

Cilt 3 Sayı 2

Vol 3 No 2

Eylül

September

2022

2022

ISSN 2687-4318

J

journal of

CO

computational

DE

design

Tasarım stüdyoları ve hesaplama
Design studios and computation

Cilt 3 Sayı 2
Eylül
2022

Vol 3 No 2
September
2022

ISSN 2687-4318

J

journal of

CO

computational

DE

design

Tasarım stüdyoları ve hesaplama
Design studios and computation

Cilt 3 Sayı 2 | Eylül 2022

Vol 3 No 2 | September 2022

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi E-Dergisi

Istanbul Technical University Faculty of Architecture E-Journal

Yılda iki kez yayınlanır. | Published two issues in one year.

Yayıncı | Publisher

İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlüğü | Istanbul Technical University Rectorate

Editör | Editor

Prof. Dr. Gülen Çağdaş

Doç. Dr. Sema Alaçam

Doç. Dr. Ethem Gürer

Yayın Kurulu | Editorial Board

Prof. Dr. Leman Figen Gül

Prof. Dr. Mine Özkar

Prof. Dr. Hakan Yaman

Doç. Dr. Meltem Aksoy

Doç. Dr. Hasan Serdar Kaya

Doç. Dr. Gülten Manioğlu

Doç. Dr. Sevil Yazıcı

Dr. Öğr. Üyesi Bahriye İlhan Jones

Dr. Öğr. Üyesi Aslı Kanan

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Ali Örnek

Öğr. Gör. Dr. Elif Sezen Yağmur Kilimci

Dr. Hakan Tong

Danışma Kurulu | Advisory Board

Prof. Dr. Rahmi Nurhan Çelik (İstanbul Teknik Üniversitesi)

Doç. Dr. Gülay Öke Günel (İstanbul Teknik Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Tahir Sandıkkaya (İstanbul Teknik Üniversitesi)

Prof. Dr. Ümit Işıkdag (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniv., İstanbul)

Prof. Dr. Özgür Ediz (Uludağ Üniversitesi)

Doç. Dr. Neşe Çakıcı Alp (Kocaeli Üniversitesi)

Doç. Dr. Güzden Varinlioğlu (İzmir Ekonomi Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Yazgı Badem Aksoy (Medipol Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Güven Çatak (Bahçeşehir Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Emre Dinçer (Karabük Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Özlem Atak Doğan (Erciyes Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Şehnaz Cenani Durmazoğlu (Medipol Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Esra Gürbüz Yıldırım (Gaziantep Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Halil Çavuloğlu (Erzurum Teknik Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Serdar Aydın (Mardin Artuklu Üniversitesi)

Prof. Dr. Sevil Sarıyıldız (TU Delft, Hollanda)

Prof. Dr. Tuba Kocatürk (Deakin Univ., Avustralya)

Prof. Dr. Jose Pinto Duarte (Pennsylvania State University, ABD)

Prof. Dr. Manolya Kavaklı Thorne (Macquarie Univ., Avustralya)

Assoc. Prof. Dr. Fernando García Amen (Universidad de la República, Uruguay)

Assist. Prof. Dr. Gamze Dane (TUEindhoven, Hollanda)

Assoc. Prof. Dr. Rudi Stouffs (National Univ. of Singapore, Singapur)

Bölge Temsilcisi | Regional Representative

Assist. Prof. Dr. Benay Gürsoy Toykoç (Pennsylvania State University)

Editöryal Sekreteryä | Editorial Assistance

Gülce Kırdar

Özlem Çavuş

Varlık Yücel

Salih Özdemir

Dil Editörü | Language Editor

Özlem Çavuş (Eng)

Gülce Kırdar (Tr)

Dizgi | Typesetting

Özlem Çavuş

Gülce Kırdar

Varlık Yücel

Salih Özdemir

Begüm Hamzaoglu

Logo | Logo

Melis Dağ

Kapak | Cover

İlke Yıldan Yücel

Varlık Yücel

Web | Web

Özlem Çavuş

Gülce Kırdar

Varlık Yücel

Salih Özdemir

Begüm Hamzaoglu



ISSN 2687-4318

İletişim | Contact

JCoDe: Journal of Computational Design

Yayın Sekreterliği

İstanbul Teknik Üniversitesi

Mimarlık Fakültesi

Taşkışla, Taksim, 34437

İstanbul Türkiye

email: jcode@itu.edu.tr

web: jcode.itu.edu.tr

Tasarım Stüdyoları ve Hesaplama

Editörden

JCoDe'un yedinci sayısı, tasarım eğitiminin temel bileşeni olan tasarım stüdyoları ile hesaplama ilişkisine odaklanmaktadır. Tasarım stüdyoları en genel anlamıyla kuram ile pratiğin, deney ile deneyimin, eleştiri ile araştırmanın farklı içerik, biçim ve soyutluk düzeylerinde karşılaştığı arayüzler sunmaktadır. Bir tasarım stüdyosunun yürütülüş biçimi, içeriği, aktörleri, temposu, ritmi, yöntem ve araçları gibi değişkenler göz önünde bulundurulduğunda, her defasında bileşenlerinin etkileşimi ile yeniden kurulan bir deney alanı olma özelliği ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda tasarım stüdyoları gündelik hayat, çevre, doğa ve yapılı çevreyi anlama noktasında getirdiği geniş perspektif ile tekil bir öğrenim çıktısı ve/veya bir tasarım nesnesine indirgenemeyecek niteliktedir.

Hesaplama ise, kavramsal, düşünsel ya da uygulama eksenlerinde tasarım pratiklerinde uzun vadede paradigma kaymalarına yol açabilecek krizlerin birikimini tetiklemektedir. Sadece bilgisayar ve/veya dijital araçlarla değil, hesaplamanın temel kökenlerine vurgu yapacak analog hesaplama düzlemlerini de içeren teknik, yöntem ve yaklaşımlar sunmaktadır. Bir yandan tasarımcı-tasarımcı, tasarımcı-araç, tasarımcı-süreç, tasarımcı-tasarım nesnesi, tasarım nesnesi-bağlam ilişkileri çeşitlenmekte, diğer yandan etkileşim süreçlerinin saydamlaşması ile birlikte tasarım stüdyolarının kapıları diğer disiplinlere artan bir ivme ile açılmaktadır. Bir başka ifadeyle tasarımın kuramsal, kılışal ve deneysel birikimlerini ortak bir laboratuvarda buluşturan tasarım stüdyoları, hesaplamanın olanaklılığı ile birlikte geçmişte olduğundan daha kuvvetli bir şekilde diğer disiplinleri kurucu aktör olarak bu ortama davet etmektedir. Bu anlamda tasarım için hesaplama, hesaplama ile tasarım, hesaplama aracılığıyla tasarım, tasarım yönelimli hesaplama/hesaplama yönelimli tasarım gibi tasarımın sezgisel kökenleri ile saydamlaşmış ve yordamsal süreçler arasında sarkaçlar oluşturabilecek yaklaşımlar stüdyo içi tasarım pratiklerini de zenginleştirmektedir.

Bu bağlamda JCoDe'un yedinci sayısında, tasarım stüdyosu içerisindeki etkileşimin karmaşık sistemler perspektifinden okunması; tasarım stüdyolarında hesaplamayı araç/yöntem/model düzlemlerinde ele alan deneysel yaklaşımlar; hesaplamalı yaklaşım aracılığıyla stüdyo değerlendirilmesi ve hesaplamalı yaklaşımların tasarım stüdyolarına etkisine ilişkin gelecek projeksiyonları tartışmaya sunulmaktadır.

Bölümler

İlk bölümde, Gülbin Lekesiz ve Ethem Gürer, Mimari Tasarım Stüdyoları'nın dinamik yapı ve işleyişini, Karmaşık Sistemlerin davranış modelleri üzerinden nitel bir analiz ile görünür kılmaya çalışmaktadır. Geleceğin Mimari Tasarım Stüdyoları'nın etkileşim modellerini tartışmaya açan çalışma, günümüz stüdyolarında verimlilik üzerine stüdyo bileşenleri ve bu bileşenlerin farklı bağlamlardaki örgütlenme biçimleri üzerinden önemli tespitler sunmaktadır.

İkinci bölümde, Muhammet Ali Heyik ve Meral Erdoğan, Covid-19 Pandemisi ile yeniden sorguya açılan tasarımda öğrenme ekosistemlerini tartışmaya açmaktadır. Araştırma kapsamında çevrimiçi ve hibrit öğrenme ekosistemi içerisinde tespit edilen temel güçlüklerle karşı kolektif zekâ (KZ) modelinin geliştirilmesi ve tasarım süreçlerinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır.

Tasarım eğitiminde enformel eğitim yaklaşımlarının yansıması olarak, günümüz popüler medyalarından bilgisayar oyunlarının kullanımının tartışmaya açıldığı üçüncü bölümde, Emirhan Coşkun ve Gülen Çağdaş, etkileşimli bir araç olarak oyunları kullanarak, tasarlama eylemini öğrenme deneyimi üzerinden sorgulatan bir öğrenme çerçevesi oluşturma hedeflemektedir.

Dördüncü bölümde, Mert Ulusavaş ve Ethem Gürer, kaynağı 19. yüzyıla dayanan ve günümüzde hala sanat, mimarlık ve tasarım ekollerinde yaygın bir kullanımı olan Charrette'lerin (Tasarım Maratonu), çağımız dijital tasarım çağının bileşenleri ile spontan, işbirlikçi, üretken ve yaratıcılığa dönük biçimlerde yeniden yorumlanmasına odaklanmaktadır. Araştırma doğaçlamanın yoruma dayalı (hermenötik), pragmatik ve demokratik yönleri üzerinden bir post-fenomenolojik çerçeve sunar ve tasarım eğitiminde kullanılacak Hesaplamalı Charrette fikrinin temel koşul ve gereksinimlerini sağlayabilecek ortamın tasarlanabilmesi veya uygulanabilmesi için ilk adım olarak kuramsal bir çerçeve çizmeyi amaçlamaktadır.

Beşinci bölümde, Selin Oktan ve Serbülent Vural, gelişen teknolojinin mimarlık alanına etkilerinin eğitim süreçlerinde yer alması gerektiğini önermekte ve buna yönelik cisim açılımı, teselasyon, dilimleme, katlama ve dökme aşamalarının bulunduğu egzersizleri süreç ve sonuçlarıyla beraber irdelenmektedir. Egzersiz aşamasındaki başarıyı ölçebilmek için portfolyo değerlendirme yönteminin kullanıldığı çalışmada, öğrencilerin sayısal üretim aşamalarına dair bilgi sahibi olabildiği gözlemlenmiştir.

Altıncı bölümde, Neşe Çakıcı Alp ve Dilan Öner çalışmalarında etkileşimli kinetik sistemlerini oluşturan otomasyon teknolojilerinin tasarım stüdyosuna entegrasyonunu araştırmışlardır. Kinetik sistem tasarımının mimari tasarım eğitime entegrasyonu geliştirilen eğitim metodolojisi ile prototipler üzerinden deneyimlenmiştir. Stüdyo dersi kapsamında öğrenci çalışmaları üzerinden kinetik ve otomasyon gibi diğer disiplinlerin tasarım dersine entegrasyonundaki uyumu, potansiyelleri ve öğrencinin yaratıcılığına etkisi sorgulanmıştır.

Yedinci bölümde, Elif Öksüz Uncu ve Gülen Çağdaş, mimarlık eğitiminde hesaplamalı düşünme kavramının Z kuşağına yönelik pedagojik uyumunu tartışmaktadır. Tartışma, hesaplamalı düşünce kavramına dair güncel yaklaşımları mimarlık odağında inceleyerek, zihinsel bir araç olarak bilişsel katkılarını ortaya koymaktadır.

Sekizinci bölümde, Can Müezzinoğlu, Kinetik yapı tasarımı önerisiyle, biyolojik süreçleri ve hesaplamalı tasarım araçlarını mimari üretim sürecine entegre etmek üzerine çalışmaktadır. Tasarım aşamasındaki bir binanın güneş ışığı ve rüzgâr gibi dış etkiler altında optimum formunu elde etmeyi hedeflediği çalışmada, seçilen bir alanın modellenmesi ile başlayan tasarım süreci, Ladybug aracılığıyla toplanan veriler sayesinde birim elemanların kullanıldığı yeni bir statik form ortaya koyar ve son aşamada dış etkenlere göre değişimler gösteren birim parçalardan oluşmuş kinetik sistem önerisiyle tamamlanmaktadır.

Dokuzuncu bölümde Tuğçe Gökçen ve Belinda Torus çalışmalarında kamusal mekanlarda sel vakası örneği üzerinden acil durumlarda önemli tesislere erişimde müdahale sürecini etkileyebilecek insani faktörleri en aza indirecek karar destek sistemi önerisi sunmaktır. Acil durum yönetimi çalışmaları için çalışma hızlı, kolay uygulanabilir ve uyarlanabilir bir karar destek sistemi modeli oluşturmaktadır.

Design Studios and Computation

Editorial

The seventh issue of JCoDe focuses on the relationships between design studios, which is a core component of design education, and computation. In the broadest sense, design studios offer interfaces where theory and practice, experiment and experience, criticism and research meet at different content levels, forms, and abstractions. Considering the variables such as how a design studio is run, its content, actors, tempo, rhythm, methods, and tools, it stands out as an experimental space reconstructed with the interaction of its components. In this context, design studios cannot be reduced to a singular learning outcome and/or a design object; with a broad perspective, they bring to understanding everyday life, environment, nature, and the built environment.

On the other hand, the computation triggers the accumulation of crises that can lead to long-term paradigm shifts in design practices on conceptual, intellectual, or practical axes. It offers techniques, methods, and approaches that include computer and/or digital tools and analog computing planes that will emphasize the fundamental origins of computation. On the one hand, the relations between designer-designer, designer-tool, designer-process, designer-design object, and design object-context are diversifying; with the transparency of interaction processes, the doors of design studios are opening to other disciplines with increasing momentum. In other words, design studios, which bring together the theoretical, practical, and experimental knowledge of design in a joint laboratory, invite other disciplines to this environment as founding actors more strongly than in the past, with the possibility of computation. Approaches that can create pendulums between the intuitive origins of design and transparent and procedural processes such as computation for/in/within the design, design by computation, design through computation, design-oriented computation/computation-oriented design enrich in-studio design practices.

In this context, the seventh issue of JCoDe discusses interaction within the design studio from the perspective of complex systems; experimental approaches in design studios that deal with computation in tool/method/model aspects; studio evaluation through the computational approach, and future projections of the impact of computational approaches on design studios.

Parts

In the first part, Gülbin Lekesiz and Ethem Gürer try to make the dynamic structure and operation of Architectural Design Studios visible through a qualitative analysis of the behavior models of Complex Systems. The study, which opens the interaction models of the Architectural Design Studios of the future for discussion, presents important determinations on the efficiency of today's studios through studio components and the organizational forms of these components in different contexts.

In the second part, Muhammet Ali Heyik and Meral Erdoğan discuss the learning ecosystems in design, which have been re-examined with the Covid-19 Pandemic. The research aims to develop the collective intelligence (QC) model and improve the design processes against the main difficulties identified in the online and hybrid learning ecosystem.

As a reflection of informal education approaches in design education, in the third part, Emirhan Coşkun and Gülen Çağdaş discuss the use of computer games in today's popular media. The study aims to create a learning framework that questions the act of design through learning experience by using games as an interactive tool.

In the fourth part, Mert Ulusavaş and Ethem Gürer focus on the reinterpretation of Charette with digital design elements in collaborative, generative, and creative ways. The paper conceptualizes a theoretical framework for Computational Charrettes by examining improvisations' interpretive, pragmatic, and democratic aspects. The aim of this research is two. The first aim is to present a post-phenomenological framework through the hermeneutic, pragmatic, and democratic aspects. The second aim is to draw a theoretical framework for the initial design stage that implements the primary conditions and requirements of the Computational Charrette idea in design education.

In the fifth part, Selin Oktan and Serbulent Vural suggest that the effects of developing technology on architecture should be included in the educational processes. They examine the exercises that include the stages of object operations (such as expansion, tessellation, slicing, folding, and pouring) together with the process and results. In the study in which the portfolio valuation method was used to measure the success in the exercise stage, it was observed that the students could have information about the digital production stages.

In the Seventh part, Elif Öksüz Uncu and Gülen Çağdaş discuss the pedagogical adaptation of the concept of computational thinking in architectural education to the Z generation. The discussion examines current approaches to computational thinking focusing on architecture and reveals its cognitive contributions as a mental tool.

In the eighth part, Can Müezzinoğlu works on integrating biological processes and computational design tools into the architectural production process with his proposal for Kinetic structure design. In the study, which aims to obtain the optimum form of a building under external effects such as sunlight and wind, the design process, which starts with the modeling of a selected area, reveals a new static form in which unit elements are used, thanks to the data collected through Ladybug. In the final stage, it shows changes according to external factors. It is completed with the proposal of a kinetic system consisting of unit parts.

In the ninth part, Tuğçe Gökçen and Belinda Torus present a decision support system proposal that will minimize the humanitarian factors that may affect the intervention process in accessing critical facilities in emergencies through the example of flooding in public spaces. The study creates a fast, easily applicable, and adaptable decision support system model for emergency management studies.

Mimari Tasarım Stüdyosunun Karmaşık Sistem Kavramsal Çerçevesinde Değerlendirilmesi	01
An Overview of the Architectural Design Studio in the Conceptual Framework of Complex Systems Gülbin Lekesiz, Ethem Gürer Araştırma Makalesi	
Tasarım Stüdyosu için Kolektif Zeka Modeli	27
Collective Intelligence Model for Design Studio Muhammet Ali Heyik, Meral Erdoğan Araştırma Makalesi	
Temel Tasarım Stüdyosu: Bilgisayar Oyunu Tabanlı Yaklaşımı Anlamak ve Tasarlamak	59
Basic Design Studio: Understanding and Designing a Computer Game-Based Approach Emirhan Coşkun, Gülen Çağdaş Araştırma Makalesi	
Dijital Tasarım Çağında Doğaçlama Yapararak Öğrenmek	87
Learning By Improvising in Digital Design Era: A Computational Conceptualization of Design Charrettes Mert Ulusavaş, Ethem Gürer Araştırma Makalesi	
Integrating Computational Fabrication Methods with Architectural Education	111
Sayısal Fabrikasyon Yöntemlerini Mimarlık Eğitimi ile Bütünleştirmek Selin Oktan, Serbülent Vural Araştırma Makalesi	
Mimarlıkta Kinetik ve Otomasyon Ara Kesitinde Etkileşimli Sistemleri Tasarım Stüdyosu Üzerinden Deneyimlemek	135
Experience of Interactive Systems in Architectural Design Studio Through Kinetics and Automation Neşe Çakıcı Alp, Dilan Öner Araştırma Makalesi	

- The Pedagogical Alignment of Computational Thinking to
Architecture Education for the 21st Century Learners** 159
21. Yüzyıl Öğrencileri için Hesaplamalı Düşünmenin Mimarlık Eğitime
Pedagojik Uyumu
Elif Öksüz Uncu, Gülen Çağdaş
Araştırma Makalesi
- Genetik Algoritmalar Aracılığıyla Çevreye Duyarlı Kinetik Yapı
Tasarımı Önerisi** 173
Environmentally Responsive Kinetic Structure Design Proposal
Through Genetic Algorithms
Can Müezzinoğlu
Araştırma Makalesi
- A Decision Support Tool Proposal for Public Emergency Scenarios** 199
Kamusal Acil Durum Senaryoları için Karar Destek Aracı Önerisi
Tuğçe Gökçen, Belinda Torus
Araştırma Makalesi

An Overview of the Architectural Design Studio in the Conceptual Framework of Complex Systems

Gülbin Lekesiz¹, Ethem Gürer²

ORCID NO: 0000-0002-1103-7859¹, 0000-0002-3482-2526²

¹Özyeğin University, Faculty of Architecture and Design, Department of Architecture, Istanbul, Turkey

² Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Department of Interior Design, Istanbul, Turkey

The architectural design studio is an essential part of architecture education. The method of the studio has been discussed since the first architecture school. Some studies suggest that pedagogy underlying the traditional studio method has been followed for generations without serious examination. The study hypothesizes that the studio behaves like a complex system with features such as being a dynamic process, rich interaction networks, and the combination of various activities. The multidisciplinary study of complex systems in the physical and social sciences over the last quarter-century has led to articulating new conceptual perspectives and methodologies for researchers in these fields. However, examining the architectural design studio from the perspective of complex systems is the original contribution of the study to the literature. Thus, it is aimed to develop strategies to increase the efficiency of the studio. Due to the nature of the pedagogical approach that includes student-instructor interactions, it is not easy to evaluate it with quantitative research methods. Therefore, this study accepted the most appropriate way to observe and assess interactions as a qualitative research method. The study firstly examines the architectural design studio with a system approach and reveals its components. Then, complex systems and the concept of complexity are discussed. After that, the evaluation of the architectural design studio from the perspective of complex systems is presented by literature research and case analysis method. The studio shows complex system features during various activities. For example, stigmergy is when agents interact indirectly by communicating with each other. While the students' criticizing each other's projects are considered a direct interaction, the influence of the studio instructor and the other students through a student's critical-taking process provides indirect interaction. Stigmergy can also be regarded as the counterpart of the chemical pheromone in ants. The pheromones secreted by ants to guide other ants in showing the shortest path while searching for food can be considered the counterpart of the critiques that guide other students in the studio. Within the scope of the article, four different second-year architectural design studios have been analyzed as case studies in terms of their interactions and organization. The scenarios that take place throughout the process are presented through diagrams that express the studio's actors, relationships, environment, and boundaries. Although these studios were designed independently from the perspective of the complex system, it was observed that many interactions and organizations emerged in the process. The efficiency of complex systems results from the richness of interactions within the system. It is predicted that following strategies that will strengthen and diversify interactions in the architectural design studio will increase studio efficiency. As a result, it was asked what should be considered if the complex system principle is adopted during the setting up of a studio. The principles to be applied to adapt these behaviors are presented. Thus, a new pedagogical approach proposal is being developed for the architectural design studio.

Keywords: Architectural Design Studio, Complex Systems, Self-organization, System Theory.

1

Research Article

Received: 26.06.2022

Accepted: 20.08.2022

Corresponding Author:

gulbin.lekesiz@ozyegin.edu.tr

Lekesiz, G. & Gürer, E. (2022). An overview of the architectural design studio in the conceptual framework of complex systems. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 1-26. <https://doi.org/10.53710/jcode.1135984>

Mimari Tasarım Stüdyosunun Karmaşık Sistem Kavramsal Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Gülbin Lekesiz¹, Ethem Gürer²

ORCID NO: 0000-0002-1103-7859¹, 0000-0002-3482-2526²

¹ Özyeğin Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye
Tasarımda Bilişim, İstanbul, Türkiye

Mimari tasarım stüdyosu mimarlık eğitiminin önemli bir parçasıdır. Stüdyonun dinamik bir süreç olması, zengin etkileşim ağlarının var olması, çeşitli aktivitelerin birlikteliğinden oluşması gibi özellikleriyle bir karmaşık sistem gibi davranması çalışmanın hipotezini oluşturmaktadır. Karmaşık sistem araştırmaları pek çok disiplinde yeni bakış açıları yaratmıştır. Eğitim konusunda da yapılan çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Bununla birlikte mimari tasarım stüdyosunu karmaşık sistem perspektifinden incelemek çalışmanın literatüre özgün katkısıdır. Makale, stüdyoyu karmaşık sistem olarak ele alarak stüdyonun verimliliğini arttırmanın yollarını aramaktadır. Öğrenci ve yürütücü etkileşimlerini içeren pedagojik yaklaşımın doğası gereği bunu nicel araştırma yöntemleriyle değerlendirmek zordur. Bu yüzden, bu çalışmada etkileşimleri gözlemlemek ve değerlendirmek için en uygun yöntem nitel araştırma yaklaşımı olarak kabul edilmiştir. Çalışma öncelikle mimari tasarım stüdyosunu sistematik bir yaklaşımla incelemektedir. Ardından karmaşık sistemler ve karmaşıklık kavramı tartışılmıştır. Makalenin devamında mimarlık eğitimi ve mimari tasarım stüdyosunun karmaşık sistem perspektifinde değerlendirmesi literatür araştırması ve vaka analizi yöntemiyle sunulmaktadır. Araştırma kapsamında dört farklı ikinci sınıf mimari tasarım stüdyosu, etkileşimleri ve örgütlenmeleri bakımında vaka çalışması olarak incelenmiştir. Süreç boyunca gerçekleşen senaryolar makale kapsamında oluşturulan özgün bir dille üretilmiş diyagramlar aracılığıyla sunulmaktadır. Ardından tümevarım yöntemiyle bütünsel değerlendirilmesi sunulmuştur. Son olarak ise tüm bulgular tartışmaya açılmaktadır. Yapılan araştırmalar ve gözlemler doğrultusunda karmaşık sistemlerle stüdyonun benzerlikleri açıklanmıştır. Mevcut durumun değerlendirmesinin yanında gelecek senaryoları sunulmaktadır. Gelecekte karmaşık sistem prensibinde bir stüdyo kurgulamanın gereksinimleri açıklanmaktadır. Karmaşık sistemlerin stüdyoya uyarlanabilecek davranışları sıralanmıştır. Bu davranışların uyarlanabilmesi için uygulanması gereken prensipler sunulmuştur. Böylece mimari tasarım stüdyosu için yeni bir pedagojik yaklaşım önerisi geliştirilmektedir.

Araştırma Makalesi

Teslim Tarihi: 26.06.2022

Kabul Tarihi: 20.08.2022

Sorumlu Yazar:

gulbin.lekesiz@ozyegin.edu.tr

Lekesiz, G. & Gürer, E. (2022). Mimari tasarım stüdyosunun karmaşık sistem kavramsal çerçevesinde değerlendirilmesi. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 1-26.
<https://doi.org/10.53710/icode.1135984>

Anahtar Kelimeler: Karmaşık Sistemler, Mimari Tasarım Stüdyosu, Sistem Teorisi, Öz-örgütlenme.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mimarlık eğitiminin temel taşı olan mimari tasarım stüdyosunun yöntemi ilk mimarlık okulundan beri tartışılmaktadır. Tasarım eğitimi, genel pozitivist eğitim yaklaşımının aksine, öznel yaratıcılıkla bağlantılıdır. Geleneksel tasarım stüdyosu yaklaşımının altında yatan pedagojinin ciddi bir şekilde incelenmeden nesiller boyunca takip edildiğini işaret eden araştırmacılar vardır (Diaz Moore, 2001; Wang, 2010). Ayrıca akademik topluluk ve mimarlık pratiği arasındaki uçurum da tartışılmaktadır (Diaz Moore, 2001'de atıfta bulunduğu gibi). Bu doğrultuda mimarlık eğitimcilerinin yeni paradigmlar üretilmesi konusunda araştırmaları sürmektedir.

Karmaşık sistemler, günümüzde eğitimin de dahil olduğu pek çok disiplinin araştırma kapsamına girmiştir. Tasarımın karmaşık doğasıyla birlikte, mimari tasarım stüdyosunun dinamik yapısının da karmaşıklıkla ilişkisi okunabilir. Bu çalışmada karmaşık sistemlerin kavramsal çerçevesinde bir bakış açısıyla mimari tasarım stüdyosunu incelemek, bu yolla üretilebilecek stüdyo yaklaşımlarının potansiyellerini anlamak hedeflenmiştir. Araştırmanın asıl motivasyonunu bu bakış açısının mimarlık eğitime katkılarını keşfetmek oluşturmaktadır. "Mimari tasarım stüdyosu bir karmaşık sistem gibi hareket ediyor mu/davranıyor mu?" sorusu çalışmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Çalışma; tasarım stüdyosundaki etkileşim ve örgütlenmeleri ortaya çıkarma; stüdyonun verimliliği arttırmaya yönelik etkileşimleri zenginleştirmenin yollarını bulma; karmaşık sistem kavramsal perspektifinde kurgulanacak bir stüdyo için yürütücülere tavsiyelerde bulunmayı amaçlamaktadır. Böylece tasarım stüdyosu yürütmenin verimliliğini arttırmanın yollarını arayarak mimarlık eğitime katkıda bulunmak hedeflenmiştir.

Karmaşıklık teorisi sistemin objeleriyle değil, sistem içindeki ilişkilerle ilgilenir ve sistemin çıktılarını değil, sürecini inceler. Tasarım stüdyosunu da bir bütün olarak ele alırken, iç ilişkileri ve çevresel ilişkileri ile açıklanmak hedeflenmiştir. Mimari tasarım stüdyosunun özelliklerinin, karmaşık sistemlerin sahip olduğu özelliklere benzerlikleri çalışma kapsamında açıklanmaktadır. Örneğin mimari tasarım eğitimi oldukça etkileşimli bir süreçtir. Stüdyolar hem öğrencilerin kendi arasında ve hem de yürütücüler ile etkileşimde bulunduğu sosyal öğrenme alanlarıdır. Stüdyoda süreç geri bildirim döngüleriyle donatılmıştır. Doğrusal olmayan bir sistemdir, çevresine çok bağımlıdır, kolektif

çalışma, iş birliği, sunma, üretme, gezme, kritik almak gibi çift taraflı etkileşim oluşturan eylemler merkezdedir. Tasarım stüdyosundaki bireyler temelde birbirinden bağımsız elemanlar olsa da stüdyo ortamında ortak veriler, ortak görevler paylaşılır. Mimari tasarım stüdyosu, öğrencilerin bir problemi anlama, mimari bir sebep arama, bağlamsal etkileri yönetme gibi oldukça karmaşık problemlerin ortaya çıktığı yerlerdir. Tüm bu özellikler karmaşık bir sistem olmasını kanıtlar niteliktedir.

