve basınca dayanıklı bir modülün üretilebildiği bu malzeme ile boşluklu tuğla duvar benzeri bir sistemin kurulması ileri hedef olarak belirlenmiştir.

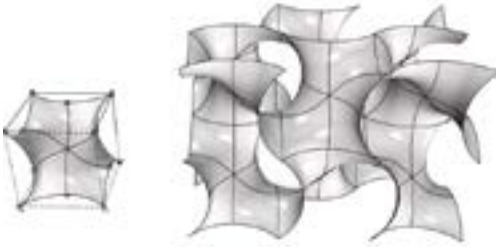
Komün-aksiyon duvarlar olarak isimlendirilen ve bir bienal ortamında sergilenecek olan bu duvar için kalıpla üretime dayalı ve yapısal toprak malzemenin parametreleriyle biçimlenecek bir sistem kurulacaktır. Yaklaşık 25 cm x 160 cm x180 cm boyutlarında üretilecek olan duvarın her bir modülü permakültür tasarım prensiplerine dayalı olarak birbirleriyle ilişkilendirilecek, en üstteki birimler yağmur sularını toplayıp aşağıdaki bitkilere iletecek, bazı hazneler arıların ve kuşların beslenmesi ve barınmasına uygun özellikler içerecektir. Duvarın ışığı ve havayı maksimum biçimde içine alabilmesi için boşluklu olması hedeflenmektedir. Bu duvarın biçimlenişi için tüm yönlerde sürekli bir yüzey kuran gyroid geometrisi araştırılmaktadır. Birbirine sürekli akan iç boşluklar, toprak haznelerini, suyu, yem haznelerini içerecek olan modüllerdir ve ışığın, havanın sirkülasyonu için uygun bir biçimde yan yana getirileceklerdir. Strüktürel dayanım açısından bu yüzeylerin yarısı doluluk olarak tasarlanmaktadır. Çıkıntı ve girintilerle birbirlerine kenetlenecek olan birimlerin sağlam bir şekilde birbirine tutunması için gerekirse ek birleşim detayları da önerilebilir.

Bu boşluklu duvarın biçimlenişinde geometrik olarak minimal yüzey araştırmaları esas alınmıştır. Malzeme olarak yapısal toprak üretimi için toprak üretimi konusunda uzman kişilerle birlikte çalışılarak (**) çeşitli karışımlar denenmektedir (Şekil 7). 3B yazıcı ile üretilen kalıpların kombinasyonu ile boyut sınırlarının aşılması hedeflenmekte ve kalıplamanın sınırları keşfedilmektedir. Çeşitli simülasyon prog-

Şekil 7. "Komün-Aksiyon duvarı" prototipi ilk deneyler, toprak ve 3B baskı kalıplarla çalışma

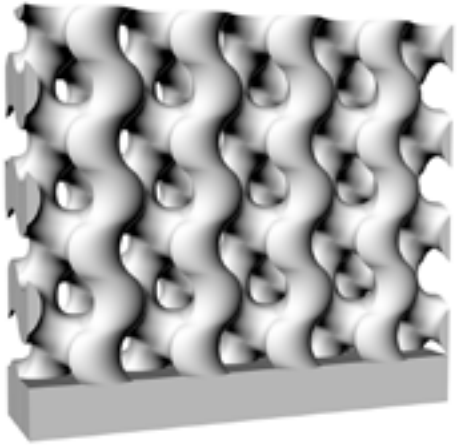
ramları ile duvarın boşluklardan yeterli hava ve ışık alıp alamayacağı, tepede toplanacak yağmur sularının dağıtılıp dağıtılamayacağı gibi performans testleri yapılacak ve bu testlerin sonuçları duvarın biçimlendirilmesinde etkili olacaktır.

Minimal yüzeyler pek çok farklı matematik alanının ilgilendiği ve tanımladığı bir konudur. Bu yüzeylerin her noktasındaki ortalama eğrilik sıfırdır. Ortalama eğriliğin sıfır olması, yüzeyin her noktasındaki birincil eğrilik çemberlerinin eşit ve zıt yönlü olmasını gerektirir. Bu da minimal yüzeylerin kapanmama ve sürekli devam eden akışkan yüzeyler oluşturma eğilimini açıklar. "Minimal" deyimi, bu yüzeylerin toplam alanını minimize etme özelliğinden kaynaklanır. En bilinen minimal yüzey örnekleri sabun köpüklerinin biçim alış sürecinde gözlemlenmektedir. Özellikle geç-modern dönemde bu ve benzeri matematiksel yüzeylerin yapısal özellikleri araştırılmıştır. Frei Otto'nun sabun köpüğü ile gerçekleştirdiği minimal yüzey denemeleri, 1972 Münih Olimpiyat Stadı'nın çatı tasarımında kullanılan bilginin temelini oluşturmuştur. Günümüzde bu ve benzeri yüzeylerin mimari ölçeklerde tasarım ve üretimi, yeni algoritmik tasarım araçlarının ve bilgisayar destekli üretim teknolojilerinin sunduğu imkânlarla daha geniş bir çerçevede ele alınabilmektedir. İlk defa araştırılmaya başlandığı 18.yy'dan itibaren matematikçiler çeşitli minimal yüzeyler tanımlamışlardır. Bunlar arasında en bilinenlerden birisi Alan Schoen'in 1970'de keşfettiği Gyroid'dir (Şekil 8)



Şekil 8. Gyroid temel birimi ve bir araya gelme biçimi

Tasarımın içermesi beklenen katı hacimleri gerçekleştirebilmek için Gyroid'in bir yönü dolu olarak düşünülmektedir (Şekil 9). Böylece labirentlerden birisi dolu diğeri de boş hacimleri tanımlamıştır. Referans küpünün boyutları 3B yazıcının işleyebildiği hacim ile sınırlandırılmıştır. Gyroid biriminin geometrik özellikleri, tek bir kalıp parçasından ve herhangi bir destek malzemesine ihtiyaç duymadan üretilmeye uygundur. Kalıplama yöntemleri ve strüktürel dayanım testlerinin tasarımın bu ilk eskizlerini nasıl dönüştüreceği testlerden sonra ortaya çıkacaktır.



Şekil 9. "Komün-aksiyon duvarı" için ilk eskizler ve modüllerin bir araya gelme biçimi

Disiplinler arası bir çalışma yöntemi ile peyzaj ve permakültür tasarım ilkelerini, hesaplamalı tasarım ve üretim yöntemleriyle ilişkilendirmeye, çeşitli malzeme ve işleme teknikleriyle bu araştırmaları 1:1 ölçekli prototipler olarak üretmeye dayalı bu araştırma sürecinde mimariye yaklaşım da giderek dönüşmektedir. "Büyüme" zaman ve değişimi içeren bir kavram olarak doğadaki oluşumlar için vazgeçilmez bir kavram iken "mimari bir sistemin

büyümesi" sayısal teknolojiler ile artık mümkün görünmektedir. Bu yaklaşım zamansız ve değişmez bir mimarinin kalitelerinin yanına doğanın takvimini esas alan, dönüşen, adapte olan bir mimari için yeni açılımlar yaratabilecek bir araştırmanın kapısını aralamaktadır.

Teşekkür

Peyzaj tasarımı ve permakültür tasarımı konusunda danışmanlık veren Dilek Yürük'e,

(*)Komün- aksiyon duvarı tasarım-üretim sürecinde yapısal toprak konusunda danışmanlık veren Özgül Öztürk Aksu'ya,

(**)ARCH 468//555 seçmeli dersi kapsamında tasarım ve üretimleriyle araştırmanın önemli bir paydaşı olan 2016-2017 güz dönemi dersi öğrencilerine,

Komün-Aksiyon bahçeler, Büyüyen Saksılar ve Komün-Aksiyon Duvarlar çalışmalarında çeşitli etaplarda destek veren Işıl Çokuğraş'a, Aslı Aydın Aksan'a ve yardımcı öğrencilerimize teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

AKİPEK, F., YAZAR, T. ve AYDIN, A. 2016. Performansa Dayalı Tasarım-Araştırmaları için Prototipler: Kent Bahçesi Strüktürleri. 10. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu Bildiri Kitabı, İstanbul Bilgi Üniversitesi.

HENSEL, M. 2006. Computing self-organization: Environmentally sensitive growth modelling. AD Techniques and Technologies in Morphogenetic Design, Vol 76, No 2, 12-17.

OXMAN, R. 2008. Performance-based design: current practices and research issues. International Journal of Architectural Computing, issue 01, volume 06, 1-17.

Decision Making in the Architectural Design Process: Fuzzy Logic Based Facade Model Proposal

Berfin Yıldız[1]; Begüm Aktaş [2]
[1,2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimari Tasarımda Bilişim Yüksek Lisans Programı
[1,2]http://www.itu.edu.tr/ , [1]berfin.yildiz@yasar.edu.tr ; [2]aktasbegum@gmail.com

Abstract. In the process of architectural design, support systems are used to help designers to choose between alternatives. The assistance of the support systems to be used from the first stage of the design process is important in that many uncertainties in the design process can be resolved and turn into the design. In this context, it is aimed to provide designers with more efficient evaluation of design processes by using support systems methods in the period between the early design phase and the final phase that designers encounter with the problems, uncertainties, and possibilities in the architectural design process. The results of the process of getting final products it appears that there is a design process that emerges when different aspects of the process and phases come together. Determining the inputs and outputs of design, that can be effective in deciding about design that is necessary for the early design phase of the design process and allowing the user and designer to meet in a common denominator is effective on design decisions. For this purpose, it is aimed to lead the design process by the mathematical approach based on Fuzzy Logic in the facade model proposed in the scope of the study.
In architecture, facades are used as a dominant means of expressing the function and meaning of the building. Also, facade accepted as the interface of the inside and outside of the building as a layer of it. The process of the facade design should be thought as the combination of the whole layer of sublayers that will respond to the data of lifetime of the building, user comfort, budget, energy efficiency, buildability and architectural quality. The data of the location should be analyzed to design the needs and architectural requirements of the users. In the scope of the study, the fuzzy logic algorithm is developed to analyze the environmental conditions; according to results design decisions are taken. The proposed facade model is applied to the office building in İzmir, and it is aimed to reach the optimal inside temperature, light and sound values that required by the users of the office building. In the design process, the fuzzy logic rules are used to explain evaluation process of the inputs and outputs of the fuzzy logic system. The process of the facade design, as the results of analyzing the heating values, the lighting quantities and the noise values of the office spaces are the inputs to the fuzzy logic algorithm and the numerical data of the facade module's opening is the output of the system. It is aimed to have intuitiveness in the design by using fuzzy logic in the design process. The effects of multiple entries in fuzzy logic based facade design are discussed in the paper.

Keywords: *Simulation and evaluation, performative design and ecology, fuzzy logic, facade design*

Mimari Tasarım Sürecinde Karar Verme: Bulanık Mantık Tabanlı Cephe Modeli Önerisi

Berfin Yıldız[1]; Begüm Aktaş [2]
[1,2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimari Tasarımda Bilişim Yüksek Lisans Programı
[1,2]http://www.itu.edu.tr/ , [1]berfin.yildiz@yasar.edu.tr ; [2]aktasbegum@gmail.com

Özet. Mimari tasarım sürecinde, tasarımcıların alternatifler arasından seçim yapabilmesini kolaylaştırabilmek adına destek sistemlerden yararlanılmaktadır. Tasarım sürecinin ilk aşamasından itibaren kullanılacak olan destek sistemlerinin yardımı tasarım sürecinin içinde barındırdığı birçok belirsizliğin çözüme, tasarıma dönüşebilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda tasarımcıların, mimari tasarım sürecindeki problemler, belirsizlikler, olasılıklar ile karşılaştıkları ilk aşamadan sonuç ürün elde edilene kadar geçen zaman aralığında karar verme yöntemlerinden yararlanılması ile tasarım süreçlerinin daha verimli değerlendirilmesinin sağlanması amaçlanmaktadır. Sonuç ürünün elde edilebilmesi sürecinde, sürece dâhil olan farklı bakış açılarının ve aşamaların bir araya gelmesinden ortaya çıkan bir tasarım süreci olduğu görülmektedir. Tasarım sürecinin ilk aşamalarında gerekli olan kararların alınmasında, kullanıcı ve tasarımcının ortak bir paydada buluşabilmesinde etkili olabilecek girdilerin ve çıktıların belirlenmesi, tasarımcıların kararlarını kolaylaştırmada etkili olmaktadır. Bu çalışma kapsamında önerilen cephe modelinde Bulanık Mantık temelli matematiksel yaklaşım ile tasarım sürecinin yönlendirilmesi, yönetilmesi amaçlanmaktadır.

Mimarlıkta yapının işlev ve anlamının aktarılmasında baskın bir araç olarak kullanılan cephe, yapının çevresi ve iç mekânı arasındaki ayırıcı ara yüz, katman olarak kabul edilmektedir. Cephe tasarım sürecinin ilk aşamasından itibaren içinde bulunduğu konumunun verileri, kullanıcılarının ihtiyaçları ve mimari gereksinimleri analiz edilerek tasarlanırken yapının yaşam ömrü, kullanıcı konforu, maliyet, enerji verimliliği, inşa edilebilirlik ve mimari kalite kavramlarına cevap verecek alt katmanlar bütünü olarak düşünülmesi gerekmektedir. Çalışma kapsamında bulanık mantık algoritması oluşturularak, önerilen cephe modelinde yapının konumuna ait olan çevresel veriler ile tasarımın ilk aşamasından itibaren yapının karşılaşacağı şartlar analiz edilmekte, elde edilen veriler doğrultusunda tasarım kararları alınmaktadır. Önerilen cephe modeli, İzmir'de tasarlanan bir ofis yapısının cephesine uygulanmış, önerilen model ile yapının kullanıcılarının ihtiyaç duyduğu uygun sıcaklık, aydınlık ve ses değerlerinin karşılaması hedeflenmektedir. Tasarım sürecinde bulanık mantık kuralları ile sistemin girdilerinin ve çıktılarının değişkenliğinin sağladığı değerlendirme süreci açıklanmaktadır. Bulanık mantık kullanılarak tasarlanan cephe modeli önerisinde sistemin girdilerini ofis mekânlarının analizlerinden elde edilen ısınma değerleri, aydınlanma miktarları ve gürültü değerleri oluştururken, sistemin çıktısını ise önerilen cephe modelindeki cephe modül açıklıklarının sayısal verileri oluşturmaktadır. Tasarım sürecinde bulanık mantık kullanılmasıyla alınan tasarım kararlarının içinde sezgisellik barındırması amaçlanmıştır. Bulanık mantık temelli tasarlanan cephe modeliyle bulanık mantığın tasarım sürecindeki birden fazla girdinin, farklı ihtiyaçlar kümesinin sistemin çıktısına olan etkileri çalışma kapsamında tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Benzetim ve değerlendirme, performansa dayalı tasarım ve ekoloji, bulanık mantık, cephe tasarımı*

1. Giriş

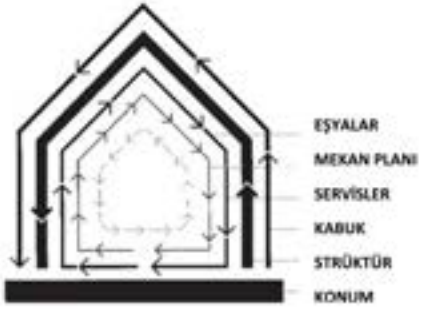
Mimari tasarım bir probleme çözüm oluşturmanın yanında mekânsal ihtiyaçlara ve kullanıcının ihtiyaçlarına cevap verebilme bağlamında bir karar verme eylemi olarak tanımlanmaktadır. Mimari tasarımda karar verme süreçleri birçok aşamayı içinde barındırmaktadır. Bu süreçler, çözümü hedeflenen problemin çözüm alternatiflerini oluşturmak ve bu alternatifler arasından seçim yapma olarak adlandırılan en iyiyi bulmaya çalışma süreçleridir. Tapan (2004), mimari tasarım süreçlerindeki değerlendirmenin amacını kullanıcının talep ve ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik karar ölçütlerinin gerçekleşme oranını saptamak olarak tanımlamaktadır. Bu süreçler karmaşık mimari problemler ile daha da karmaşık hale gelmekte ve karar verme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır ki karar verme yöntemlerinin de ne kadar önemi olduğu anlaşılmaktadır. Karar verme yöntemlerinin mühendislik alanındaki kullanımları ağırlık taşırken, mimarlık alanındaki kullanımları da giderek yaygınlaşmaktadır. Bu yöntemler ile hedeflenen, tasarlanan alternatifler ile optimum bir çözüme ulaşılması, tasarım sürecinin evirilebilmesi, geri dönüşümlere izin vermesi, bu süreçleri denetleyebilmesi ile gelecek tasarımlara veri oluşturması olarak sıralanabilir (Palabıyık, 2012). Bu bağlamda mimari tasarım sürecindeki karar verme yöntemlerinden etkili bir yaklaşımla yararlanılması tasarımcılar, mimarlar için mimari tasarım süreçlerinin daha verimli değerlendirebilmesinde ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapının sokak ya da kentsel doku içinde kent ile ilk ilişki kuran katmanı olan cephe, yapı ve çevresi arasındaki ara yüzü, iç-dış ayrımını tanımlayan fiziksel bir ayırıcıdır. Tarihsel süreçte cephe kavramı binanın işlev ve anlamının aktarılmasında en baskın araç olarak mimarlıkta kullanılmıştır. (Sönmez,2013). Kullanıcı konforu, yapının yaşam ömrü, enerji verimliliği, maliyet ve inşa edilebilirlik ile mimari kalite kavramlarının yapıda sağlayabilmesi için fiziksel bir ayrıcı olarak kabul edilen cephenin bu kapsamda hava, su, ışık ve ses yalıtımı alt katmanlarının üzerine iyi düşünülmüş olması gerekmektedir. Erken tasarım evresinden itibaren cephe, yapının kullanıcılarının yaşam kalitesini belirleyen aynı zamanda yapının enerji verimliliği kararlarında da etkili olan alt katmanlarıyla tasarımcıların, mimarların ele alması gereken önemli bir kavram olmaktadır. Bu çalışma kapsamında, cephe alt sistemlerinde uyulması gereken sınırlandırmaları, kuralları ile kullanıcıların, müşterilerin isteklerinin de bir araya getirilmesi sonucu oluşturulacak olan çözüm setlerinde, kurallar dizilerinde bulanık mantıktan yararlanılmaktadır. Bu bağlamda tasarımcı ve kullanıcı, müşteri arasındaki iletişim, yapım yönetmeliklerine de uyularak bulanık mantık (fuzzy logic) ile sağlanmaktadır. Tasarım aşamasında var olan kullanıcıların müşterinin ihtiyaçları ve işlevsel, tasarımsal gereklilikleri gibi birçok belirsizlik bulanık mantık ile tarif edilebilmektedir (Bomsa, 2014).

2. Cephe ve Alt Sistemlerinin Tasarımın Ölçütleri

Cephe, yapının hem iç hem dış tasarımını etkileyen, yapının bulunduğu çevre, dış ortam ile yapının içinde barındırdığı yaşam alanlarını ayıran fiziksel bir ayırıcı olarak kabul edilen, aynı zamanda yapıyı bütünleştiren alt sistemler bütünüdür. Cephe, yapı içinde yaşayanlar için koruma, barınma, çalışma, eğlenme gibi ihtiyaçları sağlamasına ek olarak yapının ruhunu yansıtan, yapıyı tanımlayan en birincil

katmandır. Tasarım aşamasında yapının sistemler, katmanlar bütünü olarak ele alınarak tasarlaması yapının birden çok kullanıma, değişikliğe, bakım ve tadilata olanak vermesini sağlamaktadır. Böylelikle yapıya sağlanan bu esneklikle, yapı yaşam ömrü süresince kolay kontrol ve organize edilebilir bir alt sistemler, katmanlar oluşturulmaktadır (Şekil 1). Sistemler bütününün bir parçası olarak tasarlanan cephe ile yapının yaşam ömrü süresince kullanıcılara mekân ihtiyaçlarına göre değişim, dönüşüm, onarım ve bakım olanağı sağlamaktadır.



Şekil 1. Yapı katmanları (Brand, 1994)

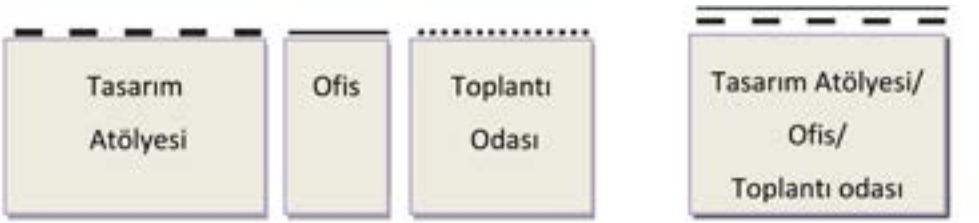
2.1 Cephe Alt Sistemleri

Cephe, erken tasarım evresinden itibaren alt sistemlerine ayrışan bir bütün olarak kabul edilmektedir. Cephe tasarımı; strüktür, yapı servisleri ve kullanım ile doğrudan ilişki halinde olan yapının ayrılmaz bir parçası olarak da tanımlanmaktadır (Ekim, 2015). Cephe-konum, cephe-strüktür, cephe-mekân planı, cephe-servisler ve cephe-eşya ilişkileri cephenin alt katmanlarıyla kurduğu ilişkilerdir.