Çalışmanın özgün katkısı bu konuda yapılmış bir çalışma bulunmamasıdır ve fakat karmaşık sistem kavramsal perspektifinde çeşitli organizasyon (Bourenin, McSpedon, Mooney, Sudbrink ve Haimes, 2018) veya eğitim yaklaşımının (Gattie, Kellam, Schramski ve Walther, 2011) incelendiği çalışmalara literatürde rastlanmaktadır.

Makale, ilk olarak mimari tasarım stüdyosunu sistematik bir yaklaşımla inceleyerek literatür araştırması yöntemiyle stüdyonun bileşenlerini ve ilişkilerini sunacaktır. Ardından karmaşık sistemler, özellikleriyle ve örneklerle birlikte açıklanmaktadır. Mimari tasarım stüdyosu ile karmaşık sistem ilişkisine geçmeden önce eğitim ile karmaşık sistemlerin ilişkisine odaklanan literatür araştırmasına yer verilmektedir. Ardından mimari tasarım stüdyosundaki etkileşim senaryoları diyagramlar ile sunulmakta, karmaşık bir sistem ile ortaklıkları aranmakta ve tartışılmaktadır. Bu çalışma stüdyonun aktiviteleri üzerinden sistematik bir şekilde yapılmaktadır. Daha sonra kavramsal çalışmayı somut vakalarla ilişkilendirmek için ikinci yıl stüdyosu, yazarın asiste ettiği gruplara dayandırılarak ve fakat yazarın düşünceleri, değerlendirmeleri ve deneyimleri üzerinden tartışılmaktadır. Son olarak, bütünsel bir yaklaşımla karmaşık sistemlerle ortaklıklar tartışılmakta ve karmaşık sistemlerden stüdyo eğitimine aktarabileceklerimiz konusunda spekülasyonlarda bulunmaktadır.

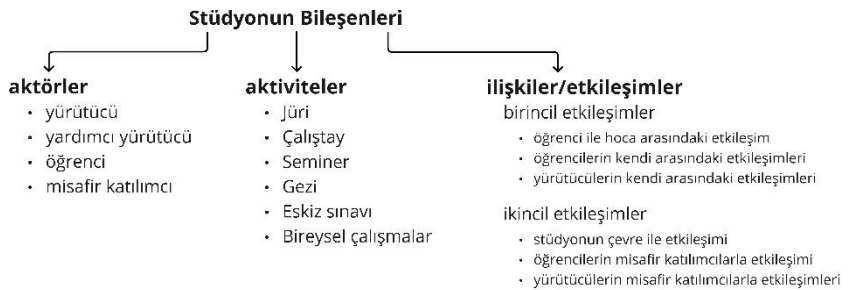
2. MİMARİ TASARIM STÜDYOSUNU SİSTEM YAKLAŞIMIYLA ELE ALINMASI (CONSIDERING THE ARCHITECTURAL DESIGN STUDIO WITH A SYSTEM APPROACH)

Mimari tasarım stüdyosu, mimarlık eğitiminin temel bileşenlerinden biridir. Herhangi bir üniversite mimarlık programının üstünkörü bir incelemesi, stüdyonun herhangi bir mimarlık öğrencisinin hayatındaki

en önemli aktivite olduğunu ortaya çıkarır (Oh, Ishizaki, Gross ve Yi-Luen Do, 2013). Öğrencilerin tasarlama becerisi kazandıkları bir süreç olarak da tanımlanabilir. Bu bölümde stüdyo bir sistem olarak incelenecek; elemanları ve onlar arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılacaktır.

Bir model oluşturmak için ilgili alanı sistem olarak kabul etmek yaygın bir yaklaşımdır; bu, en genel anlamda belirli ilişkiler ile birbirine bağlanan bir dizi eleman olarak tanımlanması anlamına gelir (Klüver ve Klüver, 2011). Eğer bir sistem tanımı yapmak istiyorsak, elemanlarla ilişkilerin özelliklerini ve sistemin yapısını oluşturan bir araya gelişleri ortaya koymak gerekir (Klüver ve Klüver, 2011). Tasarım stüdyosu, öğrenciye ilerleme imkânı sağlayan, motivasyonu teşvik edici ortam oluşturabilen, bilgi toplama, üretim süreci ve sunum aşamalarında zaman ve enerjiyi organize eden bir sistem olarak yapılandırılması önemlidir (Paker Kahvecioğlu, 2007).

Bu bölümde stüdyonun bileşenleri; aktörler, aktiviteler ve ilişkiler olmak üzere üç kategoride incelenmektedir (**Şekil 1**). Stüdyonun sabit aktörlerinden biri öğretim üyesi/usta/proje yürütücüsü gibi farklı isimlerde tanımlanan, stüdyonun belirleyici elemanlarından biridir (Gökmen ve Süer, 2003). Diğer sabit aktör ise öğrenci/çırak/mimar adaydır. Yürütücü ve öğrenci aktörlere ek olarak, belirli aktiviteler kapsamında stüdyoya dâhil olan davetliler de aktörler arasındadır. “Birden çok hocanın farklı görüş ve fikirlerle öğrenciyi karşıladığı, bu farklılıkların davetli uygulamacılarca daha da arttırıldığı örgütlenmeler ise tasarımı oluşturan dinamiklerin tek bir bakış açısıyla değil, farklı bakış açılarıyla ele alındıklarında farklı sonuçlara da ulaşabileceği gerçeğini kavratmakta avantajlıdır” (Dinç Kalaycı, 2016).



Şekil 1: Stüdyonun bileşenleri
(Components of the studio).

Mimari tasarım stüdyosu çeşitli aktivitelerle donatılan bir süreçtir. Stüdyo müfredatı mevcut bir şablon kullanmak yerine, yeni fikirler yaratmak için bir ortam oluşturmalı ve farklı bilişsel stillere hitap edecek

şekilde çeşitli aktiviteler içermelidir (Paker Kahvecioğlu, 2007). Paker Kahvecioğlu (2007), stüdyodaki aktiviteleri şu şekilde sıralamıştır: resmi olmayan aktiviteler; kolektif/grup işleri; çalıştay, one-day-charette, iş-gezisi gibi kısa dönemli çalışmalar; gündelik stüdyo programı; yarışmalar. Bu çalışma kapsamında ise başlıca aktiviteler: jüriler, seminerler, çalıştaylar, teknik geziler, eskiz sınavları ve bireysel çalışmalar olarak ele alınmıştır.

Jüriler, büyük bir grup kritiğine benzer; öğrenciler projelerini jüri üyelerine, yürütücülere, arkadaşlarına ve yanından geçip giden herkese sunarlar (Emam, Taha ve ElSayad, 2019). Kritikler mimari tasarım stüdyosunun temel pedagojik aracı olarak da tanımlanabilir (Oh ve diğerleri, 2013). Jüriler, öğrenci ve mimarlık disiplininin gerçekte etkileşime girdiği en etkin eğitim aşaması olarak tanımlanmaktadır (Webster, 2006). Eleştirel pedagoğlar, tasarım jürisinin öğrencileri habitusunun hegemonik kavramlarına uymaya zorlayan eleştiri merkezli bir olay olduğunu savunurken, dönüşlü düşünme pratiğini destekleyenler, onu öğrencilerin kendi habituslarını yeniden inşa ettikleri ve yürütücülerin eleştirel bir diyalogla bunu desteklediği öğrenci merkezli bir olay olarak görürler (Webster, 2006).

Seminerler, çalıştaylar ve teknik geziler de stüdyo sürecinde en fazla karşılaştığımız aktivitelerdendir. Seminerler, stüdyo yürütücüleri veya dışarıdan dâhil olacak bir uzman tarafından verilebilir. Öğrencilerin belirli bir konuda bilgi edinmesini sağlayacak içeriğe sahiptirler. Çalıştaylar, stüdyo süreci dâhilinde olabileceği gibi, müfredatın dışında da gerçekleşebilen tasarım egzersizleridir. Teknik geziler veya alan gezileri, stüdyo kapsamında genellikle projenin gerçekleştirileceği alanı gözlemleyerek anlamak amacıyla gerçekleştirilir. Mimari tasarım stüdyosundaki etkileşimi iki temel başlık ve yan başlıklarla ele alabiliriz. Birincil etkileşimler; öğrenci-yürütücü etkileşimi ve öğrencilerin kendi aralarındaki etkileşimler; ikincil etkileşimler ise stüdyonun çevre ile etkileşimi (diğer stüdyo gruplarıyla etkileşimler), stüdyonun konuklarının öğrencilerle etkileşimi, konuk yürütücü etkileşimi gibi çoğaltılabilir. “Düşünceler ve tasarımlar sadece hoca-öğrenci taraflarının etkileşimleri üzerinden değil, hoca-hoca-öğrenci-davetliler tarafları üzerinden geliştirilir” (Dinç Kalaycı, 2016). Yürütücü ve öğrenci arasındaki etkileşimin nasıl gerçekleştiğiyle ilgili farklı modellerden bahsedilebilir. Diaz Moore (2001), etkileşimin karakterine (resmi veya kolaylaştırıcı) ve işlenen şeye göre (uzman veya kişisel) ayırım yapmıştır.

Bir etkileşim biçimi olarak stüdyo içi tartışmalar zaman zaman resmi (jüriler) olmak üzere genellikle gayri resmidir (Goldschmidt, Hochman ve Dafni, 2010). Stüdyoda yürütücü ve öğrenci arasındaki etkileşim tasarım projesine odaklansa da tasarım projesinin kendisinden daha fazlası söz konusudur (Ochsner, 2013).

Öğrenme, mimarlık eğitimi bağlamında, sadece bilginin aktarımı ve bu bilginin edinimi olarak düşünülmemelidir. Bu edinim sürecinde aktörler arasında herhangi bir etkileşim gerçekleşmiyor ise sürece ilişkin gerçek anlamda bir kazanımdan da söz edilmesi mümkün değildir (Yurtsever ve Polatoğlu, 2020). Öğrenci ile etkin bir iletişim kurmak ve mesajların hedeflendiği şekilde iletilmesini sağlamak stüdyo yürütücüsünün temel görevlerinden biridir (Uluoğlu, 2000). Çünkü öğrencinin çalışmasına ilişkin bir yorumun yanlış anlaşılması istenmeyen bir sonucu ortaya çıkarabilir (Uluoğlu, 2000). Yürütücü-öğrenci etkileşimi hem öğrencilerin tasarım öğrenimini hem de yürütücünün tasarım öğretimini geliştirir (Abdelaziz, 2021).

Öğrencinin tasarlama öğretisini geliştirecek olan öğrenci-yürütücü etkileşimi nasıl geliştirilebileceği ve stüdyoyu yürütme yönteminin geliştirilebileceği hakkında çok az yazılmıştır (Ochsner, 2013). Örneğin Schön, öğrenci ve öğretim üyesinin etkileşimlerini keşfetmek için “eylemde yansıma” kavramını birlikte nasıl uygulayabileceklerine odaklanmış; öğrencilerin tasarım stüdyosu ortamına veya bireysel tasarım eğitmenlerine neden bu kadar farklı tepkiler gösterebildiğini gerçekten ele almamıştır (Ochsner, 2013).

3. KARMAŞIK SİSTEMLER (COMPLEX SYSTEMS)

Karmaşık sistemlerin son çeyrek yüzyılda fiziksel ve sosyal bilimlerdeki multidisipliner çalışması hem bu alanlardaki araştırmacılar hem de profesyoneller, politikacılar, 21. yüzyılın zorlu sosyal ve küresel sorunlarla uğraşmak zorunda olan vatandaşlar için değerli ve yeni kavramsal bakış açılarının ve metodolojilerin dile getirilmesine yol açmıştır (Jacobson ve Wilensky, 2006). Karmaşık sistemler hakkındaki araştırmaların kökeni, fiziki bilimler, matematik ve bilgisayar bilimlerinde, İkinci Dünya Savaşı ve sonrasına kadar uzanan sistemlerin dinamiklerinin incelenmesine yönelik çeşitli yaklaşımlara dayanmaktadır (Goldstein, 2010). Kaos, sistem biyolojisi, evrimsel ekonomi, ağ teorisi gibi yeni bilim dalları, basit elemanlardan oluşan

kompozisyonlarda karmaşık durumların ortaya çıkışını açıklamaktadır (Mitchell, 2009). Karmaşıklık teorisi, değişimin, evrimin, adaptasyonun ve hayatta kalmak için gelişmenin teorisi (Morrison, 2008). 19. yüzyılda ortaya çıkan sosyal bilim disiplinleri, merkezi olarak insan toplumlarının benzersiz karmaşık doğasıyla ilgilenmiş ve birey ile kolektif toplum arasındaki ilişki, sosyal bilimlerdeki en temel konulardan biri olmuştur (Sawyer, 2005). 20. yüzyılın sonlarına geldiğimizde ve 21. yüzyılın getirdiği küresel problemlerin de etkisiyle pek çok farklı araştırma alanı, psikoloji, ekonomi, mimarlık, sosyoloji, felsefe, eğitim, sosyal bilimler gibi, karmaşık sistemlerden gelen düşünceleri değerlendirmeye başlamışlardır (Eidelson, 1997; Jacobson, Levin ve Kapur, 2019; Jacobson ve Wilensky, 2006; Kuhn, 2008). Bununla birlikte karmaşıklık bilimi veya karmaşıklık teorisi yalnızca bir teori olmak yerine bir düşünme biçimi veya paradigmatik yaklaşım terimi olarak, bu konudaki düşünce biçimlerini kapsayan bir şemsiye terim olarak kullanılabilir (Kuhn, 2008).

Karmaşık sistem tanımı farklı disiplinlerdeki araştırmacılar tarafından çeşitlendirilebilir. Melanie Mitchell (2009), karmaşık sistemleri “merkezi bir kontrole sahip olmayan ve basit kurallara dayalı olarak karmaşık kolektif davranış üreten, öğrenerek veya evrimleşerek çok yönlü bilgi işleme ve adapte olma özelliğine sahip sistemler” şeklinde tanımlamıştır. Karmaşık sistemlere alternatif bir tanım olarak ise tahmin edilmesi güç belirme ve öz-örgütlenme davranışı gösteren sistemler olarak belirtilmiştir (Mitchell, 2009). Jacobson, Kapur ve Reimann (2016), karmaşık sistemleri birbiriyle ve çevresiyle genellikle basit kurallara bağlı olarak etkileşime giren bileşenler veya etmenler ağı olarak tanımlamıştır. Jacobson ve Wilensky (2006), mevcutta karmaşık sistemlerin genel bir “teorisi” olmak yerine, multidisipliner bir çerçevede belirli sistem türlerini anlamak için çeşitli teoriler veya bilgilendirme işlevi görebilecek kavramsal perspektifler, ilkeler ve yöntemler (örneğin, ortaya çıkma, kendi kendine örgütlenme, başlangıç koşullarına duyarlılık) çerçevesi sunduğunu belirtmiştir (Jacobson ve diğerleri, 2016). Hugo Fort (2011) da benzer bir şekilde karmaşık sistemlerin bir teoriden çok bir düşünme biçimi olduğunu ve holizm, belirme, inovasyon, adaptasyon, öz-örgütlenme gibi farklı düşünme biçimlerinin kombinasyonu ile tanımlanabileceğini ifade etmiştir.

Karmaşık sistemlere örnek olarak, beyaz kan hücrelerinin istilacı bakterilere adaptasyonu, bireysel nöronların etkileşiminden

kaynaklanan duygusal ve bilişsel beyin davranışları, bireysel avcı-av etkileşimlerinden kaynaklanan dinamik denge ekosistemleri, şehirlerdeki bireysel konut seçimlerinden kaynaklanan ayrışma da verilebilir (Jacobson ve diğerleri, 2016). Batty (2012), kentlerin etkileşim ağlarına sahip olması, dengeden uzak olma ve doğrusal olmama gibi özelliklerini vurgulayarak kentleri karmaşık sistem olarak ele almıştır. Karıncalar, kuşlar, arılar ve civık mantarlar gösterdikleri kolektif sürü davranışlarıyla, karmaşık sistemler kapsamında en fazla üzerine araştırma yapılmış canlı gruplarıdır. Karmaşıklık teorisinin cevap aradığı sorulardan biri böceklerden insanlara sosyal canlılarda basit kurallara dayalı bireyler arası etkileşimden kolektif karmaşık davranışın nasıl ortaya çıktığıdır (Fisher, 2009; Fort, 2011).

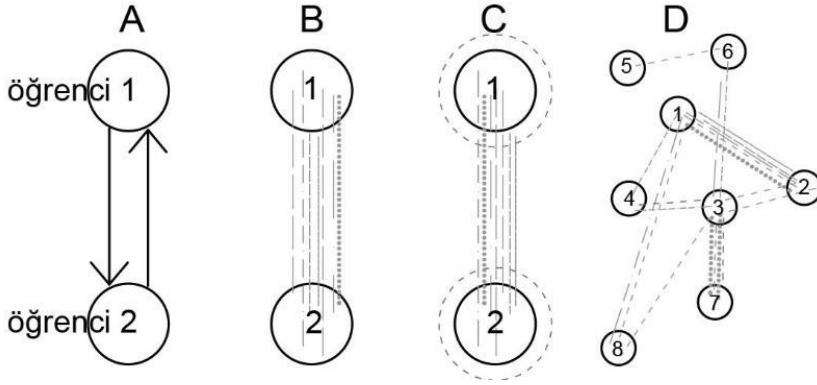
4. KARMAŞIK BİR SİSTEM OLARAK MİMARİ TASARIM STÜDYOSU (ARCHITECTURAL DESIGN STUDIO AS A COMPLEX SYSTEM)

Mimari tasarım stüdyosu, öğrencilerin ve yürütücülerin etmenler olduğu bir karmaşık sistem olarak incelenebilir. Bu bölümde tasarım stüdyosundaki etmenler arası ilişkilere ve etmenlerin davranışlarına yakından bakılarak stüdyoda meydana gelen etkileşimler ve örgütlenmeler diyagramlar üzerinden gösterilmektedir. Böylece stüdyo ve karmaşık sistemlerin ortaklıklarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

“Belirme, öz örgütlenme, adaptasyon, geri bildirim, doğrusal olmama, öngörülemezlik, dağıtılmış kontrol, birlikte evrim, bağlantılılık, çeşitlilik kavramları mimarlık eğitimi için ne anlama geliyor?”, “Ne çeşit geri bildirimler mimarlık eğitiminde belirme, öz örgütlenme ve bağlantılılığa yol açar?” gibi sorular mimarlık eğitimi ve karmaşık sistemler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için sorulması gereklidir.

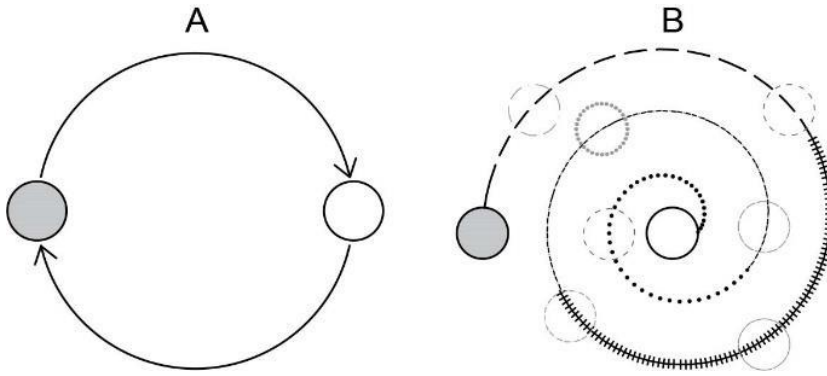
Stüdyonun gündelik akışında, hatta tanımlı ders saatlerinin dışında da öğrencilerin birbirinden etkilenmeleri tasarım sürecinin önemli bir girdisi haline gelmektedir. Etmenlerin aralarında doğan etkileşimden farklı şekilde etkilenmeleri, stüdyo sürecinde kendi özgün yaklaşımlarını geliştirmelerinin etkenlerinden biridir (**Şekil 2**). İki öğrenci arasında gerçekleşen etkileşim A durumundaki gibi sadece tek seferde ve çift yönlü olarak gerçekleşmez. Buradaki etkileşim, bilgi akışının çok yönlü olduğu ve yol açtığı farklı etkilenmelerle birlikte değerlendirilmelidir (**Şekil 2 B, C**). Bununla birlikte her öğrencinin birbiriyle etkileşimi aynı

değildir, stüdyoda öğrenciler arası etkileşimin yoğunluğu kişi ve durumlara göre farklılık gösterir (Şekil 2 D).



Şekil 3: Stüdyoda geri bildirim döngüleri (Feedback loops in the studio)

Yürütücü ve öğrenci arasındaki etkileşimin büyük bir bölümünü kritikler oluşturur. Stüdyoda kritik verme-alma tek yönlü bir durum değildir (Şekil 3 A). Kendini tekrar etmeden, her seferinde değişerek farklı etki ve tepkilerin ortaya çıktığı bir süreçtir. Bu kritikler geri bildirim döngülerini tetikler. Yürütücü düzenli olarak kritik verir (etki), öğrenci ise buna tepki olarak tasarım geliştirir; geliştirilen tasarım karşı tarafın da tepkisini değiştireceği için bu döngü sürekli değişim göstererek devam eder (Şekil 3 B). Bu dönemde öğrencinin çalışması da ilerleme, duraklama, gelişme gibi farklı süreçlerden geçer.

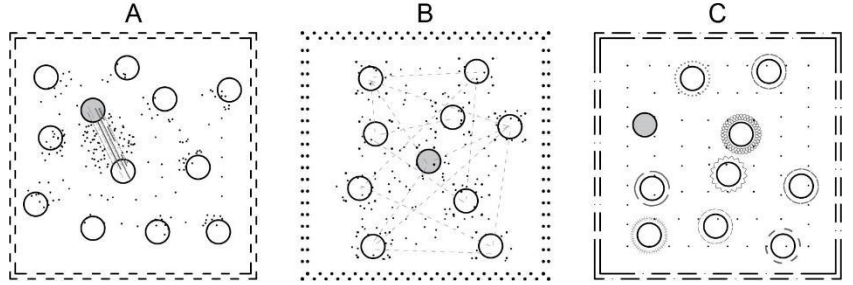


Şekil 2: Stüdyoda etmenler arası etkileşim (Interaction between studio's agents).

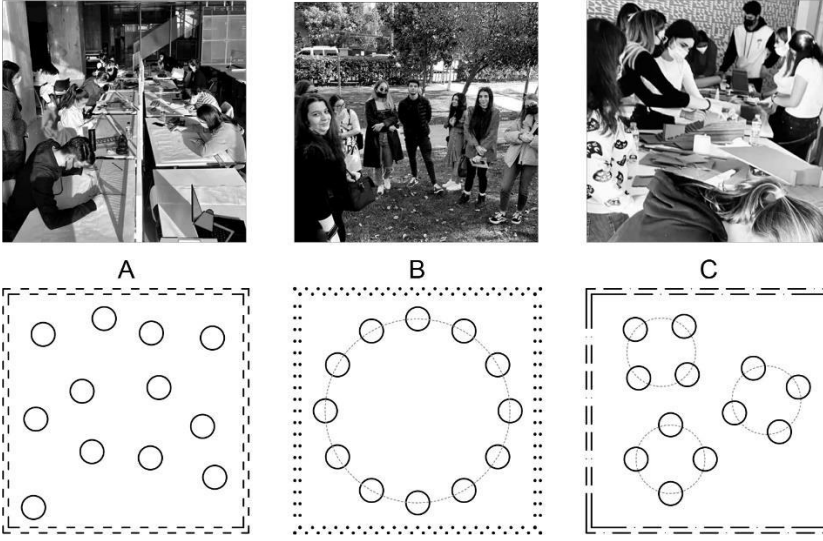
Jüriler sırasında farklı bir örgütlenme biçiminden bahsedilebilir. Sunma eylemini takip eden kritik alma-verme eyleminin birlikteliği jüride her bir öğrenci veya öğrenci grubu için tekrarlı bir şekilde devam eder. Sistem içindeki yürütücü ve tek bir öğrenci arasındaki birebir kritik, ortamda/sistem içinde bulunan diğer etmenlerin dolaylı yoldan

etkilenecek farklı tepkiler oluşturmasına sebep olur (**Şekil 4**). Bu etkilenmeyi karıncaların yem bulma s¼recindeki feromon ¼zelliđine benzetebiliriz. Bu durum aynı zamanda karmaşık sistemlerde stigmerji olarak isimlendirilir. Stigmerji dolaylı olarak etkilenme bi¼imidir. Karıncalar, diğer karıncaların da izlediği ¼evrelerine feromon bırakır ve bu g¼zlemleyen karıncaların davranışlarını d¼zenlemesine sebep olur (Hadel ve diğerleri, 2003). Y¼r¼t¼c¼ ve ¼đrenci arasındaki kritik alma-verme eylemi sırasında st¼dyo ortamındaki diğer ¼đrenciler de bu diyaloga dolaylı olarak ortak olurlar (**Şekil 4 A**). Bu sırada s¼ylenen kritikler aynı feromonlar gibi ortam elemanları haline gelirler (**Şekil 4 B**). Sonu¼ olarak kritiği doğrudan alan ¼đrenci farklı şekilde etkilenirken, dolaylı yoldan kritiği duyan ¼đrenciler de etkilenmiş olur (**Şekil 4 C**).

Şekil 4: St¼dyoda stigmerji
(St¼dyoda stigmerji)



Grup ¼alıřması ve iş birlikleri st¼dyonun ¼nemli bir par¼asıdır. İş birlikleri t¼m st¼dyo elemanlarının birlikte ¼rg¼tlenmesi veya kendi aralarında birka¼ gruba ayrılarak ¼rg¼tlenmeleri şeklinde ger¼ekleřebilir (**Şekil 5**). Bu ¼rg¼tlenme senaryoları zaman zaman y¼r¼t¼c¼ tarafından kurgulansa da ger¼ekleřtirilen aktivitenin niteliğine g¼re kendiliğinden de ger¼ekleřir. Kendiliğinden meydana gelen ¼rg¼tlenmeler st¼dyodaki belirme davranışının ¼rneđi olarak verilebilir. ¼rneđin b¼y¼k bir maket yapılması planlandığında ¼đrenciler kendi arasında g¼rev dağılıımı ger¼ekleřtirerek k¼¼¼k gruplara ayrılırlar (**Şekil 5 C**). Farklı ¼rg¼tlenme bi¼imleri, st¼dyoda ¼retilen için verimini arttırmak amacıyla belirir. Genellikle yapılan aktiviteden optimum verimi sağlamak i¼in gerekli etmen sayısına g¼re gruplar oluşturulur. Bu sistem i¼i oluşumlar makro ¼l¼ekte sistemi etkiler.



Şekil 5: Stüdyoda beliren fiziksel örgütlenmeler (Physical organizations that emerge in the studio).

Öz-örgütlü sistemler dışarıdan bir etki olmaksızın kendi kendini organize etme becerisine sahip sistemlerdir. Stüdyoda öz-örgütlenme, öğrenciler arası etkileşim ve kolektif davranışlar sayesinde meydana gelir. Stigmerji, etmenlerin birbiriyle dolaylı yoldan iletişim kurarak birbirini etkilemesidir. Stüdyoda öğrenciler arası sıklıkla karşımıza çıkan bu durumun yoğunlaştığı noktalar proje kritiği verme-alma anları olarak ele alınabilir.

Karmaşık sistem kavramsal perspektifi ile stüdyoya baktığımızda süreçteki bazı davranışların karmaşık sistem özelliği gösterdiği saptanmıştır (Tablo 1).

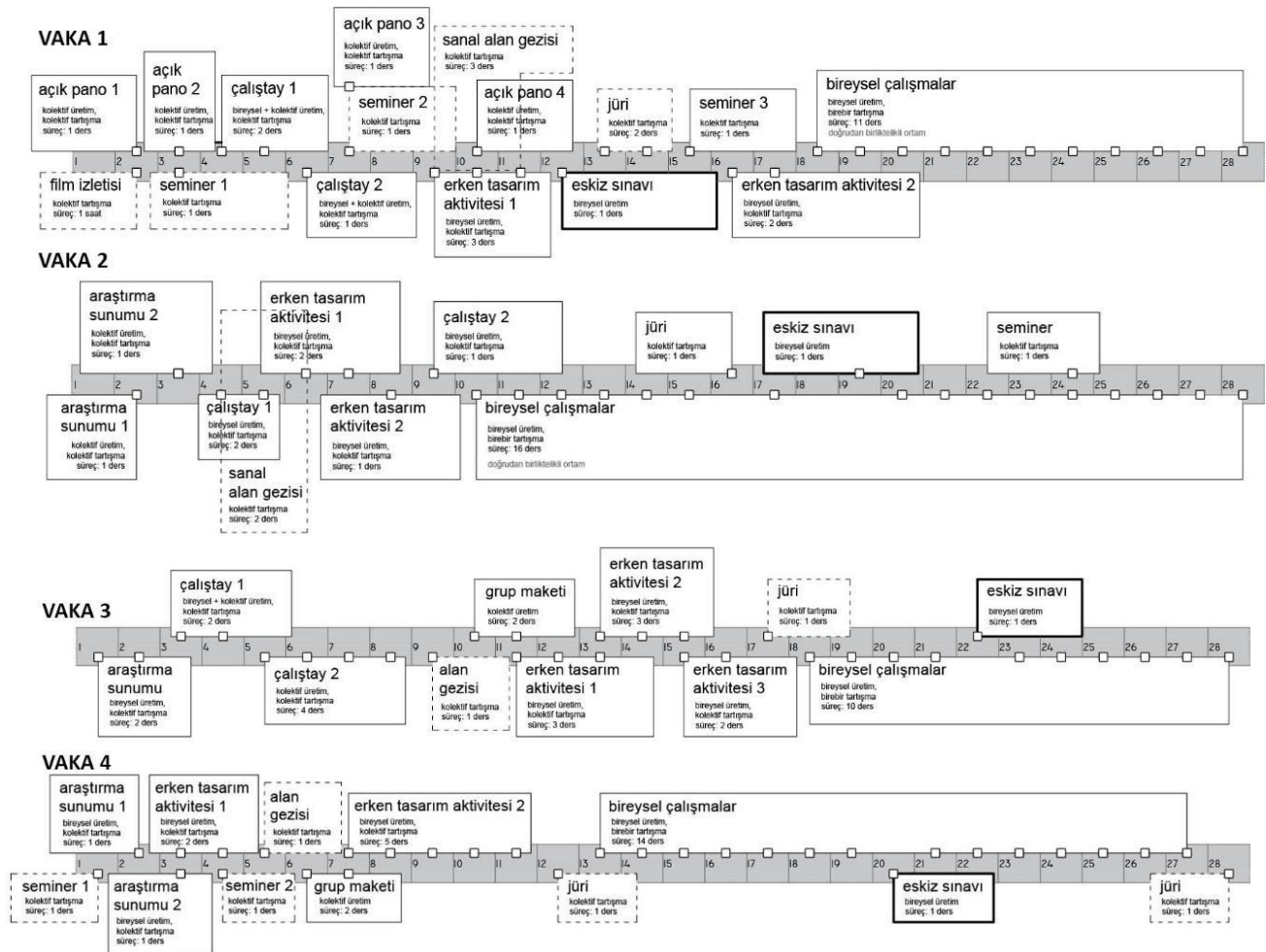
Tablo 1: Örneklerle stüdyonun karmaşık sistem kavramsal perspektifinde değerlendirilmesi (Jacobson, Kapur, ve Reimann, 2016'dan esinlenilerek oluşturulmuştur)(Evaluation of the studio in the conceptual framework of complex systems with examples).

KS kavramsal perspektifi	KS örneği	MTS örneği
Sistemdeki etmenler	Besin arama davranışındaki karıncalar	Stüdyodaki öğrenciler ve yürütücüler
Öz-örgütlenme	Kuşların sürü hareketleri	Grup çalışmalarında öğrencilerin davranışı
Belirme	Kuş sürülerinin "V" formasyonu	Grup maketi yapılması sırasında öğrencilerin kendi arasında yaptığı görev dağılımıyla küçük grupların belirmesi
Stigmerji	Besin arama davranışında karıncaların haberleşmesi	Öğrencilerin diğer öğrencilere verilen kritiklerden dolayı olarak etkilenmesi
Adaptasyon	Biberli güvenin (biston betularia) kanat renginin, endüstri öncesi dönemden post-endüstriyel döneme kadar büyük ölçüde beyazımsı/benekliden esas olarak koyu kahverengiye değişmesi	Öğrencilerin mimarlık eğitiminden tasarlama adaptasyonu kazanması
Geri bildirim döngüleri	Kuşların bir arada ancak birbirine çok yaklaşımadan ve aynı yönde uçmaya çalışması	Öğrencinin projesinin yürütücülerden aldığı sürekli kritiklerle geliştirmesi
Başlangıç durumuna hassas bağlılık	Kelebek etkisi	Öğrencilerin akademik başarısının eğitimin ilk adımları olan ilkökul çağının bile etkiliyor olması

4.1 Vaka Analizi (Case Study)

Bu bölümde yazar tarafından yardımcı yürütücü olarak deneyimlenen dört farklı stüdyonun aktiviteler sürecindeki etkileşimleri ele alınmaktadır. Bu inceleme, gözlem yoluyla elde edilen stüdyo notları, fotoğraflar gibi verilerin yanından öğrencilerin haftalık olarak teslim ettiği stüdyo çıktılarına dayanmaktadır. Tüm stüdyolar ikinci sınıf mimarlık eğitiminin bir parçasıdır. Dört stüdyonun da katılımcıları farklı öğrencilerdir. Stüdyolar, meydana gelen küresel covid-19 salgını nedeniyle farklı ara yüzlerde gerçekleştirilmiştir. Bunlardan ilk ikisi çevrim içi, diğer ikisi de yüz yüzedir. Süreçlerde gerçekleşen aktiviteler **şekil 6'**da sunulmaktadır.

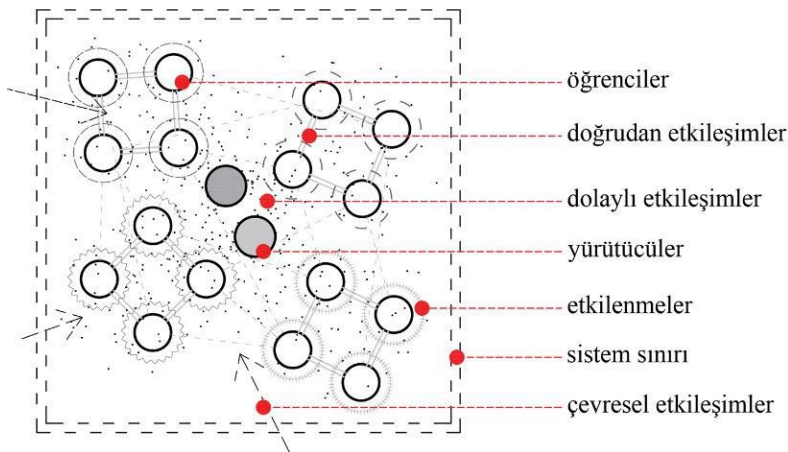
Şekil 6: Stüdyo süreçleri (Studio processes).



Dört stüdyoda da öne çıkan aktiviteler seminer, jüri, çalıştay, eskiz sınavı, gezi ve bireysel çalışma olarak saptanmıştır. Diğer aktiviteler ise açık pano, film izletisi, erken tasarım aktivitesi, araştırma sunumu ve grup maketi olarak belirlenmiştir. Bölümün devamında her bir aktivitede beliren karmaşıklık aşağıdaki sorular yanıtlanarak değerlendirilmektedir.

- Üretim grup olarak mı gerçekleştiriliyor, bireysel olarak mı gerçekleştiriliyor?
- Tartışma grup olarak mı gerçekleştiriliyor, bireysel olarak mı gerçekleştiriliyor?
- Yürütücülerin etkileme düzeyi nedir?
- Öğrenciler arası etkileşim doğrudan mıdır, dolaylı mıdır?
- Dışarıdan katılımcı var mıdır?
- Dışarıdan bilgi akışı var mıdır?
- Tartışma ara yüzü neresidir?
- Üretim ara yüzü neresidir?
- Aktivite periyodu ne kadardır?
- Stüdyo sürecindeki yeri nedir?

Makalede, mimari tasarım stüdyosunu karmaşık sistem perspektifinde incelerken özgün bir diyagram dili oluşturulmuştur. Üretilen bu diyagram dili indirgemeci yaklaşımdan farklı olarak sistemin dinamik yapısını yansıtmayı hedeflemektedir. Diyagramlar temelde etmenlerden, içsel ve çevresel etkileşimlerden ve sistem sınırlarından oluşmaktadır (Şekil 7).

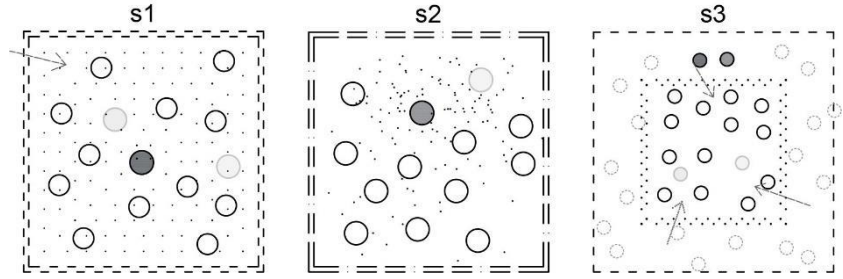


Şekil 7: Diyagramların açıklaması (Explanation of diagrams).

4.1.1 Seminerler (Seminars)

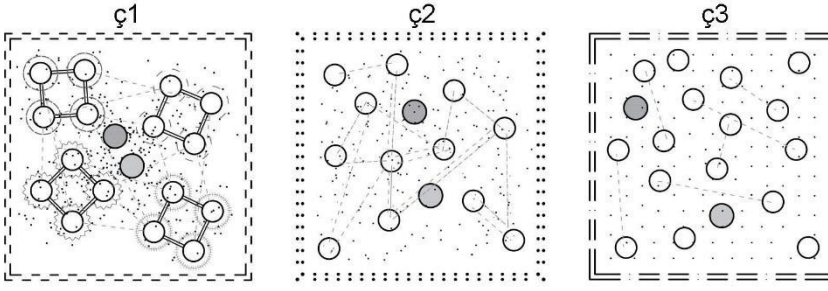
İncelenen stüdyolarda seminerler katılımcıları bakımından üç farklı şekilde gerçekleşmiştir (**Şekil 8**). İlki dışarıdan bir uzman tarafından stüdyo özelinde (s1), ikincisi yürütücülerden biri tarafından stüdyo özelinde (s2), diğeri ise genel bir seminere stüdyonun katılımı (s3) şeklindedir. Seminerler genellikle stüdyo sürecinin başlarında belirli bir konu üzerine uzman bir kişinin stüdyo öğrencilerini bilgilendirmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kısa süreli, bir ders saati içinde gerçekleşirler ve örgütlenmeler bakımından etkisi sürdürülmez. Seminerin sonunda örgütlenme düzeni bozulur.

Şekil 8: Seminerler sırasında gerçekleşen örgütlenme biçimleri (Forms of the organization that take place during seminars).



4.1.2 Çalıştaylar (Workshops)

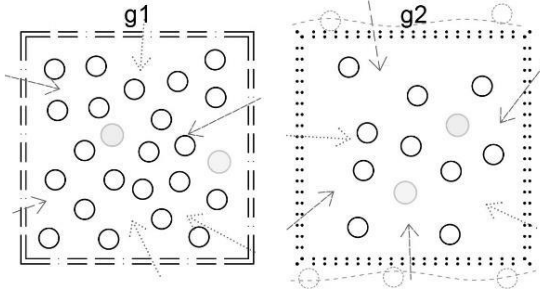
Farklı dönemlere ait çalıştay süreçleri **Şekil 9**'da karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Örneğin (ç1) senaryosunda grup çalışması tanımlandığı için dört kişilik örgütlenmeler belirlemektedir. Grup çalışması içerisinde olan etmenler arası ilişkiler daha güçlü iken, diğer etmenlerle ilişkiler daha zayıf olsa da sürdürülmektedir. Benzer tasarım problemi üzerine çalışan öğrenciler için yürütücüler tarafından verilen kritikler yol gösterici olmakta ve ortamda dağınık bir şekilde var olmaktadır. (ç3) durumu ise bireysel çalışma olarak tanımlanmıştır. Bu çalıştay çevrim içi ortamda gerçekleştiği için öğrenciler arası etkileşimin (ç1) ve (ç2)'e göre daha sınırlı olduğu gözlemlenmiştir. Ders saatleri içerisindeki gözlemlere göre öğrencilerin birbirine daha az kritikte bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çevrimiçi stüdyoda verilen kritikler, ortamda düzenli bir şekilde bulunmaktadır. Çünkü tüm öğrencilerin kritik kaynağına uzaklığı eşit olduğu bir düzen mevcuttur. (ç2) ise yüz yüze ve bireysel çalışma olarak tanımlanan çalıştay göstermektedir. Bu durumda öğrenciler arası doğrudan ve dolaylı etkileşimler var olmakta, stüdyo ortamında kritikler dağınık olarak bulunmaktadır.



Şekil 9: Çalıştaylar sırasında gerçekleşen örgütlenme biçimleri (Forms of the organization that take place during workshops).

4.1.3 Geziler (Field trips)

Teknik geziler sırasında toplanan veriler, sisteme çevreden bilgi akışının gerçekleşmesine yol açar. Ancak uzaktan eğitim sırasında bu aktivitenin yöntemi değişerek yerinde görme ve deneyimleme imkanını çoğu öğrenci için ortadan kaldırmıştır. Bu durum sistemin açıklık durumunu değiştirmiştir ve sisteme dışarıdan bilgi akışını etkilemiştir (**Şekil 10**). Ek olarak (g1) durumunda öğrencilerin çevreyi kişisel duyularıyla algılayıp yorumlanmış bilgi elde etme imkanları kısıtlanmıştır.



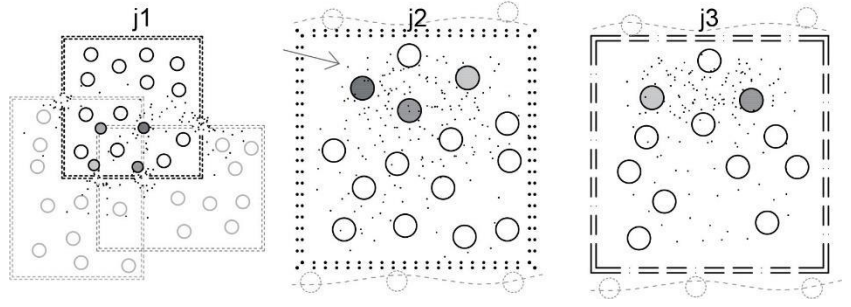
Şekil 10: Geziler sırasında gerçekleşen örgütlenme biçimleri (Forms of the organization that take place during trips).

Çevreden toplanan veriler mikro ölçekte sistem elemanlarını, makro ölçekte ise bir bütün olarak sistemi etkiler. Her bir etmen çevreden sisteme giren bilgilerden bireysel ve farklı şekilde etkilenirler, etmenlerin etkilenmesi makro ölçekteki etkilenmeyi sağlar. Sistem, veri aldıkça bilgi üretir, ürettiği bilgi sayesinde geldiği karmaşıklık düzeyinde yeni çıkarımlar üreterek varlığını devam ettirir.

4.1.4 Jüriler (Juries)

Jüriler sırasında beliren örgütlenmeler, çevrim içi veya yüz yüze gerçekleşme durumuna ve dışarıdan katılımcıya bağlı olmak üzere çeşitlenmektedir (**Şekil 11**). Stüdyonun sınırları jüriler sırasında muğlaklaşır ve çevre ile etkileşim artar. Bu açıklık çevreye adaptasyonu da sağlar.

Şekil 11: Jüriler sırasında gerçekleşen örgütlenme biçimleri (Forms of the organization that take place during juries).



Şekil 11'deki (j1) örneğinde aynı dönemdeki diğer ikinci sınıf stüdyolarıyla birlikte, çevrim içi ortamda gerçekleştirilen bir jüri temsil edilmektedir. Bu örnekte sistem sınırları, komşu sistemlerin sınırlarıyla iç içe girmektedir. Aynı şekilde hem öğrenciler hem de yürütücüler olmak üzere etmenler de birbiriyle doğrudan güçlü bir ilişki içerisine girmektedirler. Stüdyo içi kritikler de birbiri içine geçmiş durumdadır. Yüz yüze ve misafir jüri üyesinin katılımıyla gerçekleşen jüri ise (j2)'de temsil edilmektedir. Sistem sınırı dışarıdan bilgi akışının sağlanabileceği şekilde geçirgen haldedir (Şekil 12). Ayrıca (j2) ve (j3)'te sistem, jüriyi dışarıdan dinlemek ve jüriye tanık olmak isteyen öğrencilere açıktır.

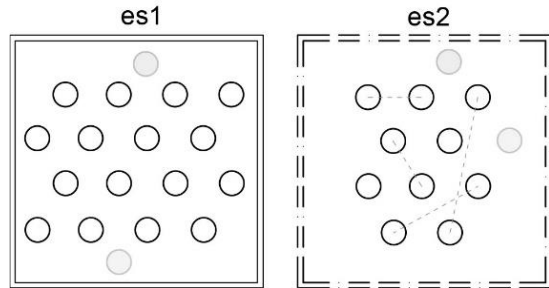
Şekil 12 : Jüri anında stüdyonun çevre ile etkileşimi (Interaction of the studio with the environment during the jury).



4.1.5 Eskiz sınavları (Sketch exams)

Eskiz sınavları, stüdyoda dönem boyunca sistemin en kapalı ve etkileşimlerin en aza indiği aktivite olarak belirtilebilir. Ancak çevrim içi ve yüz yüze gerçekleşen eskiz sınavlarında farklılıklar gözlemlenebilmektedir (Şekil 13).

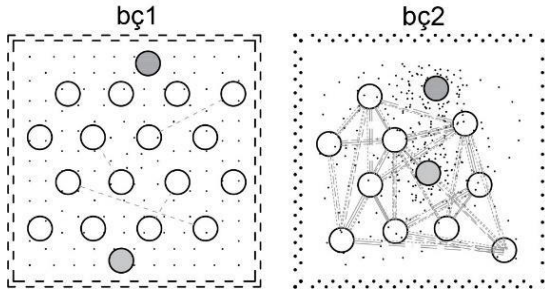
Şekil 13: Eskiz sınavları sırasında gerçekleşen örgütlenme biçimleri (Forms of the organization that take place during sketch exams).



Şekil 13'teki (es1) sanal ortamda gerçekleşen eskiz sınavı için oluşturulmuş bir temsildir, öğrenciler arası bir etkileşim bulunmamaktadır. (es2) ise gerçek ortamda gerçekleştirilen bir sınavdır ve aynı ortamda bulunan öğrenciler kısıtlı da olsa etkileşimde bulunmaktadırlar. Her iki durumda da bir ders saati boyunca öğrenciler bireysel olarak çalışmalarını yürütürler ve yürütücülerin etkisi neredeyse yoktur.

4.1.6 Bireysel çalışmalar (Individual studies)

Stüdyoda bireysel çalışma, dönemin sonlarına yaklaştıkça final projesini geliştirmek üzere çalışan öğrenciyi ifade etmektedir. Öğrencinin üretmesi, yürütücüden geri bildirim alması ve tekrar üretmesi şeklinde döngüsel bir süreçten bahsedilebilir. Bu süreçte öğrencinin yürütücü ile etkileşimi bire bir şeklinde gerçekleşmekle birlikte stüdyo ortamında gerçekleşen diğer kritik alma verme aktiviteleri diğer öğrencileri de dolaylı yoldan etkilemektedir (**Şekil 14**).



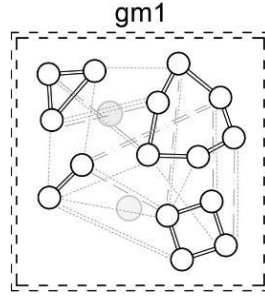
Şekil 14: Bireysel çalışmalar sırasında gerçekleşen örgütlenme biçimleri (Forms of the organization that take place during individual studies).

Bireysel çalışmaların sanal ortamda gerçekleşmesinin süreçteki etkileşimleri başlıca iki açıdan değiştirdiği tespit edilmiştir. İlk olarak öğrencinin, diğer öğrencilerle doğrudan etkileşimi ders sırasında sınırlı kalmıştır. İkinci olarak ise, öğrencinin, diğer öğrencilere “verilen kritiklerle ilişkisi güçlenmiştir.

4.1.7 Grup maketi (Collective model-making)

Grup maketi o döneme konu olacak yerin bütünsel bir maketinin kolektif bir şekilde üretilmesi aktivitesidir. Bu aktivitede öğrenciler kendi içlerinde örgütlenerek bir görev dağılımı gerçekleştirirler. Üretim aşaması kolektif bir şekilde gerçekleşir. Bu aktivitedeki öğrencilerin görev dağılımı yoluyla öz-örgütlenme durumu diğer aktivitelerden farklılaşan bir örgütlenme biçimi doğurmaktadır (**Şekil 15**).

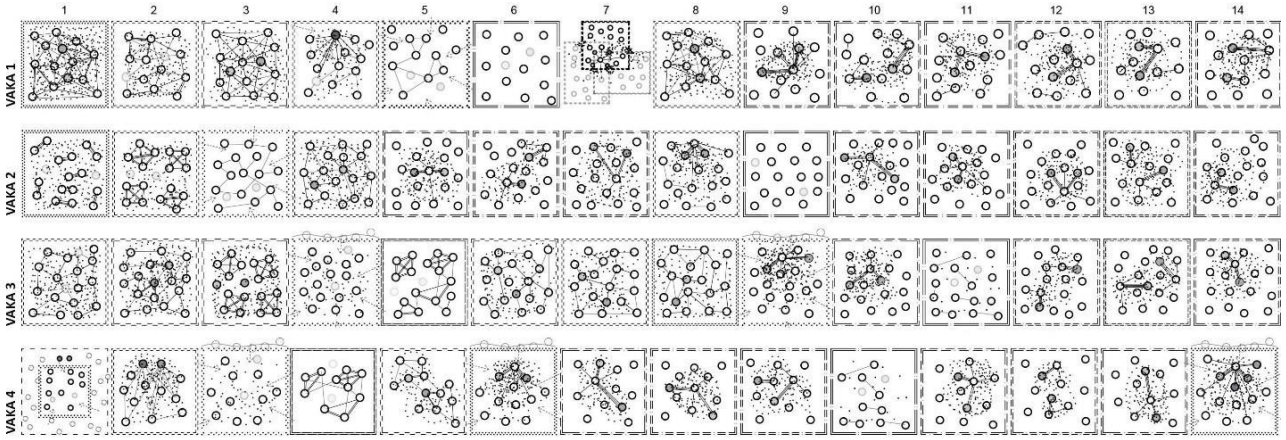
Şekil 15: Grup maketi sırasında gerçekleşen örgütlenme biçimleri (Forms of the organization that take place during collective model-making).



4.2 Değerlendirme (Evaluation)

Tüm aktiviteler holistik olarak ele alındığında karmaşıklığı değerlendirme sorularına paralel cevaplar üreten aktiviteler benzer etkileşim diyagramları ortaya çıkarmaktadır. Örneğin şekil 11'deki j3 durumu hem bir jüri anında hem de bir erken tasarım aktivitesi sırasında gözlemlenmiştir. Aktivitelerin birlikteliğinden meydana gelen stüdyo sürecinde, on dört hafta boyunca farklı örgütlenme şemaları ortaya çıkmaktadır (**Şekil 16**). Bu şemalarda karmaşıklık seviyesi doğrusal bir grafik izlememektedir. Stüdyo zaman zaman daha zengin etkileşimlerin yaşandığı, zaman zaman ise etkileşimlerin azaldığı bir davranış sergilemektedir. Örneğin vaka 1'de ilk dört haftada gerçekleştirilen aktivitelerin yol açtığı sistem içi karmaşıklık daha zengin iken; dönemin son haftalarında karmaşıklığın azaldığını okuyabilmekteyiz. Stüdyonun karmaşıklığını öğrenci perspektifinden değerlendirdiğimizde ise süreci en başarılı olarak tamamlayan öğrencilerin dönem boyunca sınıf arkadaşlarına göre daha zengin etkileşimler kurdukları gözlemlenmiştir.

İncelenen dört farklı stüdyo da karmaşık sistem perspektifinden bağımsız olarak kurgulanmış olsa da süreçte pek çok etkileşim ve örgütlenme meydana gelmiştir. Stüdyoyu tüm bu saptamalar doğrultusunda yeniden ele aldığımızda etkileşim senaryolarını destekleyici unsurlarla birlikte karmaşıklık kapasitesini arttırabiliriz. Böyle bir kurgunun stüdyonun verimliliğini arttıracağı savunulmaktadır. Sonuç olarak "eğer stüdyonun kurgusu aşamasında karmaşık sistem prensibi benimsenmiş olsaydı özellikle dikkat edilmesi gerekenler nelerdir ve hangi ilkeler benimsenebilir?" sorulmuştur. Stüdyoya uyarlanma potansiyeli olan ve stüdyoda bulunan ancak geliştirilmesi gereken davranışlar aşağıda maddeler halinde sunulmaktadır. Bununla birlikte bu uyarlamanın mümkün olması için stüdyo yürütücülerine tavsiyelerde bulunmaktadır.



Şekil 16: Stüdyolardaki haftalık örgütlenme biçimleri (weekly forms of organization in the studios).

- Belirme ve öz-örgütlenme: Karmaşık sistemlerin öz-örgütlenme özelliği verimliliği sağlayan en önemli davranışlarındandır. Stüdyodaki örgütlenme ise çoğunlukla yürütücünün etkilemesiyle olduğu için kendi kendine gerçekleştiği söylenemez. Ancak yürütücünün etki düzeyi aktiviteden aktiviteye değişmekte, öz-örgütlenme modeline zaman zaman yaklaşılmaktadır. Örneğin vaka analizinde ortaya çıkmıştır ki araştırma sunumu gibi yürütücünün etki düzeyinin az olduğu aktivitelerde öz-örgütlenme seviyesine yaklaşılmaktadır. Karmaşık bir sistem olarak ele alınan karınca sürüleri yem bulma verimliliklerini sistem içi kendilerine özgü iletişim yöntemleriyle arttırmaktadır. Stigmerji olarak adlandırılan bu durum, stüdyodaki kritiklere benzetilebilir. Her bir öğrencinin bireysel olarak stüdyodan daha fazla verim alması, tasarım yolunu bulması, stüdyo içi kritiklerden yararlanmasıyla daha verimli hale getirilebilir.
- Geri bildirim döngüleri: Bu durumu yaratabilmek için öğrencilerin birbirine kritik vermesi teşvik edilmelidir. Bu etkileşim yalnızca yürütücü ve öğrenci arasında kalmamalıdır. Ayrıca yürütücü, öğrencileri çevresinden gelecek geri bildirimlere açık olması için hazırlamalıdır.
- Açık sistem: Çevresiyle iletişim halinde olma durumu ve kurallara bağlı hareket etmeme açık bir sistemin özellikleridir (Morrison, 2008). Mimarlığın doğası gereği çevreden veri alma ve ona uyum sağlama stüdyonun önemli bir parçasıdır. Stüdyo her zaman sınırsız ve tamamen açık olamaz ancak yürütücüler

misafir konuşmacı, jüri üyesi gibi farklı verilerin sisteme girmesini sağlayabilirler. Bunun yanında mekânsal olarak stüdyo ortamının, diğer öğrencilerin ve yürütücülerin dahil olabileceği açık plan özelliğine sahip olması çevresel etkileşimleri güçlendirecektir. Açık alan, farklı gruplar arasındaki iletişimi teşvik eder, bu da öğrenciler arası beklenmedik etkileşimler ve düşünce alışverişini beraberinde getirir (Şenel, Türkkân ve Kürtüncü, 2013).

- Paralellik ve eş zamanlılık: Karmaşık bir sistemde etmenler aynı anda etkileşerek çok sayıda eşzamanlı sinyal üretir (Holland, 2006). Bu durum stüdyoda birbirini takip eden aktiviteler yerine eş zamanlı olarak aktiviteler gerçekleştirilmesiyle yaratılabilir.
- Başlangıç durumuna hassas bağlılık: Karmaşık süreçlerin altında yatan denklemlerin doğrusal olmayan doğası gereği başlangıç koşullarına hassas bağlılık söz konusudur. Geri bildirim yinelenmesi ile önceki hesaplamalardan elde edilen değerlerde zamanla çarpıcı farklılıklar meydana gelir. “Sıfır noktasında sistemin durumunda meydana gelen çok küçük bir değişiklik kendisinden sonra gelen ve zamanla üstel biçimde büyüyen bir değişikliğe yol açar” (Ruelle, 2014). Mimarlık öğrencilerinin de yalnızca bir dönemlik stüdyo deneyiminin öğrencinin tüm eğitim hayatından ayrı düşünmek mümkün değildir. Öğrencinin stüdyodan alabileceği verim başlangıç durumuna hassas bir şekilde bağlıdır. Her öğrenci kendi kişisel geçmişine göre değerlendirilmelidir.
- Bağlantılılık: Bağlantılılık bilginin bir komuta ve kontrol merkezinde bulunmadığı dağıtılmış bir bilgi sistemi gerektirir; bilgi sistem içinde paylaşılır, dağıtılır ve dolaştırılır (Morrison, 2008). İletişim ve iş birliği karmaşıklık teorisinin temel unsurlarıdır (Cilliers’dan aktaran Morrison, 2008). Stüdyoda öğrenciler, diğer stüdyolarla, fakültedeki diğer bölümlerle ve üniversiteyle bağlantılıdır. Stüdyonun temel amacı olan tasarlamak ise çevresel, ekonomik, politik, sosyal, fiziksel pek çok koşulla bağlantılılık içerisindedir. Stüdyo kurgularken tüm çevresel koşullar ve tetikleyiciler değerlendirilmelidir.