Cephe-Mekân İlişkisi: mekân planının değişmesi ile kullanıcının cepheden beklediği ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçların miktarındaki değişiklikler olarak tanımlanır (Şekil 2). Mekânın planının değişmesiyle, kullanıcının cepheden beklediği ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçların miktarı da değişikliğe uğrar (Ekim, 2015).

Bu çalışma kapsamında önerilen ofis cephesi modelinde, ofis fonksiyonunun ihtiyaç duyduğu mekânların analizleri yapılmış, bu mekânların ihtiyaç duydukları aydınlanma, ısınma ve gürültü değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Bu kapsamda elde edilen veriler, tasarlanan cephe modelinin girdileri olarak kullanılmıştır.

Cephe-Konum İlişkisi: Yapının bulunduğu coğrafi yerleşim yeri ve bu yerleşim yerinin sahip olduğu iklim, topografya, güneşlenme miktarı, rüzgâr verileri ve gürültü değerleridir. Yapının konumuna ait parametreler ile erken tasarım evresinde yapının karışılacağı şartlar değerlendirilmekte, elde edilen veriler doğrultusunda tasarım kararları alınmaktadır.



Şekil 2. Cephe-mekân fonksiyonu ilişkisi (Bloemen, 2011)

2.2 Cephe Modeli Önerisi Tasarım Ölçütleri

Bu çalışma kapsamında önerilen cephe modeli, İzmir'de tasarlanan bir ofis yapısının cephesine uygulanmıştır. Tasarlanan cephe modelinin, yapının kullanıcılarının verimli bir ortamda çalışabilmeleri için ihtiyaç duydukları cephe-konum ilişkisinin kapsamında olan iklimlendirme verilerinden yararlanılmıştır. Ofis çalışanlarının ihtiyaç duyduğu uygun sıcaklık, aydınlık ve ses değerlerini karşılayacak şekilde tasarım yapılması hedeflenmiştir.

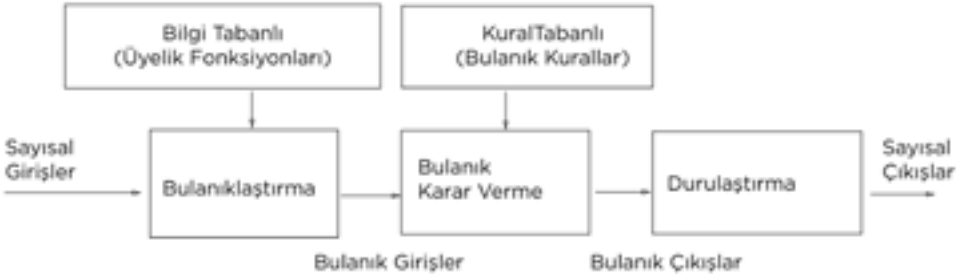
Ofis mekânları, kullanıcılarının günün 8 saatten çoğunu geçirdikleri alanlar olarak mekânsal konforun sağlanması amaçlanarak tasarlanmalıdır. Ortam sıcaklığı yaz ve kış mevsimlerinde çalışanların rahat edebileceği aralıklarda olmalıdır. Cephe-konum değişkenlerinden biri olan aydınlık, aydınlanma miktarı çalışma mekânları için gerekli ortamın sağlanmasında önemlidir. Ofis mekânlarında ihtiyaç duyulan aydınlatma değeri 300 ile 750 lux arasında değişmektedir. Ofislerde oluşacak gürültü de ofis kullanıcılarını fiziksel olarak etkileyen bir değerde olmasa da çoğu zaman psikolojik olarak kişinin çalışma konforunu bozan, dikkatini dağıtan istenmeyen bir durumdur. Ofislerdeki ideal gürültü seviyelerinin pencere kapalı iken 35-50 dBA arasında, açık iken ise 45-60 dBA arasında olması gerektiği saptanmıştır (Ulucan, 2012).

Cephe modelinde günışığı ve ısınma analizi için İzmir'in çevre verilerinden yararlanılmıştır. Cephe tasarım sürecinde günışığı ve ısınma analizleri bilgisayar destekli analiz programları ile yıllık olarak analiz edilmiştir. Aydınlatma verileri ise ofis yapısının alt mekânlarının ihtiyaç duyduğu aydınlatma değerlerine göre oluşturulmuştur. Gürültü girdisinin değerlendirmesi ise caddeye bakan cephenin yoldan gelecek gürültüye maruz kalacağı düşünülerek, bu cephenin gürültü değerlerinin daha yüksek olacağı kabulü ile yapılmıştır. Tüm bu verilerin bulanık çıkarım sistemine girilmesi ile cephenin açıklık değerlerine ulaşılmıştır. Bulanık mantık sisteminin yardımı ile elde edilen bütün cephe alt sistemlerinin verileri tasarlanan çözüm setleri, kurallar dizinleri ile değerlendirilmiştir Bu bağlamda bulanık mantık yönteminin seçimi, tasarım sürecinin belirsizliklerini ve ihtiyaçlarını içermesi, kullanıcının taleplerinin değişkenliği gibi girdiler ile mimari tasarımın doğasındaki bulanıklıktan kaynaklanmaktadır.

3. Mimari Tasarımda Karar Verme Yöntemleri

Mimari tasarım süreci içerisinde birçok aşamayı barındırmaktadır. Bu süreç problemin tanımlanması ve analizi, tasarım alternatiflerinin hazırlanması ve hazırlanan bu alternatiflerin olumlu ve olumsuz yönlerinin değerlendirilmesi ile en uygun çözüme, tasarıma karar verilmesi olarak sıralanabilmektedir. Tasarım sürecinin bir karar verme süreci olarak kabul edildiği yaklaşımlarda, tasarım, çözüme ulaşma eylemi farklı nitelikteki karar verme aşamalarını içeren bir süreç olarak ele alınmaktadır (Palabıyık, 2011). Mimari tasarımda karar verme yöntemleri, tasarımcıyı, tasarım sürecinde destekleyecek sistem arayışlarına duyulan ihtiyaçlar ile ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda geliştirilecek olan karar verme yöntemi ile tasarım sürecindeki belirsizlikleri ifade etmek için, birbirinden farklı kıstasa sahip farklı büyüklükteki seçenekleri birbiriyle kıyaslamaya olanak sağlayan çözüm setlerinin, sistem alternatiflerinin belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen alternatifler arasında yapılacak olan değerlendirme ile uygun bir kara-

Şekil 3. Bulanık mantık sistemi (Şen, 2002)



ra, tasarıma ulaşılabilmesi amaçlanmaktadır. Yapılacak olan değerlendirme bulanık mantık kullanılmasıyla elde edilecek olan tasarım kararlarının kesin yargılar içermesi yerine, içinde sezgisellik barındıran kararlar elde edilebilmesi amaçlanmaktadır.

3.1 Bulanık Mantık Teorisi

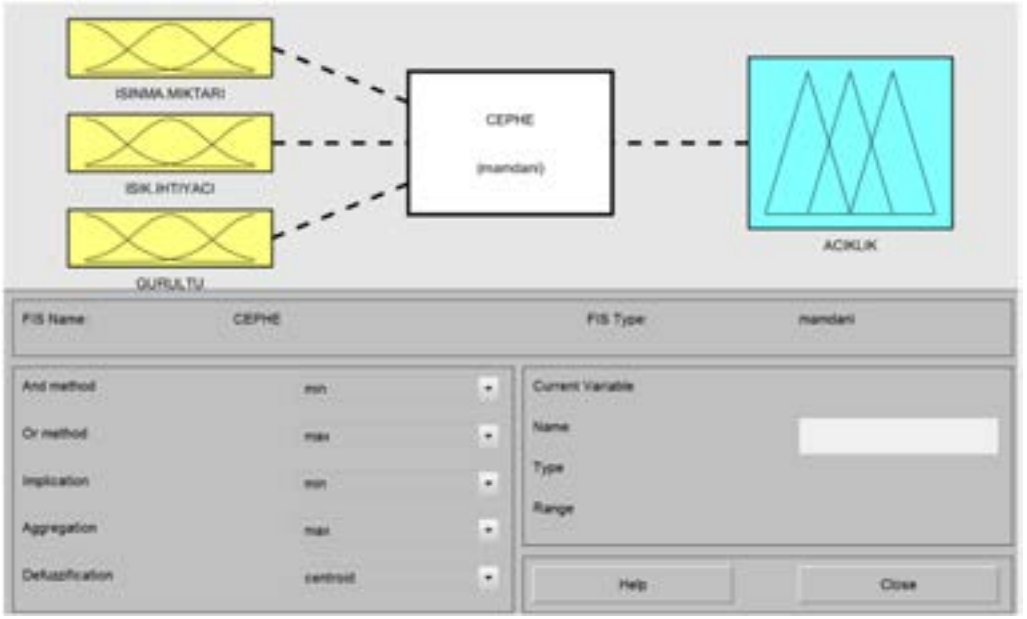
Bulanık mantık (fuzzy logic), klasik mantığın bir önermeyi sadece doğru ve yanlış olarak nitelendirmesinin aksine üçüncü bir doğruluk değerine olanak vermektedir. Bulanık mantık ile belirsizlik ortamında akıl yürütülen durumların matematiksel olarak modellenebilmesi, değerlendirilmesi yapılarak net olmayan, karmaşık, belli, belirsiz verilerin sonuçlarının elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bulanık mantık ile klasik Aristo mantığının aksine sadece 0 ve 1'lerden oluşan {0,1}, iki değerli klasik mantığa karşı, içinde belirsizlik barındıran [0,1] aralığında tanımlanan tüm ara değerlerin olduğu bulanık mantıktan yararlanılmaktadır. Bulanık mantıkta 0,0 değeri ilişki olmadığını, 0,5 orta ilişkiyi ve 1,0 güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Bulanık mantık sınıflandırmasını anlamak için küme teorisini incelemek gerekmektedir. Klasik küme teorisine göre bir eleman bir kümeye ya aittir ya da değildir. Ancak bulanık mantıkta her elemanın kümelere üyelik dereceleri bulunmaktadır (Zadeh, 1965). Bulanık mantık, karar verme mekanizması olarak da tanımlanabilecek dilsel ifadelerin bir uzman kişi tarafından belirtilen kesin olmayan sınırlar içindeki davranışını matematiksel olarak modellemeye yaramaktadır (Klir,1995).

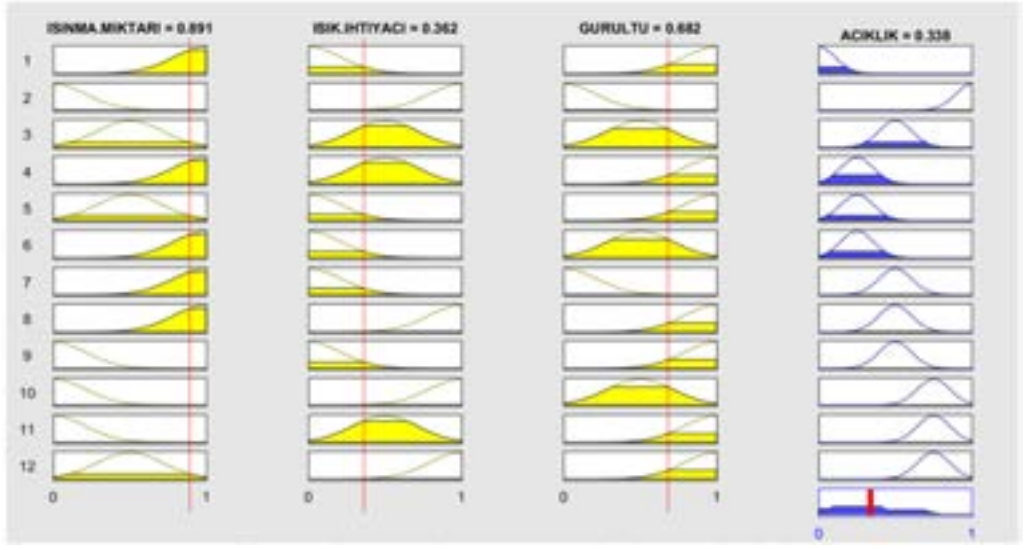
Bulanık çıkarım sistemi bulanıklaştırma, bulanık karar verme, durulaştırma süreçleri ile tanımlanmaktadır (Şekil 3). Sayısal olarak girilen girdiler, sözel tanımlanan üyelik fonksiyonlarına göre bulanıklaştırılmakta, tanımlanan kurallara göre de bir karar kümesi oluşturulmaktadır. Bu sözel kararlar durulaştırma aşamasında ise sayısal bilgilere dönüştürülerek çıktılar elde edilmektedir.

4. Bulanık Mantık Tabanlı Cephe Tasarımında İzlenen Yöntem

Bu çalışmada bulanık mantık çıkarım sistemi MatLab programı kullanılarak oluşturulmuştur. Bulanık mantık ile tasarımı gerçekleştirilen cephe modelinde sistemin girdilerini analizlerden elde edilen ofis mekânlarının ısınma değerleri, bu mekânların ihtiyaç duydukları aydınlatma miktarları ve gürültü değerleri oluştururken, sistemin çıktısını ise cephe mo-



Şekil 4. Bulanık sistem girdilerinin ve çıktıların fonksiyon tanımları



Şekil 5. Cephe modeli önerisinin bulanık mantık çıktıları

dülünün açıklık miktarını belirleyen modülün boyutlarının parametrik değerleri olarak oluşturulmuştur(Şekil 4). Tasarlanan parametrik cephe modülü, sistem çıktıları doğrultusunda 0 ile 1 değerleri arasında açıklığının değişmesi üzerine tasarlanmıştır.

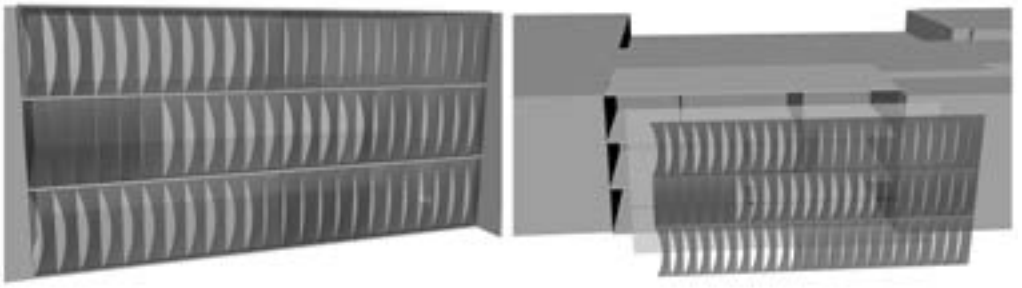
Isınma değerleri "soğuk-ılık-sıcak", ihtiyaç duyulan aydınlatma miktarı "karanlık-orta-aydınlık", gürültü ise "az-orta-çok" üyelik fonksiyonları ile ifade edilmektedir. Sistem çıktısı olan cephenin açıklık miktarı için ise 5 adet fonksiyon tanımlanmış olup, bunlar; "açık-az açık-orta-az kapalı-kapalı"dır. Sisteme tanımlanan eğer-ise (if-then) kural tanımları genel anlamda ısınma miktarı azaldıkça, ışık ihtiyacı arttıkça ve gürültü değeri azaldıkça açıklık miktarının artması şeklinde oluşturulmuştur(-Şekil 5).

5. Sonuçlar ve Değerlendirmeler

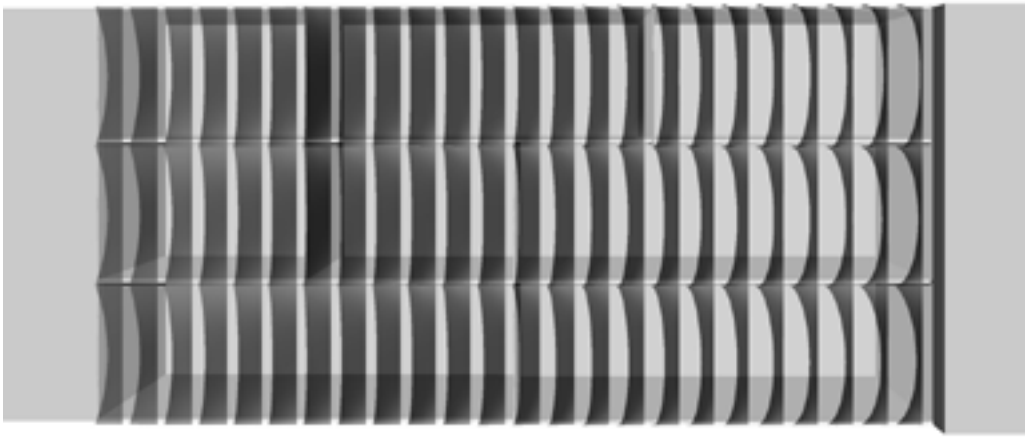
Bu çalışma kapsamında erken tasarım evrelerinde tasarımcıların birçok değişkene bağlı karar verme süreçlerinde yararlanabilecekleri çalışma model üzerinde çalışılmaktadır. Bulanık mantık verilerinin çalışılan mimari tasarım konusuna göre değişkenliği ve önerilen tasarım ortamının parametrik oluşu ile tasarımcılara esnek bir cephe tasarımı ortamı yaratılmaktadır. Cephe modeli önerisi sürecinde tasarım üzerine düşünme ve karar verme sisteminin bulanık mantık ile modellenmesi sağlanmaya çalışılmaktadır.

Bulanık mantık tabanlı tasarlanan cephe modeli önerisi çalışmasında elde edilen verilerin değerlendirmesi iki ayrı yaklaşımda yapıldı. Tasarım sürecinde bulanık mantık kullanılması sayesinde elde edilen sayısal verilerin sözel olarak ifade edilebilmesi sağlanmış oldu. Bu da analizler sonucu elde edilen sayısal verilerin sözel verilere dönüştürülmesiyle erken tasarım evresinde tasarımcı ve kullanıcının tasarım kararları alırken birbirleri ile olan iletişimi kolaylaştıracağı anlaşıldı. Bulanık mantık ortamına aktarılacak olan girdilerin, önce analizlerinin yapılması tasarımcının tasarım problemlerini daha iyi tanımlayabilmelerine, kavramalarına olanak sağladı. Bu bağlamda tasarım sürecinin barındırdığı belirsizliğin ve tasarımcının kararsızlığının sürece dâhil edilebildiği görüldü. Bu da mimari tasarım sürecinde özellikle erken tasarım evresinde sayısal verilerin bir sistematiğe oturtulmasını ve tasarım hakkında daha objektif verilerin elde edilmesini sağladı. Çoklu verinin bulanık mantık algoritmasında kullanılması aşamasında üyelik fonksiyonları kurulurken dikkatli ve özenli olunmasıyla başarılı ve verimli sonuçların elde edilebileceği görüldü. Bu bağlamda önerilen tasarım modeli sisteminin belki de en çok vakit alan kısmının üyelik fonksiyonlarının ilişkilerinin kurulmasının olduğunu ve MatLab kullanımı konusunda disiplinler arası çalışmanın gerekliliğini gösterdi.