- Kolektif adaptasyon: Kolektif adaptasyon sistemin direncini arttıran bir özelliktir. Bir sistemin kolektif adaptasyona sahip olabilmesi için karmaşıklık bilimi teoristleri John Miller ve Scott Page sekiz kriterin doğru şekilde ele alınması gerektiğini belirmişlerdir: bakış, niyet, diyalog, eylem, geçim, çaba, farkındalık ve konsantrasyon (Miller & Page, 2007).
- Sistemin bir bütün olarak hareket etmesi: Karmaşık bir sistemde sistemin kendisi parçalarının toplamından fazladır. Sistem içi dinamik ve tüm etmenlerin farklı etkilenme düzeyleri oluşturmasıyla birlikte sistem bütün olarak farklı bir noktaya gelir. Böylece sistemin karmaşıklık düzeyi artar. Stüdyonun bir bütün olarak hareket etmesini sağlamak için öğrencilerin kolektif çalışması teşvik edilebilir. Stüdyo sürecine grup çalışmasının tanımlandığı aktiviteler eklenmelidir. Holland (1996) bir sistemin bütün olarak hareket edebilmesi için sahip olması gereken özellikleri açıklamıştır:
 - Birleştirme: Bireysel etmenlerin birbirine bağlı kalmak için bir yola ihtiyacı vardır.
 - Birleştirme: Bireysel etmenlerin birbirine bağlı kalmak için bir yola ihtiyacı vardır.
 - Aşinalık: Etmenlerin diğer etmenlere cevap verebilmesi için onları tanımaları gerekmektedir.
 - Çeşitlilik: Etmenler arasında çeşitlilik olmalıdır.
- Sinyalizasyon ve bilgi işleme: Karmaşık sistemler kendi iç ve dış bağlantılarından sinyal ve bilgi alır ve işlerler (Mitchell, 2009). Sistem, sinyal gönderip alarak etkileşime giren çok sayıda araçtan oluşur (Holland, 2006). Bilginin yayılması sistem içi ağların, bağlantıların karmaşıklığıyla ilgilidir. Stüdyoda da etkileşim ağlarının yoğunlaşması sistem içi bilgi akışını güçlendirerek stüdyodaki her öğrencinin bilgiden daha fazla yararlanmasını sağlayacaktır.
- Modülerlik: Bir etmende, kural grupları genellikle “alt rutinler” olarak hareket etmek için birleşir. Örneğin bir etmen mevcut duruma bir dizi kuralı uygulayarak tepki verebilir. Bu “alt rutinler” yapı taşları gibi davranarak, çeşitli kombinasyonlarda birleşerek farklı durumlarla başa çıkabilirler. Örneğin biyolojik

hücrelerde krebs döngüsü, bir döngü oluşturmak üzere etkileşime giren sekiz proteinden oluşur. Krebs döngüsü, bakterilerden fillere kadar tüm aerobik organizmaların temel bir bileşenidir (Holland, 2006). Stüdyo kurgusunun sistematikleştirilmesi bu adımlardan biri olabilir. Sistematikleştirmenin formülü modüler bir kurgu oluşturmak olabilir.

Doğrusal olmayan, hiyerarşinin ön planda olmadığı, çok sesli bir süreç olan stüdyoya tüm bu özelliklerin kazandırılmasıyla verimliliğinin artacağı savunulmaktadır. Verimliliğin yanında karmaşık sistem özelliklerinin stüdyoya aktarılması dirençlilik, dayanıklılık, esneklik gibi olumlu özellikleri de beraberinde getirecektir. Ayrıca karmaşık sistem olarak kurgulanmış bir stüdyo sürecinin sonunda öğrencilerin adaptasyon becerisi geliştirmesini bekleyebiliriz. Karmaşık bir sistemde etmenlerin adapte olmak için geçirdiği değişiklikler rastgele değil, genellikle performansı arttırmaya yöneliktir (Holland, 2006).

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışma, mimari tasarım stüdyosunu karmaşık bir sistem olarak ele almanın mümkün olduğunu kanıtlamaya çalışmaktadır. Makale, özgün bir yaklaşım olarak stüdyoyu karmaşık bir sistem perspektifinden incelemektedir. Literatürde bu yaklaşımda bir çalışma bulunmamaktadır. Karmaşıklık özelliği gösteren sistemlerle, stüdyodaki davranışlar arasında benzerlik yakalamak mümkündür. Makale kapsamında bu ortaklık karmaşık bir sistemdeki ile mimari tasarım stüdyosundaki etkileşim ve örgütlenme senaryolarını karşılaştırarak kurulmaktadır. Bu senaryolar mimari tasarım stüdyosunun aktiviteleri üzerinden çeşitli diyagramlarla görselleştirilerek incelemektedir.

Çalışma, karmaşık sistemlerin verimli çalışma prensiplerini stüdyoya aktarmanın yollarını aramaktadır. Karmaşıklık biliminin bulguları insanların, organizasyonların ve toplulukların daha doğal, verimli ve yenilikçi yönetimi için kullanılabilir (Fort, 2011). Bu araştırmanın sonucunda stüdyo yaklaşımını iyileştirmek adına karmaşık sistemlerin hangi davranışlarından model alınabileceği sorulmuştur. Etkileşim üzerinden bir stüdyo kurgulamak yeni bir öneri olmamakla birlikte bunun farkında olarak, stüdyonun barındırdığı tüm etkileşim öğelerinin bu bilinçle aktifleştirilmesi önemlidir (Dinç Kalaycı, 2016). Stüdyo

müfredatını planlarken sistemdeki etkileşimlerden yola çıkarak bir aktivite dizisi oluşturmak faydalı olabilir.

Karmaşık sistemlerin verimli çalışması sistem içi etkileşimlerin zenginliğinin bir sonucudur. Mimari tasarım stüdyosunda da etkileşimleri kuvvetlendirecek ve çeşitlendirecek stratejiler izlemenin stüdyo verimliliği arttırmak için olumlu etkileri olacağı öngörülmektedir. Böyle bir strateji için karmaşık sistemlerin davranışlarına bakmak ve bunları stüdyoya uyarlamak bir yöntem olabilir. “Karmaşık sistemlerde olumlu sonuçlar doğuran ve stüdyoda olmayan hangi özellikler vardır?”, “Bu özelliklerin verimliliğe etkisi, aktifliğe etkisi, diğer negatif ve pozitif etkiler nelerdir?”, “Stüdyonun değiştirilebilir özellikleri nelerdir?” gibi sorular bu kapsamda sorulmuştur. Karmaşık sistem davranışları, stüdyonun özellikleri kapsamında değerlendirilerek sunulmuştur. Ayrıca bu davranışların geliştirilebilmesi için stüdyo yöneticilerine önerilerde bulunulmuştur.

Referanslar (References)

- Abdelaziz, D. (2021). The dilemmas of complexity in design studios and the teachers' role. *Journal of Design Studio*, 3(1), 37–49. <https://doi.org/10.46474/jds.904192>
- Batty, M. (2012). *Building a science of cities*. *Cities*, 29, 9-16. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2011.11.008>
- Bourenin, A., McSpedon, M., Mooney, C., Sudbrink, T., & Haines, Y. Y. (2018). University of Virginia as a complex system of systems. *2018 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*. <https://doi.org/10.1109/SIEDS.2018.8374754>
- Diaz Moore, K. (2001). The scientist, the social activist, the practitioner and the cleric: Pedagogical exploration towards a pedagogy of practice. *Journal of Architectural and Planning Research*, 18(1), 59–79.
- Dinç Kalaycı, P. (2016). *Etkileşimden bütünleşmeye*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Eidelson, R. J. (1997). Complex adaptive systems in the behavioral and social sciences. *Review of General Psychology*, 1(1), 42–71. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.1.1.42>
- Emam, M., Taha, D., & ElSayad, Z. (2019). Collaborative pedagogy in architectural design studio: A case study in applying collaborative design. *Alexandria Engineering Journal*, 58(1), 163–170. <https://doi.org/10.1016/J.AEJ.2018.03.005>
- Fisher, L. (2009). *The perfect swarm: The science of complexity in everyday life*.

Basic Books.

Fort, H. (2011). Simple rules for complex collective behavior. *The American Journal of Psychology*, 124(2), 243–247.

<https://doi.org/10.5406/amerjpsyc.124.2.0243>

Gattie, D. K., Kellam, N. N., Schramski, J. R. & Walther, J. (2011). Engineering education as a complex system. *European Journal of Engineering Education*, 36(6), 521–535.

<https://doi.org/10.1080/03043797.2011.622038>

Goldschmidt, G., Hochman, H., & Dafni, I. (2010). The design studio “crit”: Teacher–student communication. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 24(3), 285–302.

<https://doi.org/10.1017/S089006041000020X>

Goldstein, J. (2010). Emergence as a construct: History and issues. *Institute for the Study of Coherence and Emergence*, 1(1), 49–72.

https://doi.org/10.1207/S15327000EM0101_4

Gökmen, H., Süer, D. (2003). *Mimarlık eğitiminde tasarım stüdyolarına farklı yaklaşımlar*. Mimarlar Odası İzmir Şubesi Yayınları.

Hadeli, K., Valckenaers, P., Zamfirescu, C., Van Brussel, H., Germain, B. S., Hoelvoet, T., & Steegmans, E. (2004). Self-organising in multi-agent coordination and control using stigmergy. *Engineering Self-Organising Systems*, 105–123.

https://doi.org/10.1007/978-3-540-24701-2_8

Holland, J. H. (2006). Studying complex adaptive systems. *Journal Of Systems Science And Complexity*, 19(1), 1–8.

Holland, J. H. (1995). *Hidden order: How adaptation builds complexity*. Addison-Wesley Publishing Company.

Jacobson, M. J., Kapur, M. & Reimann, P. (2016). Conceptualizing debates in learning and educational research: Toward a complex systems conceptual framework of learning. *Educational Psychologist*, 51(2), 210–218.

<https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1166963>

Jacobson, M. J., Levin, J. A. & Kapur, M. (2019). Education as a complex system: Conceptual and methodological implications. *Educational Researcher*, 48(2), 112–119.

<https://doi.org/10.3102/0013189X19826958>

Jacobson, M. J. & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11–34.

https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_4

Klüver, J., Klüver, C. (2011). *Social understanding: On hermeneutics, geometrical models and artificial intelligence*. Springer Science & Business Media.

- Kuhn, L. (2008). Complexity and educational research: A critical reflection. *Educational Philosophy and Theory*, 40(1), 177–189. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2007.00398.x>
- Miller, J. H. & Page, S. E. (2007). *Complex adaptive systems: An introduction to computational models of social life*. Princeton: Princeton University Press.
- Mitchell, M. (2009). *Complexity: A guided tour*. Oxford University Press.
- Morrison, K. (2008). Educational philosophy and the challenge of complexity theory. *Educational Philosophy and Theory*, 40(1), 19–34. <https://doi.org/10.1111/J.1469-5812.2007.00394.X>
- Oh, Y., Ishizaki, S., Gross, M. D. & Yi-Luen Do, E. (2013). A theoretical framework of design critiquing in architecture studios. *Design Studies*, 34(3), 302–325. <https://doi.org/10.1016/J.DESTUD.2012.08.004>
- Ochsner, J. K. (2013). Behind the mask: A psychoanalytic perspective on interaction in the design studio. *Journal of Architectural Education*, 53(4), 194–206. <https://doi.org/10.1162/104648800564608>
- Paker Kahvecioğlu, N. (2007). Architectural design studio organization and creativity. *ITU A/Z*, 4(2), 6–26.
- Ruelle, D. (2014). *Raslantı ve kaos* (D. Yurtören, Çev.). Say Yayınları.
- Sawyer, R. K. (2005). Emergence, complexity and social science. *Social emergence: societies as complex systems*, 1–9.
- Şenel, A., Türkkın, S., & Kürtüncü, B. (2013). Studio as a critical performance. *MIMED Forum IV: Flexibility in Architectural Education*, 177–195.
- Uluoğlu, B. (2000). Design knowledge communicated in studio critiques. *Design Studies*, 21(1), 33–58. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(99\)00002-2](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(99)00002-2)
- Wang, T. (2010). A new paradigm for design studio education. *International Journal of Art and Design Education*, 29(2), 173–183. <https://doi.org/10.1111/j.1476-8070.2010.01647.x>
- Webster, H. (2006). Power, freedom and resistance: Excavating the design jury. *International Journal of Art and Design Education*, 25(3), 286–296. <https://doi.org/10.1111/J.1476-8070.2006.00495.X>

Collective Intelligence Model for Design Studio

Muhammet Ali Heyik¹, Meral Erdoğan²

ORCID NO: 0000-0002-7008-2721¹, 0000-0003-1537-9351²

^{1,2} Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Istanbul, Turkey

While current literature has addressed significant potential of collective intelligence (CI) for collaboration, social learning, decision-making, prediction, knowledge sharing, and distributed problem-solving, there is a lack of research on how effective CI models can be generated for diverse and complex tasks within different contexts of design studios. The pandemic period, in which the institutional infrastructure, educators, and students in architectural education underwent a rapid adaptation, has brought the patterns of the recent past which seem impossible back up for discussion. This research aims to develop a CI model and improve the design process against the main difficulties, especially, in the online and hybrid learning ecosystem. To explore and illustrate how interactions take place in diverse studio contexts, three modules have been created through the consecutive design phases. This study was conducted to understand the significant differentiations and effects according to key factors and attributes that are intrinsically connected with methodological reflections and to explore the role of the CI model on strengthening architectural education. The methodology is comprised of the development and integration of modules, elaborating factors for design studios, and measuring their effects through six experimental studies with the participation of students. Here, cartography-based platforms provide collaboration in module 1 (field study), the interaction among groups in module 2 (design proposals), and consensus in module 3 (user participation). The study integrated and tested CI modules and cartography-based platforms in different contexts (online & hybrid education, urban & rural context, synchronous & asynchronous tools, etc.) to tease out different aspects of their adaptability. The research results based on the process, outputs, and participant experiences reveal the significant effects of the CI modules. Each module has the potential to turn crisis conditions into opportunities, especially during the pandemic period, but also has limitations. On the other hand, the identified limitations such as individualism among students, digital competency, or usability of platforms' interfaces can be eliminated through ongoing experimental applications. But first of all, like the pandemic period, actual demands from practice will be decisive. To employ holistically from the CI model in the design studio, the experimental practices must be repeated in different contexts through the key factors (group size, task diversity, the usability of tools, pedagogical perspectives, etc.) related to productive, interactive, and systematic design process. The paper contributes a practical model of CI in design education.

Research Article

Received: 01.07.2022

Accepted: 08.09.2022

Corresponding Author:

aheyik@yildiz.edu.tr

Heyik, M. A. & Erdoğan, M. (2022). Collective intelligence model for design studio. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 27-58. <https://doi.org/10.53710/jcode.1138820>

Keywords: Collective Intelligence, Design Education, Cartography, Public Space.

Tasarım Stüdyosu için Kolektif Zekâ Modeli

Muhammet Ali Heyik¹, Meral Erdoğan²

ORCID NO: 0000-0002-7008-2721¹, 0000-0003-1537-9351²

^{1,2} Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

Mimarlık eğitiminde kurumsal altyapının, eğitimcilerin ve öğrencilerin hızlı bir adaptasyon geçirdiği pandemi dönemi yakın geçmişin imkânsız görülen kalıplarını sorgulamaya açmaktadır. Araştırma kapsamında çevrimiçi ve hibrit öğrenme ekosistemi içerisinde tespit edilen temel güçlüklerle karşı kolektif zekâ (KZ) modelinin geliştirilmesi ve tasarım sürecinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Tasarım sürecinde KZ iş birliği, sosyal öğrenme ve problem çözme olmak üzere önemli potansiyellere sahiptir. Bu doğrultuda çeşitli aktörleri içeren üç temel stüdyo modülü geliştirilmiştir. Her bir modül iş birliği, grup etkileşimi ve uzlaşıya yönelik KZ olanaklarının stüdyo ortamına entegrasyonunu ve etkilerinin ölçülmesini hedeflemektedir. Geliştirilen kartografya tabanlı platformlar tespit modülünde (M1) iş birliğini, öneri modülünde (M2) gruplar arası etkileşimi, uzlaşma modülünde (M3) ise kullanıcı katılımını esas almaktadır. Uygulama sonrası modüllerin etkileri bu işlemlere bağlı çeşitlenen faktör ve ifadeler üzerinden ölçümlenmektedir. Araştırma sonuçları modüller olarak ve modüllerin KZ modelini oluşturma potansiyelleri ve sınırlılıkları ile tartışılmaktadır. Süreç, çıktı ve katılımcı deneyimlerinden elde edilen bulgular, sade ve uygulaması oldukça pratik biçimde kurgulanan KZ modüllerinin özellikle pandemi dönemi kriz şartlarını fırsata çevirme potansiyelini ortaya koymaktadır. Modüllerin farklı bağlamlarda test edilmiş olmaları uyarlanabilirlikleri ve sınırlılıklarının belirlenebilmesi için önemlidir. Burada ölçümlenen üç modüle ilişkin faktörler KZ modelinin stüdyo sürecinde bütüncül biçimde kullanılabilmesini göstermektedir. Diğer taraftan karşılaşılan sınırlılıklar deneysel uygulamalarla tespit edilerek geliştirilebilir niteliktedir. Araştırma kendi bağlamında test ettiği özgün stratejilere sahip modülleri ile devam eden uygulama süreci için gelişime açık bir niteliğe sahiptir.

Araştırma Makalesi

Teslim Tarihi: 01.07.2022

Kabul Tarihi: 08.09.2022

Sorumlu Yazar:

aheyik@yildiz.edu.tr

Heyik, M. A. & Erdoğan, M. (2022). Tasarım stüdyosu için kolektif zekâ modeli. JCoDe: Journal of Computational Design, 3(2), 27-58. <https://doi.org/10.53710/jcode.1138820>

Anahtar Kelimeler: Kolektif Zekâ, Tasarım Eğitimi, Kartografya, Kamusal Mekân.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Akıl (logos) ve Descartes'in Kartezyen felsefesi ile ortaya çıkan zekâ kavramları Türkçe'de sıklıkla aynı anlamda kullanılmaktadır. Legg ve Hutter derledikleri 70 tanım üzerinden zekâ için "eyleyenin çok çeşitli ortamlarda hedeflere ulaşma yeteneğinin ölçüsü" tanımını getirmektedir (Legg & Hutter, 2007). Atlee kolektif (ortak, örgütsel) zekâ kavramını "herkesin yararına herkesin katkılarını bütünleştiren, grup etkileşimi sürecinde ortaya çıkan, paylaşılan bir içgörü" olarak tanımlamaktadır (Atlee, 2003). Güncel bir literatür taramasında Kolektif Zekâ (CI) platformlarının öğrenme, bilgi paylaşımı, problem çözme, ortak karar verme ve tahmin yürütme fonksiyonları için önemli bir araç haline geldiği vurgulanmaktadır (Suran vd., 2020). Çevrimiçi eğitim teknolojilerinde KZ kullanımını inceleyen diğer bir literatür taramasında ise iş birliği, sosyal öğrenme ve problem çözme üzerindeki potansiyelleri öne çıkmaktadır (Tenório vd., 2021). Her iki çalışmada da aktörler arası iletişim, etkileşim, rekabet ve iş birliği ile kurulan ilişki önemlidir. MIT Kolektif Zekâ Merkezinin KZ genomu oluşturmayı hedeflediği çalışmada Webcanvas, Threadless, Top Coder dahil yaklaşık 250 web tabanlı uygulama yer almaktadır. Kalabalığın bilgeliği (Surowiecki, 2005), sosyal hesaplama (Levy, 2010) ve sosyal yaratıcılık bağlamında tartışılan (Fischer vd., 2005) KZ uygulamaları yapay zekâ ve kitle kaynak kullanımı ile sıkı bir ilişki içerisindedir. Özellikle bilişim destekli nicel ölçüm ve optimizasyon potansiyelleri burada dikkat çekmektedir (Chau Yu vd., 2018). Malone "Superminds" çalışmasında konuyu insan-bilgisayar etkileşimi içerisinde detaylı biçimde ele almaktadır. Ayrıca ACM Kolektif Zekâ Konferans serisi (2012-2021), CSCW Bilişim Destekli İşbirlikli Çalışma Konferans serisi (1986-2021), MIT Kolektif Zekâ Merkezi çalışmaları (Malone & Bernstein, 2015), GovLab tarafından geliştirilen kolektif zekâ raporu (Ryan vd., 2020), Nesta Kolektif Zekâ Tasarım Merkezi tarafından geliştirilen teknoloji ve yapay zekâ destekli yöntemler (Peach vd., 2019) konuya ilişkin zengin bir literatür sağlamaktadır. Kentsel (Markopoulo, 2018), endüstriyel (Dorta vd., 2011), iç mimari (Cho & Cho, 2014) ve mimari tasarım (Dortheimer, 2022) uygulamaları içerisinde KZ araştırmaları yer almasına rağmen tasarım düşüncesi ve eğitimi bağlamında az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Araştırma kapsamında kolektif zekâ (KZ) yaklaşımının tasarım sürecindeki mevcut kullanımı, uygulanabilirliği ve etkileri incelenmektedir.

Tasarım stüdyoları birçok çalışmada mimarlık eğitiminin merkezinde (core, cornerstone, key) konumlandırılmaktadır (Salama, 1995; Goldschmidt vd., 2010; Masdéu & Fuses, 2017). Burada sanat ve bilim ekseninde sosyal olgusu, örtük ve ikinci seviye bilgiler içermesi, zihinsel süreçle ilişkili olarak doğrusal olmayan tasarım süreci çok katmanlı bir bilgi alanı sunmaktadır. Çeşitli senaryolar bağlamında ortam (yüz yüze ya da çevrimiçi), kullanılan araçlar (analog & dijital), tasarım yaklaşımları (konsept & araştırma odaklı) ve biçimi (bireysel & kolektif) bu süreci farklılaştırmaktadır. Bu bağlamda “çok sayıda aktörün karmaşık bir ilişki ağı içerisinde yer aldığı ve sürekli olarak yeniden kurgulandığı bu sistemde KZ stratejilerinden nasıl yararlanılabileceği” sorusu öne çıkmaktadır. Hight ve Perry tasarımda kolektif zekâyı, disiplinler arası bir yaklaşımla ayırık tasarım uygulamalarının ve disiplinlerinin yeniden yapılandırılması ve iletişimsel tekno-sosyal ağlara dönüştürme potansiyeli üzerinden tanımlamaktadır (Hight & Perry, 2006). Briscoe ve Hadilou ise tasarımda kolektif zekâyı, kitle kaynak veri üzerinden sosyal etkileşimin analitik bir simülasyon aracı olarak kullanmaktadır (Briscoe & Hadilou, 2013). Dolayısıyla KZ tasarım sürecine farklı biçimlerde dahil edilebilmektedir. Araştırmada ele alındığı şekliyle KZ entegrasyonunda belirleyici unsurlardan ilki teknoloji faktörüdür. Stüdyo ortamında sosyo-coğrafi bilgi ve iletişim teknolojilerinden sınırlılıkları ortadan kaldıran ve verimi artıran bir araç olarak yararlanılmaktadır.

Sheffield Mimarlık Okulu'nun 1999'dan günümüze 150 projeye sürdürdüğü “Live Project” ve Auburn Üniversitesi'nin 1994'ten günümüze 118 proje ile sürdürdüğü “Rural Studio” modelleri kolektif üretim bağlamında konvansiyonel örneklerdir. Fakat mimarlıkta değişen yapma biçimleri, hızla değişen piyasa dinamikleri, artan küresel krizler, sosyal ağların ve bilişim teknolojilerinin eğitim dahil genişleyen etki alanları KZ yaklaşımının (yeniden) sorgulanmasını gerektirmektedir. Tasarımda ilk uzaktan eğitim kurslarının (Open University) gelişiminde rol alan Nigel Cross'un 1960'lardan günümüze uzanan tasarım yöntemleri ve tasarımın bilimselleştirilmesi üzerindeki tartışmaları, araştırmanın kuramsal çerçevesi için önem taşımaktadır (Cross, 2007). Güncel çalışmalarda web tabanlı kitlesel çevrimiçi kurslar (Edx, AVOCAAD ve Coursera gibi) (Schnabel vd., 2021), coğrafi bilgi sistemi (CBS) tabanlı platformlar (Pak & Verbeke, 2013), sanal gerçeklik (Kathryn & Ning, 2011) ve artırılmış gerçeklik (Seichter & Schnabel, 2005) tabanlı sanal tasarım stüdyoları kapsamında etkileşimi ve iş birliğini artırmaya yönelik çeşitli temsil ortamları yaratılmaktadır.

İncelenen örneklerde disiplinler, üniversiteler, kitlesel sayıda öğrenciler, kullanıcılar, sektörler ve uzmanlar stüdyo hedefleri doğrultusunda kurgulanan bu ortamlarda bir araya gelmektedir. Bu doğrultuda üretilen platformlar bütünsel ya da modüler biçimde tasarım stüdyolarına entegre edilmektedir. Delft Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde kitlesel çevrimiçi stüdyo ortamında kullanılan Sketchdrive (Ouwerkerk, 2018), KU Leuven Üniversitesi'nde Design Studio 2.0 kapsamında geliştirilen Sosyal Coğrafi Web Platformu (GEO-VEM) (Pak & Verbeke, 2013); Genesis Lab tarafından üretken tasarım aracı EquiCity (Nourian & Azadi, 2021), Berkeley Üniversitesi Mimarlık ve Montréal Üniversitesi Endüstriyel Tasarım ortaklığında test edilen Hybrid Ideation Space (HIS) (Dorta vd., 2011) bunlardan birkaçıdır. Bu örneklerde üretilen strateji ve araçların stüdyo performansına etkileri belirli faktörler üzerinden ölçümlenmektedir. Bunlar arasında KZ ile ilişkili iletişim, temsil ve motivasyon (Maher vd., 2011); rehberlik ve öz örgütlenme (Paulini vd., 2011); kolektif sosyal zekayla ilişkili olarak (öğrenciler arası) etkileşim, iş birliği ve sosyal katılım (Schnabel & Ham, 2012); yetkilendirme ve açık erişim faktörleri öne çıkmaktadır. Sosyal yapılandırıcılık kuramına dayanarak duyarlı ve dayanıklı bir mimarlık eğitiminin potansiyel katkılarını çözümlen 6 pedagojik küme içerisinde; empati, aktivizm, kapsayıcılık, işbirlikçilik, değişim, dijital öğrenme ve öğretme faktörleri yer almaktadır (Morkel vd., 2021). Araştırmada KZ ve tasarım eğitimi arasındaki ilişki iş birliği, grup etkileşimi ve uzlaşmaya yönelik destekleyici, uygulanabilir ve farklı bağlamlara uyarlanabilir stratejilerin geliştirilmesi üzerine kuruludur.

İşbirlikçi tasarım kapsamında Achten ve Beetz çoğu teknoloji-güdümlü 300'ün üzerinde çalışmayı incelemektedir. Araştırma sonucunda öne çıkan problem incelenen çalışmaların uygulanabilirlikleri veya pratikten gelen gerçek taleplerin göz ardı edilmesidir (Achten & Beetz, 2009). Dolayısıyla KZ yaklaşımının potansiyellerini ve olası katkılarının yanısıra mevcut sistemde kullanımının yaygınlaşmama nedenlerinin tespit edilmesi önemlidir. En basit ifade ile stüdyo ortamında öğrenciler arasında yürütücünün dikkatini çekmeye olan ilgi, rekabet ve güven eksikliği bireyselliği öne çıkarmaktadır (Masdéu & Fuses, 2017). Diğer taraftan pandemi ortamı KZ için pratikteki ihtiyaca dayalı gerçek bir uygulama alanı yaratmaktadır. Pandemi krizi, beraberindeki kısıtlama ve güçlüklerin ötesinde değişen paradigmanın katalizörü (O'Reilly, 2020), geniş çaplı dönüşümlerin pivotu (Salmon, 2020) ya da dönüm noktası (Brown, 2020) olarak eğitim alanında belirgin etkilere sahiptir.

(Jones & Lotz, 2021). Tasarım stüdyoları içerisinde yerleşik alan gezileri, takım halinde çalışma, jüri ve grup etkileşimleri çevrimiçi ekosistem içerisinde farklı biçimlerde yürütülmeye çalışılmıştır. Buradaki sınırlılıklar özellikle stüdyo ortamında yerleşik işleyişin verim ve direncini test etmiştir. 2020 Güz dönemi mimarlık öğrencileri arasında 3 grupta gerçekleştirilen bir dizi deneysel çalışma ve anketler problem alanına ilişkin önemli istatistikler sunmaktadır. Burada ölçümlenen faktörlerden biri olarak 'etkileşim düzeyi' (ED) pandemi şartlarına karşı geliştirilmesi gereken stratejilerin önemini göstermektedir. Yaklaşık 12 kişilik öğrenci grupları içerisinde 7'li likert üzerinden ED 6,36 (m) gibi yüksek bir değere sahip olmasına rağmen, diğer stüdyo gruplarıyla ED 3,75 ve üst dönem stüdyo gruplarıyla ED 2,11 olarak ölçümlenmektedir. Kurumsal altyapının, eğitimcilerin ve öğrencilerin hızlı bir adaptasyon geçirdiği bu kritik dönemde KZ yaklaşımı uygulanarak test edilmiştir. Avusturalya'da 1. sınıfların çevrimiçi tasarım stüdyosundan (Fleischmann, 2019) Slovakya'da mimarlık öğrencilerinin pandemi şartlarındaki alan gezileri ve saha çalışmalarındaki kısıtlarına (Kristianova & Joklova, 2020), Ürdün üniversitelerindeki mimarlık öğrencilerinin memnuniyet değerlendirmelerine (Alnusairat vd., 2020), Nijerya genelinde çevrimiçi mimarlık eğitiminde yaşanan güçlüklerin tespitine (Abdulmajeed, 2020) kadar farklı bağlamlarda yürütülmüş çalışmalar ortak bir sorun kümesinde ve tartışma düzleminde kesişmektedir. Fakat her bağlam kendi dinamikleri içerisinde farklılıkları da barındırmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada geliştirilmesi hedeflenen KZ modeli küresel ölçekte bağlantılı ve yerel ölçekte üretken bir strateji olarak kurgulanmalıdır. Türkiye'de kurumsal anlamda mimarlık eğitimi sanatçı mimar ekolü, yüksek mühendis mimar ve Bauhaus modeli ilk oluşumların yer aldığı odaklar, uluslararası nitelikleri ve hareket kabiliyetleri ile kronolojik olarak sürecin yoğunlaşma (çatallanma) noktalarıdır. Diğer taraftan son 20 yılda hızla çoğalan yüzü aşkın mimarlık bölümünde 'problem esaslı', 'deneysel' ve 'yapıcı öğretim' olmak üzere çeşitli eğitim modelleri görülmektedir (Gül vd., 2013). Dolayısıyla KZ yaklaşımının altyapı eksikliği, kalabalık kontenjanlar ve stüdyo işleyiş biçimleri için olumlu/olumsuz etkilerinin yerel bağlamda değerlendirilmesi gerekmektedir.