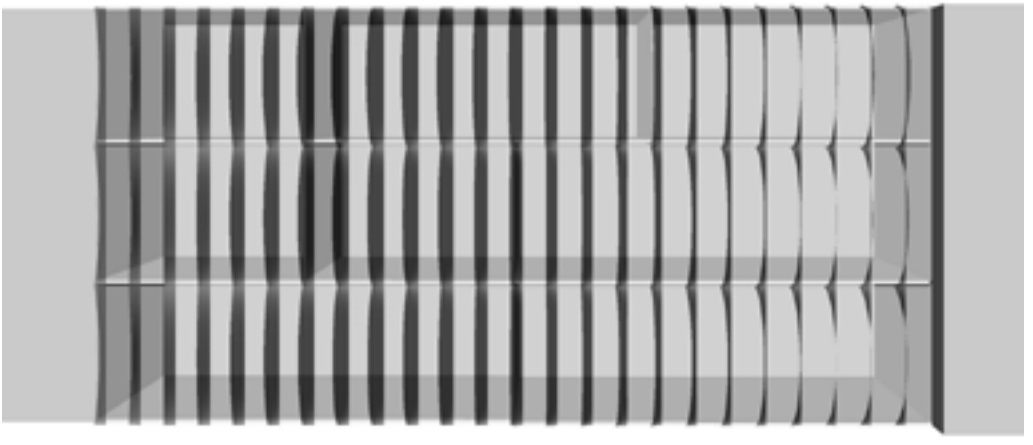
İzmir'de tasarlanan cephe modeli önerisinde, elde edilen çevre verilerinin ofis kullanıcılarının verimli çalışabilmek için ortamda ihtiyaç duydukları uygun aralıkta olması istenen sıcaklık, aydınlık ve gürültü değerleri verileri bulanık mantık ortamına aktarıldı. Önerilen cephe modelinin parametrik olmasıyla erken tasarım evresinde çok hızlı bir şekilde tasarım değişikliğinin sağlanabildiği gözlendi. Cephe modeli önerisinde erken tasarım aşamasından itibaren cephe tasarımı yapılırken çoklu verinin hızlıca tasarıma aktarılabilmesinin kolaylığı görüldü. Cephe tasarımında çoğunlukla güneş analizi verileri baskın etken iken bu sürece bulanık mantık katılmasıyla birden çok verinin içinde sezgisellik barındırarak tasarıma



Şekil 6. Bulanık mantık temelli cephe modeli önerisi çıktıları



Şekil 7. Isınma Miktarı: 0,891 | Işık İhtiyaç: 0,362 | Gürültü Değeri: 0,682 | Modül Açıklık Değeri: 0,338 değerleri cephe Önerisi



Şekil 8. Isınma Miktarı: 0,0956 | Işık İhtiyaç: 0,958 | Gürültü Değeri: 0,00556 | Modül Açıklık Değeri: 0,797 değerleri cephe önerisi

dönüştürülebildiği görüldü. Önerilen cephe modeli çalışmasında, aydınlanma, sıcaklık ve gürültü verileri bulanık mantık için çıktı olarak kullanırken elde edilen sonuç ürünler üzerinde malzeme çeşidi, kalınlığı, boyutu üzerine çalışma yapılmadı. Bu çalışma sonucu elde edilen verilerin ilerleyen çalışmalarda kullanılması, tasarlanan cephe modeli alternatiflerinden birinin seçilerek cephede kullanılacak olan malzeme çeşitleri, malzeme kalınlığı optimizasyonlarının yapılması sonucuna paralel olarak cephenin enerji verimliliği ve maliyet hesapları ile incelenmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

BRAND, S., 1994. How Buildings Learn, What Happens After They're Built, Second Edition, Penguin Books, Londra. Bloemen, M. 2011. Design for Disassembly for Facade, Yüksek Lisans Tezi, Delft University of Technology, Delft

Bosma, D.S., 2014. Facade Generator: A fuzzy Based System for The Configuration and Evaluation of Intelligent Facades, Yüksek Lisan Tezi, Eindhoven University of Technology, Eindhoven

EKİM, E., 2015. Cephenin Bir Sistem Olarak Tasarlanması Ve Üretilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

GERO, J. S., 1975. Architectural Optimization – A Review, Engineering Optimization, 1(3):189-199.

KLIR, G.J., Yuan B. 1995. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications, Prentice Hall PTR, New Jersey.

KOCA, D. 2016. The Dilemma of Representation Through Facades, Open House International.

PALABIYIK, S., ÇOLAKOGLU, B.,2012. Mimari Tasarım Sürecinde Son Ürünün Değerlendirilmesi: Bir Bulanık Karar Verme Modeli.

PALABIYIK, S.,2011. Mimari Tasarım Sürecinde Karar Verme: Bulanık AHS Yöntemi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

SÖNMEZ, M. 2013. Çağdaş Mimarlıkta Cephe-Yüzey Kavramı Tartışmaları, NWSA-Scoial Sciences, 3c0108,8,(2), 79.

TAPAN, M. 2004. Mimarlıkta Değerlendirme, İTÜ Yayınevi, Maçka, İstanbul.

ULUCAN, H.F., ZEYREK, S. 2012. Ofislerde İş Sağlığı ve Güvenliği, İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitiüsü, Ankara.

ZADEH, L.A., 1965. Fuzzy Sets, Information and Control, 8:338-353.

Encapsulating Possibility Spaces: Softform

Egemen Berker Kızılcan[1]
[1]Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü
[1]http://archweb.metu.edu.tr, [1]kizilcan@metu.edu.tr

Abstract. Expressions in architecture, as modes of conveying information, have the power to shape perception and thinking, as well as architectural production. Architectural conception is today induced by custom information models with the advent of technologies and methodologies associated with the computational paradigm and therefore are capable of inhabiting complex orders that arise from a multiplicity of concerns. Architecture is no longer constituted by the fixity of a single instance of form, instead possibility spaces which represent the mutability of form and which extend the solution set are being privileged for exploring the qualitative aspects or testing outcomes of design approaches. Architecture's relation with aspects of information, complexity, multiplicity and changeability in design conceptualization requires expressions that are efficient in providing for such aspects, besides establishing the dialogue between conceptualization and information. The study provides a discussion of the multi-faceted issues regarding the expression of design intention and thinking in the context of computational design, exploring dualities between visual and relational reasoning as well as between conceptual and perceptual structures of expression. The study presents challenges in terms of the computational architectural design paradigm regarding the management of complexity and form mutability, and to this end, develops two concepts/approaches/qualities, form-blindness and softform, that are exhibited in current architectural expressions and thinking. Softform infers encapsulations of mutable forms that can incarnate multiple instances, to enable exploration and multiplicity in design.

Keywords: *expression, possibility space, softness/hardness, complexity management, mutability*

Olanak Alanlarını Kapsüllemek: Yumuşakform

Egemen Berker Kızılcan[1]
[1]Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü
[1]http://archweb.metu.edu.tr, [1]kizilcan@metu.edu.tr

Özet. Bilgiyi iletme yöntemi olarak anlatım, mimarlıkta algıyı ve düşünceyi, dolayısıyla üretimi biçimlendirme gücüne sahiptir. Mimarlığın bugünkü kurgusu hesaplama paradigmasıyla bağdaştırılan teknoloji ve metodolojilerin ilerlemesiyle, çoğul düşüncelerin beraber işlenmesinden ortaya çıkan karmaşık düzenli özel bilgi modelleriyle yürütülmektedir. Ayrıca mimarlıkta artık tekil bir sonuç ürünün sabitliğindense, formun nitel olanaklarını incelemek için veya bir tasarım niyetinin sonuçlarını test etmek için formun dönüşebilirliğini gözeten ve çözüm kümesini genişleten olasılık alanları öne çıkmaktadır. Mimarlığın bilgi, karmaşıklık, çoğulluk ve değişebilirlik durumlarıyla olan ilişkisi, bu durumları kavramlaştırma ve bilginin diyaloğunu kurmasının yanı sıra tasarımın kavramlaştırılmasına bu durumları sağlayan anlatımları gerektirmektedir. Bu çalışma, hesaplamalı mimari tasarım bağlamında, tasarım niyet(ler)inin anlatımını ve düşüncesini ilgilendiren, görsel ve ilişkisel nedenleme, ve algısal ve kavramsal yapıların anlatımları ikililiklerine dair konuları bir materyel pratik olan mimarlığın hesaplamalı tasarımdan daha çok görselliğe ve algısallığa dayandığı önsavını göz önünde bulundurarak tartışmaktadır. Mimarlığın güncel durumunda karmaşıklığın yönetilebilirliği, formu değişebilir yapmak, algısal ve kavramsal yapılar arasında ilişkilendirilebilirlik, ve görsel ve ilişkisel anlatım yöntemleri açısından çeşitli sorun ve sorunsallar sunan bu tartışmayı yürütürken, çalışma, güncel mimari tasarım paradigmasına ait anlatım ve düşünceyle bağdaşan ve çalışmada yumuşak form olarak adlandırılan kavram/yaklaşım/nitelik geliştirmektedir. Yumuşak form keşif veya çoğulluğu sağlamak için çoğul miktarda örnek cisimleştirebilecek değişebilir formların kapsanmasıdır.

Anahtar Kelimeler: *: ifade, olasılık alanı, yumuşaklık/sertlik, karmaşıklık yönetimi, değişebilirlik.*

1. Giriş

Güncel mimarlık problemleri artan miktarda bilgi tarafından yönetilmektedir ve gerekli verideki artış karmaşıklık yönetimi ve çalışabilirlik konularında kısıtlar getirmektedir. Yöntemsel kıstaslar göz önünde bulundurulduğunda, mimarlık güncel mimarlık problemlerinin karmaşıklığını etkin bir biçimde yönetecek araçlara artık sahiptir. Yöntemdeki gelişmeler sayesinde mimari forma çeşitlilik katmanın ötesinde, çok katmanlı kıstasların yönettiği karmaşık bilgi modelleri oluşturmak mümkündür. Ancak bu tip modellerin tasavvuru karmaşıklığın yönetimi ve forma çokluk katma açısından, sadece yöntemsel seviyelerde değil, ayrıca kavramsallaştırma seviyelerinde de sorunlar açığa çıkarmaktadır (Terzidis, 2008)[1]. Kavramsallaştırma seviyesi açısından, mimari ifade biçimleri olanak alanlarının tanımlanması üzerine önemli bir tartışma alanıdır.

2. Yumuşakform Kavramı

Tasarımdaki artan karmaşıklığa kıyasla, karmaşık bir yapıyı/sistemi kesin bir şekilde tarif etmek, mimari ifadelerin formdaki değişebilirliğin sınırlarını tanımlamadaki en büyük sorunudur. Mimarlığın güncel bağlamı karmaşık modellerle tutarlılık ve çeşitlilikle çalışacak yöntemler gerektirir. Bu manada, Greg Lynn (2013) karmaşıklığı tek ve bütünleşik bir varlıkta somutlaştırmak için biçemsel esnekliğin gerekliliğinden bahseder:

> *Bir 'plexus' iç içe geçen, karışıp dolanan, çok doğrultulu bir ağdır; örneğin, sinirler ve damarlar. Bir 'plexus'un karışıklıkları – en iyi karmaşıklık olarak adlandırılır- tek bir düzene indirgenemezliğinden ortaya çıkar. Bir 'plexus' yerel bağlantıların çokluğunu tek, devamlı ve yeni hareketler ve devinimler için dışarı açık bir sistemi tarif eder. Böylece, 'plexial' bir etkinlik herhangi ayrık bir noktada oluşmaz. Çoklu 'plexed' bir sistem –bir kompleks- tek bir matematik kesinliğe indirgenemez, ancak titiz bir ihtimalle tarif edilebilir.*

Lynn farklılaşmayı eklemede iki baskın yaklaşımdan bahseder; 'fikir ayrılığı ve çelişki' ya da 'birlik ve yeniden yapılanma'. Dahası, bahsedilen iki yaklaşımdaki yetersizlikleri ifade ederken, farklılaşmayı eklemek için üçüncü alternatif olacak 'pürüzsüzlük' kavramını önerir. Lynn için, karmaşık olan şeylerin tanımını olasılıkçı yaklaşımlarla tarif etmek gerekir: Bu yaklaşım değişik endişelerin/kıstasların, yani heterojenliğin oluşturduğu çokluğu tekil bir varlıkta somutlaştırmak için 'pürüzsüzlük' ve 'esneklik' ile karakterize edilen tarifleri oluşturmak içindir. Lynn'in 'pürüzsüzlük' üzerine tartışması Deleuze ve Guattari'nin (1987) kavramsallaştırdığı 'pürüzsüz' kavramına dayanarak geliştirilmiştir.

'Pürüzsüz' kavramı "devamlı değişkenlik" ve "devamlı gelişen/oluşan form"un farklı ve ayrı öğelerin bütünleşmesi olarak tarif edilebilir; bu elemanların bütünleşmesi ise bağlanmadan ziyade anlaşmalar aracılığıyla kurulur[2]. Bu anlaşma etkeni Stan Allen'ın (2013) geliştirdiği 'gevşeklik' kavramıyla benzeşir. 'Gevşeklik' karmaşık sistemlerin ilişkiler ağları içerisinde, esneklik ve pazarlıkla, değişiklikleri kapsama kapasitesindeki bütünlük ve içsel tutarlılık üzerine vurgu yapar: "Geçirgen sınırlar, esnek iç ilişkiler, çoklu yollar ve akış hiyerarşileri, bu tür sistemlerin formal özelliklerini oluşturur."

Çağdaş mimaride karmaşıklık bağlamında, bilgisayım yöntemleri, karmaşık düzenleri sürdürülebilir kılarken esnekliğe ve mimari formda değişiklik yapma olanağına sahiptir. Bernard Cache'in ortaya çıkardığı Objectile[3] kavramı

“esnekliği ve değişkenliği var olan üretim tekniği içerisinde en fazlaya çıkarmak” amacında olan bu beceriyi örnekler (Perella, 2013). Esneklik ve varyasyonun etkinleştirilmesi amacı ile oluşturulan biçem tarifleri karmaşık düzenlerle düzenlenen geniş olasılık alanlarını temsil eder. Dolayısıyla, bu tür formlar çok sayıda koşula cevap vermek ve bunlara uyum sağlamak için yetenekler sergilemektedir. Biçemdeki kesinlik ve kararlılık yerine, esneklik, uyarlanabilirlik ve farklılık, algısal ve kavramsal yapılar ya da görsel ve ilişkisel modeller açısından tercih edilen faktörler haline gelir. Greg Lynn'in yumuşaklık ve yumuşaklık kavramlarıyla karakterize ettiği 'pürüzsüzlük' ve esneklik üzerine, olasılıkçı bir yaklaşımın bu paradigması biçimdeki 'yumuşaklık' kavramını belirler; esneklik derecesi ve değişkenlik bu kavramla açıklanmaktadır. Ayrıca, 'yumuşaklık', belirli bir tasarım aşamasında geniş bir çaba harcamadan formun değiştirilebilirliğini, ihtimalini alanını ve belirsizlik durumunu ifade eden bir terimdir. Gereksiz özgüllük, formun farklı endişeleri/kıstasları birleştirmesini ve çeşitlendirmesi için esneklik kapasitesini azaltır. Diyagramlardan eskizlere ve eskizlerden çizimlere doğru ilerleyen çizgisel bir süreçte sergilenen çözünürlükte form zamanla değişme kabiliyetini kaybeder: Soyutlanma derecesine bağlı olarak formun yumuşaklığı artar. Her yinelemesinde, biçem, sonunda, "enerjik olanakları"nı kaybetmek suretiyle tek bir sonuca ulaşır (De Landa, 1998). Bu durumda bahsedilen çizgisel form çözünürlüğü sonucu form 'sertleşir' ve değişime direnir hale gelir. Bununla birlikte, bu eksikliği, formun çözünürlüğünün otomatikleştirilebileceği ve yeniden üretilebildiği çizgisel olmayan hesaplamalı yöntemler yardımıyla aşmak mümkündür.

Yumuşaklığın ve sertliğin ikiliğine uygun olarak, 'yumuşaklık' ile tanımlanan belirsiz ve olasılıksal özelliklere sahip bir varlık "yumuşakform" olarak tanımlanır: Formun ve tasarım amacının tüm olası sonuçlarını içinde barındıran, ne zaman ve ne şekilde olursa olsun gerektiğinde değişebilen tekil bir sanal varlık[4]. Bu varlığın yumuşaklığı, çeşitlilik derecesi ve değiştirilebilirliğiyle ilişkilidir. Yani, yumuşakform terimi, somut olmayan ve kesinleşmemiş, ve çok katmanlı endişelerin/kıstasların düzenlenmesi yoluyla, karmaşık düzenler içinde dönüşebilen, farklı seviyelerde çok sayıdaki tasarım niyetlerinin sanal biçemlerini veya sanallaştırmalarını belirtir.

Bir yumuşakform, tatmin edici, kademeli olarak elde edilen, durgun bir son üründen ziyade, dinamik koşullar için değişkenlik ve değiştirilebilirlik sınırlarını tanımlayan formal bir araçtır. Gerçek olabilecek olanı tanımlayan sanal bir varlıktır ve izin verilen bir aralıkta forma permütasyon aralığı sağlar (De Landa, 1998). Karmaşık düzenlerin çok tabakalı kıstaslarına uyan en iyi çözümlerin arandığı ve bulunduğu yerdir. Bu nedenle, yumuşakformlar formun değiştirilebilirliğine ilişkin belirsizlik faktörünü içselleştirir: Formun geometrik koşulları hakkında belirlenimi ve özgüllüğünü vurgulayan tanımlardan ziyade, iç ilişkilere dayanan değiştirilebilirlik ana hatları yumuşakformların tanımlarını/tariflerini oluşturur.

Giacomo Balla tarafından resmedilen “Dynamicism of Dog on A Leash” tablosu [Şekil 1] yumuşakform cisimlerinin örnek bir görselleştirilmesidir. Köpeğin vücudu, anatomik sınırları ile tanımlanan şekilde, biçim açısından zamansal değişikliğe tabidir. Anatomisi ile tanımlanan içsel ilişkiler korunurken formu değişebilir. Formu tanımlanan erimde herhangi bir şekle sahip olabilir ve ekstremiteleri resimde görselleştirilen sınırda her yerde olabilir. Burada resim köpeğin son formunun kesin haliyle

Şekil 1. Dynamism of a Dog on a Leash (1912), Giacomo Balla

ilgili bilgileri içermez veya bacaklarının konumuyla ilgili spesifik bilgiyi vermez. Yumuşakformlar spesifikasyon ve kararlılığı geometrik formda erteler ve bu nedenle form üzerinde kontrol sınırlarını tanımlayan veya yeniden tanımlayan tariflerin sonuçlarıdır.

Yumuşakformlar, tatmin edici ve tatmin edici olmayanları da içeren, biçem üreten koşullar ve ilişkilerle ilgili tüm örnekleri somutlaştırır. Onlar, statik ve somut ilerleme ürünleri değil, tatmin edici sonuçlara ulaşılıncaya kadar formun ardıl işlemlerle buluşsal olarak geliştirildiği işlem ürünleri temsil eder (Derix, 2014). Kostas Terzidis'e (2008) göre, belirsizlikleri gidermek için bu tür buluşsal gelişme, nelerin tatminkar olduğu ve neyin olmadığı üzerine karar verme ve sezme kabiliyetini gerektirir. Bu anlamda daha fazla tartışma için "Dada Engine" örneğini tanıtmak esastır:

> *[…] Dada Engine, dilbilgisi elemanlarının özyinelemeli olarak yeniden düzenlenmesine dayanan rasgele metin üreten bir bilgisayar algoritmasıdır. Elde edilen metin, rasgele süreçlere dayanıldığı halde okunabilir, bazen mantıklı ve bazen şaşırtıcı derecede akıllıca olarak algılanır.*

Dada Engine, kurallar ve ilişkiler yoluyla var-

yasyonları temsil eden sanal bir varlığın olasılık alanına dahil olan her örneğin veya permütasyonun anlamlı veya tatmin edici olması gerektirmediğini göstermektedir. Bu anlamda, yumuşakformlar, tatmin edici olsun ya da olmasın, yumuşakformun somutlaştırılmış örnekleri içselleştirdiği formal kurallara ve ilişkilere bağlı olduğu sürece, form üretiminin tüm mantığını somutlaştırır.

3. Sanallaştırma ve Kapsülleme

Mimari tasarımda kullanılan ifade biçimleri yoluyla bilgi ve kavramsallaştırma arasındaki diyalog, formun değişkenlik tanımlamaları veya tarifleri adına önemli bir tartışma noktası sağlar. İfadeler, tasarım niyetinin sanallaştırılmasında tasarım niyetinin özünde olan ilişkiler ve topolojiler tarafından yönlendirilen olası sonuçlar dizilerinin tarifleri olarak tanımlanabilir. Burada John Frazer'ın (2013) sanallaştırma ve sanal dünyalar üzerine tartışmasından bahsetmek önemlidir:

> *Sanal dünyalar gerçek dünyaya veya yerine geçene bir alternatif olarak değil, doğal dünyada bize yeni bir hareket özgürlüğü sağlayan ilave bir boyut olarak görülmelidir. Diğer bir deyişle, sanal dünyadaki fiziksel limitlerin aşılması fiziksel dünyadaki çalışma şeklimizi genişletmemizi sağlar. Yeni bir seyahat aracı, yeni bir iletişim biçimi, yeni bir çalışma yöntemi, ifade için yeni bir araç.*

Frazer'e göre sanal dünyalar, ilişkileri anlamak, oluşturmak ve optimize etmek, yumuşakform verme yeteneğine sahip ek boyutlar sağlamakta ve dolayısıyla topoloji ve ilişkiler yoluyla dinamik değişim koşullarını tanımlamaktadır. İfadeler yoluyla tasarım niyetinin sanallaştırılması, bu tür ilişkiler üzerinde keşif, yaratma, anlama, optimizasyon ve operasyona izin verir. Buna ek olarak, Manuel De Landa'ya (1998) göre, ilişkileri sanallaştırma yoluyla kurgulamaya yönelik yaklaşımlar sorun-oluşturma (problem-posing) üzerine kuruludur. De Landa, tartışmalarını Gilles Deleuze'nin diyagramlar ve diyagramsal mantıkla ilgili argümanları ile sunar:

> *Deleuze, düşüncenin problem çözme (diyagramlardaki ve diyagramsal mantık önerilerinin çoğunun önerdiği üzere) içermediğini önermektedir; aksine, dünyanın gerçeklerinin (sanal içinden) varoluşunun göz önüne alındığında, gerçek düşünce, sorun oluşturmadır. Yani, doğru olan problemleri çözmek yerine çerçevelemektir. Ancak doğru sorun-oluşturma sonucu diyagramatik olarak düşünmeye başlayabiliriz.*

De Landa ve Deleuze'nin argümanları, kavramsal yapıları temsil eden ifadeler açısından özellikle önemlidir ve ayrıntılı olarak tanımlanmış kavramsal ve fiziksel ilişkilerin ilişkilerin gerekliliğini vurgular:

> *Bir yandan, farklı topolojiler, öğeleri analiz etmek ve değiştirmek için farklı yollar sağlarken, diğer yandan her topoloji de resmi sonucu kısıtladı; Örneğin, dikdörtgen ızgaralar yalnızca ortogonal sonuçlar verir. Bu programların bir tasarımcısı olarak eserin büyük bir kısmı, sorunları çözmek için en iyi topolojileri ve kısıtlamaları aşmanın yollarını bulmaktı.*

Önceki tartışmaya benzer şekilde, Markus Braach (2014) "daha az kısıtlayıcı tasarım modelleri için mümkün olan en iyi ilişkilerin" gerekliliğini vurguluyor. Birtakım yazarların gösterdiği gibi olasılık alanlarının sınırlarını tanımlamak hem sanallaştırma hem de karmaşıklık açısından geniş bir tartışmaya dayan-

maktadır. Yumuşakformları kurgulamak adına temel sorun, en iyi ilişkisel modellerin tanımlanması, değişkenliklerin veya dönüşebilirliklerin öngörülmesi, dolayısıyla sınırları ve kısıtlamaları detaylı bir şekilde belirleyen en geniş olasılık alanının kapsüllenmesindeki zorluktur. Mimari ifadeler için daha spesifik olan sorun, farklı koşullarda esneklik ve keşfe izin vermek için değişkenlik sağlamak için görsel veya matematiksel / metin biçiminde mutabiliteleri yakalama yöntemlerini bulmaya yöneliktir. Bu anlamda, yumuşakformlar için kapsüller, genellemeler ve özgünlükler konusundaki değişebilirlik ve esneklikleri tanımlayarak tarif edilmektedir. Bu tarifler, temsillerinde matematiksel / metinsel veya görsel ifadeler bakımından farklılık arz eder, ancak her iki tanımlama türü de şekil değiştirilebilirliğini hesaba katan bir yaklaşım gerektirir, böylece olasılık uzayında değişebilirlik kurgulanır.

4. Olasılıkların Kapsüllenmesi olarak Değiştirilebilirlik ve Esnekliklerin Kurgulanması

Sanallaştırma ve kapsülleme konusundaki tartışmalardan sonra, form için değiştirilebilirliği kurgulamak formun örneklenmesi veya iç organizasyonunda etkili olan formal kalıpların tanımlamalarına bağlıdır: Görsel özgüllüğün var olan iki özelliğinden en az birini içeren; yani formun kemikleştirilmesi ve formu üreten genel ve soyut yapıları tanımlayan kavramsal ya da ilişkisel yönlerden oluşan formal bir mantık.

Formal kalıpların çıkarımıyla ilgili olarak Derix ve Izaki (2014), bilgisayımlı tasarım yöntemleriyle mekanları hem tecrübe etmenin (çevreye hem fiziksel hem de zihinsel cevap vermeye dayanan bir olay), hem de tasarlamanın yorumlama ve kemikleştirme adına oluşturduğu bir ikilikten bahsederler:

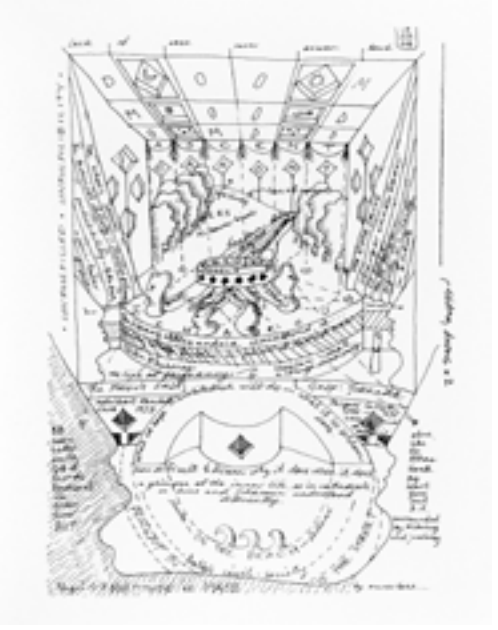
> *Vücut-bilgiyi temsil etmek, insanları ve mekanları 'okumamızı' gerektirir. Davranışlarını kalıplar olarak temsil etmek, soyutlamaların 'yazımını' gerektirir. Standart dışı deneyimsel kalıplara dayalı bir tasarım sistemi içinde analiz etmek ve üretmek için, okumanın yanı sıra bilgisayar algoritmaları yazmak gereklidir.*

Derix ve Izaki'ye göre, bilgisayımlı tasarım, uygulamaların yanı sıra yorumlamaları gerektirir. İfadeler açısından, yorum/gözlem ve uygulama/yapma olan iki konum, form üretmek için veya daha geniş bir anlamda, form için değişkenlikleri kapsüllemeyi okuma/kodlama ve yazma/çözme davranışlarını bir araya getirir. Dolayısıyla, bu kapsülleme, sırasıyla bir genelleme ve belirtim meselesi veya yorumlama ve uygulanma meselesidir. Bu anlamda, birincisi okuma/gözlem/soyutlama/yorumlama/kodlama ve diğeri, yazma/yapma/belirtme/uygulama/kod-çözme olmak üzere değişkenliklerin kapsüllenmesi ile ilgili iki pozisyon vardır.

Yorum/gözlemin tanımladığı ilk konum, form üreten ya da oluşumunu yönlendiren varlıklar arasındaki arasında tekrarlanan genelleştirilebilir davranış ve ilişki kalıplarını, formalize edilmiş ya da genelleştirilmiş tanımlamalara ulaşmak ve permütasyonların kapsüllenmesini sağlamak için ayırt etme üzerinedir. Bilgisayımlı tasarım çerçevesinde, bilgisayım, yüksek spesifikasyonlu karmaşık yapıları kemikleştirmekle birlikte, permütasyon ve değiştirilebilirlik temin etme gücüne sahiptir. Buna karşılık, bilgisayarlar, durumlar hakkında yorum yapmak için nedensellik ve sezgi gibi insan yeteneklerinden yoksundur (Terzidis 2008). Bu nedenle, mimari ifadeler ve temsiller, Leon Van Schaik'in İdeogramları [Şekil 2]

ya da kavramsal diyagramlarda [Şekil 3] görüldüğü gibi daha soyut ifade biçimleriyle temsil edilen kavramsal yapıları kavramak için insan yorumuna bağlıdır. Tasarım problemleri ya da çözümleri göz önünde bulundurulduğunda bu gibi kavramsal sunumlar yoluyla, karmaşık durumlarla ilgili yorumlar[6] formal olarak şekillendirilmekte ve tasarım kurgusunda yeniden kullanılmaktadır.

İkinci konum olan uygulama/yapma, tasarımın soyut ve kavramsal yapılarına dair fiziksel çözümler üretmeye dayanmaktadır. Form, kapsüllenmiş ve dolayısıyla değiştirilebilirliğin nispeten kısıtlı sınırları içerisinde bu konuma göre çeşitlendirilmiş, tanımlanmış ve örneklendirilmiştir. Juhani Pallasmaa (2014), maddi olmayan/kavramsal yapılara maddi/fiziksel cevaplar üretmede "empatik imgelem"in önceliğini ifade eder. Pallasmaa, "empatik imgelem" kavramı ile, maddi olmayan ve maddi, ya da kavramsal ve fiziksel, arasındaki benzeşmeyi/çakışmayı tarif eder, dolayısıyla da tasarımcının kavramsal problemlere çözüm üretme becerisini.

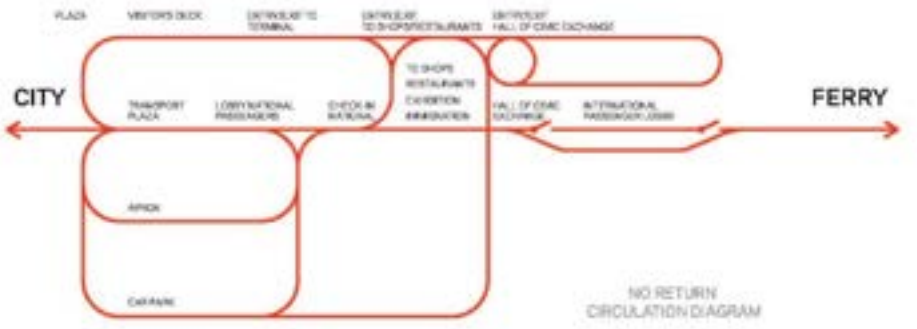


Şekil 2. Edmond & Corrigan Ideogram, Leon van Schaik Van Schaik, Leon. Ideograms. Melbourne: Lyon Housemuseum, 2013.

Kapsüllenmelere yönelik tanımlamalar, olasılık alanının içindeki farklı örneklere atıfta bulunan ve sonuç olarak bu örneklerle ilgili genel özelliklere odaklanan özgüllüğün/teferruatın ortadan kaldırılmasıyla sağlanır. Bu anlamda, değiştirilebilirlik, detaylandırma ve esneklik sağlayan genelleme, permütasyonun oluşabileceği kapsüllemeler için şarttır; dolayısıyla genel niyetlerin spesifik ve somutlaştırılmış örneklerini oluşturma gücüne sahiptir. Bu bağlamda, kapsüllemeler genel özelliklere ve formun kısıtlamalarına bağlıdır ve genel özelliklerle olası spesifik çözümleri tanımlamaktadır. Dahası, genelleme derecesi ne kadar yüksekse, çokluk/farklılaşma derecesi o kadar yüksek olur.

Yumuşakformlar, kapsüllere veya formel tanımlara uyan tüm olası tasarımları temsil eder. Yumuşakformlarla ilgili bu durum, formal dillerin temelini ve bilgisayımın önemli bir önkoşulunu sağlayan düzenli ifadeler (regular expressions) [Resim 4] ile örneklendirilmektedir; Düzenli ifadeler, önceden tanımlı bir alfabeden belirli bir dizgi veya cümlelerin kümesine uyan veya bu dizgi ve cümleleri üreten kalıpları tanımlar. Bu ifadeler sonlu veya sonsuz varyasyonları olan dizeleri oluşturma yeteneğine sahiptir; sonuç kümesindeki sonluluk ifadelerin her birini göstermek/oluşturmak zorunda kalmadan, sadece ifadedeki genel bir tanıma bağlıdır: Önceden tanımlanmış genelleştirilmiş tariflerin varyasyonlarının tasarlandığı formal bir mantık.

Matematiksel/metinsel ifadeler bağlamında tartışma için bir diğer önemli konu da lambda calculus olacaktır; bilgisayımın ifadesi için matematiksel mantıkta resmi bir sistem. Lambda



Şekil 3. "Gallery - AD Classics: Yokohama International Passenger Terminal / Foreign Office Architects (FOA) - 17." ArchDaily. Web. 12 July 2015. <http://www.archdaily.com/>.

calculus'un önemi, prosedürel soyutlamalardan indirgemenin yinelemeli adımlarını hesaplayan sıralı usul programlama dilleri için veya daha basit terimlerle işlevsel programlama dilleri için temel oluşturmasıdır [Şekil 5]; bu nedenle kod gibi matematiksel/metinsel ifadelerle doğrudan ilişkilidir. Lambda hesabı için temel mekanizmalar soyutlamayla, değişkenliklerin fonksiyona bağlanması ve değişkenlerin spesifik değerlerle ikame edilip indirgenmesiyle, böylece fonksiyonların uygulanmasıyla ilgilidir. Lambda ifadeleri için, bir değişken bir spesifik bir değere bağlandığı her sefer sonuç daha çok özümlenir; yani soyutlama özgüllüğe kavuştuğunda somutlaşır ve belirginleşir, böylece her yinelemeli indirgeme ve kemikleştirme sonuç kümesini daraltıyor.

Formda değişkenlik özelliklerinin ve soyutlama biçimindeki genellemenin ve matematiksel/metinsel ifadelerde gözlemlenen sayısal özgüllüğü ortadan kaldırılmasına karşılık olarak, görsel ifadelerde değişebilirlik, biçimdeki dönüşümler ve dönüştürülebilirlik ile karakterize edilir. Görsel ifadeler, düzenli ifadeler ve lambda hesabı benzeri, çoklu sonuç sunma kabiliyetine sahip olan temel formal tanımlamalardan dönüşümleri içerir [Şekil 6].

Greg Lynn (2013), bu diyagramlarda bulunan "dinamik istikrar formları"nı tartışmak için Rene Thom'un morfogenetik diyagramlarından bahsediyor: "Her an birlikte mevcut olabilecek çok çeşitli olayların geometrik modellenmesi". Birçok koşulun birlikte bulunması geometrinin durumuna belirsizlik ve dinamizm getirir. Dolayısıyla, görsel formdaki kapsülasyonlar, soyutlamalar tarafından geometri ve formun çok sayıda kabul edilebilir hali şeklinde tanımlanır. Dahası, kendinden var olan ilişkilerin artan miktarı, form halindeki karmaşıklığı ve öngörülemezliği vurgular.

Description:
All of the strings in the alphabet of {a, b} that contains exactly 2 b's.

Result:
{ bb, baab, ababa, abbaaaa, aabbaa, aaabb, aaaabaaaab, ... }

Expression: a*(ba*ba*)*

Description:
All of the strings in the alphaber of {a,b} that contains even number of b's including empty string.

Result:
{ ε, bb, baab, ababa, abbaaaa, aabbaa, aaabb, aaaabaaaab, abbbb, bbaabb, abbbba, ababaa, babababaa, bbaababaaa, ... }

Şekil 4. Örnek Düzenli Diziler ve İfadeler

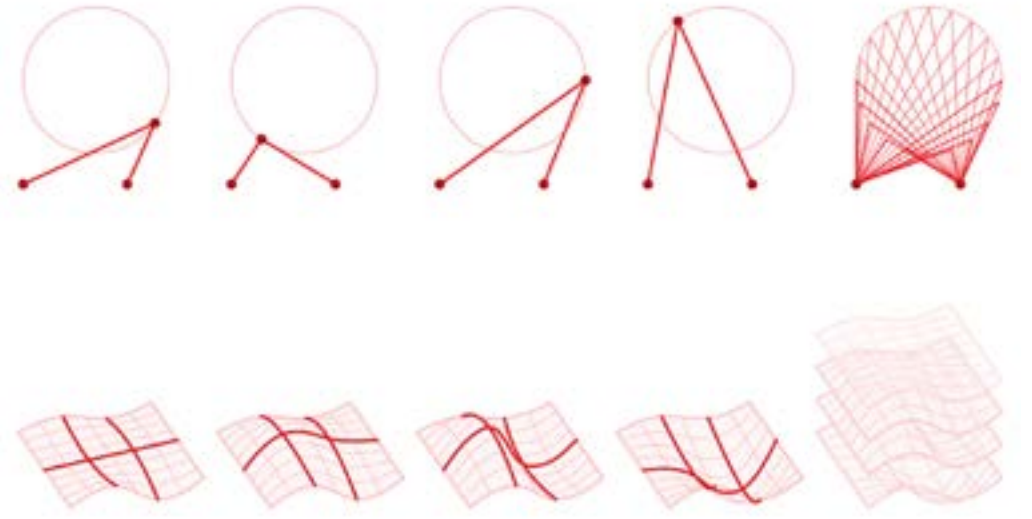
Şekil 5. Lambda Calculus'te Soyutlama ve İndirgeme

5. Sonuç

Yumuşakformların tanımlarını sunma açısından görsel ve matematiksel/metinsel ifade biçimleri soyutlama, genelleme ve özgünlüğün ortadan kaldırılması ile ilgilidir. Önceki örnekler olasılık alanlarının tanımlanması için metodolojik ve teknik uygulamaları sergilemektedir. Tasarım niyetinin tarifleri bakımından metodolojik yönlere ek olarak, olasılık kapsüllemeleri mekanda estetik, çokluk veya anlam gibi fenomenolojik nitelikleri düzenleyen tasarımın kavramsal yapılarına da işaret eder. Bu nitelikler, kapsüllemeleri tanımlayan ilişkilere dayanmaktadır. Bu anlamda olasılık alanlarının kapsüllenmesi, ifadelerin gözlemsel ve açıklayıcı olan özniteliklerinin yanı sıra operasyonel olan öznitelikleriyle ilintilidir.

Yumuşakformlar, içsel belirsizlik ve kesinsizlik yoluyla karar alma sonuçlarının araştırılmasına olanak tanır. Yumuşakformlar ile ilgili bu durum, form hakkında kararsız özelliklere, ya da başka bir deyişle, tasarımla ilgili niyetin kesin olmamasına dayanmaktadır. Yumuşakformun 'yumuşaklığı', 'daha yumuşak' yani daha kararsız ve keşfettirici olduğu durumlarda, bu niyet eksikliğiyle ilgilidir. Artan niyetlilik/kesinlik tatmin edici olmayan durumların elenmesini sağlar ve neticede somut, somutlaştırılmış ve sertleştirilmiş nihai form ile sonuçlanır.

Şekil 6. Farklı Boyutlarda Formda Dönüşümler ve Dönüşebilirlik



KAYNAKLAR

Allen, Stan. “From Object to Field”, Ed. Carpo, Mario. The Digital Turn in Architecture 1992-2012. Chichester: Wiley, 2013.

Braach, Markus. “Solutions You Cannot Draw." Empathic Space: The Computation of Human-centric Architecture. Ed. Christian Derix. London: Wiley, 2014.

De Landa, Manuel. “Deleuze, Diagrams and the Genesis of Form”. Any Magazine Issue 23, 1998.

Deleuze, Gilles and Guattari, Félix. “1440: The Smooth and the Straited." A Thousand Plateaus: Capitalism and Schizophrenia. Trans. Brian Massumi. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1987.

Derix, Christian, ed. Empathic Space: The Computation of Human-centric Architecture. London: Wiley, 2014.

Derix, Christian and Izaki, Asmund. “New Curricula: Syntonic Systems.” Empathic Space: The Computation of Human-centric Architecture. Ed. Christian Derix. London: Wiley, 2014.

Frazer, John. “The Architectural Relevance of Cyberspace”, Ed. Carpo, Mario. The Digital Turn in Architecture 1992-2012. Chichester: Wiley, 2013.

Lynn, Greg. “Architectural Curvilinearity: The Folded, the Pliant and the Supple”, Ed. Carpo, Mario. The Digital Turn in Architecture 1992-2012. Chichester: Wiley, 2013.

Pallasmaa, Juhani. “Empathic Imagination, Formal and Experiential Projection." Empathic Space: The Computation of Human-centric Architecture. Ed. Christian Derix. London: Wiley, 2014.

Perella, Stephen. “Bernard Cache/Objectile: Topological Architecture and the Ambiguous Sign.”, Ed. Carpo, Mario. The Digital Turn in Architecture 1992-2012. Chichester: Wiley, 2013.

Terzidis, Kostas. “Algorithmic Complexity: Out of Nowhere.” Complexity, Design Strategy and World View. Ed. Andrea Gleiniger and Georg Vrachliotis. Basel: Birkhäuser, 2008.

Vrachliotis, Georg. "Popper's Mosquito Swarm: Architecture, Cybernetics, and the Operationalization of Complexity." Complexity Design Strategy and World View. Ed. Andrea Gleiniger and Georg Vrachliotis. Basel: Birkhäuser, 2008.

NOTLAR

[1] Kostas Terzidis insan zekasının uzantısı olabilen sayısal sistemlerin hesaplama becerilerini zemin alan bilgisayımlı yöntemler aracılığıyla karmaşık problemleri çözme becerisindeki artıştan bahseder.

[2] Bu tanım Deleuze ve Guattari tarafından ortaya çıkarılan ‘pürüzsüzlük’ kavramının Greg Lynn’in tartışması üzerine oluşturulmuştur. ‘Anlaşma’ kavramı üzerine, özellikle yerellik ve evrensellik içinden kendi kendini düzenleme üzerine ileri tartışmalar için bakın: Lynn, op. cit.; Deleuze and Guattari, op. cit., p474-500.