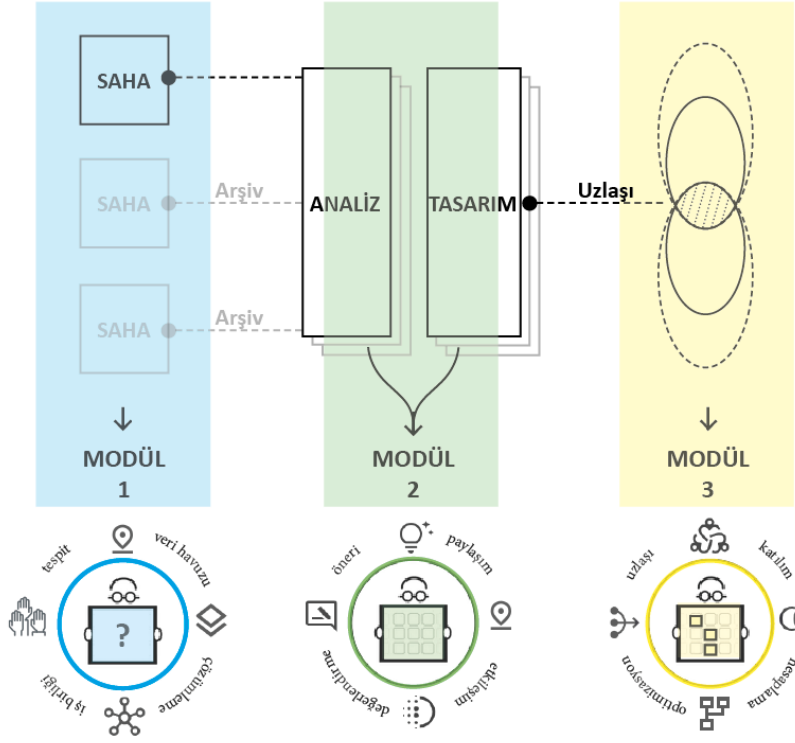
Genel boyutlarıyla tasarım stüdyolarının kolektif çalışma ortamı ve tasarımın bilimselleştirmesi yönündeki eğilim KZ yaklaşımının entegrasyonunu destekler niteliktedir. Çalışmada kurgulanan stratejilerin modüler biçimde tasarım sürecinin kısıtlarına

eklemlenerek etkilerin ölçümlenmesi ve bir bütün olarak KZ modelinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu eklemlenmeler farklı aktörler ve süreçler için modüllerin kolaylıkla yeniden uyarlanabilmesi ve ayrı ayrı etkilerinin gözlemlenmesini mümkün kılmaktadır. Bu doğrultuda tespit (alan çalışmaları), öneri (analiz ve tasarım fikirleri) ve uzlaşma (kullanıcı katılımı) olmak üzere çeşitli aktörleri içeren üç temel stüdyo modülü geliştirilmiştir. Araştırma içeriği bu kapsamda metodoloji, bulgular, tartışma ve sonuç bölümlerinden oluşmaktadır.

1. İlk olarak metodoloji bölümünde üçlü modüler yapının içeriği, gelişim ve uygulama sürecine dair tanımlayıcı bilgiler ile kullanılan araçlar yer almaktadır.
2. Ardından bulgular içerisinde ölçümlenen ve gözlemlenen etkiler modüler yapıda aktarılmaktadır. Kolektif zekâ modelinin tespit, öneri ve uzlaşma aşamalarındaki etkilerinin belirlenmesi için platform verileri, öğrenci anketleri, gözlem ve yürütücülerle gerçekleştirilen görüşmeler kullanılmaktadır.
3. Tartışma bölümünde, modüler yapının çevrimiçi ve hibrit öğrenme ekosistemi içerisinde kullanılabilirliği, potansiyelleri ve sınırlılıkları, modüller arası ilişkileri ve farklı bağlamlara uyarlanabilirlikleri değerlendirilmektedir.
4. Sonuç kısmında, KZ modeli sorgulanarak uygulama sürecinde karşılaşılan zorluklar ve devam eden süreç ele alınmaktadır.

2. METODOLOJİ (METHODOLOGY)

KZ modeli mimarlık eğitiminde son yıllarda artan çevrimiçi/hibrit öğrenme ekosistemi içerisinde modüler olarak geliştirilmektedir. Diyalektik bir ilişkiye sahip modüller ders sürecinde farklı aşamalarda periyodik kullanım olanaklarına sahiptir. Her bir modül iş birliği, grup etkileşimi ve uzlaşmaya yönelik KZ olanaklarının stüdyo ortamına entegrasyonunu ve etkilerinin ölçümlenmesini hedeflemektedir. Dolayısıyla metodoloji içerisinde uygulama süreci ve ölçümleme için farklı araçlar yer almaktadır (**Şekil 1**).

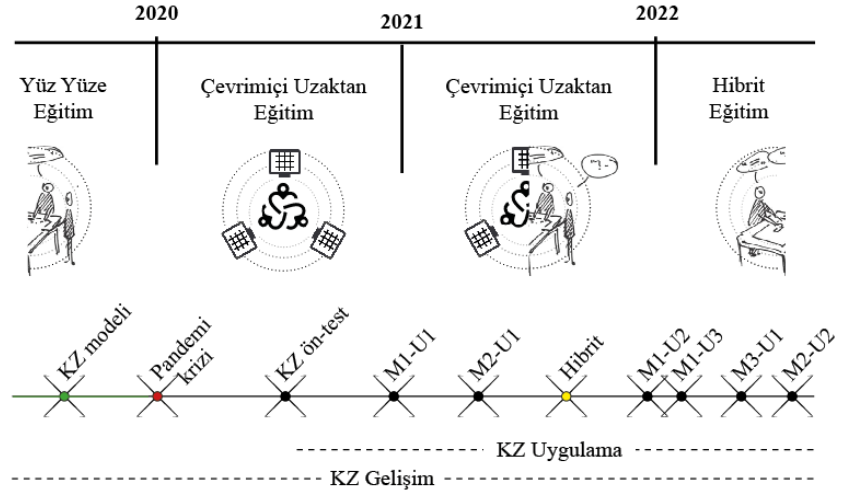


Şekil 1: Kolektif Zekâ modeli içerisinde tespit (saha çalışması), öneri (analiz ve fikir üretimi) ve uzlaşma (kullanıcı katılımı) modülleri gösterimi (Identification (field study), proposal (analysis and design) and consensus (user participation) modules in CI model)

Kartografya tabanlı platformlar modüller içerisinde farklı işlevlerde kullanılmaktadır. Tespit modülü mobil arayüz ile veri toplama sürecinde koordinasyon ve (senkron veya asenkron) iş birliği; öneri modülü tasarım fikirlerinin paylaşıldığı (geçmiş yıllara ilişkin proje arşivinin de yer aldığı) platform ile gruplar arası etkileşim; uzlaşma modülü ise kullanıcı katılımı ile projelerin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Bu doğrultuda modül 1 ve 2 için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı Leaflet kütüphanesine bağlı açık kaynak Emapic uygulaması kullanılmaktadır. Modül 3 için ise diğer iki modülle ilişkili CBS tabanlı yeni bir uygulama geliştirilmektedir.

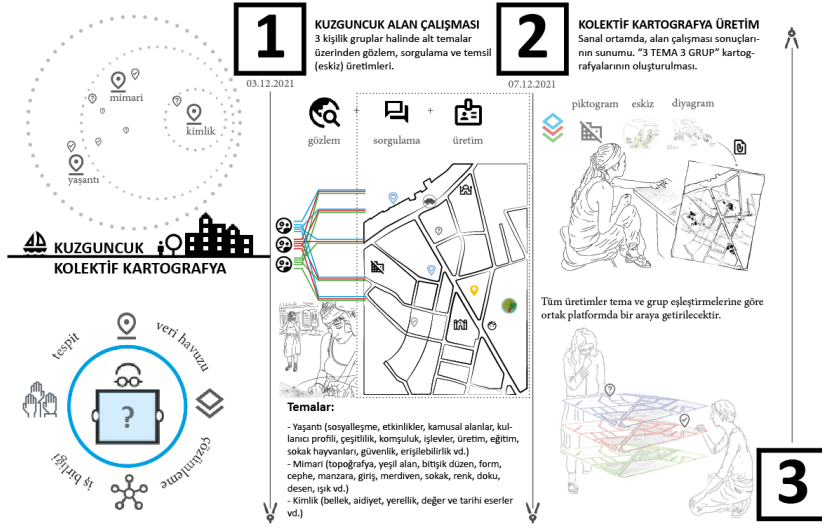
Modüllerin kuramsal gelişim süreci pandemi öncesine, birinci yazarın doktora tezi araştırmasına, dayanmaktadır. Tez kapsamında İspanya ve Türkiye bağlamında yürütülen çalışmalarda mimarlık eğitiminde katılımcı ve işbirlikçi yaklaşım potansiyelleri KZ çerçevesinde üretilen oyunlaştırma dahil çeşitli stratejiler üzerinden test edilmektedir. Dolayısıyla pandemi ile birlikte uygulanan modüller pandemi öncesine temellenen ve devam etmekte olan çalışmanın bir parçasıdır. Ön testler ile başlayan uygulama süreci çevrimiçi ve hibrit ortamda modüller halinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).

Şekil 2: Kolektif Zekâ modeli gelişimi ve modüllerin (M) uygulama (U) süreci (Process of CI development and experimental studies of modules)



Tespit modülü (M1) saha çalışmalarına eklenmektedir. Burada geliştirilen kolektif kartografya platformu gruplar halinde proje alanlarına ilişkin verilerin toplanması sürecinde koordinasyon ve iş birliğini sağlamaktadır. Bireysel olarak tamamlanması zorlu ve uzun zaman gerektiren veri toplama ve analiz çalışmaları için işbirlikçi “tespit modülü” kullanılmaktadır. Modül bileşenleri sırasıyla mobil arayüz ile kullanılan kartografya tabanlı platform, saha verileri için belirlenen parametreler ve alana dair çözümleyici katmanlarının üretimi olarak sıralanabilir. Bu doğrultuda kurgulanan deneysel uygulamalar 2020-21 güz dönemi çevrimiçi (M1-U1) ve 2021-22 güz dönemi hibrit stüdyo ortamlarında (M1-U2 ve M1-U3) gerçekleştirilmektedir. Modülün saha çalışması sürecinde öğrenci motivasyonu, alanla etkileşim ve iş birliği üzerindeki etkileri ölçümlenmektedir.

Stüdyo süreci konvansiyonel olarak yürütülen saha çalışmaları ile karşılaştırılarak sorgulanmaktadır. Bu doğrultuda 3 aşamalı bir kurgu oluşturulmuştur. İlk olarak farklı gruplardan öğrencilerin oluşturduğu ekipler alana ilişkin belirlenen alt temalar üzerinden gözlem, sorgulama ve temsil üretimleri ile saha verileri toplamaktadır (1). Bu üretimler mobil CBS platformuna yüklenerek saha çalışması sürecinde anlık paylaşılabilir. Ardından ortak platformda bir araya getirilen üretimler ile temalar doğrultusunda kolektif kartograflar oluşturulmaktadır (2). Son olarak oluşturulan kolektif üretimler katmanlar halinde bir araya getirilmekte ve fikir üretimlerini destekleyici doğrultuda analizleri gerçekleştirilmektedir (3) (Şekil 3).



Şekil 3: Tespit (saha çalışması) modülü bileşenleri: verilerin toplanması ve platforma yüklenmesi (1), kolektif kartografya üretimi (2), sorgulama ve analiz (3) (Module 1 (Field study) components: data collection and content creation (1), collective cartography production (2), and analysis (3))

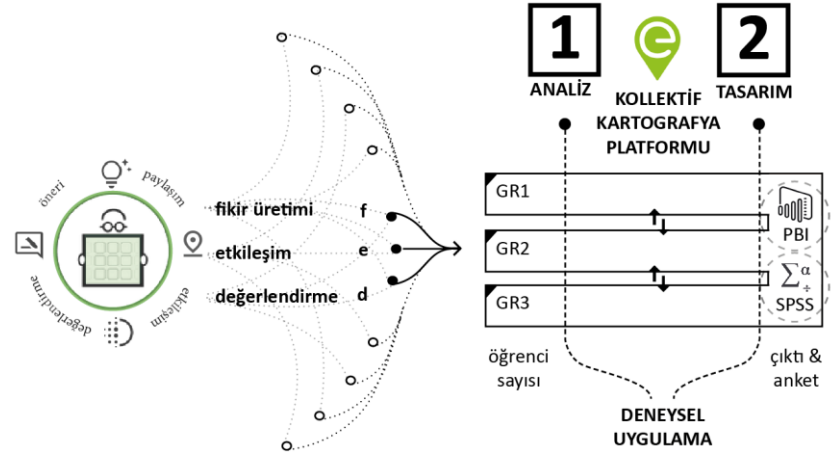
M1-U1 çevrimiçi stüdyo ortamında öğrenciler sokak görünümünü ve kaynak araştırmaları üzerinden tespit içeriklerini uygulamaya yüklemiştir. Burada iş birliği ders içi senkron ve sonrasında asenkron olarak gelişmektedir. Kolektif kartografya çalışması çevrimiçi ortamda birlikte tamamlanmıştır. M1-U2 ise hibrit ortamda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca modülün uyarlanabilirliği farklı bir üniversitede yüz yüze eğitim ortamında kırsal alanda gerçekleştirilen tespit (M1-U3) çalışmasında da test edilmiştir.

Öneri modülü (M2) saha çalışması sonrası analizlerin paylaşılması ve tasarım fikirlerinin olgunlaştırılması aşamasına eklenmektedir. Etkileşime açık, üretkenliği destekleyen ve açık erişimi ile kapsayıcı bir tasarım sürecine yönelik geliştirilen M2 için uygulama süreci ve platform çıktıları incelenirken modülün grup etkileşimi, fikir üretimi ve değerlendirmeye etkileri öğrenci anketleriyle ölçümlenmektedir. Modül 2020-21 ve 2021-22 bahar dönemlerinde çevrimiçi ortamda test edilmiştir. İlk uygulamada (M2-U1) pandemi şartları gereği öğrencilerin buldukları kentte belirledikleri kamusal mekânlar ele alınmaktadır. Her öğrenciden kamusal mekâna ilişkin alan çözümlemesi ve çözüm odaklı bir tasarım önerisi geliştirilmesi beklenmektedir. İkinci uygulama (M2-U2) da üç gruptan oluşmaktadır. Öncül uygulamada tespit edilen arayüz ve içerikle ilişkili eksiklikler burada geliştirilerek uygulama tekrarlanmıştır.

Modül bileşenleri analiz ve tasarım aşamaları olmak üzere ikiye (dönem ortası ve sonu) ayrılmaktadır (**Şekil 4**). Analiz aşamasında platforma öğrenciler tarafından sırasıyla çalışma alanı kategorisi, alana ilişkin

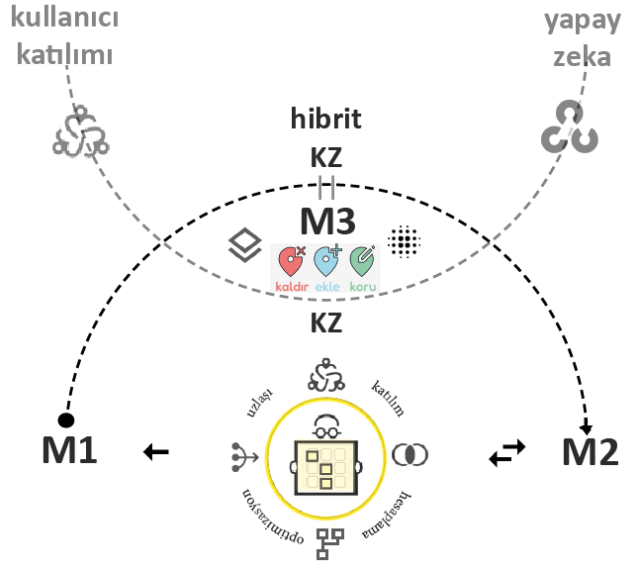
tanımlanan problem(ler)in türü ve çözüm önerisi için temel yaklaşımlar yüklenmektedir. Burada gerçekleştirilen çözümler diyagram ve alan resimleri ile desteklenmektedir. İkinci aşama ise tasarım fikirlerinin süreç içerisindeki evrimi ve olgunlaştırılmasına yöneliktir.

Şekil 4: Öneri modülü bileşenleri: analiz ve tasarım (Module 2 (proposal) components: analysis and design) (Module 2 (proposal) components: analysis and design)



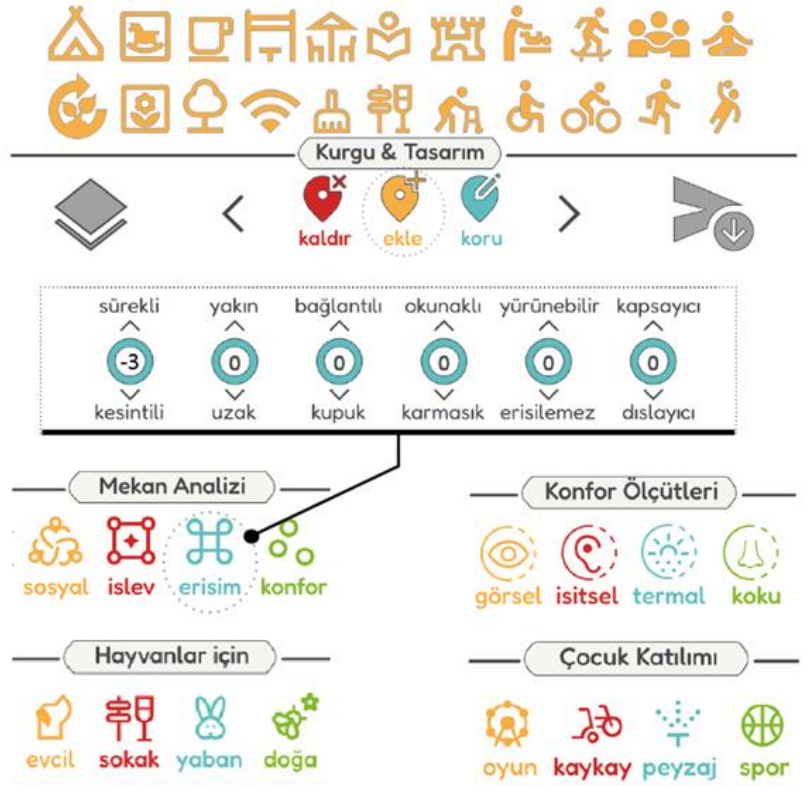
Uzlaşma modülü (M3) tasarım fikirlerinin katılımcı bir yaklaşımla (yeniden) değerlendirilmesi sürecine eklenmektedir. Stüdyo ortamında genellikle kullanıcılar ile etkileşimin saha çalışması ile sınırlı tutulduğu modelin aksine bu etkileşimin KZ ile güçlendirilerek tasarım fikirleri aşamasında da sürdürülmesi hedeflenmektedir. Burada kullanıcı ve öğrenci etkileşimi kamusal mekânla ilişkili proje üretimini esas alınmaktadır. Dolayısıyla kamusal mekânın iyileştirilmesi yönünde kullanıcı gereksinimleri, fikir ve tercihleri öğrenciler tarafından geliştirilen projelere dahil edilmekte ve üretilen projeler üzerinden değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda tespit ve öneri modülü ile entegre biçimde çalışan çeşitli kullanıcı profilleri tarafından kullanılabilecek bir M3 arayüzü tasarlanmıştır.

Testleri devam eden CBS tabanlı modülde üç temel etkileşim yer almaktadır. Bunlar kamusal mekânla ilişkin farklı katmanları ve bilgilendirmeleri görüntüleme (1), kullanıcının alana ilişkin müdahale ve içerik üretimlerinde kullanılabileceği araç setleri (2) ve M2 bağlantılı değerlendirme ve tartışma paneli (3) olarak sıralanabilir. M3 diğer iki modül arasında konumlandığı için iki yönlü işlevsel kullanıma sahiptir (**Şekil 5**). Öncelikle öğrencilerin saha çalışmalarında yararlanabilecekleri analitik bir kaynaktır.



Şekil 5: Uzlaş (kullanıcı katılımı) modülü bileşenleri: katmanlar, araç setleri ve M1-M2 ilişkisi (Consensus (user participation) module components: layers, toolkits and the M1-M2 relationship)

Burada kullanıcıların deneyim ve algılarına dayalı kolektif tespitler sıfat çiftleri üzerinden (+3 ve -3 arasında ölçeklendirerek) alana eklenmektedir. Her bir araç seti içerisinde yer alan faktörler ve sıfat çiftleri kullanıcının kamusal alana ilişkin problem ve beklentilerini kolaylıkla ifade edebilmesi için hazırlanmıştır (**Şekil 6**). Ayrıca yeni faktör ve sıfat çiftleri eklenebilmektedir. Diğer taraftan katılımcılara tasarım önerilerinin değerlendirilmesinde işlevsel bir arayüz sağlamaktadır.



Şekil 6: M3 araç setleri ve sıfat çiftlerinin detaylı gösterimi (M3 toolkits and adjective pairs)

Hibrit ya da artırılmış KZ geliştirilmesi, yani insan ve makine iş birliğini evrimsel hesaplama çerçevesinde kullanmak (Moradi vd., 2019), için M3 çerçevesinde birtakım araçlar test edilmektedir. KZ'nin yapay zekayı (YZ) insanlaştırdığı (YZ, KZ'nin ölçeklenmesini sağlar) "İnsan Odaklı Yapay Zekâ" üzerinde çok az çalışma yapılmıştır (Verhulst vd, 2019). Alana ilişkin kullanıcı hareketlerinin (gerçek zamanlı nesne takibi) yapay zekâ destekli yazılımlar (OpenCV) ile tasarım ve uzlaşma sürecini geliştirme olanakları burada sorgulanmaktadır. Ayrıca karar alma süreçlerine optimizasyon, benzer fikirleri ve insanları birbirine bağlamak ve makine öğrenmesi ile büyük verilerin analizi ve öngörülerin oluşturulması hibrit KZ çerçevesinde değerlendirilmektedir (Grobbink & Peach, 2020).

2. BULGULAR (RESULTS)

Araştırmada geliştirilmesi hedeflenen KZ modeli farklı bağlamlarda modüler olarak test edilmektedir. Son iki yıl içerisinde gerçekleştirilen deneysel uygulamalar çeşitli bulgular sağlamaktadır. Uygulamalar ölçek, stüdyo ortamı ve içerikleri ile farklılıklar göstermektedir. Anket

bulgularına ilişkin detaylı analizler öncül araştırmalarda yer almaktadır. Bu çalışmada ise KZ modülleri birlikte değerlendirilmektedir.

2.1 Tespit Modülü (Field Study Module)

M1 Kuzguncuk ölçeğinde birinci sınıf mimarlık öğrencilerinin katılımıyla test edilmiştir. Tasarım stüdyosu kapsamında gerçekleştirilen çalışma 1 gün alanda, 1 gün çevrimiçi stüdyo ve 1 gün yüz yüze atölye ortamında gerçekleştirilmiştir. Her 3 gruptan birer öğrencinin oluşturduğu 3 kişilik ekipler bu çerçevede tespit, analiz ve üretimler için iş birliği gerçekleştirmiştir. Alan çalışmasında kullanılan mobil platformda 3 ana tema (yaşantı, mimari, kimlik) ve 27 alt tema ile ilişkili veriler toplanmıştır (Şekil 7).

Şekil 7: Tespit (saha çalışması) modülünün Kuzguncuk mobil arayüzü: veri dağılımının incelenmesi ve içeriğin görüntülenmesi (Kuzguncuk field study, M1 mobile interface: data distribution and content displaying)



Platforma yüklenen 416 konum tabanlı verinin 145'i yaşantı, 149'u mimari ve 122'si kimlik temalarına aittir. Alt temalarda ise sosyalleşme (%9), form-düzen (%7), kamusal mekanlar (%6), tarihsel değerler (%4) en yüksek yüzdeye sahipken fiziksel çevre, güvenlik, aidiyet, erişilebilirlik düşük değerlere sahiptir. Verilerin edinim biçimlerinde gözlem (%81), görüşme ve mülakat (%12), kaynak taraması (%4) ve web (%3) yöntemleri kullanılmıştır. Platformda parametrelere göre veri dağılımının incelenmesi ve tekil olarak içerik görüntülenmesi eş zamanlı olarak saha çalışmasında yapılabilmektedir. İş birliğinin ve sisteme veri girişinin senkron ve asenkron olarak gerçekleştirilmektedir. Saha çalışmasının ardından atölyedeki kolektif kartografya üretimi için

toplanan veriler farklı temsil biçimleriyle (eskiz, piktogram, diyagram) ifade edilmektedir. Ekipler topladıkları verilerle ve kendi deneyimleriyle ilgili sorgulamalar yapmaktadır. Son aşamada stüdyo ortamında üretilen tematik kartografyalar bir araya getirilerek bireysel tasarım fikirleri için öğrencilere altlık oluşturmaktadır.

M1-U2 sonunda anket ile ölçümlenen öğrenci motivasyonu, etkileşim ve iş birliği faktörleri için anlamlı düzeyde etkiler tespit edilmiştir. 5'li likert ölçeğe öğrenci motivasyonu 4,1 (m); temalar üzerinden alanla etkileşim 4,06 (m); gruplar halinde yürütülen çalışmada iş birliği faktörü 3,5 (m) olarak ölçümlenmektedir. Diğer taraftan mobil arayüz ile ilişkili olarak kullanıcı değerlendirmeleri veri girişi için 3,1 ve inceleme (görüntüleme) için 3,2 değerlerine sahiptir.

M1-U3 kırsal alanda belirli temalar altında kültürel mirasla ilişkili tespitler, köy sakinleri, işletmeci ve ziyaretçi görüşleri toplanmaktadır (**Şekil 8**). Kısıtlı zamanda Safranbolu'ya bağlı iki farklı köyde (Yörük ve Yazıköy) gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin koordineli biçimde hareket edebilmesi çok önemlidir. Dolayısıyla saha çalışmasında platformun ekip çalışmasına hız kazandırması ve platformda eş zamanlı tespitlerin izlenebilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca yürütücüler sistemde hangi veri setlerinde yükleme veya güncelleme yapıldığını denetleyebilmektedir. Çalışmada kırsal şartlara bağlı internet kesintisinde çevrimdışı kullanımı mümkün olan Fulcrum uygulaması tercih edilmiştir. Saha çalışması öncesinde uygulama içerikleri oluşturulmuştur. Ardından katılımcıların uygulama hakkında bilgilendirme ve sistemde yetkilendirme işlemleri tamamlanmıştır.

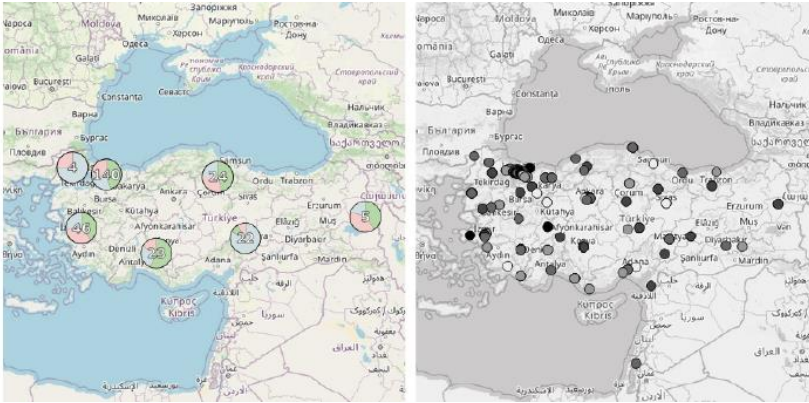
Şekil 8: Tespit (saha çalışması): kolektif kartografya üretimleri Safranbolu kırsalı (M1 (field study): collective cartography production in Safranbolu)



İki kişilik gruplar halinde saha çalışması tamamlanmıştır. Uygulama sonrasında incelenen faktörler 5'li likert ölçekte arayüz kullanımı 3,7 (m), içerik kalitesi 3,6 (m) ve iş birliği 3,9 (m) olarak ölçümlenmiştir. Açık uçlu sorularda içerik sorularının uzun ve yoruculuğu öne çıkmaktadır.

2.2 Öneri Modülü (Proposal Module)

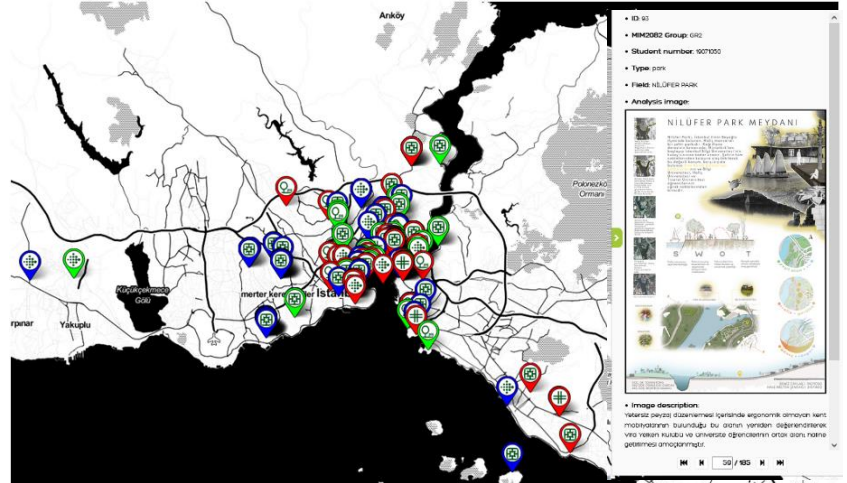
Öneri modülü uygulamalarında iki ayrı ölçek bulunmaktadır. İlk uygulamadaki (M2-U1) verilerinin dağılımına bakıldığında, çevrimiçi olarak derse katılan öğrencilerin 47 farklı kentte proje ürettikleri görülmektedir. Burada İstanbul (%40), İzmir (%7), Konya (%5) ve Ankara (%3) özellikle yoğunlaşan noktalar. Dönem içerisinde öğrencilerin bir kısmı pandemi şartlarına bağlı yer değiştirmeler de genel dağılımıyla çeşitli iklim ve coğrafyalardan farklı karakterde kentler M2 platformunda yer almaktadır (Şekil 9).