[3] Objectile Bernard Cache tarafından yürütülen ofisin ismidir. Bernard Cache tarafından açıklandığı üzere, Objectile’in amacı “sayısal mimarlığı küçük mimarlık pratikleri ve genel tüketici için uygun bir maliyete gerçek kılacak süreçleri, hem yazılım hem de donanımları geliştirmektir”. Objectile’in işleri Deleuze’ün “topoloji, kat(the fold) ve içkinlik düzlemi (plane of immanance) tarifleri üzerinde oluşmaktadır. Bakın: Cache, Bernard. “Philibert De

L'Orme Pavilion: Towards an Associative Architecture.", Ed. Carpo, Mario. The Digital Turn in Architecture 1992-2012. Chichester: Wiley, 2013. p152-157; Perella, Stephen. "Bernard Cache/Objectile: Topological Architecture and the Ambiguous Sign.", Ed. Carpo, Mario The Digital Turn in Architecture 1992-2012. Chichester: Wiley, 2013. p149-151.

[4] Fiziksellik ve somutlaştırma (sertlik) ve yazılım benzeri değiştirilebilirlik (yumuşaklık) ile ilgili güncel konular, yazar tarafından bir konferans bildirisinde bilgisayımlı tasarım ve üretimi bağlamında ele alınmaktadır. Bahsedilen bildiri, yazılım benzeri davranışların yumuşaklığın fiziksel mekan içindeki maddi uygulamalara nüfuz ettiğini ve benzer şekilde maddi ya da fiziksel olan özelliklerin dijital alana girdiğini gösteriyor. Çağdaş mimari tasarım ve uygulaması, hem fiziksel alanda değiştirilebilirliği ve esnekliği hem de sayısal alandaki özgüllüğü destekler. Bu tartışma daha sonra yumuşak-form kavramının geliştirilmesine yol açtı.

[5] AD profile No. 231, 'Sezgisel Oluşturma' başlığı altında, varyasyon ve araştırmaya izin veren hesaplama süreçleri yoluyla formun oluşma alanı ve buluşsal gelişimi ile ilişkisi üzerine bir dizi çalışma sunmaktadır.

[6] Kompleks fenomenlerin gözlemleri veya yorumlarıyla ilgili ilave teorik tartışma, Georg Vrachliotis'in (2008) karmaşıklığın operasyonelleştirilmesi metninde sunulmuştur. Vrachliotis, Karl Popper'ın yerleşik mantık ve Gestalt psikolojisine dayanan bir tartışmayı sunar; bu nedenle hem yerel hem de küresel karmaşıklık bakımından karmaşık yapılarda parça-bütün ilişkisini örnekler.

Layering as a Method of Architectural De-coding: House II by Peter Eisenman

Duygu Tüntaş[1]
[1]Orta Doğu Teknik Üniversitesi
[1]duygut@metu.edu.tr

Abstract. This study suggests the concept of layering as a "generative" operation in architectural design process. To understand the generation of architectural forms and trace their transformations in this process, this study proposes layering as an integrative and intellectual operation embracing analysis, design and representation phases of architecture. In order to do that, the operation of layering is discussed under three titles: Layering as an analytical tool, as a design tool and as a representational tool. This means that, "layering" can operate to understand complex forms (to decode), to generate space (to design), and to communicate in design process (to represent). In this context, for a deeper inquiry into the operation of layering, House II (1969-70) designed by Peter Eisenman is analyzed. The complex and layered form of House II addresses an extensive formal analysis that attempts to reveal the formations and transformations of layers constituting the building. Considering the building as a formal system, "layers" are defined as the fragments of the whole, and "layering" is conceptualized as the main operation that organizes relationships between these fragments. These analyses reveal the multi-layered formation of House II. Creating an architectural system, the operation of layering has the capacity to organize varied architectural elements by defining relationships in-between them.

Keywords: *Operation of layering, architectural de-coding, architectural form, Peter Eisenman, House II*

Mimari Çözümleme Yöntemi Olarak Katmanlama: Peter Eisenman'in "Ev II"si

Duygu Tüntaş[1]
[1]Orta Doğu Teknik Üniversitesi
[1]duygut@metu.edu.tr

Özet. Bu çalışma mimari tasarım süreci içinde katmanlama fikrini "üretken" bir operasyon olarak ele alır. Mimari biçimlerin üretimini anlamak ve bu süreç içinde bu biçimlerin dönüşümlerini izlemek için, bu çalışma katmanlamayı mimarlığın analiz, tasarım ve temsiliyet aşamalarını kapsayan tümleşik zihinsel bir operasyon olarak önerir. Bu anlamda, katmanlama operasyonu üç başlık altında ele alınmıştır: Analiz aracı olarak, tasarım aracı olarak ve temsiliyet aracı olarak katmanlama. Başka bir deyişle, "katmanlama" karmaşık biçimleri anlamak (çözümlemek), mekân üretmek (tasarlamak), ve tasarım sürecinde iletişim kurmak (temsil etmek) için kullanılabilir. Bu bağlamda katmanlama operasyonunu daha iyi sorgulamak için Peter Eisenman tarafından tasarlanan "Ev II" (1969-70) projesi çalışılmıştır. Ev II'nin karmaşık ve katmanlı yapısı, biçimlenmeleri ve yapıyı oluşturan katmanların dönüşümünü açığa çıkarmaya çalışan derinlemesine bir biçimsel analiz gerektirir. Yapı örgün bir sistem olarak ele alındığında "katmanlar" bütünün parçalarını ve "katmanlama" bu parçalar arasındaki ilişkileri kuran birincil eylem olarak tanımlanır. Bu analizler Ev II'nin çok-katmanlı yapısını ortaya çıkarır. Bu çalışmanın sonucunda, katmanlama eyleminin mimari ve biçimsel ilişkileri aynı anda üretmeyi mümkün kılan örgütleme kapasitesi ortaya çıkmıştır

Anahtar Kelimeler: *Katmanlama operasyonu, mimari çözümleme, mimari form, Peter Eisenman, Ev II*

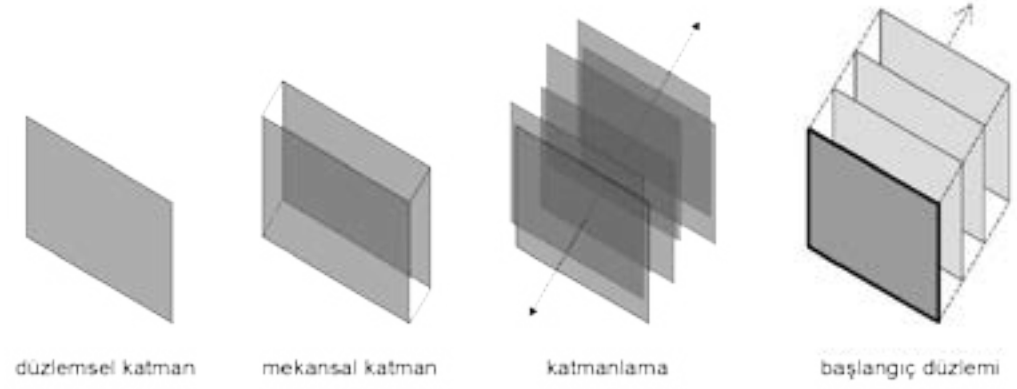
1. Giriş

Bu çalışma mimari tasarım süreci içinde katmanlama fikrini "üretken" bir operasyon olarak ele alır. Mimari biçimlerin üretimini anlamak ve tasarım süreci içinde biçimlerin dönüşümlerini izlemek için, katmanlama operasyonu mimarlığın analiz, tasarım ve temsiliyet süreçlerini kapsayan tümleşik-zihinsel bir operasyon olarak önerilir. Bu anlamda, katmanlama operasyonu üç başlık altında ele alınmıştır: Analiz aracı olarak, tasarım aracı olarak ve temsiliyet aracı olarak katmanlama. Başka bir deyişle, "katmanlama" karmaşık biçimleri anlamak (analiz etmek), mekân üretmek (tasarlamak), ve tasarım sürecinde iletişim kurmak (temsil etmek) için kullanılabilir.

Katmanlama operasyonunu daha iyi anlamak için Peter Eisenman tarafından tasarlanan Ev II projesi (1969-70) çalışılmıştır. Ev II'nin karmaşık ve katmanlı yapısı, biçimlenmeleri ve yapıyı oluşturan katmanların dönüşümünü açığa çıkartmaya çalışan derinlemesine bir biçimsel analiz gerektirir. Yapı örgün bir sistem olarak ele alındığında "katmanlar" bütünün parçalarını, ve "katmanlama" operasyonu bu parçalar arasındaki ilişkileri kuran birincil eylem olarak tanımlanır. Bu analizler Ev II'nin çok-katmanlı yapısını ortaya çıkarır.

Katmanlamanın özü olan "katman", kendi başına bir mekan oluşturma potansiyeline sahip olmayan, ancak önerebilen, iki boyutlu bir durumdur. Bu nedenle, bu çalışmada mimari mekanı oluşturan unsurlar "katman" ve "derinlik" olarak tanımlanmıştır. Katmanlar "geçirgen" olduğunda katmanlar arasında tanımlanan boşlukların birbirlerine nüfuz etmesi olasılığı vardır. Ardından katmanlar arasındaki süreklilik elde edilir; bu, mekanların "birinin arkasında dolaşmasını sağlar". Bu süreklilik, katmanlar arasında derinliği sağlar ve çeşitli katmanlar arasındaki ilişkileri ortaya koyar. Bütün bu koşullar katmanlama işlemi ile üretilir.

Mario Gandelsonas'ın tanımıyla katmanlama, farklı katmanlar arasında bir dizi ilişki oluşturarak karmaşık ilişkilerin belirli bir düzlemden, ya da, gerçek ya da kavramsal noktadan veya referanstan üretilen dizili bir seri kurmasını organize eder. Bu bahsedilen referans, diğer katmanların bu katmana referansla uzayda



Şekil 1. Düzlemsel katman, mekansal katman, katmanlama operasyonu ve başlangıç düzlemini [datum] gösteren diyagram

konumlandırıldığı başlangıç noktası [datum] olarak adlandırılabilir. (Şekil 1) Peter Eisenman, katmanların birbirini türetme ve bir araya gelme eylemini "eklemeli" süreçler olarak tanımlıyor. Bu ekleme operasyonunda katmanlar hem düzlemsel hem de mekânsal olabilir; dikey veya yatay olarak yerleştirilebilirler.

Fiziksel mekan tanımında, katmanlama eylemi derinlik imasında bulunur; bu nedenle, ancak birbirleriyle ilişkili olarak var olabildikleri için katman ve derinlik kavramlarını izole etmek mümkün değildir. Bu anlayışta derinlik hacim kalınlığını ve dolayısıyla tabakalar arasındaki boşluk mesafesini ifade eder.

Charles Jencks, Mimarlıkta Yeni Paradigma adlı kitabında "katmanlama ve muğlaklık" kavramlarını –eğrilikler [skews], kayan eksenler ve uyumsuz figürleri türeten - mekansal katmanlamayı geliştiren Post-modern mekanın deneysel hareketlerinden biri olarak tanımlıyor. Jenks'e göre bu hareket 1985'den sonra tüm katlama [folding], blob mimarisi ve biyomorfik gibi bilgisayar destekli tasarım hareketlerine yol açar. Katmanlamadan katlama, blob ve biyomorfik tasarıma geçişteki bu dönüşümle ilgili olarak denebilir ki katmanlama, hesaplamalı tasarım yöntemlerinin temel operasyonlarından birisidir. Katmanlamanın güncel mimarideki yansımaları, "katman"ı bir nesne yerine operasyonel bir araç olarak kavramsallaştırılarak bulunabilir.

2. Peter Eisenman'ın Ev II'sini Katmanla Yöntemi ile Çözümleme

"Yalnızca tasarım sürecini bilerek, onun [Peter Eisenman] mimarisinin özüne erişebiliriz." (Moneo, 2004)

Bu bölüm, Ev II'nin üretim sürecinde katmanlama yönteminin nasıl kullanıldığını inceler. Bina, bu işlemle ilk formundan (jenerik form) son forma (özel form) geçer. Bu nedenle, Eisenman'ın Ev II'sinde bir tasarım aracı olarak katmanlamanın katkısını anlamak ve katmanların dönüşümünü gözlemlemek için, yapı bileşenlerine ayrıştırılarak incelenecektir. Bu çözümleme katmanlama işleminin tasarım sürecini ve sonuçta yapı formunu nasıl ürettiğini göstermek için güçlü bir örnektir. Eisenman, Diyagram Günlükleri adlı kitabında "katmanlama" eylemini "kavramsal bir araç" olarak tanımlar. Projelerinde önerdiği biçimsel ve kavramsal araçları ve bunların uygulanmasını gösterdiği Peter Eisenman'in araçları tablosu, bu operasyonun Ev II projesinde kavramsal ve üretken bir araç olarak kullanıldığını göstermektedir.

Ev II'nin katmanlama hareketini ve bununla birlikte bu üreyen katmanların mimari mekana katkısını incelemek için, önce binayı oluşturan dönüşüm sürecini anlamak gerekir. Jenerik formu bir kare prizma ile başlayan tasarım süreci, sonrasında, dönüşümler ve katmanlama operasyonu ile üreyen oldukça karmaşık ve çok katmanlı bir mimari sistemi üretir. Bu geometrik sistem bir seri katmanlama ve bunların üst üste geçmeleri ile yapının duvarları, çatı üzerindeki açıklıklar, merdiven gibi farklı mimari öğeleri üretir.

Başlangıçtaki kare prizma, plan düzleminde kafes benzeri yapısal çerçeve oluşturan dokuz-kare gridle [9 square grid] da betimlenebilen bir hacim tanımlar: Bu grid, düzlemlerin ve hacimlerin bulunduğu Kartezyen bir mekan görevi görür. Bu kare hacmi, "dört düzlem dizisi veya düzlemler arasında katı olarak görülen üç hacim serisi" ile de tanımlanabilir. Buna göre, "... dokuz karenin gridin altta yatan bir

yapı olarak görülebileceği gibi, Düzlemlerin ve hacimlerin aksiyal zıtlığı bu yapının dönüşümünü ürettiği görülüyor. "

2.1 "Referansların Çerçevesi:" Izgaraların Katmanlanması

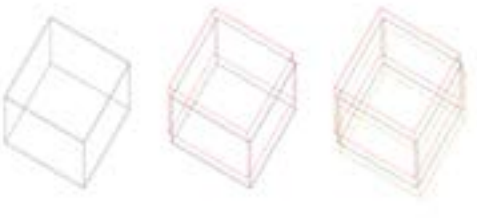
Ev II'nin ilk formu bir kare prizmadır. Bu kare prizma binanın genel formu [generic form] olarak da adlandırılabilir. Kare prizma, bir kafes benzeri bir yapı oluşturan dokuz kare ızgara (9SG) ile tanımlanabilen bir hacim önerir: Izgaranın kesişim noktaları kolonlarla tanımlanır. Bu ızgara veya çerçeve, düzlemlerin ve hacimlerin bulunduğu Kartezyen bir mekan görevi görür. Bu kare hacmi, "dört düzlem dizisi veya düzlemler arasında kalan üç hacim serisi" ile de tanımlanabilir. Buna göre, "... dokuz karenin ızgarasının altta yatan bir yapı olarak görülebileceği halde, eksenel muhalefet düzlemlerin ve hacimlerin bu yapının dönüşümü yarattığı görülüyor. "

İlk form için, Eisenman şöyle diyor: "orijinal kare dokuz kareye bölünmüştür. Bu kareler, 16 kare kesitli kolon içeren bir matris ile işaretlenmiştir." Bu 9-kare yapısal ızgaradır ve bu nedenle" gerçek ızgara" olarak adlandırılabilir. Diyagonal kaydırma operasyonu sonucunda bu 9-kare-ızgara, "x" mesafesi kadar kayarak çoğalır. Ortaya çıkan ikinci ızgara, taşıyıcı olmayan duvar düzlemlerini düzenleyen yapısal olmayan bir ızgaradır. Dolayısıyla, bu ikinci referans gerçek değil "sanal bir" referanstır.

Kolonların matrisi olan ilk ızgara bina hacimlerini içerirken, kaydırılmış ızgaralar düzlemsel elemanları yani duvarları düzenler. Kolonların matrisi bir katman tanımlar ve düzlemler başka bir katmanı tanımlar. Eisenman'a göre, farklı katmanlar olarak tariflenen bu iki ızgara farklı elemanları formüle eder ve "diyagonal kayma bu iki katmanı birbirinden uzaklaşmaya zorlar." Uzaklaşma sonucu ortaya çıkan mesafe, katmanların bağımsız çalışmasını sağlar. Dolayısıyla, yapı hacmi yapısal unsurlardan kurtarılır.

Bu ızgaralar arasındaki kayma sonucunda bir miktar alan kalmaktadır. Bu katmanlar arasında kalan hacimlerin kasıtlı olduğu Eisenman'in çizimlerinden anlaşılmaktadır. Bu konuda Eisenman "çapraz kayma tarafından üretilen kolonların, duvarların ve hacimlerin konumları iki referans noktası oluşturur" der. Bu referansların yardımı ile hem duvarları hem de kolonları farklı bakış açılarından nötr bir referans olarak okumak mümkündür. Bu durum binanın katmanlı bir okumasını oluşturur.

Bu iki ızgaranın yanı sıra, Ev II'nin tasarım sürecinde tanımlanmayan üçüncü bir ızgara mevcuttur. Bu ızgaranın bahsi ne Eisenman'in diyagramlarında ne de metinlerinde geçmez. Benim yorumum olan bu üçüncü katman, hacimlerin birbirlerinden bağımsız olarak çalışması için ayrılması gerekliliğinin sonucudur ve sonuç formunda hacimler arasındaki boşlukları oluşturur. Yapısal olmayan katmanın ilk katmana referansla diyagonal yansımasıdır (Şekil 2).



Şekil 2. a) başlangıç formu b) diyagonal kayma c) diyagonal kaymanın yansıması

Izgaraların bu şekilde katlanması her iki eksende bir çapraz katmanlama üretir. İlk ızgara sistemi, kolonlar ve kirişleri tanımlayan bir yapı oluşturur. (Şekil 2-a) Diyagonal kaymanın sonucu olan ikinci ızgara, (Şekil 2-b) duvarların yerleştiği bir düzen oluşturur. Benim yo-

rumum olan üçüncü ızgara, binanın katmanlı okumasını, kuzey-güney doğrultusunda üst kattaki bina hacimleri arasında boşluklar oluşturarak ve doğu tarafında çıkmalar üreterek ortaya koyar. (Şekil 2-c)

Ev II, çeşitli katmanlar arasındaki ilişkileri organize eden bir ızgara sistemine referansla hem dikey hem de yatay olarak düzenlenmiş katmanlardan oluşur. Eisenman, ızgarayı "tüm algılar için referansların çerçevesi" olarak düşünür. Dolayısıyla, Ev II'nin tüm biçimsel oluşumlarının ve dönüşümlerinin ana referans noktası olan ızgara, dikey ve yatay tabakaların düzenlenmesinde altta yatan bir yapı oluşturduğuna dikkat çekilebilir. Benzer şekilde Charles Jencks, Eisenman'ın ızgara kullanımına vurgu yapıyor: Izgara, referans düzlemi olarak ima edilir. Bu, binanın içindeki rotanın kavramsal ızgarayla ilgili olduğu anlamına gelir.