Şekil 9: Öneri (analiz ve fikir üretimi) modülü proje dağılımları (Proposal module (analysis and ideation) project distributions)

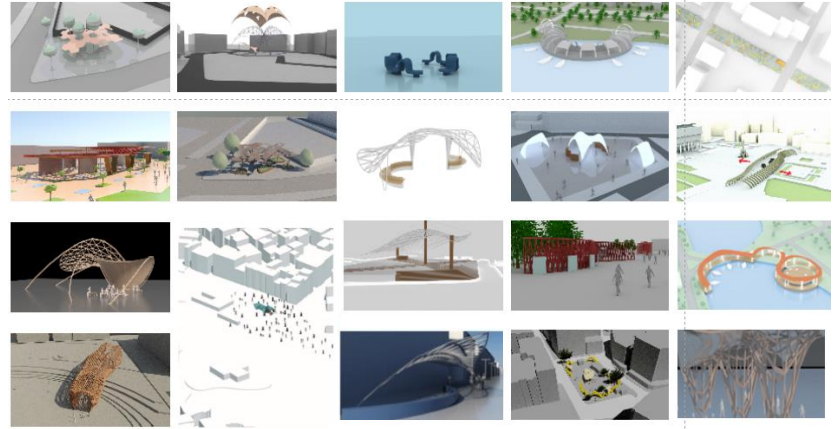
İkinci uygulamada (M2-U2) ise proje alanları İstanbul'un kamusal mekanları üzerinden çeşitlenmektedir (Şekil 10). Arayüz özelleştirilerek proje türlerinin simgelerle daha kolay algılanması, farklı gruplara ait projelere renk atanması, parametre ve soru çeşitliliği, arşive erişim ve katman özellikleri yeniden düzenlenmiştir. Bu düzenlemeler ilk uygulama sonrası gerçekleştirilen anketlerle ilişkili olarak gerçekleştirilmiştir.

Şekil 10: Öneri (analiz ve fikir üretimi) modülü proje dağılımları: İstanbul ölçeği (Project distributions for the proposal module (analysis and ideation): Istanbul scale)



M2 platformunda hareketli görsellerle desteklenmiş (GIF) tasarım fikirleri ve parametrelere bağlı içerikler yer almaktadır. Öğrenciler çalışma konusu ya da yakın bölgede çalışan diğer projelerle ilişkili sorgulama ve filtrelemeleri platform üzerinden pratik biçimde yapabilmektedir. Ayrıca geçmiş yıllara ilişkin proje verileri de platformda yer almaktadır (Şekil 11).

Şekil 11: Öneri modülünde kamusal mekân için geliştirilen hareketli görseller ile çeşitli tasarım fikirleri (Design ideas for public space in M2)



İlk uygulama (U1) sonrasında, platform kullanımının belirlenen üç faktör ve alt ifadeler üzerindeki etkilerinin analizi için anket sonuçları SPSS ortamına aktarılmıştır. Burada 5'li likert ölçeğe dayanan bulgular için ortalama, standart sapma ve olumluluk düzeyi gösterilmektedir. Ayrıca varyans homojenliği şartını sağlayan veri seti analizinde Tukey testinden yararlanılmaktadır. Burada gruplar arasında fikir üretimi/paylaşım ve değerlendirme ifadelerinde farklılaşma görülmektedir. Diğer ifadelerde ise anlamlı bir farklılaşma bulunmamaktadır. Faktörler içerisinde yer

alan ifadelerin ölçümlenmesinde kesme noktası 3 ve üzerinde olan değerlendirmeler memnun olarak kabul edilmektedir. Bulgular içerisinde olumluluk düzeyi en yüksek 'açık erişim' (% 93,8), en düşük ise 'derse katılım' (% 56,8) ifadesi olduğu görülmektedir (**Şekil 12**).

Faktör	Alt kategoriler	Öğrenci sayısı (N = 230)		Olumluluk Düzeyi	Anova Tukey HSD Testi			
		M	SD		GR1	GR2	GR3	Sig.
(1) Etkileşim	(1) Gruplar arası İletişim	3,4	1,2	% 72,8	,040	-	,040	,048
	(2) Derse Katılım	2,9	1,0	% 56,8	-	-	-	-
	(3) Etkileşim Biçimleri	3,8	0,9	% 89,7	-	-	-	-
				% 73,1				
(2) Fikir Üretimi	(1) Paylaşım	3,4	1,2	% 76,9	-	,020	,020	,025
	(2) Üretim	3,0	1,2	% 65,1	-	-	-	-
	(3) Tartışma	3,6	1,1	% 82,6	-	-	-	-
				% 74,9				
(3) Değerlendirme	(1) Değerlendirme	3,7	1,1	% 86,7	-	-	-	-
	(2) Şeffaflık	3,7	1,1	% 87,2	-	-	-	-
	(3) Açık Erişim (Arşiv)	4,1	0,9	% 93,8	-	,035	,035	,024
				% 89,2				
Ortalama		3,5		% 79,1				

Şekil 12: Öneri modülü ilk uygulama sonrasında gerçekleştirilen anket sonuçları (Survey results of first experimental study in M2)

ikinci uygulama (U2) sonrası tekrarlanan anket bulgularında değerlerin tümünde artış görülmektedir. En fazla artış fikir üretimi ve derse katılım ifadelerinde olmuştur. Arayüzün iyileştirilmesi (özelleştirilmesi) ve geçmiş yıla ait proje arşivinin platforma eklenmesi bu değer artışları ile ilişkilendirilebilir (**Şekil 13**). U1-U2 arasında bağımsız örnekleme dayalı T testi ile anlamlı düzeyde farklılaşma görülmektedir.

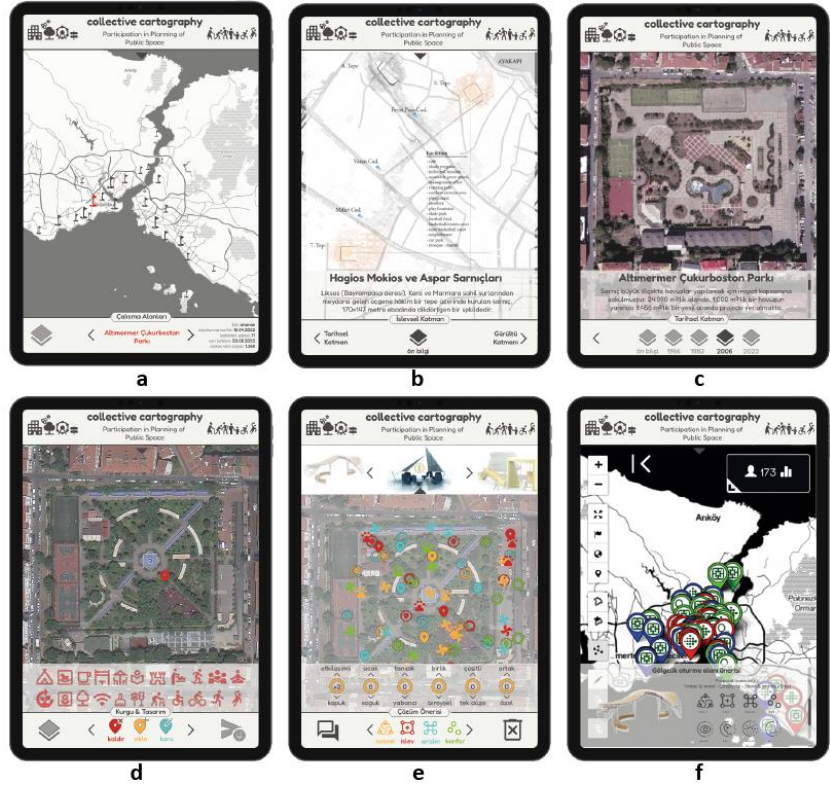
Uygulama	Faktör	Etkileşim			Fikir Üretimi			Değerlendirme			
	Alt Kategoriler	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	
U1:	M	3,4	2,9	3,8	3,4	3,0	3,6	3,7	3,7	4,1	
	ort.	3,4			3,3			3,8			3,5
	Alt Kategoriler	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	
U2:	M	3,8	3,7	4,2	4,3	4,1	4,1	4,1	4,2	4,4	
	ort.	3,9			4,2			4,2			4,1
	Alt Kategoriler	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	

Şekil 13: Öneri modülü ilk ve ikinci uygulama faktörleri arasındaki değişim (Factors of first and second experimental studies in M2)

2.3 Uzlaşa Modülü (Consensus Module)

M3 uygulaması için Tarihi Yarımada içerisindeki açık sarnıçlar ele alınmıştır. Burada antik dönem duvarları arasında 1966, 1982, 2006 ve 2022 yıllarında değişen işlevler (bostan, gecekondum mahallesi, hayvanat bahçesi, stadyum, kent parkı) kullanıcı ihtiyaçları ve öğrenci projeleri çerçevesinde incelenmektedir. M3 arayüzünde katman, müdahale

araçları ve değerlendirme paneli ile kullanıcıların katılımı sağlanmaktadır. Dolayısıyla platform, değerlendirme panelinde yer alan tasarım fikirlerini kullanıcılarla buluştururken, M2 ile ilişkili olarak kullanıcılar tarafından üretilen kolektif verileri öğrencilere sunmaktadır (Şekil 14).



Şekil 14: Uzlaş (kullanıcı katılımı) modülü arayüzü; a. çalışma alanları, b-katmanlar, c- tarihsel katman, d-müdahale araçları, e-değerlendirme, f- öneri proje detayları (Consensus (user participation) module interface; a. fields, b-layers, c- historical layer, d- intervention tools, e-assessment, f- proposal project details)

M3 için Figma üzerinden tasarlanan arayüzün kullanılabilirlik testleri yapılmıştır. Testler 24-32 yaşları arasında mimarlık, şehir bölge planlama ve harita mühendisliği bölümlerinden lisansüstü öğrencilerin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılabilirlik testinde ölçümlenen faktörler (Ballatore vd., 2019) kullanıcı arayüzü, mekânsal arayüz, öğrenilebilirlik, verimlilik ve iletişim olarak sıralanabilir (Şekil 15). A2, A5, B2 ve C2 ifadelerine ilişkin değerlendirmeler 4'ün altında kalmıştır. Diğer faktör ve ifadeleri için ölçümlenmeler genel anlamda olumlu aralıkta seyretmektedir. Katılımcıların açık uçlu sorulara verdiği yanıtlar birtakım ortak sorunlara işaret etmektedir. Bunlardan ilki platform içerisinde daha fazla açıklamaya ihtiyaç duyulmasıdır. Bu ifade platformun anlaşılabilirliği ile ilişkili olarak istenmektedir. Ayrıca platform arayüzünün sadeleştirilmesinin kullanımı kolaylaştıracağı da sıklıkla ifade edilmektedir.

Faktör	Sorular	M	SD
(A) Kullanıcı Arayüzü	(1) Kullanılan terimlerin açıklığı	4,5	0,9
	(2) Hareket kabiliyeti	3,7	1,2
	(3) Hata ve uyarılar	4,2	0,7
	(4) İşlemler arası gecikme	4,3	0,9
	(5) Ana sayfaya dönüş	3,9	1,2
		4,1	
(B) Mekansal Arayüz	(1) Haritada konum değiştirme	4,4	0,6
	(2) Harita kontrolü & gezinme	3,9	1,1
	(3) İçerik oluşturma	4,2	0,9
	(4) İçerik ve araçlara erişim	4,2	1,0
	(5) Düzenleme & görüntüleme	4,4	0,8
		4,2	
(C) Öğrenilebilirlik	(1) Kullanım konforu	4,2	0,9
	(2) Görevlerin akılda kalıcılığı	3,9	1,1
	(3) Deneme-yanılmayla keşif	4,3	1,0
	(4) Klavuzluk & yönlendirme	4,6	0,6
	(5) Hataların geri alınması	4,4	0,8
		4,2	
(D) Verimlilik	(1) Platform araçlarının yeterliliği	4,4	0,6
	(2) Platformun özgün değeri	4,1	0,8
	(3) Kullanıcı katılımına etkisi	4,6	0,9
	(4) Kişisel veriler ve güvenilirlik	4,7	0,6
	(5) Tatmin ve önerilme	4,2	0,8
		4,4	
(E) İletişim	(1) Fikirlerin paylaşımı	4,8	0,4
	(2) Platformun anlaşılabilirliği	4,2	0,9
	(3) Haritaların okunurluluğu	4,0	1,1
	(4) Diğer kullanıcılarla iletişim	4,6	0,6
	(5) Tartışma ve değerlendirme	4,6	0,7
		4,4	

Şekil 15: M3 kullanılabilirlik testi sonuçları (M3 usability test results)

Diğer taraftan başlangıç aşamasında tablet kullanımı için hazırlanan arayüzün mobil ve bilgisayar versiyonlarının da geliştirilmesi önerilmektedir. Bunlara ek olarak arayüz içerisinde sosyal platformlara erişimin olması platformun yaygınlaşmasına katkı sağlayacağı da öneriler arasındadır. Toplamda 25 soru (kullanılabilirlik ölçeği) ve açık uçlu değerlendirmeler üzerinden gerçekleştirilen anket çalışması tek başına arayüz kullanımındaki sorunları tespit etmek için yeterli değildir. Çalışmanın ilerleyen sürecinde farklı katılımcı profilleri (yaşlı, çocuk, eğitim düzeyi, dijital yetkinlik vd.) üzerinden kullanılabilirlik testleri devam etmektedir. Kamusal alanların yanı sıra, kentsel dönüşüm uygulamaları, makro ölçekte kentsel proje alanları, ulaşım ve altyapı sorunları, çevresel problemlerin tespiti olmak üzere çeşitli bağlamlar

M3 kapsamında ele alınabilir. Bu bağlamlarda farklı aktörler (sivil toplum kuruluşları, yerel yönetimler, üniversiteler vd.) modülü uzlaştırıcı bir araç olarak kullanabilecektir.

4. TARTIŞMA (DISCUSSION)

Araştırma bulguları öncelikle modüllerin tasarım sürecine etkileri ve farklı tasarım süreçlerine uyarlanabilirlikleri üzerinden tartışılmaktadır. Ardından modüller arası ilişki sorgulanarak KZ modelinin tasarım sürecinde bütünsel veya modüler olarak uygulanabilirliği değerlendirilmektedir. Son olarak modüllerde kullanılan mevcut (M1 ve M2) ve bağlama özgü tasarlanan CBS tabanlı platformların kullanılabilirlikleri KZ çerçevesinde ele alınmaktadır. Çalışma bulguları referanslar üzerinden karşılaştırmalı olarak incelenmektedir.

4.1 Modüllerin Tasarım Sürecine Etkileri ve Uyarlanabilirlikleri (Effects and Adaptability of Modules on the Design Process)

M1'in saha çalışmasına entegrasyonu zamanın efektif kullanımı, alanla ilişkili farklı katmanların sistematik biçimde incelenmesi, gruplar arası etkileşimi, iş birliği ve motivasyonu arttırması yönleri ile öne çıkmaktadır. Yüz yüze ve çevrimiçi tasarım ortamında iş birliğini karşılaştıran bir çalışmada, öğrencilerin yüz yüze ortamda tatmin oranlarının daha yüksek olduğu, fakat performans ölçümlerinde anlamlı bir farklılaşma olmadığı vurgulanmaktadır (Cho & Cho, 2014). Sahada yapılan gözlemler, platform verileri ve anketler ile ölçümlenen faktörler genel anlamda olumlu bulgulara sahiptir. M1-U1 çevrimiçi çalıştay ortamında gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmasında öğrencilerin kentsel çevre ve ekip arkadaşları ile kurdukları etkileşim burada önemlidir. Hibrit ortamda gerçekleşen M1-U2 için öğrenci motivasyonu ve alanla kurulan etkileşimde olumluluk düzeyi iş birliği faktörüne oranla daha yüksektir. Kolektif çalışma ortamına adaptasyon sağlamada zorlanmaları, uygulamaya katılanların birinci sınıf öğrencileri olması ile ilişkilendirilmektedir. İkinci sınıf öğrencilerinin katılımıyla gerçekleşen M1-U3'te iş birliği faktörü M1-U2'ye kıyasla daha yüksektir. Diğer bir önemli bulgu mobil arayüzde M1-U2 için veri girişi ve inceleme faktörlerinin diğer ölçümlenen faktörlere oranla düşük olmasıdır. U3 için değerinin daha yüksek olması saha çalışması öncesi verilen eğitimle ilişkilendirilebilir.

Saha çalışmalarının bireysel olarak yürütüldüğü geçmiş yıllara kıyasla işbirlikçi tespit modülü zamandan tasarruf sağlamaktadır. Sahada çeşitli katmanlara ait verilerin tema ve parametreler üzerinden edinimi süreci hızlandırmaktadır. Özetle tespit modülü hem parametrik yapısı ile sistematik hem de sahadaki iş birliği ve kolektif deneyimler ile spontane ve hızlı ilerleyen verimli bir çalışma modeli sağlamaktadır. Üç ayrı uygulama da modülün, çevrimiçi & hibrit ortamda ve kentsel & kırsal bağlamda saha çalışmasının değişen hedefleri ve öncelikleri doğrultusunda uyarlanabilirliğini göstermektedir. İlerleyen çalışmalarda farklı kentsel bağlam ve stüdyo ortamlarında uygulamanın tekrarlanması gerekmektedir. Bu sayede ölçümlenen faktörler ile ilişkili parametreler (öğrenci sayısı, çeşitliliği, saha ölçeği, görevlerin zorluğu, katman niteliği ve niceliği gibi) karşılaştırmalı olarak incelenebilecektir.

Pak ve Verbeke kentsel tasarım bağlamında kullandıkları GEO-VEM'in performansını 'diğer öğrencilerden öğrenme', 'proje alanını daha iyi anlama' ve 'stüdyo dışı uzmanlardan öğrenme' faktörleri üzerinden ölçümlenmektedir (Pak & Verbeke, 2013). Çalışma sonuçları uzmanlardan öğrenme için beklenmeyen şekilde düşükken, diğer iki faktör için yüksektir. M2'ye kıyasla GEO-VEM az sayıda katılımcı (34+27) ile lisansüstü dersi kapsamında ve 14 haftalık bütüncül bir süreçte uygulanmıştır. Dolayısıyla doğrudan bir karşılaştırma yapmak mümkün değildir. Fakat kullandıkları araçlar (kolektif kartografya, asenkron paylaşımlar, öğrenciler arası etkileşim vd.) ile iki uygulama benzerlik göstermektedir. M2'nin analiz ve öneri sürecinin de çeşitli yaklaşımları bir araya getirmesi, gruplar arası etkileşimi desteklemesi, şeffaf bir yaklaşımla yürütücülerin stüdyo çıktılarını değerlendirilebilme imkânı ve uzun süreçte kullanımı ile zengin bir kaynak sağlaması dikkat çekmektedir. M2-U1 ve M2-U2 aynı çevrimiçi ders kapsamında birbirine yakın kitlesel sayılarda öğrencinin katılımı ile kamusal mekanlar üzerinden gerçekleştirilmiştir. M2-U1 bulgularında olumluluk düzeylerine kıyasla M2-U2 bulgularındaki değerlerde anlamlı düzeylerde artış görülmektedir. Bu durum M2 arayüzünde öncül uygulama sonrası gerçekleştirilen özelleştirmeler ve çeşitlilik sunan arşiv potansiyeli ile ilişkilendirilebilir. Diğer birçok değişkenin her iki uygulama ve örneklem için ortak olduğu görülmektedir.

M2 kullanıcı sayısı ve kullanım sürekliliğine bağlı olarak içeriğinde çeşitlilik barındırmaktadır. Araştırmada test edildiği gibi öğrencilerin kitlesel sayılara ulaştığı, çok sayıda atölye grubuna sahip çevrimiçi ve yüz

yüze stüdyolar için oldukça işlevsel bir araçtır. Az sayıda öğrenciye sahip stüdyolarda grup içi ve gruplar arası etkileşim sorunu da azalacağı için, modülü kullanma gereksiniminin de azalacağı düşünülebilir. Bu durumda platformun kullanımındaki devamlılık, yani sistemin arşiv potansiyeli öne çıkmaktadır. Uygulama sürecinde dikkat çeken diğer bir unsur stüdyolarda alan seçimi için belirli proje alanlarının sıklıkla tekrar etmesidir. Bu durum yürütücülerin yönlendirmeleri, stüdyo hedefleri veya öğrencilerin referans aldığı geçmiş dönem proje alanlarından kaynaklı olabilmektedir. İstanbul ölçeğinde çalışılan alanların ardışık dönemlerde sıklıkla tekrar etmesi modülün kurumsal biçimde kullanımının etkilerini tartışmaya açmaktadır. Modülün geçmiş yıllara ilişkin proje ve çalışma alanlarını içermesi tasarım stüdyoları arasında koordinasyon düzeyini öğrencileri de içeren daha geniş bir ölçeğe taşımaktadır. Henüz iki yıldır kullanılmasına rağmen M2 bu yönde olumlu bulgular sağlamaktadır. Arşiv özelliği sayesinde M2-U2 çalışılmamış ya da sürekli çalışılan alanları kolaylıkla ortaya koymaktadır. Benzer bir durum M1 için de geçerlidir. Mevcut durumda grup yürütücüleri ile değerlendirilen projelerde etik olmayan durumlar (çalıntı fikirler, hazır projeler vd.) gözden kaçabilmektedir. Platforma yüklenen projeler için bu olasılık da azalacaktır.

M3 öncelikle öğrencilerin alanla ilişkili katmanlara ve kullanıcı verilerine erişimini sağlamaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen araç setleri ve ölçeklendirilen sıfat çiftleri alanla ilişkili çeşitli analitik veriler sağlamaktadır. Diğer taraftan geliştirilen tasarım fikirlerinin stüdyo ortamı sınırlarının dışında kolektif değerlendirilmelerini ve sosyal fayda yaratacak biçimde katılımcı yaklaşım içerisinde kullanımlarını sağlamaktadır. M3 için motivasyon faktörü önemlidir. Maher ve arkadaşları KZ için 8 motivasyon ölçütü bildirmektedir: ideoloji, meydan okuma, kariyer, sosyal, eğlence, ödül, takdir ve görev (Maher vd., 2011). Bu ölçüte göre değerlendirildiğinde M3 öğrenciler için ideoloji (gerçek bir probleme katkı sağlama), meydan okuma (öğrenciler arası rekabet), eğlence (kullanıcı katılımıyla deneyimlenen süreç), takdir (platformdaki değerlendirmeler) olmak üzere çeşitli formlarda motivasyon sağlayabilir. Benzer şekilde kullanıcılar için fikirlerini ifade edebilme alanı, kamusal mekânı benimseme ve sorumluluk duygusu olarak çeşitlendirilebilir. Bu noktada katılımcıların profilleri (yaşlı, çocuk, öğrenci, evcil hayvan sahibi vd.) ile birlikte platformun deneyimlenmesi (arayüz, etkileşim biçimleri, araç setleri vd.) de etkilidir. İlerleyen çalışmalarda öğrenci ve diğer aktörlerin M3 kullanım motivasyonları bu

yönde sorgulanabilir. Modülün kullanımının sürekliliği açısından bu durum kritiktir. M3 kullanıcı katılımlarından elde edilen deneyimsel ve bildirim dayalı verileri, alana ilişkin mevcut kullanım örüntülerini gösteren olgusal veriler ile bir araya getirmektedir. Kamusal mekânda kullanıcı hareketleri ve aktivitelerinin YZ destekli tespiti, kullanıcı değerlendirmelerini öğrenci projeleri ile eşleştirmek için kurgulanan sorgu sistemi ve KZ çerçevesinde toplanan çok sayıda sıfat çiftinin optimizasyonu bu kapsamda test edilmektedir. Araştırmanın devam eden sürecinde yapay zekanın ve farklı temsil ortamlarının platformu destekleyecek biçimde kullanımları planlanmaktadır. Özetle M3 kamusal mekanla ilişkili tasarım fikirlerinin üretilmesi ve kullanıcıların tasarım fikirlerini değerlendirmesi için uzlaştırıcı bir zemin sunmaktadır. Ancak modülün kullanılabilirlik testleri olumlu bulgular sunmasına rağmen katılımcı profili çeşitliliği ve sayısı yeterli değildir. Testlerin bu doğrultuda tekrarlanarak platformun işlevselliğini artıracak kullanıcı kritiklerinin alınması ve platformun iyileştirilmesi gerekmektedir.

4.2 Modüller Arası İlişki ve KZ Modelinin Uygulanabilirliği (Relationship Between Modules and Reality-Check of CI Model)

Çalışmada hedeflenen çıktılara KZ modüllerinin geliştirilmesi ve etkilerinin ölçülmesi kapsamında önemli ölçüde ulaşılmıştır. 3 ayrı modül kapsamında gerçekleştirilen 6 uygulamada ölçümlenen faktörlere ve farklı bağlamlara uyarlanabilirliklerine ilişkin somut veriler yer almaktadır. Modüller tasarım sürecinin kıvrımlarına eklenmeleri ile farklılaşmaktadır. Diğer taraftan CBS tabanlı platformları ve KZ stratejileri ile benzeşmektedir. Modüllerin tasarım sürecinde bütünsel kullanımının sınırlılıkları bu noktada tartışılmalıdır. Örneğin; M1 çevrimiçi ve yüz yüze ortamda kolaylıkla ve stüdyo işleyişini değiştirmeden sürece eklenilebilirken, bütünsel bir KZ modeli için bu durum oldukça güçtür. Araştırma sürecinde tasarım stüdyolarının çoğunda problem ve konsept temelli modellerinin uygulandığı, bilişim destekli araçların daha çok sunum aşamasında kaldığı görülmektedir. Diğer taraftan “keşfedici ve araştırmaya dayalı” (Oxman, 2007) tasarım sürecinde kritik konumda olan tasarım verisi öne çıkmaktadır. Bu kapsamda tasarım sürecini tasarlamak, kompleks görevleri iş birliğiyle tamamlamak ve dağıtım problem çözme becerileri KZ ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla tasarımda KZ ile kitle kaynak veri, aktörler arası etkileşim ve iş birliği potansiyellerinin çeşitli stüdyo modellerinde nasıl ve ne ölçüde kullanılabildiği önemlidir. Çalışmada bu yönde

değerlendirme yapılabilmesi için KZ modüllerinin farklı stüdyo modelleri içerisinde testlerinin devam etmesi gerekmektedir.

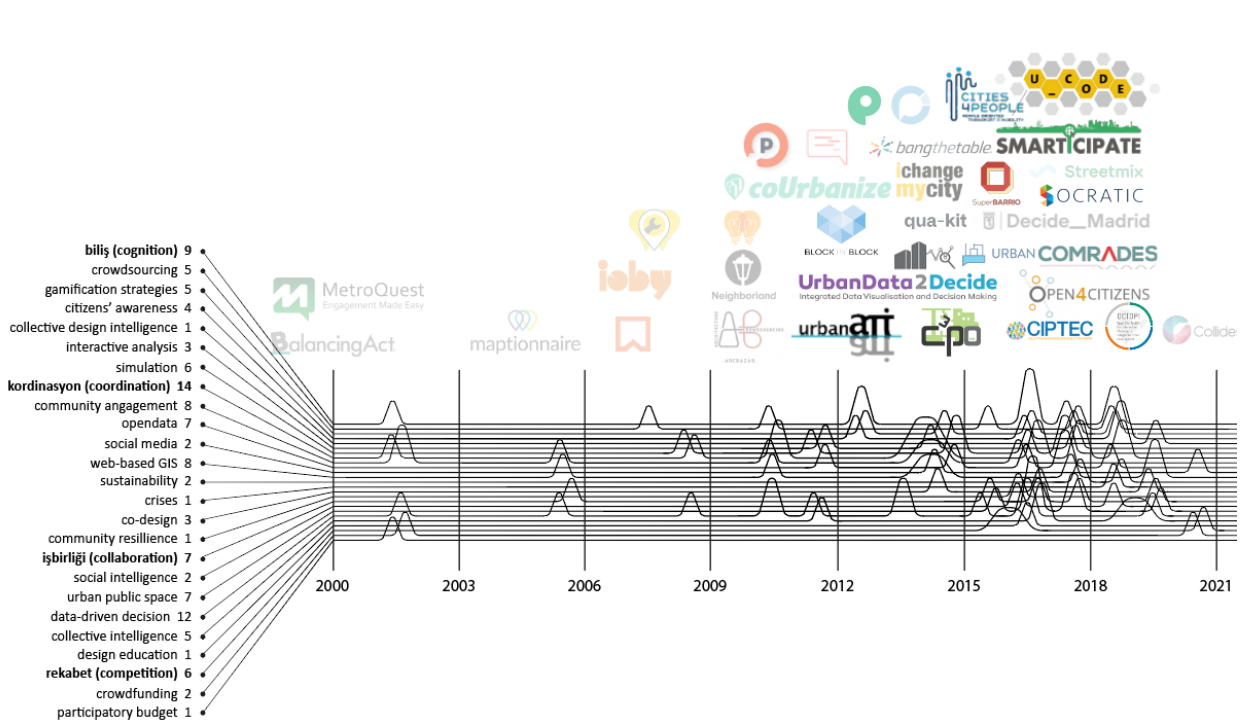
Uygulamalar pandemi şartlarında gerçekleştirildiği için çevrimiçi ya da hibrit ortama alışmanın getirdiği problemler çalışmayı da etkilemektedir. Burada krizi fırsata dönüştürme potansiyeli ile vurguladığımız KZ, pandemi sonrası tekrarlanacak uygulamalar ile daha net biçimde değerlendirilebilir. Süreç içerisinde gözlemlenen ve anket sonuçlarında ölçümlenen KZ etkilerinin olumlu bir grafik çizmesine rağmen KZ modeli için uygulanabilirlik pratikten gelecek taleplerle ilerleyen dönemde yeniden şekillenecektir. Bütünsel bir KZ modeli için de uygulamaların çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Örneğin Green KZ için grup boyutları ve görevlerin zorlukları arasında önemli bir bağlantı kurmaktadır (Green, 2015). Dolayısıyla KZ modelinin uygulanabilirliği öncelikle modüllerin stüdyo performansını etkileyen bu ve benzeri faktörler doğrultusunda sorgulanmasına bağlıdır.