Rafael Moneo, Teorik Anksiyete ve Tasarım Stratejileri adlı kitabında Eisenman'ın mimarisi için tüm üretimlerin ve dönüşüm süreçlerinin tetikleyicisi olarak ızgara kavramını vurgular ve şöyle der: "Mimarın üzerinde çalışması için ideal ızgaranın ilk biçimsel itkiyle nasıl aktive edildiğini görüyoruz. Bu, bir dizi dönüşüm ve keşfe yol açar ve bunlar mimari işin her aşamasında belgelenir. "

2.2 Programatik Katmanlama

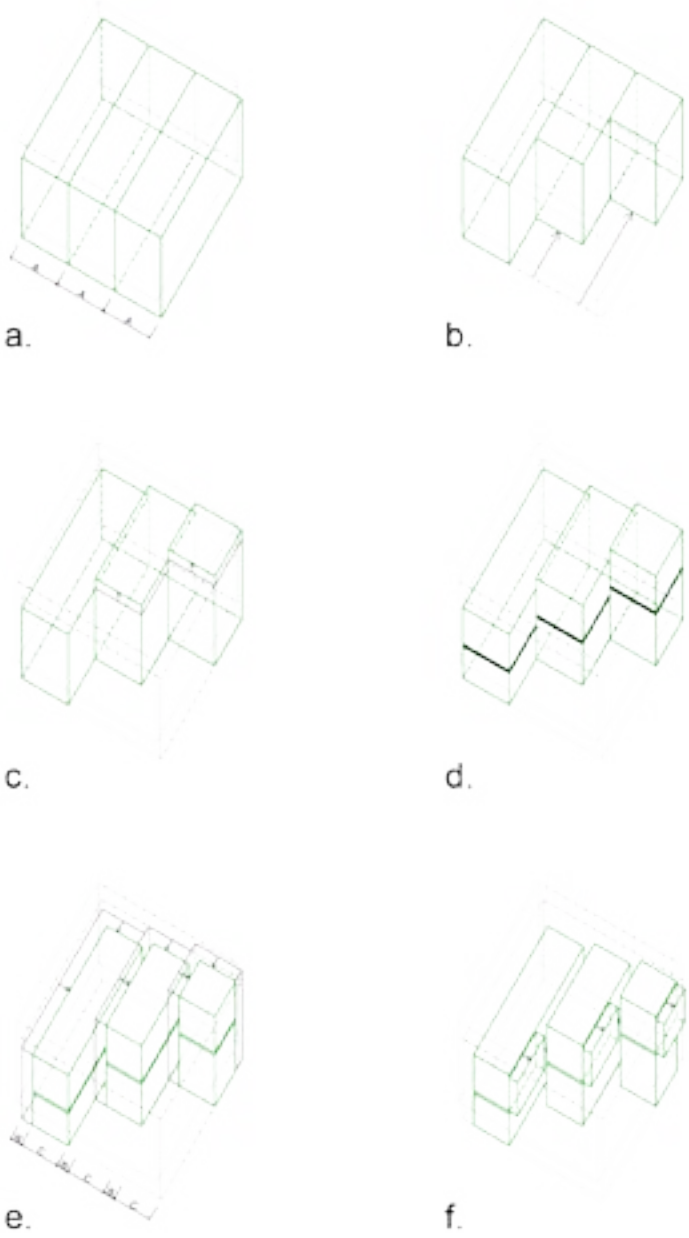
> *... bina hacmi [...] genellikle bir binanın asıl kavramsallaştırmasını en açık şekilde ortaya çıkarır... (Eisenman, 2003)*

Dönüşüm süreci, House II'deki bina hacmi analiz edilerek izlenebilir. Kare prizmatik yapı hacminin "düzlemler arasında katı olarak görülen üç hacim serisi" olarak tanımlanabileceği daha önce belirtilmiştir. Ev II'deki aynı anlayış içinde bina hacmi, üç eşit mekansal tabakaya ayrılmıştır. Bu üçlü bina hacmi bölünmesi, üst katta bir "programatik katmanlama" yaratmaktadır, ancak alt katta boşlukların katmanlaşması karşıt yöndedir.

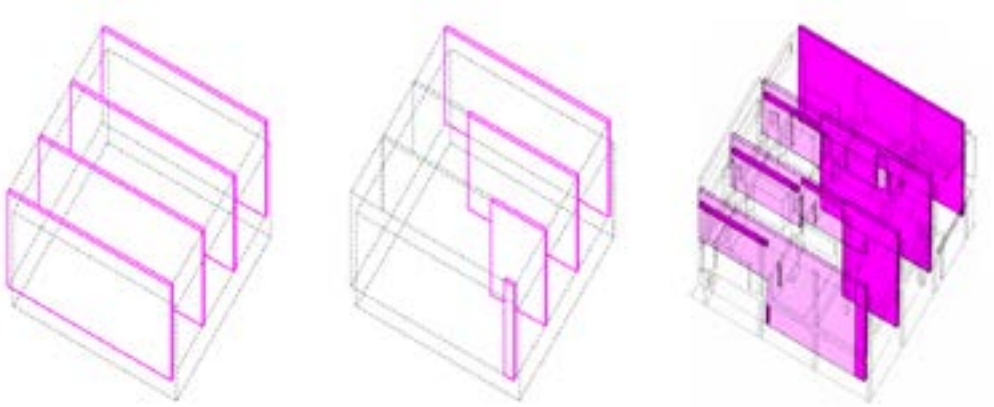
Bu üç hacim, (Şekil 3-a) bir diyagonal tanımlamak için batıdan doğuya doğru geriye çekilerek açık ve kapalı alanlar arasındaki ilişkiyi oluşturur. (Şekil 3-b) Ardından, bu üç hacim üst kattaki hacimler arasındaki fiziksel bağlantıyı koparmak için batıdan doğuya kademeli bir şekilde yükselir. (Şekil 3-c) Bu kademelenme, yapının üst katındaki döşemeler arasındaki kırılıp yükselmeleri ve bunları birbirine bağlayan basamakları oluşturur. Bu yükselme binanın üç bölümlü ve katmanlı okumasını vurgular. Kademelenerek yükselen bu üç hacim yatayda da kademeli olarak bölünerek mekansal katmanlamayı dengeler. (Şekil 3-d) Ardından, diyagonal kayma ile ortaya çıkan kalıntı hacimler [residual volumes] bu hacimlerden çıkarılır. (Şekil 3-e) Bina hacmi, batıdan doğuya uzayan katmanların her birinden doğu cephesinde çıkan projeksiyonlarla daha da vurgulanır. (Şekil 3-f)

2.3 Düzlemlerin Katmanlanması

Yapının dönüşümünün başlangıcında diyagonal kayma ile ikincil bir katmanlama meydana gelir. Bu katmanlama, ikinci 9 kare gridin organize ettiği duvarları tanımlar. Bu duvarların konumlanması, yapı hacminin katmanlaşmasına diktir ve kuzey-güney ekseni boyunca arka arkaya gelerek sıralanmaktadır. Yapı hacmi, bu sıralı duvarlar tarafından daha da tanımlanan hacimlerin duvarlardan çıkartılması sonucu oluşur. Bu dikey katmanlar "duvarları ... kuzeydeki tam boy duvardan diyagonal boyunca hareket ettikçe azalır." (Şekil 4) Hacim boyunca kısalarak oluşan diyagonal duvar yapıları üç ana hacmin arasındaki sınırları tanımlar.



Şekil 3. Ev II'nin yapı hacminin dönüşümünü gösteren diyagram. Peter Eisenman'in Houses of Cards (New York: Oxford University Press, 1987) adlı kitabındaki diyagramlar esas alınarak yazar tarafından tekrar çizilmiştir.



Şekil 4. Duvarların dönüşümünü gösteren diyagram (Eisenman'in çizimleri esas alınarak yazar tarafından tekrar çizilmiş ya da düzenlenmiştir.)

Güneydeki duvar, bu duvarları oluşturan alttaki gridin uç noktasını tanımlar. Bir duvar olmaktan öte dikdörtgen kesitli bir kolon gibidir. Alttaki gridi tanımlamak amacıyla üst kat levhanın hemen altındaki sürekli bir kiriş bu duvarları birbirine bağlar.

Duvarlar güneye doğru daraldığı için bina kuzeyde tamamen kapanır, tersine, güneyde açılarak dış mekanla biter. Binanın daha kapalı olduğu durumlarda, alanların derinliği artar. Başka bir deyişle, bu duvarların dönüşümü, mekânların "derinliğini" belirler. Yapı hacminin ve duvarların birbirine dik katmanlaşmasının bir sonucu olan bu durum, mimari mekana karmaşıklık katmaktadır.

Takip eden bölümde dikey katmanların "cepheler" olarak katmanlaşmasını tanımlanacaktır. Eisenman'ın tariflediği duvarlar bu dikey katmanların bir alt kümesidir. Yapısal olmayan gridler duvarlar üretirken, yapı hacimlerini tanımlayan ilk gridler (yapısal grid), bölme duvarları oluşturur. Bu nedenle, II. Evin duvarları ve bölme duvarları da dahil olmak üzere tüm düşey düzlemler, dikey katmanların bileşenleri olan dikey katmanlar olarak kavramsallaştırılmıştır.

2.4 Üst Üste Geçme (Süperimpozisyon)

Süperimpozisyon eylemi katmanların uzaydaki düzenlenişine karşılık gelir. Küçük bir ayrımla, süperimpozisyon, katmanların birbirine kenetlenmesini, farklı öğelerin üst üste yerleştirilmesini önerir. Bu tanımla ilgili olarak, iki veya daha fazla katman üst üste bindirildiğinde, etkileşimleri öne çıkararak farklı ilişkiler tanımlarlar. Buna ek olarak, bu eylem kendi otonom mantığına sahip oldukları için katmanlara esneklik sağlar. Sonuç olarak, katmanlar, aralarındaki derinlik vasıtasıyla hem kendiliğinden - hem de kendi içinde parçalanır - ve diğerleriyle ilişkilenirler.

Ev II'de katmanlar arasındaki bu ilişkiler biçimsel bir düzende kurulmuştur. Bu biçimsel düzen için Eisenman şöyle der: "Tasarım sürecinde mimari formun herhangi bir düzeni ya da organizasyonuna sistem denir; daha açık bir şekilde biçimsel bir sistem olarak adlandırılabilir." Katmanlamanın farklı eksenlerde üst üste gelmesi sonucu biçimsel bir sistem oluşur. Yukarıda bahsedilen katmanların - ızgara, yapı hacimleri, duvarlar, cepheler ve döşeme plakalarının üst üste çakışması; oturma odası, yatak odası, çalışma odası, mutfak, servis, do-

laşım, düşey boşluklar ve çıkmalar gibi program ve mimari öğeleri üretir.

3. Katmanlama Operasyonu ve İlişkiler Sistemi

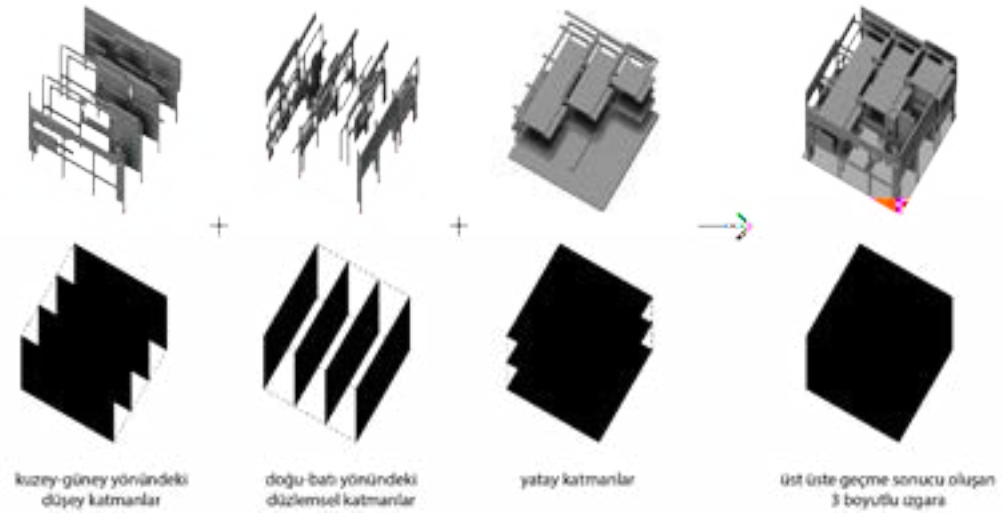
Kuzey-güney (şekil 1), doğu-batı ve döşeme katmalarının çakışması sonucu 3 boyutlu bir mekânsal grid sistemi ortaya çıkar. Bu mekânsal grid sistemi, dikey katmanların (cepheler) ve yatay katmanların (döşeme levhaları) üst üste bindirilmesiyle üretilir. Eisenman, bu diyagramatik katmanları bina içinde belirsizlikler [ambiguity] üretmek için sistematik bir şekilde çakıştırır. Evi II'nin mekanlarının sürekliliği, bu katmanlar tarafından kısmen engellenir. Bu nedenle, Ev artık sadece bir katmanlı oluşum değil, bir dizi ilişki sistemi oluşturan birkaç farklı katmanlama eyleminin üst üste çakışmasıdır. (Şekil 5)

Mimar, mekanın çapraz katmanlama [cross-layering] ile gride edilmesi konusundaki bu tartışmaya paralel olarak şöyle der: "İlk etapta, bu mekan, düzlemsel katmanlama ya da yerleştirme (çapraz katmanlama) olarak düşünülür" der. Bu durumda, "mekanların karmaşık biçimde gride edilmesi, mekanın yorumlamasının sürekli olarak değişimine neden olur."

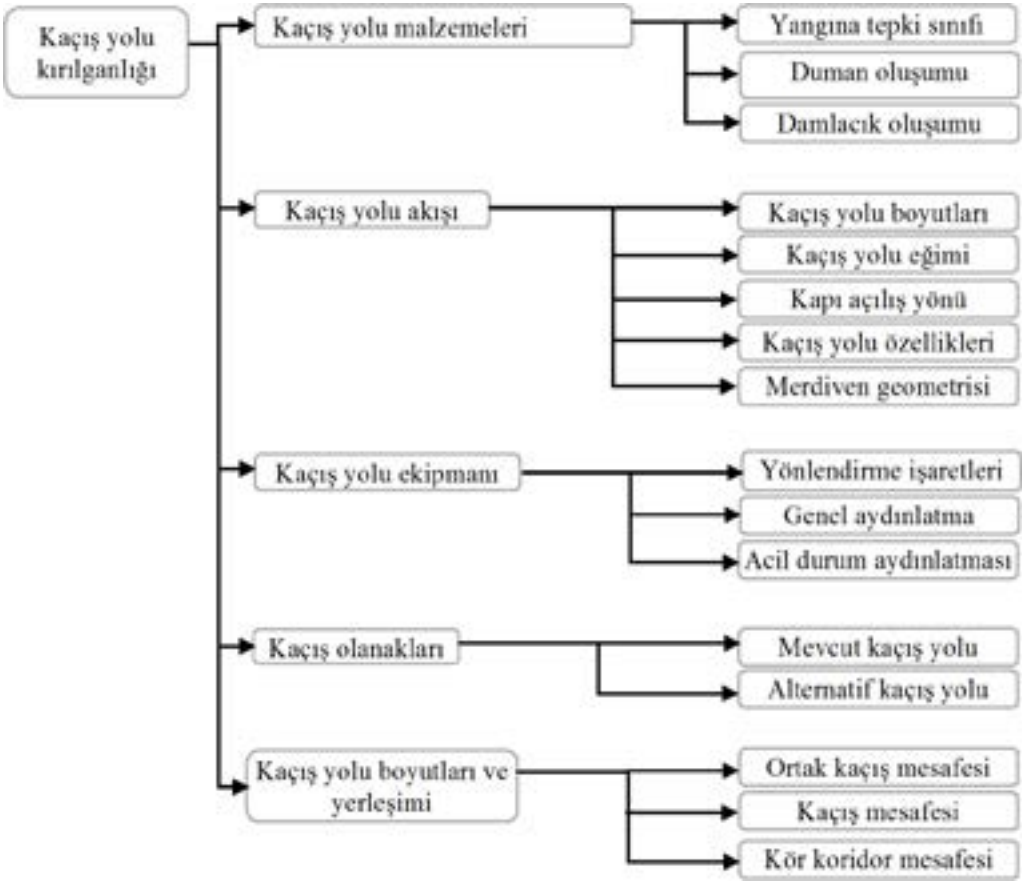
4. Sonuç

Ev II'de katmanlar ve derinlik arasındaki diyalektik mimari mekana katkıda bulunur. Katmanlama kavramı, üretici bir sistem olarak kullanıldığında etkindir. Bu durum, katmanların bir bütünün parçaları olarak aynı anda var olması nedeniyle "diyalektik" oluşturur. Bu çalışmada yapılan analizler, Ev II'nin katmanlama eylemi ile üretildiği ve dönüştürüldüğü analitik süreci sorgular.

Ev II'nin katmanlarındaki karton kesikler [cardboard cut-outs], bir katıdan oyulmuş, eksiltici süreçlerle [subtractive processes] oluşmuş bir formdan ziyade, eklemeli süreçler [additive processes] ile yapılan bir mekanı önermektedir. Bu ekleme işlemi, her bir katmanı diğer



Şekil 5. Ev II'deki üç katmanlı biçimlenmeyi ve bunların çakıştırılması sonucu oluşan üç boyutlu grid sistemini gösteren diyagram (Yazar tarafından üretilmiştir)



Şekil 2. Kaçış yolu kırılganlığı parametreleri

muştur. Dilsel değişkenler ve buna karşılık gelen bulanık mantık üyelik fonksiyonları Tablo 1. de sunulmuştur.

Bu değerlendirme yöntemiyle yapı elemanlarının yangın dayanımı kapsamında zayıf kaldığı yönlerinin ve kaçış yolu elemanlarının uygunluğunun tasarım aşamasında belirlenmesi, gerekli önlemlerin zamanında alınabilmesi hedeflenmektedir. Tasarım aşamasında önlemlerin alınamadığı veya yetersiz kaldığı durumlarda, zafiyetlerin acil durum anında belirlenmesi, anında müdahale için tahliye aşamasında değerlendirme yapılması ve kullanıcıların en hızlı şekilde yerlerinin tespit edilip son çıkış kapılarına yönlendirilmesi gerekir.

Dilsel değişkenler	Üçgensel bulanık mantık fonksiyonları
Yetersiz	(0, 0, 0.25)
Sınırlı	(0, 0.25, 0.50)
Orta	(0.25, 0.50, 0.75)
Güvenli	(0.50, 0.75, 1)
Çok güvenli	(0.75, 1, 1)

Tablo 1. Dilsel değişkenlere karşılık gelen üyelik fonksiyonları

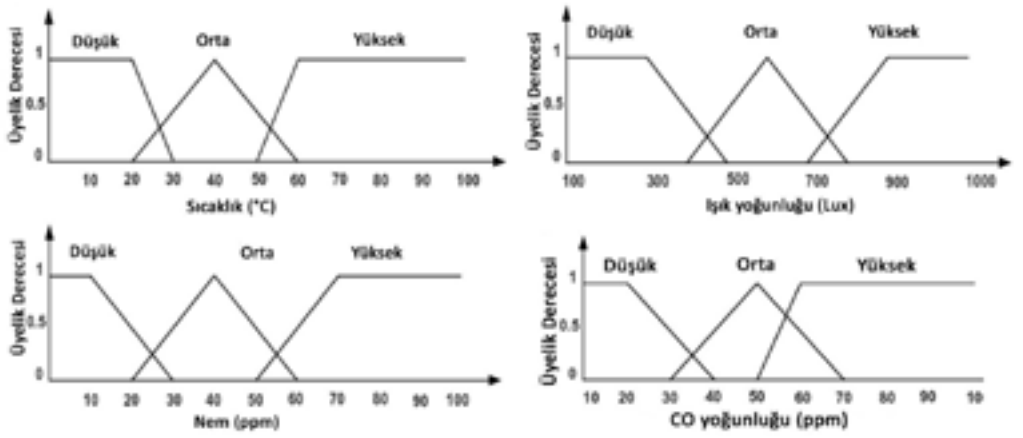
2.2 Tahliye Aşamasında Kaçış Yolu Kırılganlık Analizi

Yangın aşamasında yaralanmalar ve ölümler yapı içindeki duman salınımı, kaçış yolu üzerindeki yapı elemanlarının zarar görmesi, alevin kaçış yolu üzerine yayılması ve kalabalığın panik anındaki davranışlarından kaynaklanır. Bu durumda kritik olan, kaçış süresinin insanların binayı güvenli şekilde tahliye etmesine yeterli olmasıdır (Ahn & Han, 2011). Tasarım aşamasında alınan yapı elemanları ve malzemeleri güvenliğine ek olarak, ikinci aşama kırılganlık analizi yapının tahliye aşamasında kullanıcıların ve yapının güvenliğini tehdit eden zafiyetlerin giderilmesinin amaçlar. Bu aşamada, aktif ve gözlemlenebilir parametreler olan sıcaklık, ışık yoğunluğu, nem, karbonmonoksit yoğunluğu yangın riskinin belirlenmesinde ve güvenlik seviyesinin değerlendirmesinde kullanılmalıdır. Sistemin bulanık mantık üyelik fonksiyonlarının, yapının anlık ölçülen değerleriyle karşılaştırılması ile sonuç veren Manjunatha ve ark., (2008) tarafından sunulan kırılganlık analiz sistemi bu çalışmanın aktif yangın sisteminde kullanılmak üzere önerilmiştir (Şekil 3).

Yapıların yangın açısından kırılganlığı bina fonksiyonlarını, sistemlerini ve arazi özelliklerini mekan ve kullanım karakteristikleri ile birleştirip çeşitli kriterlere göre değerlendirmeyi amaçlar. Kırılganlığın doğru değerlendirilmesi yangın kaçış simülasyonlarının doğruluğunu artırır. Bu bağlamda gerçek dünya örnekleri üzerinden kırılganlık parametrelerinin değerlerinin ve risklerin belirlenmesi büyük önem taşır.