4.3 KZ Kapsamında CBS Tabanlı Araçların Kullanılabilirliği (Usability of GIS Based Tools in CI)

Modüllerin tasarım süreçlerindeki etkileri kullanılan araçlarla ilişkilidir. Çalışmanın pilot aşamalarında test edilen dört farklı platform ArcGIS, Emaptic, Fulcrum, Ushahidi kullanılabilirlikleri doğrultusunda incelenebilir. ArcGIS analiz, görselleştirme ve arayüzü ile zengin bir içeriğe sahiptir. Emaptic oldukça basit kullanımıyla tek bir link üzerinden veri girişi ve görüntülemeyi mümkün kılmaktadır. Fulcrum kırsal alanlarda internet bağlantısının zayıf olduğu alanlarda senkronizasyon seçeneği ile saha çalışmaları için elverişlidir. Ushahidi ise sosyal medya ile bağlantı kurarak basit post ve form çeşitliliğini bir arada kullanmaya olanak sağlamaktadır. Ön testlerde ArcGIS, Emaptic, Fulcrum, Ushahidi; M1 için Emaptic ve Fulcrum araçları; M2 için Emaptic ve özelleştirilmiş versiyonu; M3 için geliştirilen uzlaş platformu kullanılmaktadır. Diğer taraftan literatürde KZ potansiyellerini kentsel ve çevresel problemlerin tespiti, karar verme, öngörü oluşturma, kitlesel fonlama, katılımcı bütçeleme olmak üzere çeşitli hedeflere yönelik kullanan kartografya tabanlı çok sayıda uygulama bulunmaktadır. Bu kapsamda KZ ile ilişkili 34 platform tespit edilmiştir. Bu platformlardan 12'si AB destekli ve üniversite ortaklığında geliştirilen araştırma projeleridir. Diğerleri ise ticari amaçlı, yerel yönetimler ve organizasyonlar tarafından kullanılan platformlardır. KZ bileşenlerine göre incelendiklerinde koordinasyon, iş birliği ve veri-güdümlü tasarım olmak üzere çeşitli anahtar kelimeler ve

alt parametreleri dikkat çekmektedir (Şekil 16). Fakat mevcut genom bileşenleri üzerinden bu uygulamaları değerlendirmek güçtür. Çoğunlukla ticari amaçlı uygulamalar üzerinden geliştirilen KZ genomu (Malone vd., 2009) çevresel, sosyal ve mimari açıdan kapsayıcılığının sorgulanması ve güncellenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda 2015 sonrasına ait 10 AB Ufuk projesini inceleyen güncel bir çalışmada (Suran vd., 2019) genom için 3 yeni bileşen tanımlanmaktadır: faydalananlar, bilgi ve sosyal amaç ve iş birliğine dayalı yarışma. Araştırmada mevcut, özelleştirilen ve geliştirilen CBS araçlarının KZ çerçevesinde kullanılabilirliklerinin bu doğrultuda sorgulanması önemlidir.

Şekil 16: Platformların (CIPTec, OCTOPI, OPEN4CITIZENS, C³PO, COMRADES, U_CODE, Smarticipate, SOCRATIC, Cities-4-People, Superbarrio, UrbanData2Decide, urbanApi) KZ bileşenleri doğrultusunda analizi (Analysis of platforms according to CI components)



5. SONUÇ (CONCLUSION)

Araştırmanın temelinde KZ, tasarım süreçlerinde karmaşık görevlerin kolektif bir çalışma ile tamamlanması; çevrimiçi ortamda bilişim destekli platformların tasarım süreçlerini verimli, sistemli ve etkileşimli hale getirilmesi; kitle kaynak potansiyeli ile veri sağlanması ve süreci kullanıcı katılımına açması üzerine kurgulanmaktadır. Araştırma sonuçları modüler olarak deneysel uygulamalar üzerinden ve modüllerin KZ modelini oluşturma potansiyelleri ve sınırlılıkları ile tartışılmaktadır. Genel anlamda süreç, çıktı ve katılımcı deneyimlerinden elde edilen bulgular olumludur ve çalışma beklentilerini karşılar niteliktedir.

Özellikle M2'nin çevrimiçi eğitime zorunlu ve ani geçiş sürecinde gözlemlenen temel güçlüklerin aşılmasına yönelik katkıları bu bağlamda değerlendirilebilir. Platformların kullanılabilirliği ve farklı bağlamlara uyarlanabilirlikleri sade ve uygulaması oldukça pratik biçimde kurgulanan KZ modüllerinin özellikle pandemi dönemi kriz şartlarını fırsata çevirme potansiyelini ortaya koymaktadır.

Araştırma kendi bağlamında test ettiği özgün stratejilere sahip modülleri ile devam eden çalışma süreci için referans niteliğinde bulgulara sahiptir. Çalışmanın devam eden sürecinde M1 ve M2 için uygulamaların farklı bağlamlarda sürdürülmesi, M3 için katılımcı yaklaşım ve platformun geliştirilmesi planlanmaktadır. Modelin stüdyo sürecinde bütünsel olarak kullanılabilmesi için uygulamaların farklı bağlamlarda tekrarlanması gerekmektedir.

Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FDK-2022-4867 nolu proje kapsamında desteklenmiştir." ("This work has been supported by Yıldız Technical University Scientific Research Projects Coordination Unit under project number FDK-2022-4867").

Referanslar (References)

- Abdulmajeed, K., Joyner, D. A., & McManus, C. (2020, August). Challenges of online learning in Nigeria. In *Proceedings of the Seventh ACM Conference on Learning@ Scale* (pp. 417-420). <https://doi.org/10.1145/3386527.3405953>
- Alnusairat, S., Al Maani, D., & Al-Jokhadar, A. (2020). Architecture students' satisfaction with and perceptions of online design studios during COVID-19 lockdown: the case of Jordan universities. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*. <https://doi.org/10.1108/arch-09-2020-0195>
- Atlee, T. (2014). *The Tao of democracy: using co-intelligence to create a world that works for all*. North Atlantic Books.
- Ballatore, A., McClintock, W., Goldberg, G., & Kuhn, W. (2019, June). Towards a usability scale for participatory GIS. In *International Conference on Geographic Information Science* (pp. 327-348). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14745-7_18
- Briscoe, D., & Hadilou, A. (2013). Collective intelligence: an analytical simulation of social interaction with architectural system.

http://papers.cumincad.org/data/works/att/caadria2013_078.content.pdf

- Brown, J. B. (2020). From denial to acceptance: A turning point for design studio in architecture education. <https://distancedesignededucation.com/2020/05/11/from-denial-to-acceptance-a-turning-point-for-design-studio-in-architecture-education/>
- Cho, J. Y., & Cho, M. H. (2014). Student perceptions and performance in online and offline collaboration in an interior design studio. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(4), 473-491. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9265-0>
- Cross, N. (2007). Forty years of design research. *Design studies*, 1(28), 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2006.11.004>
- Dortheimer, J. (2022). Collective Intelligence in Design Crowdsourcing. *Mathematics*, 10(4), 539. <https://doi.org/10.3390/math10040539>
- Fischer, G., Giaccardi, E., Eden, H., Sugimoto, M., & Ye, Y. (2005). Beyond binary choices: Integrating individual and social creativity. *International journal of human-computer studies*, 63(4-5), 482-512. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2005.04.014>
- Fleischmann, K. (2019). From studio practice to online design education: Can we teach design online? *Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 45(1). <https://doi.org/10.21432/cilt27849>
- Goldschmidt, G., Hochman, H., & Dafni, I. (2010). The design studio "crit": Teacher–student communication. *Ai Edam*, 24(3), 285-302. <https://doi.org/10.1017/S089006041000020X>
- Green, B. (2015). Testing and quantifying collective intelligence. In *Collective Intelligence Conference* (pp. 1-4).
- Grobbink, E., & Peach, K. (2020). Combining crowds and machines. https://media.nesta.org.uk/documents/Combining_Crowds_and_Machines_PeWlhR.pdf
- Gül, L. F., Çağdaş, G., Çağlar, N., Gül, M., Sipahioğlu, I. R., & Balaban, Ö. (2013). Türkiye’de mimarlık eğitimi ve bilişim teknolojileri. *Mimarlıkta Sayısal Tasarım Sempozyumu, İTÜ. LEACH*, (2009), 32-37.
- Hight, C., & Perry, C. (2006). Collective intelligence in design. *Architectural Design*, 76(5), 5-9. <https://doi.org/10.1002/ad.314>
- Jones, D., & Lotz, N. (2021). Design Education: Teaching in Crisis. *Design and Technology Education: an International Journal*, 26(4), 4-9. <https://ois.lboro.ac.uk/DATE/article/view/3135>
- Kristianova, K., & Joklova, V. (2020, November). On-Site Research, Excursions, and Field Trips in Architectural Education—Constraints in the Time of

- Covid-19. In *Proceedings of ICERI2020 Conference* (Vol. 9, p. 10th). <https://doi.org/10.21125/iceri.2020.1219>
- Legg, S., & Hutter, M. (2007). A collection of definitions of intelligence. *Frontiers in Artificial Intelligence and applications*, 157, 17. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0706.3639>
- Levy, P. (2010). From social computing to reflexive collective intelligence: The IEML research program. *Information Sciences* 180, 1 (2010), 71–94. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2009.08.001>
- Maher, M. L., Paulini, M., & Murty, P. (2011). Scaling up: From individual design to collaborative design to collective design. In *Design Computing and Cognition'10* (pp. 581-599). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0510-4_31
- Malone, T. W., & Bernstein, M. S. (Eds.). (2022). *Handbook of collective intelligence*. MIT press.
- Malone, T., Laubacher, R., & Dellarocas, C. (2009). Mapping the genome of collective intelligence. *MIT Centre for Collective Intelligence Working Paper*, 1, 341-358.
- Markopoulou, A. (2020). Smart who? collective intelligence urban design models. *Architectural Design*, 90(3), 122-127. <https://doi.org/10.1002/ad.2578>
- Masdéu, M., & Fuses, J. (2017). Reconceptualizing the design studio in architectural education: Distance learning and blended learning as transformation factors. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 11(2), 6. <https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v11i2.1156>
- Merrick, K., & Ning, G. (2011). Supporting Collective Intelligence for Design in Virtual Worlds: A Case Study of the Lego Universe. http://papers.cumincad.org/data/works/att/cf2011_p016.content.pdf
- Moradi, M., Moradi, M., Bayat, F., & Toosi, A. N. (2019). Collective hybrid intelligence: towards a conceptual framework. *International Journal of Crowd Science*. <https://doi.org/10.1108/IJCS-03-2019-0012>
- Morkel, J., Delpont, H., Burton, L. O., Olweny, M., & Feast, S. (2021). Towards an Ecosystem-of-Learning for Architectural Education: Reflecting on a network of six pedagogical clusters. *Charrette*, 7(1), 15-40. https://www.researchgate.net/publication/353958646_Towards_an_Ecosystem-of-Learning_for_Architectural_Education_Reflecting_on_a_network_of_six_pedagogical_clusters
- Nourian, P., & Azadi, I. S. (2021). Voxel Planet. https://www.researchgate.net/profile/PirouzNourian/publication/355167125_Customizable_Quality_Housing_for_the_Masses_Pixel_Pl

[anet/links/6162bbe21eb5da761e721e54/Customizable-Quality-Housing-for-the-Masses-Pixel-Planet.pdf](https://anet.links/6162bbe21eb5da761e721e54/Customizable-Quality-Housing-for-the-Masses-Pixel-Planet.pdf)

- O'Reilly, B. (2020). Don't Let a Good Crisis Go to Waste. Instead, Use It as a Catalyst for Innovation, Retrieved June 15, 2022, from <https://singularityhub.com/2020/05/03/dont-let-a-good-crisis-go-to-waste-instead-use-it-as-a-catalyst-for-innovation/>
- Ouwerkerk, U. P., Gordijn, J. M. W., Kiela, P. R., & Stellingwerff, M. C. (2018). Pilot integrating visual platform in online courses. EDULEARN18 Proceedings. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.0888>
- Pak, B., & Verbeke, J. (2015). Redesigning the urban design studio: Two learning experiments. arXiv preprint arXiv:1509.01876. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1509.01876>
- Peach, K., Berditchevskaia, A., Bass, T. (2019, December, 9). The Collective Intelligence Design Playbook. Nesta. https://media.nesta.org.uk/documents/Nesta_Playbook_001_Web.pdf
- Paulini, M., Maher, M. L., & Murty, P. (2011). The Role of Collective Intelligence in Design: A protocol study of online design communication. <https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2011.687>
- Ryan, M., Gambrell, D., & Noveck, B. S. (2020, October). Using Collective Intelligence to Solve Public Problems. *Nesta*. https://media.nesta.org.uk/documents/Using_Collective_intelligence_to_Solve_Public_Problems.pdf
- Salama, A. (1995). New trends in architectural education: Designing the design studio. *Arti-arch*.
- Salmon, G. (2020). Covid-19 is the pivot point for online learning. *Whonke*. <https://wonke.com/blogs/covid-19-is-the-pivot-point-for-online-learning/>
- Schnabel, M. A., & Ham, J. J. (2012). Virtual design studio within a blended social network. *Journal of information technology in construction*, 17, 397-415. <http://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30051269>
- Schnabel, M. A., Kobayashi, Y., Pencreach, Y., Bennadji, A., Choi, D., Fiamma, P., & Vital, R. (2021). Virtual World16: virtual design collaboration for the intersection of academia and industry. https://caadria2021.org/wpcontent/uploads/2021/03/caadria2021_318.pdf
- Suran, S., Pattanaik, V., Yahia, S. B., & Draheim, D. (2019, September). Exploratory analysis of collective intelligence projects developed within the eu-horizon 2020 framework. In *International Conference on Computational Collective Intelligence* (pp. 285-296). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28374-2_25

Suran, S., Pattanaik, V., & Draheim, D. (2020). Frameworks for collective intelligence: A systematic literature review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 53(1), 1-36. <https://doi.org/10.1145/3368986>

Surowiecki, J. (2005). *The Wisdom of the Crowds*. Anchor Books.

Tenório, T., Isotani, S., Bittencourt, I. I., & Lu, Y. (2021). The State-of-the-Art on Collective Intelligence in Online Educational Technologies. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(2), 257-271. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3073559>

Verhulst, S. G., Zahuranec, A. J., & Young, A. (2019). Identifying Citizens' Needs by Combining AI and CI. New York University: New York, NY, USA. https://thegovlab.org/static/files/publications/CI-AI_oct2019.pdf

Basic Design Studio: Understanding and Designing a Computer Game-Based Approach

Emirhan Coşkun¹, Gülen Çağdaş²

ORCID NO: 0000-0003-3699-1486¹, 0000-0001-8853-4207²

¹Haliç University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Istanbul, Turkey

²Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Istanbul, Turkey

It is an important reality that computational design thinking and approaches constantly change and transform individuals' perceptions and expressions, and their life practices. This transformation triggers changes in educational understanding, leading to the development of strategies that focus more on learning than teaching. The fact that design education is a system that contains its own dynamics highlights the necessity of approaches to improve students' awareness, comprehension and ability skills, creative thinking, and questioning abilities. In this context, informal approaches are among the methods used in basic design education in terms of developing students' problem-solving skills and experiencing the creative design process. It is of great importance to construct informal practices that enable students to develop conceptual ideas and create an experience environment that will create diversity in the representation of ideas. Visualization of the design process, exploration by thinking, experimenting with alternatives and randomness are the layers that form the basis of informal practices.

This study deals with the use of computer games, one of today's popular media, as a reflection of informal education approaches in design education. By using games as an interactive tool, it is aimed to create a learning framework that questions the act of design through learning experience. The study was carried out with first-year students who have just started their education in architecture and design. In order to understand the process and make the right evaluations, the traditional design approach and the game-based approach are considered together in the scope of the study. In addition to the applications made with the students, the design process and outputs were evaluated by conducting interviews and surveys with the instructors of the basic design course. As a result of the study, suggestions have been developed for the game-based approach to include alternative approaches in the context of basic design education, to keep it up-to-date and to create a framework that can provide an effective learning environment.

Research Article

Received: 27.08.2022

Accepted: 15.09.2022

Corresponding Author:

emirhancoskun@halic.edu.tr

Coşkun, E. & Çağdaş, G. (2022). Basic design studio: Understanding and designing a computer game-based approach. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 59-86. <https://doi.org/10.53710/jcode.1167799>

Keywords: Basic Design, Design Education, Computer Games, Game-based Approach, Informal Practice.

Temel Tasarım Stüdyosu: Bilgisayar Oyunu Tabanlı Yaklaşımı Anlamak ve Tasarlamak

Emirhan Coşkun¹, Gülen Çağdaş²

ORCID NO: 0000-0003-3699-1486¹, 0000-0001-8853-4207²

¹Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

Günümüzde hesaplamalı tasarım düşüncesi ve yaklaşımlarının, bireylerin algılama ve ifade biçimlerini; yaşam pratiklerini sürekli bir değişime ve dönüşüme uğrattığı önemli bir gerçekliktir. Bu dönüşüm, eğitim anlayışlarında da değişiklikleri tetikleyerek, öğretmeden daha çok öğrenmeye odaklanan stratejilerin geliştirilmesine öncülük etmektedir. Tasarım eğitiminin kendine özgü dinamikleri yapısında bulunduran bir sistem olması, öğrencilerin farkındalıklarını, anlama ve yapabilme becerilerini, yaratıcı düşünce ve sorgulama kabiliyetlerini geliştirmeye yönelik yaklaşımların gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda enformel yaklaşımlar, öğrencilerin problem çözme yeteneklerinin gelişmesi ve yaratıcı tasarım sürecini deneyimlemeleri açısından temel tasarım eğitiminde kullanılan yaklaşımlardandır. Öğrencilerin kavramsal fikirler geliştirmesinde; fikirlerin temsiliyetinde çeşitlilik oluşturacak bir deneyim ortamının oluşmasına imkan veren enformel pratiklerin kurgulanması büyük önem taşımaktadır. Tasarım sürecinin görselleştirilmesi, düşünerek keşfetme, alternatiflerin denenmesi ve rastlantısallık enformel pratiklerin temelini oluşturan katmanlardır. Bu makale tasarım eğitiminde enformel eğitim yaklaşımlarının yansımaları olarak, günümüzün popüler medyalarından olan bilgisayar oyunlarının kullanımını ele almaktadır. Etkileşimli bir araç olarak oyunlar kullanılarak, tasarlama eylemini öğrenme deneyimi üzerinden sorgulatan bir öğrenme çerçevesi oluşturma hedeflenmektedir. Çalışma, mimarlık ve tasarım eğitimine yeni başlayan 1.sınıf temel tasarım dersini alan öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Süreci anlamak ve doğru değerlendirmeleri yapmak adına, çalışma kapsamında geleneksel tasarım yaklaşımı ve oyun tabanlı yaklaşım bir arada ele alınmıştır. Öğrencilerle beraber yapılan uygulamaların yanı sıra temel tasarım dersi yürütücüleriyle de görüşmeler ve anketler yapılarak, tasarım süreci ve çıktılar değerlendirilmiştir. Oyun tabanlı yaklaşımın, temel tasarım eğitimi bağlamında alternatif yaklaşımları içeriğinde barındırması, güncelliğini koruması ve etkin bir öğrenme ortamı sağlayabilecek bir çerçeve oluşturmaya için öneriler geliştirilmiştir.

Araştırma Makalesi

Teslim Tarihi: 27.08.2022

Kabul Tarihi: 15.09.2022

Sorumlu Yazar:

emirhancoskun@halic.edu.tr

Coşkun, E. & Çağdaş, G. (2022). Temel tasarım stüdyosu: Bilgisayar oyunu tabanlı yaklaşımı anlamak ve tasarlamak. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 59-86. <https://doi.org/10.53710/jcode.1167799>

Anahtar Kelimeler: Temel tasarım, Tasarım Eğitimi, Bilgisayar Oyunları, Oyun Tabanlı Yaklaşım, Enformel Yöntem.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Öğrenme ve öğretme yaklaşımlarıyla ilgili kavramlar yeni medya, yeni nesil, yeni anlayışlar çerçevesinde değişim göstermektedir. Buna bağlı olarak tasarım kavramının da bu dinamikler doğrultusunda değişiklik göstermesi kaçınılmazdır. Değişikliklere paralel olarak tasarım eğitimi de farklılık göstermeye başlamış ve dinamik yapıyı içeriğinde barındırabilecek bütünleşik bir stüdyo anlayışı ön plana çıkmıştır. Bütünleşik bir stüdyo anlayışı doğrudan bilgi aktarımı yerine, öğrenme ile ilgili farklı yaklaşım ve stratejilerin uygulandığı interaktif bir yapıya sahip ortamı öğrencilere sunmaktan geçmektedir. Deneyimlere ve keşfe dayanarak öğrenme, kuramsal bir yapı ile bütünleşerek; becerileri geliştirmeye, farkındalığı artırmaya, anlama ve yorumlama kabiliyetlerini geliştirmeye olanak sağlamaktadır. Bu anlayış tasarım ürününün niteliğine odaklı bir yapıda olmaktan daha çok tasarlama süreci ve tasarlama sürecinin kazandırdığı davranış biçiminin açığa çıktığı bir yapıyla ilgilidir. Günümüzdeki değişikliklere bağlı olarak tasarlama sürecine odaklanması, öğrenme yaklaşımları ve etkili öğrenme ortamlarının nasıl sağlanacağı ile ilgili soruların daha sık ele alınmasına yol açmıştır. Öğrenme eyleminin bilişsel bir süreç olarak ele alınmasıyla beraber edinilmiş bilgiler ve yeni deneyimler ışığında anlam ve yorumlama ortaya çıkmaktadır (Aydınlı, 2015). Tasarım eğitimi açısından deneyimleyerek ve keşfederek öğrenme yaklaşımının uygulanabileceği en uygun ortam olan tasarım stüdyoları, sorgulayıcı düşünme, yaratıcı düşünme, ilişkisel düşünme gibi becerileri geliştirme açısından oldukça kritik bir yere sahiptir. Temel tasarım stüdyosu da tasarım eğitimine yeni başlayan öğrencilerin bu becerileri kazanmalarını ve geliştirmelerini sağlamak açısından mimarlık ve tasarım eğitiminin odağında yer almaktadır.

Süreç bazlı bir yaklaşım olarak bakıldığında tasarım stüdyolarında yaratıcı düşünceye yönelik teknik ve uygulamaların yapılması ve tasarım sürecinin deneyimlenmesi öğrencilerin problem çözme yeteneklerinin gelişmesi açısından önemlidir. Tasarım eğitimi sadece somut bilginin var olmadığı aynı zamanda soyut kavramların yer aldığı belirsiz, değişken bir yapıya sahiptir (Yürekli ve Yürekli, 2004). Soyut, tanımlaması zor olan, belirsiz olanın ifade edilmesinde kullanılan bir ifade olarak karşımıza çıkar. Birey soyut olanı somut hale getirme sürecini deneyimlerken, kendini keşfetme, yaptığını yorumlama becerisi kazanma, sezgilerine göre hareket ettiğinden kendi karakterini daha rahat ortaya koyma

fırsatı bulur. Enformel ortamlar bireylerin sezgilerine göre hareket ettikleri, kendi kişisel özelliklerini ifade edebildikleri ortamlar olarak karşımıza çıkar (Yürekli ve Yürekli, 2004). Boyd'a göre bireyin kendi kısıtlamalarından kurtulduğu ve içindeki çocuğun tekrar kontrole geçtiği düşünsel süreçler açısından oldukça önemli bir durumdur (Boyd, 1971). Bu çerçevede enformel eğitim metotlarının temel yaklaşımlarından biri olan oyun kavramı, bireyin bilinçli veya bilinçsiz kısıtlamalara kapılmadan düşünce sürecini yaşamasında önemli bir konuma sahiptir (Combs, 2000). Enformel eğitim metotları öğrencilerin tasarım sürecindeki farkındalıklarını arttırma, kendilerini keşfetme ve bu keşfe bağlı olarak kendilerini daha rahat ifade etmelerini sağlamak açısından özgür bir ortam sağlayabilir.

Prensky yeni medya ile yetişen öğrencileri dijital doğanlar olarak tanımlamakta ve dijital doğanların yeni medya ile etkileşime geçmemiş ya da daha sonradan tanışmış olan bireylere (dijital göçmenler) göre daha farklı algı ve davranış kalıpları geliştirdiklerini vurgulamaktadır. Yeni nesil öğrencilerin geleneksel eğitim anlayışında problemlerle karşılaştıkları, dijital araç ve ortamlarla daha uyumlu bir süreç geçirdikleri görülmektedir (Prensky, 2001). Bu makale tasarım stüdyosu ortamında farklı yaklaşımların uygulanmasının önemini vurgulamak için temel tasarım stüdyosunda bilgisayar oyunlarının enformel pratikler olarak ele alınması üzerine odaklanacaktır.

2. TEMEL TASARIM EĞİTİMİ VE BİLGİSAYAR OYUNLARI (BASIC DESIGN EDUCATION AND COMPUTER GAMES)

Temel tasarım eğitiminin merkezinde yaratıcı düşünmenin ve tasarımın öğretileridir ya da deneyimlenebilecek bir süreç olduğu düşüncesi yer alır. Mimarlık ve tasarım eğitimiyle ilk defa tanışan bir öğrenciden tasarım problemini anlama ve kavrama, karşılaştığı problemi yorumlayabilme, soyut düşünceyi geliştirme, düşünceyi somutlaştırma eylemlerini öğrenmesi beklenir (Özdemir, 2015; Çubukçu ve Dünder, 2007). 2 ve 3 boyutlu temsil ortamlarıyla karşılaşmak, yüzeyler, hacimler, renkler, dokularla etkileşime girmek daha önceden böyle bir ortamla karşılaşmamış temel tasarım stüdyosu öğrencilerine çok soyut bir dünya olarak gelebilir. Bunun en büyük etkenleri arasında öğrencilerin belirli alışkanlıkları ve kalıpları kazanarak tasarım disiplinine gelmeleri gösterilebilir. Bu bakımdan öğrencilerin edinilmiş bilgidense deneyimlediği bilgiyi kullanabilmesi temel tasarım açısından kritiktir.

Amaçlanan, tasarım ürünü odaklı bir yaklaşım yerine düşünmenin ve düşünce üretmenin bir parçası olabilecek bir ortam sağlayabilmektir (Doğan, 2009). Somut verinin yeni edinilen bilgi çerçevesinde ele alınarak ve işlenerek bir tasarım sürecine dönüştürülmesi sırasında öğrencinin problem çözme ve yaratıcı düşünme geliştirme becerisinin artması en önemli hedeftir (Erdoğan, 2016; Tekel, vd. 2015). Temel tasarımın sezgisel bir yanının olmasından ötürü diğer alan derslerinden daha farklı bir bakış açısıyla değerlendirilmesi ve süreç yönetimi yapılması gereklidir. Temel tasarım dersinin merkezinde düşüncenin üretim sürecine dönüştürüleceği bir yapı olmasından dolayı dersin öğrencilere aktarıldığı ortam olan stüdyoların önemi de büyüktür. Özkar ve Steino temel tasarım dersinde elleri kullanarak (hands on) öğrenmenin önemini vurgularlar. Diğer tasarım stüdyolarında olmasa bile temel tasarım dersi için bu yaklaşım çok belirgin bir şekilde göze çarpmaktadır. Doğrudan bilgi aktarımı yerine bilgiyi açığa çıkaracak tartışmalar, düşünce üretmeyi tetikleyecek sorgulamalar temel tasarım dersinin temelini oluşturabilir (Özkar, Steino, 2012). Stüdyoların şekillenmesi, öğrencinin stüdyo ortamına uyum sağlaması, stüdyonun organizasyonunun interaktif bir çalışma ortamı sağlayabilmesi ders süreci açısından önemlidir. Stüdyo ortamı ortak çalışma ve deneyimlerin aktarılmasına izin vermekle beraber sosyal etkileşimin öğrenmeyi etkilediği bir yapıya sahiptir (Lang, 2002).