3. Kapalı Alanlarda Konum Belirleme

Açık alanlarda konum belirleme, yaygın olarak kullanılan ve dünyada geniş bir ölçüde kabul görmüş olan global konum bulma (GPS) teknolojisi ile 1980lerin başından bu yana mümkündür. Kapalı alanlarda ise, uydu sinyalleri yapı duvarlarından geçecek kadar güçlü olmadığından, GPS teknolojisi konum belirleme amaçlı kullanılamamaktadır (Caron ve ark., 2007). Kapalı alanlarda konum belirleme ise, bir obje ya da insanın, kapalı bir alandaki semantik pozisyonunu tespit etme sürecini kapsamaktadır ve inşaat endüstrisi için önemli bir kulla-



Şekil 3. Aktif yangın değerlendirme sistemi üyelik fonksiyonları (Manjunatha ve ark., 2008)

Etap	Araştırma katılımcılarının cevaplarına göre önem sırası
Olay mahalline varmadan önce	- Binaya giden rota bilgisi ve binanın bulunduğu alanın haritası
	- Bina kullanıcı varlığı bilgisi (kullanıcıların sayısı ve kimlikleri)
	- Yakında bulunan su kaynaklarının konumları
Olay mahallinde	- Yangının yapı içerisindeki konumu, büyüklüğü ve süresi
	- Bina kullanıcılarının varlığı ve yapı içerisindeki konumları
	- Duman yayılım durumu ve konumu
Müdahale sırasında ve sonrasında	- Bekleyen müdahale ekiplerinin konumları ve durumları
	- İhtiyaç duyulan su ve köpük
	- Çevredeki mevcut korunaklı alanların konumu

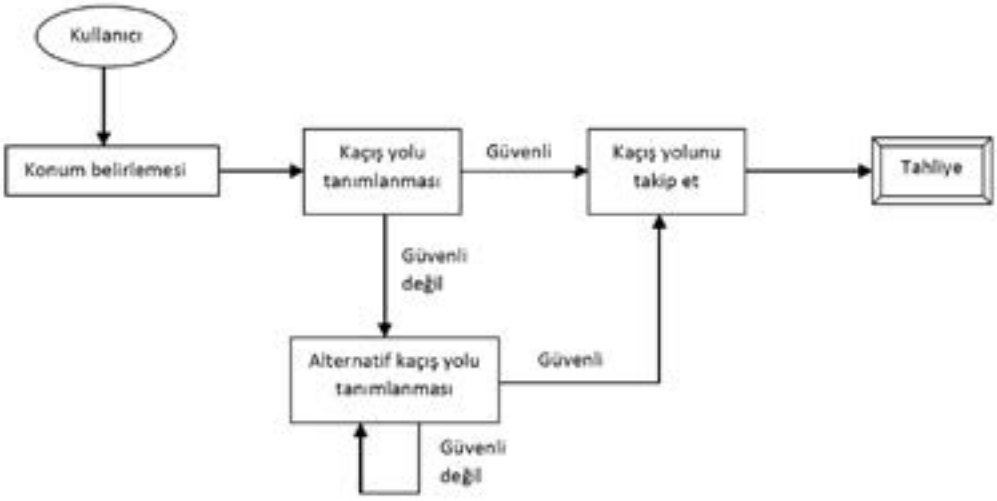
Tablo 2. Acil durum müdahalelerinde konum belirlemenin önemi (Li ve ark. (2014)

nım potansiyeline sahiptir. Radyo frekansı ile tanımlama (RFID), kablosuz yerel ağ (WLAN), ultra geniş bant (UWB) ve Bluetooth gibi farklı teknolojiler kullanılarak, kapalı alanlarda güvenilir bir konum belirleme çözümü bulmak üzere çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Fakat çalışılan teknolojilerin performans, maliyet ve kullanılabilirlik ölçütlerinin arasındaki ödünleşim sebebiyle, her yönüyle uygun ve genel kabul gören bir konum belirleme sistemi hala bulunmamaktadır. Kapalı alanlarda konum belirleme sistemleri, sürmekte olan bilimsel çalışmalarla optimize edilmeye devam edilirken, bu sistemlerin yapılı çevrede çeşitli amaçlarla kullanımı önemli bir konu haline gelmiştir. Yapılı çevre kapalı alanlarında konum belirleme teknolojilerinin başlıca kullanım alanları, yapı kullanıcı varlığının ve kullanıcı varlık durumundaki değişimin tespiti, şantiye alanındaki yapı malzemeleri ve ekipmanların koordinatlarının belirlenmesi ve bunların saha üzerindeki yönetiminin kolaylaştırılması, tesis işletme ve bakımının desteklenmesi ve bina acil durum müdahalelerinde insanların olay mahalli içerisinde yönlendirilmesine olanak sağlanmasıdır.

Konum belirleme teknolojilerinin yangın sonrası müdahale ekiplerince kullanılmasını çalışıldığı araştırmalarda, strüktürel çökme, sel, yangın gibi acil durumlar bina kullanıcıları ve acil durum müdahale ekipleri için ölümcül felaketlere dönmemesi için geliştirilen yöntemler kullanılmaktadır. Örneğin; Li ve ark. (2015) yaptığı çalışmada bina içerisindeki insanlarının pozisyonlarının konum belirleme sistemleriyle belirlenmesinin, yaralanma vakalarını minimize etmekte ve ilk müdahale operasyonlarındaki başarı oranını artırmakta çok faydalı olabileceğini belirtmektedirler. İlk müdahale ekipleriyle yapılan röportajları içeren ve Li ve ark. (2014) tarafından yapılan yakın zamanlı bir araştırma, insanların acil durum mahallerindeki konum bilgilerinin tespitinin, en önemli konulardan biri olduğunu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Çalışmanın basitleştirilmiş sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Etap Araştırma katılımcılarının cevaplarına göre önem sırası

Şekil 4. Yangın kaçış yollarının güvenliğinde konum belirleme sisteminin kullanılması



Bu çalışmada, konum belirleme teknolojilerinin yapının kullanımı ve acil durum sonrası müdahale ekiplerinin kullanımının yanında, acil durumda tahliye anındaki güvenli kaçış yollarının tespit edilmesi için kullanılması önerilmektedir.

4. Yangın Kaçış Yollarının Seçiminde Konum Belirleme Teknolojileri Uygulaması

Tasarım aşamasında ve tahliye aşamasında tanımlanan kaçış yolu güvenliği parametrelerinin kırılganlık analizi sonucu belirlenen güvenlik seviyesi, kapalı alan konum belirleme sistemleri ile birleştirilerek kullanıcıların güvenli tahliye yollarına yönlendirilmeleri için kullandırılması amaçlanmaktadır. Şekil 4'te tanımlanan çerçeveyle, yapı içerisinde herhangi bir noktasında bulunan kullanıcının, acil durum sırasında ilk aşama olarak konumunun belirlenmesi, ikinci aşama olarak kırılganlık analizi ile minimum risk seviyesi "güvenli" olarak tanımlanan kaçış yoluna yönlendirilmesi, ve bu işlemin alternatif kaçış yolları arasından yapılacak dinamik seçimlerle tahliye işlemi tamamlanan kadar devam etmesi açıklanmaktadır. Yapının senaryo tabanlı performans değerlendirmesi aşamasında, konum belirleme sistemi ile belirlenen kullanıcı sayı ve yerleşimleri dinamik kaçış yollarına yönlendirilerek karşılaştırmalı tahliye süreleri üzerinden karşılaştırma yapılmalıdır. Önerilen yöntemi düzenlenecek yangın tatbikatları sonucu test etmek mümkündür ancak bu durum maliyet ve zaman yönetimi açısından marjinal fayda sağlamamaktadır. Bu nedenle yöntemin mevcut yapıların iyileştirilmesindeki performans değerlendirmesi için karşılaştırmalı kaçış simülasyonları kullanılması önerilmektedir.

Simülasyonlar sonucu tespit edilen zafiyetlerin, tasarımın ilk aşamasından itibaren bilinmesi ve önlemlerin alınması yapının yangın güvenliği seviyesinin artışında önemli rol oynamaktadır. Tek bir olağanüstü durum karşısında alınan önlemler bütünü, diğer muhte-

mel olağanüstü durumlar karşısında alınacak önlemlerin seviyesinde de artış sağlamaktadır. Bunun yanında, kaçış simülasyonları ile yangının sonuçlarının azaltılması, onun yapıya verdiği zararları azaltmak anlamına gelmemektedir. Bu nedenle kaçış simülasyonları, insan güvenliğini en üst noktada tutmaya devam ederek, yapının bütüncül güvenliğini test eden performans değerlendirme yöntemleriyle birlikte çalışmalıdır.

5. Sonuç

Bu çalışmada tasarım aşamasında ve tahliye aşamasında tanımlanan kaçış yolu güvenliği parametrelerinin kırılganlık analizi sonucu belirlenen güvenlik seviyesi, kapalı alan konum belirleme sistemleri ile birleştirilerek kullanıcıların güvenli tahliye yollarına yönlendirilmeleri için kullandırılması amaçlanmaktadır. Mekanların yangına karşı kırılganlıklarını belirleme sürecinde halihazırda kullanılan binalardan belirli parametrelerin kişilerin ve yangın açısından önemli (riskli, kurtarıcı, vb.) ekipmanların konum verileri aracılığıyla oluşturulması ve kaçış simülasyonu ile test edilmesi önerilmektedir. Bu bağlamda konum belirleme teknolojilerinin kişilerin ve ekipmanların pozisyonları ve yangın açısından kırılganlıkları arasında ne tür ilişkiler bulunduğu belirlenmelidir. Bu ilişkiler çoklu boyutta ve karmaşıklıktadır, bu nedenle kırılganlık analizi yöntemi olarak bulanık uzman sistemler kullanılmıştır. Oluşturulan model, yapının yönetmelik analizi ile ortaya çıkmayan yangın zafiyetlerinin tespit edilmesini ve hızlı bir şekilde raporlanmasını sağlamayı hedeflemektedir. Daha ileride yapılacak bir çalışma için ön hazırlık olarak bu çalışmanın sonuçları bu ilişkilerin bir haritasını ve niteliğini oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

CARON, F., RAZAVİ, S.N., SONG, J., VANHEEGHE, P., DUFLOS, E., CALDAS, C., HAAS, C., (2007). Locating sensor nodes on construction projects, Autonomous Robots 22 (3) 255-263.

PARK, H., MEACHAM, B. J., DEMBSEY, N. A., & GOULTHORPE, M. (2014). Enhancing Building Fire Safety Performance by Reducing Miscommunication and Misconceptions. Fire Technology, 50(2), 183–203.

ROSS, L. (2012). Invitation & Escape - The Architecture of Fire Safety Regulation.

SAGUN, A., BOUCHLAGHEM, D., & ANUMBA, C. J. (2011). Simulation Modelling Practice and Theory Computer Simulations vs. Building Guidance to Enhance Evacuation Performance of Buildings during Emergency Events. Simulation Modelling Practice and Theory, 19(3), 1007–1019.

TOSOLINI, E. (2013). Emergency Evacuation and Safety in Complex Environments.

LI, N., BECERIK-GERBER, B., SOIBELMAN, L., (2015). Iterative Maximum Likelihood Estimation Algorithm: Leveraging Building Information and Sensing Infrastructure for Localization during Emergencies, Journal of Computing in Civil Engineering 29 (6) 04014094.

LI, N., YANG, Z., GHAHRAMANI, A., BECERIK-GERBER, B., SOIBELMAN, L., (2014). Situational awareness for supporting building fire emergency response: Information needs, information sources, and implementation requirements, Fire Safety Journal 63 17-28.

UCL FIRE TECHNICAL NOTE, (2000). General Fire Safety Terms & Definitions, Available: http://www.ucl.ac.uk/estates/maintenance/fire/documents/UCLFire_TN_006.pdf

IMRIE, R & STREET, (2011). Architectural Design and Regulation. John Wiley & Sons Ltd., Oxford.

BUSHAN, N. & RAI, K., (2004). The Analytic Hierarchy Process. Strategic Decision Making, pp.11–21. Available at: http://www.springer.com/978-1-85233-756-8

NEGNEVITSKY, M., (2011). Fuzzy expert systems. Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems.

MANJUNATHA, P., VERMA, A.K., & SRIVIDY A. (2008). Multi-Sensor Data Fusion in Cluster based Wireless Sensor Networks Using Fuzzy Logic Method. IEEE Region 10 Colloquium and the Third ICIIS, Kharagpur, INDIA.

AHN, j & HAN, R. (2011). RescueMe: An Indoor Mobile Augmented-Reality Evacuation System by Personalized Pedometry.

ZADEH, L.A., (1965) Fuzzy Sets, Introduction,

BIM in Building Technology Education and Pedagogical Potentials

Mehmet Ümit Meterelliyoz[1]; Ozan Önder Özener[2]
[1]Abant İzzet Baysal Üniversitesi/İstanbul Teknik Üniversitesi; [2]İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]mumitmete@gmail.com; [2]ozanozener@gmail.com

Abstract. BIM (Building Information Modeling) is an approach to create and use all kinds of related and coordinated information from a design to demolition with the help of 3 dimensional parametric object models connected with a relational database. This paper discusses the BIM-enabled pedagogical approaches for teaching building technology and building elements in the early stages of architectural education and presents the findings about the influences of BIM on the students' learning processes. The paper also provides evidence-based arguments through a series of case studies for conceptual and practical advantages as well as the observed disadvantages of BIM methods and software on learning building technology. The results and the findings of the study points out the positive transformations with carefully devised BIM-enabled pedagogical frameworks for the understanding of building elements and architectonics in architectural education.

Keywords: *Building Information Modeling, New Approaches in Design Education, Parametric Modeling, Visualisation Technologies.*

Yapı Teknolojisi Eğitiminde YBM ve Pedagojik Potansiyeller

Mehmet Ümit Meterelliyoz[1]; Ozan Önder Özener[2]
[1]Abant İzzet Baysal Üniversitesi/İstanbul Teknik Üniversitesi; [2]İstanbul Teknik Üniversitesi
[1]mumitmete@gmail.com; [2]ozanozener@gmail.com

Özet. YBM (Yapı Bilgi Modellemesi) 3 boyutlu parametrik ve nesne tabanlı modeller yardımıyla bir yapının tasarımından yıkımına kadar birbiri ile ilişkili ve koordineli her türlü bilginin fonksiyonel bir yönetim ve bilgi paylaşımı içerisinde oluşturulması ve kullanılması yaklaşımıdır. Bu bildiride mimarlık eğitiminin erken dönemlerinde yapı teknolojisi ve yapı elemanları eğitimi konusunda YBM destekli pedagojik yaklaşımları tartışmakta ve YBM araçların öğrencilerin öğrenme eğrilerine olan etkisi; YBM yazılım ve yöntemlerinin, yapı elemanları ve teknolojilerinin öğrenilmesi ve üretimi üzerindeki kavramsal ve pratik üstünlükleri ile avantaj ve dezavantajlarını bir dizi vaka çalışmasının süreç, sonuç ve bulgularına bağlı olarak sunmaktadır. Çalışma sonuçları dikkatli hazırlanmış ve çerçeveleri belirlenmiş YBM destekli ve proje odaklı öğrenme düzenlerinin yapı elemanları ve tektonik ilişkilerin anlaşılması ve kavranması açısından belirgin pozitif dönüşümleri içerdiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Yapı Bilgi Modelleme, Tasarım Eğitiminde Yeni Yaklaşımlar, Parametrik Modelleme, Görselleştirme Teknolojileri.*

1. Giriş

Bina tasarım/yapım sürecinde getirdiği otomasyon araçları, parametrik bina bileşenleri ve simülasyon özellikleri ile YBM (Yapı Bilgi Modellemesi) pedagojik açıdan birçok potansiyeli içerisinde barındırmaktadır. YBM teknolojilerinin ve entegre proje teslim süreçlerinin mimarlık pratiğinde hızla yaygınlaşması, YBM özelinde Mimarlık eğitiminin farklı alt alanlarına yoğunlaşan çalışmaların da artmasına neden olmuştur (Cheng 2006; Friedman 2007; Özener 2009). Yapı tasarım ve üretim teknolojilerinin hızla geliştiği ve birçok farklı performans kriterlerinin öneminin arttığı bir ortamda, öğrencilerin öğrenme ve uygulama süreçlerinde teknoloji temelli değişimlerin gerçekleştirilmesi pedagojik bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır (Guidera 2006). YBM yazılımları ise içlerinde bulunan parametrik bina bileşenleri ile esneklik, akıllı obje davranışları, hızlı geri besleme ve interaktif araçları ile yapım teknolojileri konusundaki eğitim süreçlerini belirgin anlamda değiştirme potansiyeline sahiptir (Ambrose 2007; Friedman 2007). Başka bir açıdan YBM ontolojisi tüm bina süreç ve davranışlarını sayısal, parametrik-ilişkisel veriler davranışlar üzerinden tanımlamakta ve fiziksel gerçekliğe yakın bir düşünme ve uygulama ortamını sağlayabilmektedir.

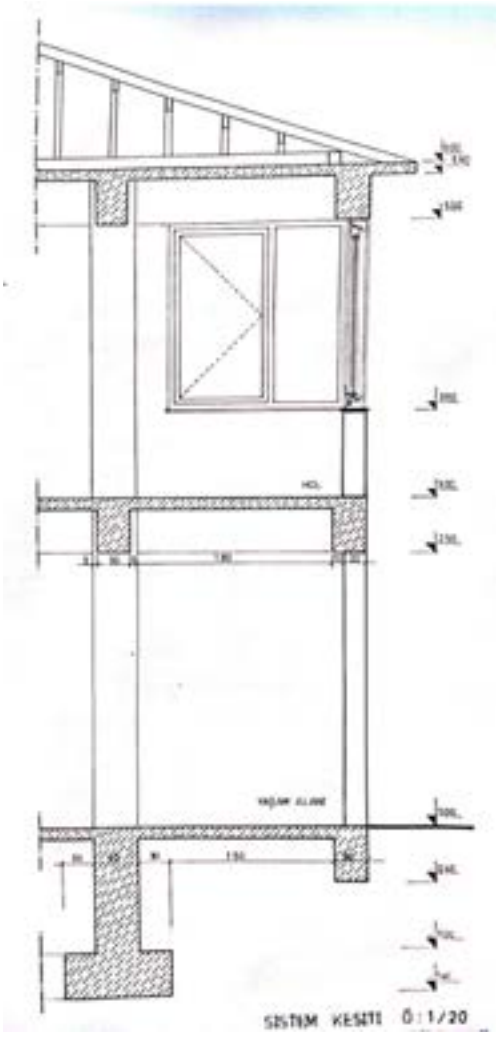
Bununla birlikte endüstri odaklı olarak geliştirilmiş YBM araçlarının ve teknolojilerinin mevcut hallerinin eğitim amaçlı kullanılması eğitim süreçlerine entegrasyonundaki bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Araştırmanın kapsamını oluşturan YBM ve Yapı eğitimi arakesitindeki öğrenme süreçlerinin analizi ve yeni bir pedagojik çerçevenin önerilmesi konusu gerek yurt içi gerekse yurtdışında birçok araştırma ile entegre olabilecek bir konumda yer almaktadır. Bu çalışma, YBM ve tasarım eğitimi üzerine son dönemde yapılan araştırmaların genelinden ayrılarak mimarlık eğitiminin erken aşamalarındaki YBM ve yapı eğitimi üzerine farklı bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda makalenin konusu olan araştırma çalışması mimarlık eğitimi ve yapı eğitimi özelinde birçok kullanılabilir ve transfer edilebilir bilgiyi sağlama amacını taşımaktadır.

2. Yapı Teknolojisi Eğitimi ve YBM

Ders programlarında mimarlık meslek pratiği açısından büyük önem taşıyan yapı elemanları ve yapı teknolojisi dersleri teorik eğitim ile öğretilen kavramların genellikle iki boyutlu teknik çizimleri ve farklı ölçeklerdeki temsilleri etrafında oluşturulmaktadır (Allen 1990; Clayton 2006). Öğrencilerin bina üretiminin temellerini aldıkları bu derslerdeki bilgi ve yetenekleri farklı düzeylerdeki mimari proje stüdyoları ve uygulama projeleri gibi derslere de doğrudan yansımaktadır.

Yapı Elemanları, Yapı Teknolojisi, Uygulama Projesi gibi yapı bilgisi ağırlıklı derslerde; Yapı Elemanlarının, tasarımı ve uyumu, yapısal tasarım ile ilgili gereksinimler, ölçütler, olanaklar çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu derslerde Yapı elemanı sistemlerinin tasarımı, yapı elemanları sistemlerinin bütüncül bakış açısı doğrultusunda birbirleri ile ve taşıyıcı sistem bütünlenmesi (çatı-dış duvar, taşıyıcı sistem, dış duvar pencere/kapı, dış duvar-döşeme taşıyıcı sistem, döşeme ve düşey sirkülasyonu, taşıyıcı sistem, dış duvar-iç bölme, döşeme-iç bölme- taşıyıcı sistem vb.) ile birlikte verilen ölçüt ve sınırlara göre incelenmektedir. Aynı zamanda her bir yapı elemanı ve bileşeninin analizi, tasarımı, bütünlenmesi ve ilgili teknik-

Şekil 1. Yapı Elemanları Dersinde Oluşturulmuş Bir Sistem Kesiti Örneği



ler ile anlatımı ve ilişkilendirilmesi esas alınmaktadır (Şekil 1).

Yapı Teknolojisi ve Yapı Elemanları derslerindeki bina yapım ilkeleri ve süreçleri, tektonik ilişkiler, malzeme ve toplam bina performansı gibi konular farklı izdüşümlerdeki 2B çizimler ve teorik kavramsallaştırmanın fazlasıyla ötesine geçen karmaşık ilişkileri barındırmaktadır (Erten 2000).

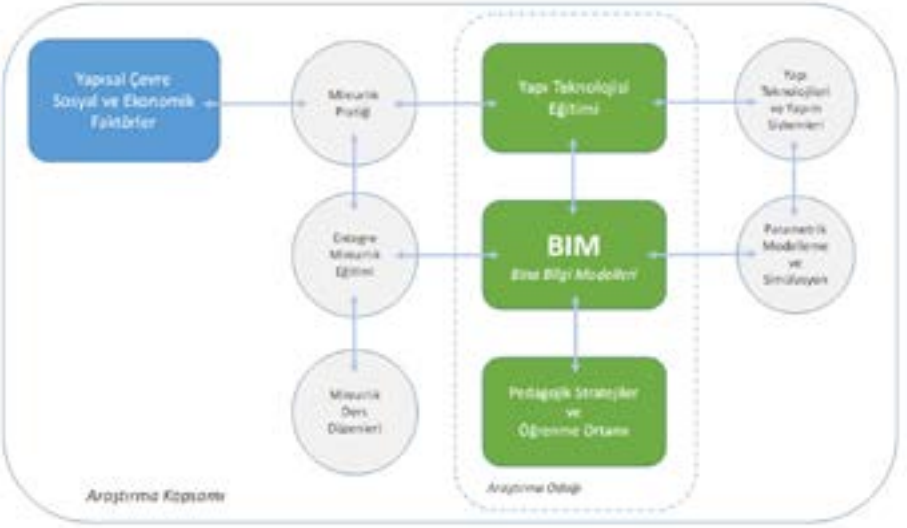
Bu ilişkilerin mimar-tasarımcı ve uygulayıcı için değeri düşünüldüğünde, YBM araçlarının yapı teknolojisi derslerinin içerisine sadece daha iyi bir çizim, üretim ve görselleştirme aracı olarak değil, öğrenme ve bilişsel süreçleri katalize eden ve özellikle bina davranışı ve mimari tektonik üzerine yoğunlaşan entegre bir anlayış ile adaptasyonu YBM odaklı potansiyelleri ortaya çıkarma potansiyeline sahiptir. Ancak gerek literatürdeki bilimsel çalışmalar gerek meslek pratiğindeki örnekler YBM yöntemlerinin adaptasyonunun farklı zorluklarına ve problemlerine değinmekte ve özellikle bu araçların kullanılabilirliği, araçlar konusundaki kullanım kabiliyetlerinin gelişmesi süreci ile öğrenilecek temel konuların işlenebilmesi arasındaki farklı çakışmaları belirgin engeller olarak belirtmektedir (Cheng 2006; Kivinemi 2009; Kocatürk 2013).

3. Dizi Vaka Çalışmaları

Çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mimarlık bölümü 1. ve 2. Sınıf öğrencileri ile yapılmış olan bir dizi vaka çalışması üzerinden tanımlanmıştır. Bu çalışmalarda; literatür araştırmaları, mevcut müfredat ve ders düzenleri ile deneyimlere dayanan bir prototip pedagojik çerçeve ve buna bağlı bir ders düzeni kullanılmıştır (Şekil 2).

Bu çerçevedeki kritik yaklaşım yapı teknolojisi müfredatından bulunan temel konuların parametrik YBM çerçevesinde yeniden yorumlanması, öğrencinin yapı bileşenlerini bütünsel bir tektonik sistem ilişkileri şeklinde algılayabilmesinin sağlanması ve tüm üretimlerin parametrik YBM üzerinden dinamik, sürekli ve evirgen bir süreç içerisinde yapılabilmesidir.

Şekil 2. Araştırmanın Kapsamı



Vaka çalışmaları birbirleri ile ilişkili 12 modül içerisinde (1) spesifik yapı teknolojisi konuları ve (2) bu konulara karşılık gelen YBM konuları ile kullanımları içeren ikili bir düzene sahiptir. Çalışmalar genel olarak Niteliksel (Kalitatif) bir yöntem çerçevesinde gerçekleştirilmiş, katılımcı gözlem, aktivite kodlama, karşılıklı görüşmeler, geri bildirim teknikleri ile kontrol grubu ve odak gruplar gibi araştırma bileşenleri kullanılmıştır.

Vaka Çalışması dizisi birbirini takip eden toplam 3 vaka çalışmadan oluşmaktadır; I. Vaka çalışmasına 13, II. Vaka çalışmasına 12, III. Vaka çalışmasına ise 15 öğrenci katılmıştır. Çalışmaya katılan öğrenciler Bilgisayar Destekli Tasarım bilgisine sahip olmayan öğrencilerden oluşmuştur. Tüm çalışma boyunca verilmiş olan Proje alanı üzerinde temel fonksiyonel çerçevesi tanımlanmış küçük ölçekli bir konut projesi deney/uygulama konusu olarak kullanılmıştır. Konut projesinin mekan sayısı, büyüklükleri, yapı yüksekliği vb. parametreler araştırmanın değerlendirme süreçlerindeki objektifliğin sağlıklı olarak sağlanabilmesi için ön tanımlı olarak gruplara verilmiştir. Çalışma boyunca Modüllerin sonrasındaki değişimlerin gözlenebilmesi için dosya paylaşım ortamı (DropboxTM) ile bilgisayarlar birbirine bağlanmıştır. Erişilebilirlik kolaylığı nedeniyle Autodesk Revit ArchitectureTM temel YBM platformu olarak seçilmiştir (Tablo 1).

Özel olarak çalışma için tanımlanmış jenerik yapısal modellerin ve parametrik model setlerinin kullanılması ile parametrik bina bileşenlerinin veri yapıları ile dijital içeriklerinin kavranması ve kullanılabilirliklerinin arttırılması amaçlanmıştır. Bu sayede bina tektoniği, yapı kabuğu, yapı elemanlarının hazırlanması

Tablo 1. Modül Tablosu

Modüller	Yapı Teknolojisi	YBM	UYGULAMA
Modül 1	Bina Tektoniğine Giriş	Parametrik Modelleme ve YBM	Parametrik Bina Grid Yapılandırılması
Modül 2	Bina Strüktürü	Kolon ve Düşey Taşıyıcılar	Kolon ve Perde Benzeri Düşey Taşıyıcıların Parametrik Modellerinin Oluşturulması
Modül 3	Bina Strüktürü	Döşeme ve Kiriş Sistemleri	Yatay Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Modellenmesi
Modül 4	Sirkülasyon-Düşey	Merdivenler	YBM Parametrik Merdiven Sistemleri Uygulaması
Modül 5	Sirkülasyon-Yatay	Yatay Sirkülasyon Alanları	Yatay Sirkülasyon Alanlarının Tanımlanması
Modül 6	ARA UYGULAMA		
Modül 7	Yapı Zemin ilişkisi	Temel Sistemleri	Temel Elemanlarının ve Sistemlerinin Parametrik Modellerinin Oluşturulması
Modül 8	Bina İç Elemanları	İç Duvarlar ve Ayırıcı Elemanlar	İç Mekân Ayırıcılarının Modellenmesi
Modül 9	Yapı Kabuğu	Dış Duvarlar	Yapı kabuğunun Parametrik Modellenmesi
Modül 10	Yapı Kabuğu	Pencereler ve Işık Kontrol Elemanları	Pencere ve Kontrol Elemanlarının Parametrik Modellenmesi
Modül 11	Örtü Sistemleri	Çatı Sistemleri	Çatı Sistemlerini Parametrik Modellenmesi
Modül 12	FİNAL TESLİMİ		

ve yapılan tasarımlara aktarılması konusunda öğrencilere daha fazla hareket alanın sağlanması amaçlanmıştır.

Modüller çerçevesinde haftalık periyodlar halinde konut projesi deney/uygulama konusu üzerinde yapı elemanları ve teknolojisi bağlamında, adım adım çalışmalar sürdürülmüş bu çalışmalar haftalık modüller halinde arşivlenmiş ve gerekli analizlerin yapılabilmesi için saklanmıştır. Bu sayede modüller bağlamında YBM platformu sayesinde öğrenme eğrilerindeki değişimin anlık/haftalık olarak gözlemlenmesi hedeflenmiştir. 12 modül sonucunda oluşan projeler nesnel gözlemlerin yapılabilmesi için çerçevesi tanımlanmış ve genellikle yapı teknolojisi, yapı elemanları ve uygulama projesi derslerinin formatlarına uygun olarak teslim alınmıştır (Şekil 3).

Şekil 3. YBM Stüdyosu

4. Gözlemler ve Sonuçlar

Vaka çalışmaları sonucunda elde edilmiş olan veriler ve gözlemler genel anlamda öğrencilerin yapı teknolojileri konusundaki bilgi düzey-

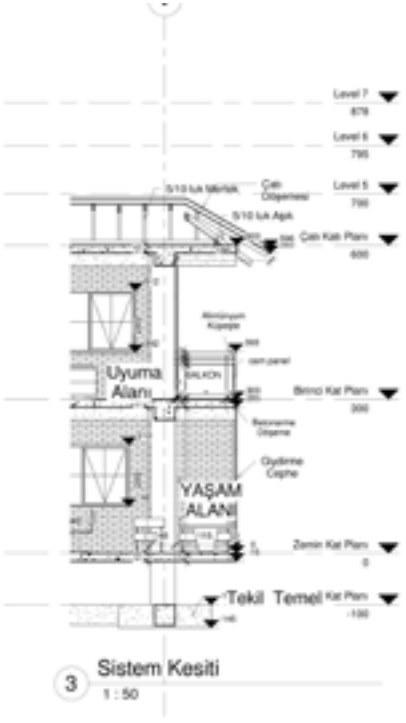
lerinin gelişimi ve yapı elemanları tasarlama ve gelişme konularında belirgin değişimleri göstermektedir.

Bu çalışmanın ana eksenlerinden birisi olarak öğrencilerin yapılardaki sistemik ilişkileri ve bileşenlerin birbirleri ile olan bağlarını anlama mekanizmalarının dönüşümü vaka çalışmalarında net olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda yapılan geleneksel süreçlerde yapı bileşenlerinin ilişkilerinin anlaşılması daha önce yapılmış olan detayların 2 boyutlu ve donmuş bir temsili üzerinden gelişirken YBM ortamında yapılan çalışmalarda 3 boyutlu parametrik bina bileşenleri ve YBM'ye özgü parametrik ve ilişkisel obje davranışları üzerinden gerçekleştirilmesi, öğrencilerin yapısal kararları verirken veya ders içeriğine yer alan farklı yapısal detay setlerini geliştirirken simultane geri bildirim almasını ve gerçekte mümkün olmayan ve birçok anlamda karmaşık problemleri anlık olarak görebilmesini sağlamıştır. Bu durum konvansiyonel 2 boyutlu çizimler ve temsiller üzerinden yapılan geleneksel ders düzenleri ile karşılaştırıldığında belirgin avantajların varlığını doğrulamaktadır (Şekil 4).

Vaka çalışmaları sırasında gözlemlenen bir başka durum ise öğrencilerin YBM yazılım ortamının esnekliği ve olanakları ile vaka çalışmalarının içerik çerçevesinin ötesine geçerek tasarım kararları ile yapısal eleman ilişkilerini farklı içerikleri ile tartışmaları olarak gözlenmiştir.

Öğrencilerin yapısal elemanları geliştirirken parametrik modifikasyonlardan uyarlanabilir yapı bileşenlerini geliştirmeleri iki seviyede önemli değişimlere işaret etmiştir. Bunlardan ilki öğrencilerin verilen süre içerisinde birçok farklı bileşeni tasarlayıp yapı bütünü içerisinde sürekli deneyebilmesi ve alternatif sayısının kısa sürede artmasıdır. İkinci durum

Şekil 4. Strüktür Sirkülasyon Çakışması



Şekil 5. Vaka Çalışması Sonucunda Üretilmiş Sistem Kesiti

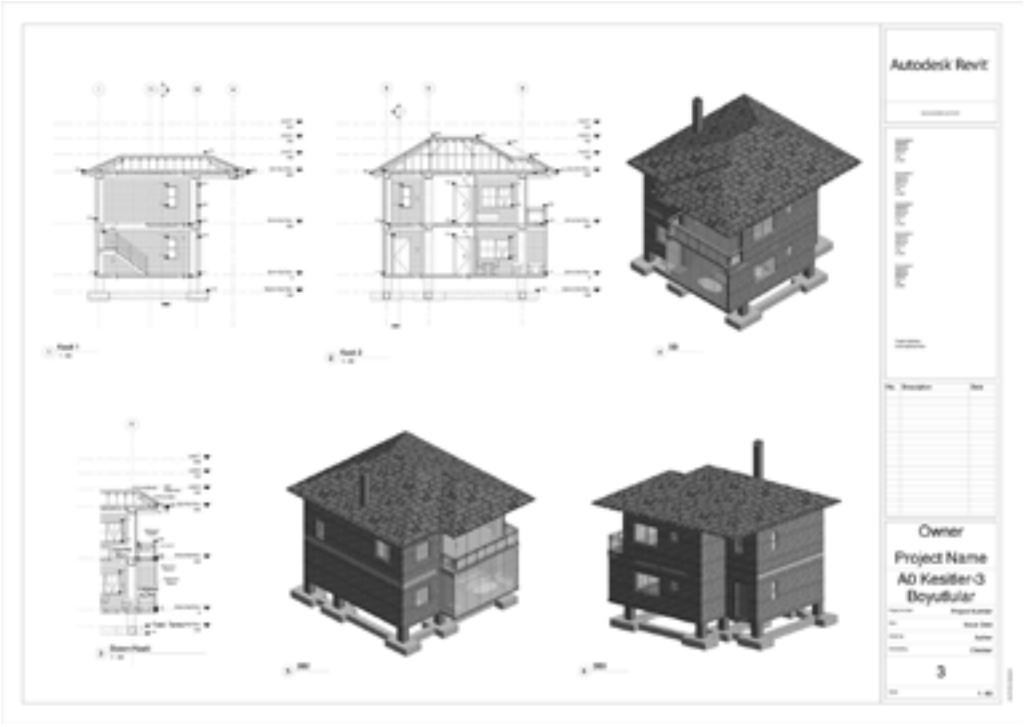
ise öğrencilerin parametrik yapı elemanlarını oluştururken bunların alt bileşenlerini form, malzeme, geometri, boyut ve malzeme düzeyinde tekrar irdeleyebilmeleri olmuştur. Öğrenciler arasında oluşturulan jenerik yapısal modellerin ve parametrik model setlerinin

Şekil 6. Öğrenci Projesi / Parametrik Yapı Strüktürü-Örtü Sistemi Detayı

alışverişi ise ayrı bir pozitif katalizör olarak görülmüştür. Bu durum öğrencilerin bu spesifik konuları bilişsel anlamdaki algılama düzenlerindeki değişime ve üretkenlikteki artışlara işaret etmektedir (Şekil 5).

YBM araçlarının kullanılabilirliği, bu araçlar konusundaki kullanım kabiliyetlerinin gelişmesi süreci ile öğrenilecek temel konuların işlenebilmesi arasındaki farklı çakışmalar belirgin engeller olarak görülmüştür. Ancak öğrencilerin yazılım ve ara yüz konusunda anlık yardım alabilmesi ve kullanım ile ilgili problemlerin toplu şekilde izlenebilecek şekilde giderilebilmesi bu sorunun her zaman var olacak ancak kontrol edilebilir bir nitelikte olduğunu göstermektedir (Şekil 6).

Çalışma sırasında yazılımların kullanılması konusundaki öğrenme eğrisinin inişli ve çıkışlı bir karakterde olmasının nedeni her ayrı modül de işlenen konu ve bağlı YBM modelleme düzenlerinin farklılık göstermesi olarak tespit edilmiştir. Bu durumun daha önemli bir uzantısı ise YBM destekli eğitim düzenleri tipik bir sınıf eğitiminin ötesinde iletişim düzeyi yüksek bir sosyal ortamın oluşmasını zorunlu kılmaktadır. Öğrenciler arasında oluşan gerek dijital gerek sözlü iletişim düzenleri öğrencilerin ders içeriklerini algılama ve içselleştirme süreçlerini desteklerken, YBM yazılımları ve kullanımları konusundaki yeteneklerin artma-



Şekil 7. III. Vaka Çalışması Final Teslimi

sını belirgin şekilde hızlandırmaktadır.

Araştırmanın önemli bulgularından biri de öğrencilerin YBM'yi öğrenme ve kullanma konusunda Bilgisayar Destekli Tasarım bilgisinin belirgin bir sınır oluşturmaması olarak söylenebilir. Öğrencilerin bir Bilgisayar Destekli Tasarım üst kümesi olarak yorumlanabilecek YBM yazılımları ile doğrudan etkileşim içerisinde olmaları çalışma sınırları ve kapsamı içerisinde üretkenliği direk olarak engelleyen bir faktör olarak ortaya çıkmamıştır.

Çalışma özellikle erken dönemdeki mimarlık eğitiminde YBM destekli eğitim modellerinin kullanılabileceğine dair önemli kanıt bazlı argümanlar ortaya koymaktadır. Yapılmış olan bu çalışma yapı teknolojisi eğitiminde YBM adaptasyonunun belirgin avantajları olduğunu ve teorideki önermelerin gerçek hayata geçirilmesinin ise titiz ve özel olarak ortaya konmuş pedagojik yaklaşımlar, iyi hazırlanmış ders düzenleri ve operasyonel düzeyde YBM kullanımından ortaya çıkabilecek sorunların hızlı çözümlerine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu konularda yapılacak uygulamaların artması ile mimarlığın erken dönemlerinde YBM kullanımı konusunda farklı gelişmeler görülebilecektir (Şekil 7).

KAYNAKLAR

CLAYTON, M. J. 2006 Replacing the 1950's curriculum. In Proceedings of the 25th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture, Louisville, KY 12-15 October 2006, pp. 48-52.

CHENG, R. 2006 Suggestions for an integrative education. In Report on integrated practice, pp.11-21, Washington DC: The American Institute of Architects.

CRESWELL, J. W. 2009 Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

EASTMAN, C. 2011 BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken, NJ: Wiley.

GILLHAM, B. 2000 Case study research methods: Real world research. New York: Continuum.

GUIDERA, S. G. 2006 BIM applications in design studio: An integrative approach developing student skills with computer modeling, In Proceedings of the 25th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture, Louisville, KY 12-15 October 2006, pp. 213-227.

HALIBURTON, J., Clayton, M., Özener, O., Farias, F., Jeong W. 2011 Parametric Modeling and BIM: Innovative Design Education for Integrated Building Practices, Parametricism (Spc) ACADIA Regional 2011 Conference Proceedings.

KIERAN, S., and Timberlake J. 2004 Refabricating architecture: How manufacturing methodologies are poised to transform building construction. New York: McGraw-Hill.

KRYGIEL, E., and B. Nies. 2008 Green BIM: Successful sustainable design with building information modeling. Indianapolis, IN: Wiley.

KYMMELL, W. 2008 Building information modeling: Planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations, McGraw-Hill Construction series. New York: McGraw-Hill.

ÖZENER, O.Ö. 2009. Studio education for integrated practice using building information modeling. College Station, TX: Texas A&M University.

ZEUMER, M., Drexler, H., Hegger, M., 2010 Adım Adım Yapı Malzemeleri, Yem Yayınları. İstanbul.

Yazar İndeksi
Index of Authors

Ahmet Onkaş	46
Ali Murat Tanyer	228
Arzu Gönenç Sorguç	60
Aybeniz Gökmen	92
Begüm Aktaş	172
Begüm Hamzaoğlu	10
Berfin Yıldız	172
Birgül Çolakoğlu	206
Can Uzun	104
Çağlar Fırat Özgenel	60
Çetin Tüker	78
Çetin Tünger	70
Duygu Tüntaş Karaman	194
Egemen Berker Kızılcan	182
Esra Cevizci	136
Fatih Küçüksubaşı	60
Fatih Topak	228
Fulya Özsel Akipek	162
Gözde Damla Turhan	22
Güzden Varinlioğlu	22
Hanife Sümeyye Taşdelen	114
Hatidza Isanovic	206
Hızır Gökhan Uyduran	148
İpek Kay	32
Leman Figen Gül	114
Mehmet Koray Pekeriçli	214,228
Mehmet Sadık Aksu	22
Mehmet Ümit Meterelliyoz	238
Mine Özkar	10
Müge Kruşa Yemişcioğlu	60
Nilüfer Kızılkaya Öksüz	228
Orçun Koral İşeri	148
Ozan Önder Özener	238
Ramazan Sarı	214
Seçkin Kutucu	136
Serkan Uysal	126
Serkan Ülgen	60
Süheyla Müge Halıcı	22
Şule Taşlı Pektaş	70
Tuğrul Yazar	126,162