Temel tasarım dersinde ele alınabilecek kavramların ve yaklaşımların diğer derslere göre çok daha fazla olması, temel tasarımın farklı çerçeveler halinde aktarılmasını gerektirmektedir. Kuramsal alt yapı ve tasarıma ait kavramlar ve ilkelerin aktarıldığı bölümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Temel tasarım dersi kapsamında dersin yürütücüsünün nasıl bir rol oynayacağı, temel tasarım stüdyosunu nasıl kavramsallaştırdığı, hangi yöntem ve yaklaşımları kullanacağı stüdyonun süreci ve çıktıları konusunda farklı sonuçlar doğurabilir. Yürütücünün sahip olduğu bakış açısı temsiliyet biçimlerini etkileyebildiği gibi süreci kısıtlama veya bilinçli bir şekilde bazı yöntemlerin daha çok ön plana çıktığı stüdyo ortamlarının oluşmasına yol açabilir. Bu bağlamda temel tasarım stüdyosunun çerçevesini oluştururken hangi eksende hareket edeceğimizi bilmemiz önemlidir. Temel tasarımın çerçevesinin soyut ve somut tasarım ara kesitinde değişkenlik gösterdiği söylenebilir. Bu değişkenlik temel tasarım eğitiminde kullanılan tasarım araçların kuramsal ama aynı zamanda sezgisel bir yapıya sahip olmaları ihtiyacını ortaya koyar. Bu tip stüdyo

yaklaşımlarında öğrenciler şekil, form, renk, malzeme, doku, düzen, uyum vb. konularında 2 ve 3 boyutlu kompozisyonlar yaparak temel tasarım kavramlarının birbirleriyle olan ilişkilerini yorumlarlar. Somut yaklaşımlar ise kavramlar yerine daha çok çevre odaklı bir yapıya sahiptir. Bu tip stüdyolara bakıldığında çevre ile kurulan etkileşim malzeme, doku gibi kavramlar üzerinden olup daha somut referanslara sahiptir.

Enformel eğitim metotları bu bağlamda öğrencilerin tasarım sürecindeki farkındalıklarını arttırma, kendilerini keşfetme ve bu keşfe bağlı olarak kendilerini daha rahat ifade etmelerini sağlamak açısından özgür bir ortam sağlayarak etkileşimin artmasına imkan veren bir yapı sunabilir. Bilgisayar oyunları da günümüzdeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak oldukça popüler bir araç haline gelmiş durumdadır. Oynarken tasarlamak kavramı, bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle beraber oldukça sık karşımıza çıkan kavramlardan birisidir. Öğrencilerin oyun deneyimleri ve oyun okur yazarlıklarının fazla olması; oynarken oyuna katkıda bulunabilmek ya da oyunu geliştirebilmek, kendilerinden birtakım duyguları, düşünceleri aktarabilecekleri bir paylaşım ortamı bulmaları; öğrenme ortamının oyunsal bir kurguda verilmesi hem eğlenme hem de bilgi edinme bağlamında etkili bir yaklaşım haline gelmektedir. Bu bakış açısı ile temel tasarım stüdyosu ve bilgisayar oyunları arasındaki köprüyü kurabilmek ve makalede sunulan yaklaşımı temellendirmek için oyun kavramını ve onun bileşenlerini bilmek; oyunun bireyler üzerindeki etkileri ve bu etkilerin doğurduğu sonuçların farkına varmak önemlidir.

Oyun insanın öğrenmesini ve gelişmesini sağlayan doğuştan gelen bir faaliyettir (Vygotsky, 1967). Oyun kurgusal olduğu bilinen, bir veya birçok kullanıcıyı kapsayan, amaçları, kısıtlamaları, sonuçları olan, özgür bir eylem olarak da tanımlanabilir (Huizinga, 1995). Caillois'e göre de oyun sınırlı bir zaman ve mekan içerisinde bilinmeyişi oluşturma eylemidir (Caillois, 2005). Başka bir tanımda Salen ve Zimmerman oyunu mücadele ve sonuçları olan kurallarla tanımlanmış sayısal sistem olarak tanımlarlar (Salen ve Zimmerman, 2004). Oyunlara ait çok fazla tanıma ulaşmak mümkündür ama bu tanımlamalardan da yola çıkarak bazı ortak çerçevelerden söz edilebilir: Oyunlar kural tabanlı bir yapıya sahiptirler; değişebilir sonuçları vardır; oyuncu sonuca ulaşmak için mücadele etmek

zorundadır; sonuca bağılı olarak oyuncunun duygusal değişimler yaşaması ve yaşadığı bu deneyimleri gerçek hayata aktarabilmesi mümkündür. Bu bağlamdan yaklaşıldığında oyunların müzecilikten eğitime, tarih ve kültürel mirastan, bilinci artırmaya, savaş eğitiminden sağlık hizmetlerine kadar farklı deneyimler sunmaya odaklandığı görülür. (Madsen 2020). Bireyleri görevlere dahil etmek, ilişkileri geliştirmek veya motivasyonu artırmak için bir araç olarak düşünülebildiği gibi; (Nicholson, 2015) farkındalığı artırmak, kullanıcıları gerçek deneyime ikna etmek için ilgi çekici bir yöntem de sağlayabilirler (Mortara ve Catalano, 2018). Bireylerin kişiselleştirilmiş ve etkileşimli deneyimler yaşaması açısından oyunlardan faydalanmak tasarım eğitimi ve tasarım stüdyolarının kurgusu açısından da önemlidir (Applications, 2020).

Temel tasarım stüdyosunda bilgisayar oyunları kullanılarak oyunsal bir kurguda ele alınabilecek bir öğrenme modelinin geliştirilmesi; farkındalıkları anlayabilmek, yeni durumları keşfedebilmek ve deneyimleyebilmek açısından önemli bir noktadır. Odaklanması gereken durum, öğrencilerin aktif bir katılımcı olacakları ortamın oyunlar aracılığı ile kurgulanmasıdır. Geleneksel bilgi aktarımı yerine öğrencinin yaparak öğrenme, deneyimleyerek keşfetme ve uygulama, kendi deneyimlerini aktarabilmesine imkan veren ortamları aktif öğrenme ortamı olarak değerlendirmek mümkündür (Petty, 2004). Tasarım stüdyosu ve bilgisayar oyunları bağlamında düşünüldüğünde aktif bir öğrenme ortamı hem stüdyo yürütücüleri hem de öğrenciler (oyuncular) çerçevesinden ele alınarak kurgulanmalıdır. Hem yürütücü hem de oyuncu perspektiflerini dikkate almak, bir katmandaki değişikliklerin diğer katmanları nasıl etkilediğini gözlemek önemlidir. Stüdyo yürütücüleri açısından bilgisayar oyunlarının, oyuncuyu yaparak öğrenmeye yönlendiren; oyuncuda duygusal tepkimeler yaratan, oyuncunun hızlı geri bildirim almasını sağlayan; oyuncunun katılımcılığını artıran; ilgi çekici olan ve oyuncuyu etkileşimin içinde tutan; davranışsal öğrenmeyi teşvik eden (ödülleri, puanlar vb.); oyuncunun eylemlerinin doğrudan etkilerinin olduğu (başarı, başarısızlık vb.) bir yapı olarak düşünülmesi ve ele alınması gerekmektedir. Bu bağlamda oyuncu perspektifinden bakıldığında oyunları sadece eğlenceli ve oynanabilir bir ortam olmaktan daha detaylı bir şekilde irdeleme ihtiyacı vardır (**Tablo 1**).

Kavramlar		Kavramlar	
Duyu (Sensation)	Duyu Keyfi Olarak Oyun	Birlik (Fellowship)	Sosyal Çevre Olarak Oyun
Fantezi (Fantasy)	inandırıcı Olarak Oyun	Keşif (Discovery)	Bilinmeyen Bölge Olarak Oyun
Anlatı (Narrate)	Drama Olarak Oyun	İfade (Expression)	Keşfetme Olarak Oyun
Mücadele (Challenge)	Engel Olarak Oyun	Sunum (Submission)	Eğlence Olarak Oyun

Tablo 1: Oyunların kavramsal olarak incelenmesi (Wang, Chien, 2003) (conceptual analysis of games).

Tablo 1'deki kavramlar göz önünde bulundurulduğunda oynama eylemiyle temel tasarım stüdyosu arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için bilgisayar oyunlarının yapısal özelliklerini ve bu özelliklerin tasarlama eylemi açısından neyi temsil ettiğini bilmek önemli bir parametre haline gelmektedir. Woodbury (2001), ve Wang ve Chien (2003) keşif, güçler dengesi, dokunma, içsel tatmin, kurallar, hedefler, özdeşleşme, geri dönüşler, rekabet, etkileşim ve temsil kavramlarına değinerek tasarlama eylemi ile olan ilişkiyi anlaşılır kılmaya çalışmışlardır.

Temel tasarım eğitime bakıldığında oyunlardakine benzer özellikler karşımıza çıkmaktadır. Oyunlardan farklı olarak şekil, form, renk, doku, malzeme, ölçek, mekan gibi kavramlar ön plana çıkmakla beraber yaklaşım ve ele alınış bakımından benzer özellikler gösterirler: 2 ve 3 boyutlu kompozisyonlar aracılığı ile düzenleme, değiştirme ve kompozisyon üretmenin etkin olduğu; deneyimleyerek yapma eyleminin teşvik edildiği; soyut düşünmeyi tetikleyen tasarım problemlerinin verildiği; öğrencilerin yorumlama yeteneklerini geliştirmelerine katkı sağlayacak, temsil kabiliyetlerini artıracak ortamların kurgulandığı; öğrencilerin kendi tasarım anlayışlarını edinebilecekleri, kavramlarla etkileşime girebilecekleri bir keşif ortamı.

Temel tasarım stüdyosunda bilgisayar oyunlarının bir öğrenme aracı olarak kullanılması yürütücünün etkin bir rol oynaması ile mümkün olabilir (Henderson, 2000). Sürecin olumlu çıktılar verebilmesi için yürütücülerin stüdyo etkinliklerini kurgulayabilmesi, öğrencileri oyun ortamında yönlendirebilmesi, oynama eylemi sonrası geri bildirimleri olarak etkin bir tartışma ortamını yaratabilmesi gerekir. Bunu yapabilmek için de etkin bir oyun çerçevesine ihtiyaç vardır. Etkin bir

oyun çerçevesi yürütücünün ve öğrencinin ortak bir payda da buluşmasını sağlayacağından çok önemli bir yere sahiptir. Etkin bir oyun çerçevesi birden fazla parametreye bağlıdır:

- Oyunun mantıklı bir yapıya sahip olması ve oyuncunun yaptığı eylemler karşılığında bir geri bildirim alabilmesi (Woodcock, 2001).
- Oyunun oyuncuya istenilen becerileri kazandırırken aynı zamanda bir mücadele ortamı sunabilmesi, oyuncunun ustalaşmasına imkan veren bir yapısının olması (Rouse, 2004).
- Oyuncunun oyun üzerinde kontrol sahibi olabilmesi (Rouse, 2004).
- Oyunun nasıl bir tempoya sahip olduğu da oyun çerçevesini oluştururken önemlidir. Oyun temposu oyuncunun odaklanmasıyla ilgili durumları kontrol ettiğinden etkili bir öğrenme ortamı için oyun temposuna dikkat edilmelidir (Kim, 2001). Çok hızlı olan ya da çok yavaş tempoya sahip oyunlar etkileşimi istenilen seviyeye çıkartamayabilirler. Bu da öğrenme ortamını olumsuz etkiler (Prensky, 2001).
- Farklı oynama stillerini içinde barındırabilmesi; başarı başarısızlık, risk ödül gibi kavramların oyunun bir parçası olabilmesi de oyun çerçevesinin etkin olmasında rol oynar (Mann, Smith, 2002).
- Oyunun bir anlatı ya da senaryoya sahip olup olmaması. Anlatı oyuncunun etkileşimde kalmasını sağlayan önemli bir unsur olarak ortaya çıkar (Bates, 2004).
- Oyuncuların karar verebilme imkanlarının olmaları. Verilen kararların ya da yapılan seçimlerin oyundaki gerilimi ya da mücadeleyi değiştirmesi (Murtagh, 1996; Shelley, 2001).
- Oyunun sahip olduğu ara yüz de önemli bir parametredir. Oyuncuda oynama hissini yaratıp yaratmaması ya da gerçekçi grafik, ses vb. özelliklere sahip olup olmaması. Gerçeğe çok yakın özelliklere sahip oyunların öğrenme odaklı bir yaklaşımda öğrencinin odaklanmasını olumsuz anlamda etkilemesi söz konusu olabilir (Low, 2001).
- Sürükleyici ve devamlılığı olan bir yapısının olması. Hızlı tüketilmemesi (Mann, Smith, 2002).

İyi kurgulanmış oyun tabanlı bir stüdyo yaklaşımı yürütücü ve öğrenci açısından etkin bir öğrenim ortamının oluşmasında katkı sağlayabilir. Yine de etkin bir oyun çerçevesini oluşturan parametrelere dikkat edilse

de unutulmaması gereken önemli noktalardan biri, öğrenme çıktısı için hedef ne kadar büyük tutulursa elde edilen sonuçların olumlu olmama riskini taşımasıdır (Kirriemuir, 2002). Oyun tabanlı yaklaşım ile tasarım eğitim materyali birleştğinde stüdyo ortamında en etkin öğrenmeyi sağlayacak ve olumsuz etkileri engellemek adına ortak bir dil oluşturulması önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, oyun çerçevesini daha iyi organize etmek ve süreçte kontrol sahibi olmak açısından bilgisayar oyunlarının temel tasarım stüdyosunda bir modül olarak kullanılması ilk aşama için hedeflenen yaklaşım olmuştur. Bu bağlamda stüdyo ortamında ele alınan oyunların, yürütücüler ve öğrenciler açısından daha rahat etkileşime sahip olması ama aynı zamanda iyi bir oynama deneyimi de sunması beklenmektedir.

3. YÖNTEM (Methodology)

Bu makale, bilgisayar oyunlarının tasarım eğitiminde etkin bir ortam olarak kullanılması yaklaşımından yola çıkarak, temel tasarım dersi kapsamında öğrencilerin aktif oyunculara dönüştüğü ve yaptıkları kompozisyonları oyun evreni içerisinde deneyimleyebilecekleri bir oyun modülü oluşturma fikri üzerine odaklanmıştır. Oyunların sunduğu çok oyunculu, etkileşimli, dijital ve açık uçlu evrenler temel tasarım eğitiminde farklı kurguların ortaya çıkmasına imkan verebileceğinden, oyun modülünün hedef alanı olarak temel tasarım stüdyosu seçilmiştir. Oyunların etkin bir öğrenme ortamı sağlayabileceği yaklaşımı, farklı tasarım platformlarında temel tasarım yürütücüleriyle yapılan denemeler ve gözlemler ile kayıt altına alınarak oyun tabanlı yaklaşımın temel tasarım dersinde bir ortam olarak kullanılmasına karar verilmiştir (Tablo 2).

<i>Ortam</i>	<i>Eskiz ve Modelleme (2D ve 3D)</i>	<i>Modelleme (3D)</i>	<i>Oyun Motoru (Oyun Evreni)</i>	<i>Oyunlaştırma Ortamı (Oyun Benzeri)</i>	<i>Bilgisayar Oyun Ortamı</i>
<i>Platform</i>	<i>Sketch-Up</i>	<i>3ds Max</i>	<i>Unity 3D</i>	<i>Lego Dijital Designer</i>	<i>Minecraft: EE</i>
<i>Kriterler</i>					
Öğrenme İçeriğinin Aktarımı			X		X
Öğrenme Çıktılarına Göre Adapte Edilebilme					X
Ders Organizasyonuna Entegre Olabilme	X	X			X
Genel ve Özel Hedefler			X		X
Öğrenme Stratejileriyle Uyumluluk			X		X
Çevrim İçi Topluluğa Sahip Olma			X		X
Senaryo veya Anlatı Alanı			X		X
Etkileşim ve Aktiviteler			X		X
Bilgi Kazanımı ve Beceri Gelişimi	X	X	X	X	X
Sanal Stüdyo Ortamı Sağlama					X
Ödül Sistemi Oluşturma					X
<i>Kriterler</i>					
Öğrenmesi Kolay	X			X	X
Ara yüzü Anlaşılır	X			X	X
Adapte Edilebilirlik	X	X	X		X
Kural Tanımlayabilme			X		X
Etkileşim			X		X
Karmaşıklık		X	X		
Çok Oyunculu					X
Geri Bildirim			X		X
Modelleme	X	X	X		

Tablo 2: Ortam karşılaştırması
(Comparison of mediums).

Temel tasarım dersi kapsamında kurgulanan oyun tabanlı yaklaşımın, öğrencilere geri bildirimini kesin olarak veren, keşfetmelerine imkan veren bir çerçevede olması etkileşimi artıracaktır. Bu bağlamda oyun kurgusunu aktaracak ortamlar, öğrenme hedefleri ve öğrenme ortamına ait kriterler temel alınarak karşılaştırıldığında, temel tasarım

dersine ait içerikleri oyun kurgusu içerisinde en iyi aktaran ortamların oyun motorları (oyun evreni oluşturmaya yardımcı araçlar) ve oyunların kendisinin olduğu belirlenmiştir. Temel tasarım yürütücüleriyle yapılan görüşmeler, öğrenmesi kolay, etkileşim ve gerçek zamanlı bildirim almanın mümkün olduğu, ders planına uyarlanabilecek yapıyı içinde barındıran, çevrimiçi özellik gösteren, çok sayıda kullanıcının interaktif bir şekilde kullanabileceği bir oyun ortamının kurgulanması gerektiğini ortaya koymuştur. Makalede, farklı tasarlama platformları öğrenciler ve yürütücüler tarafından denenmiştir. Yapılan gözlemler ve alınan geri bildirimler sonucunda, öğrenme içeriğinin bilgisayar oyunları içerisinde daha etkin bir şekilde verilebileceği kararına ulaşılmıştır.

Temel tasarım ders planının bir parçası olarak kurgulanan oyun tabanlı yaklaşım; öğrencilerin 3 boyutlu kompozisyonlar ürettikleri aşamalarda kullanılmıştır. Temel tasarım yürütücüleriyle yapılan görüşmelere dayanarak, oyun modülünün içeriğini ve oyunun kurallarını oluşturacak olan kavramların temel tasarım ilkelerinden belirlenmesi planlanmıştır. Bu kapsamda öğrenciler denge, ritim, oran vb. temel tasarım ilkelerini bir oyun kurgusu içerisinde dijital, çok oyunculu bir ortamda deneyimleme fırsatı bulmuşlardır (**Tablo 3**). Oyun modülünün sunduğu çevrimiçi yapı hem öğrencilere hem de yürütücülere istedikleri zaman diliminde etkileşim imkanı verdiğinden, temel tasarım eğitiminde dinamik bir stüdyo ortamının deneyimlenmesine imkan vermiştir.

Temel Tasarım İlkeleri ve Kavramlar	
Süreklilik	Ölçek
Oran	Uyum
Ritim	Kontrast
Denge	...

Tablo 3: Oyun modülü kavramları (Concepts of game module).

Temel tasarım stüdyosunda deneyimlenecek oyun ortamının öğrenmesi kolay, kontrolleri basit, ara yüzünün anlaşılır olduğu, oyuncuların birbirleriyle etkileşim kurabildiği, doğrusal bir akışa sahip olmayan bir yapıya sahip olması önemli bir kriter olmuştur. Doğrusal bir akış istenmemesinin nedeni, temel tasarım dersinin de doğrusal bir yapıdan daha çok birbirinin içine geçmiş süreçleri kapsaması olmuştur. Oyun tabanlı yaklaşım bir tasarım çerçevesi ve altlık oluşturmak için, çalışmada ele alınan oyun modülü prototip olarak uygulanmış ve bir bölümü içerecek şekilde kurgulanmıştır. Çevrimiçi yapı ve açık uçlu oyun evrenine sahip bir oyun modülünün kurgulanması gelecek çalışmalar

için de önemli bir kriterdir. Oyun ortamları karşılaştırılırken özellikle arayüzü etkileşimli olan oyunların incelenmesine dikkat edilmiştir. Aynı zamanda stüdyo ortamında oluşturulacak bilgisayar oyun tabanlı bir yaklaşım için seçilecek oyunun mekânsal kurgu odaklı olması da önemli noktalardan biridir. Temel tasarım dersinde öğrenciler genel bağlamda soyut ve somut kompozisyonlar üretseler dahi bilgisayar oyun tabanlı yaklaşımın kompozisyon üretmenin ötesine geçerek mekânsal tasarım yapabilme esnekliğini de sunması gerekmektedir. Öğrencilerin oyun modülüne hızlı uyum sağlamaları, kendilerini oyunun büyüklüğüne çemberine kaptırmaları ve iyi oynama eylemini oluşturan elemanlar göz önüne alınarak oyunlar taranmış ve alternatifler arasından “Minecraft: Education Edition” tercih edilmiştir (Tablo 4).

	Minecraft:Education Edition	Sim City	Sims	Virtual Blockland	Block'hood	BIM Game	Mies Game	ETH Game	Home Design Story- Classroom	Monument Valley
Çok Oyunculu Mod	X		X	X						
Açık Dünya	X		X	X						
İş birliği	X	X	X							
İskele Kurma/ Parçalara Ayırma (Scaffolding)	X			X						
Etkileşim	X	X	X	X	X	X				X
Sınıf Modu	X									
Geribildirim (Feedback)		X				X				
Senaryo (Narrative)	X	X	X	X	X	X				X
Envater Sistemi	X	X	X							
Açık Hedefler/Görevler	X	X	X			X	X	X		X
Soyutlama	X			X					X	

Tablo 4: Oyun ortamlarının karşılaştırılması (Comparison of computer games).

Oyunun çok oyunculu yapıya sahip olup olmadığı, gerçek zamanlı geri bildirim verip vermediği, açık hedeflere sahip olup olmadığı ve ders yürütücüleri açısından uygun bir çerçeve sunup sunmadığı seçim yapılırken dikkat edilen en önemli parametreler olmuştur. Bu bağlamda Minecraft: Education Edition temel tasarım dersinde aktarılmak

istenenleri oyun kurgusu içerisinde verebilmek ve temel tasarım stüdyo ortamını deneyimlemek açısından uygun bir çerçeve sağlamıştır. Aynı zamanda Minecraft'ın "Classroom Mode" eklentisi ile temel tasarım yürütücülerine oyun üzerinde kontrol imkanı vermesi, ders sürecini organize edebilmek açısından önemli bir katkı sağlamıştır.

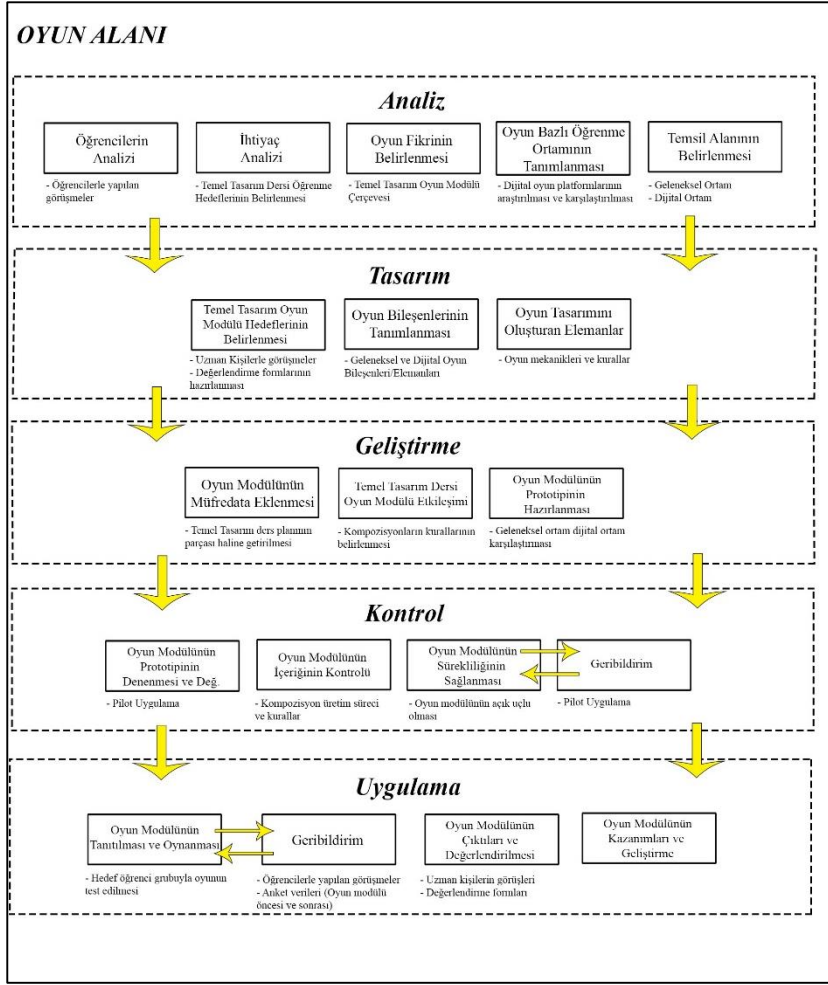
Oyunlar sistematize edilmiş bir senaryoya sahip oldukları için oynama eylemi gerçekleşir. Oyuncular bu senaryo dahilinde tercihlerini yaparak etkileşime geçerler. Temel tasarım stüdyosunda yürütücüler, mevcut bir içeriği belirli sınırlar içinde öğrencilere aktarmaya çalışırlar. Hedefler, oyuncuların tercihler yapmasına imkan vererek keşfetmeyi tetikler. Temel tasarım stüdyosu çerçevesinde de ucu açık bir deneyim mevcuttur ve bu deneyim tasarım kompozisyonlarının oluşmasını sağlar. Oyun mücadele ortamını sunarken, temel tasarım stüdyosunda birçok parametre düşünülerek tasarım kompozisyonları oluşturulur. Tasarım elemanlarının kurgulanması, malzemelerin seçilmesi vb. birçok parametre süreç boyunca etkin bir yere sahiptir. Oyunlar kendilerine özgü donanımlara ya da ortamlara sahiptirler. Bu donanımlar fiziksel olduğu kadar aynı zamanda dokunsal bir deneyim de sağlar. Temel tasarım stüdyosunda önemli olan, öğrencinin kendi tasarım sürecine dokunabilmesi, deneyimleyebilmesi, kullandığı malzemeyi tanımlayabilmesidir. Oyunların sahip olduğu kurallar, belirli bir çerçeve çizerek sınırlandırma sağlar; aynı zamanda oyunun nasıl oynanacağını da öğreten kurallardır. Temel tasarım stüdyosunda kompozisyon üretim sürecinde de birçok parametre ve tasarım elemanı belirli çerçevelerde dikkate alınır; bir yandan da bu parametreler dönüştürülerek yeni süreçler ve tasarımlar ortaya çıkar. Oyunların sunduğu rekabet ve mücadele ortamı oyuncu etkileşimi ve motivasyonu açısından önemlidir. Oyuncunun yaptığı bir eylem karşılığında oyundan geri dönüş alması ya da kazanıp kaybetmesi, seviye atlaması bu etkileşimi etkileyen faktörlerdendir. Bu bağlamda içsel bir rekabet ortamı olabileceği gibi (oyuncunun kendisiyle mücadele etmesi) dışsal bir rekabetten de (başka oyunculara karşı mücadele) söz edilebilir. Temel tasarım stüdyosunda da öğrencilerin geri dönüşler alabilmesi, kazanma kaybetme durumlarının oluşması, süreçte puanlar alarak seviye atlamaları vb. durumlar etkileşimi artıracak bir özelliğe sahiptir. Bu bağlamda oyunların temel tasarım stüdyosunun bütünleşik bir parçası olması fikrinden ortaya çıkan ve özelleştirilen oyun modülü, kavramsal ve fonksiyonel amaçlara sahiptir. Öğrenme eyleminin doğal şekilde gerçekleştiği, keşfetmeye dayalı deneyimlerin merkezinde yer alan

oyunlar; metaforla düşünmenin, düşünceleri ifade edebilme becerilerinin gelişmesini hedefleyen temel tasarım eğitimiyle ortak noktalara sahiptir (Tablo 5).

Bilgisayar Oyunları ve Temel tasarım
Hedefler
Envanter
Arayüz
Kurallar
Öğeler
Puanlar
Bölümler
Senaryo
Deneyim

Tablo 5: Bilgisayar oyunları ve temel tasarım dersi benzerlikler (Similarities between computer games and basic design).

Temel tasarım stüdyosu, öğrencilerin kişisel deneyimini ön plana çıkarmayı, ürün odaklı bir süreç olmaktan öte tasarım yapılan süreci en aktif şekilde deneyimlemeyi hedefleyen bir yapıya sahiptir. Bu bağlamda oyun modülü ile ulaşılmak istenen sadece temel tasarım konularını bir oyun kurgusu içerisinde ele almayı amaçlamamakta, aynı zamanda yeni medyanın temel tasarım sürecini nasıl tanımladığını açığa çıkarmak olmuştur. Bu bakış açısıyla düşünüldüğünde oyun modülü temel tasarım eğitiminde yeni ara yüzler keşfetmek açısından etkin bir rol oynamakla kalmayıp; temel tasarım dersiyle diğer dijital tabanlı öğrenme araçları arasında bir köprü görevi kurma açısından da etkili olmuştur. Çalışma kapsamında ortam uygulamalarını içeren ve anlatan bir akış şeması oluşturularak süreç gözlemlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Oyun tabanlı yaklaşımın akış şeması (Flow chart of game based approach)

Oyun modülünün temel tasarım dersiyle olan etkileşimini anlamak ve yorumlayabilmek için geleneksel kompozisyon üretim süreciyle karşılaştırmaya imkan veren bir deney ortamı hazırlanmıştır. Tasarım disiplini ile ilk kez karşılaşan ve daha önce temel tasarım stüdyosu deneyimi yaşamamış öğrencilerle hem analog (geleneksel) hem de oyun ortam egzersizleri kurgulanarak; tasarım süreci ve çıktıları üzerinden değerlendirilmeler yapılmıştır. Deneyler temel tasarım dersi içeriği dikkate alınarak öğrencilerin tasarım ilkelerini ve kavramlarını deneyimledikleri haftalarda kurgulanmıştır. Deneyin analog ortam aşaması fiziksel maket yapımı şeklinde kurgulanırken oyun aşaması Minecraft: Education Edition oyun evreni içerisinde oluşturulmuştur.

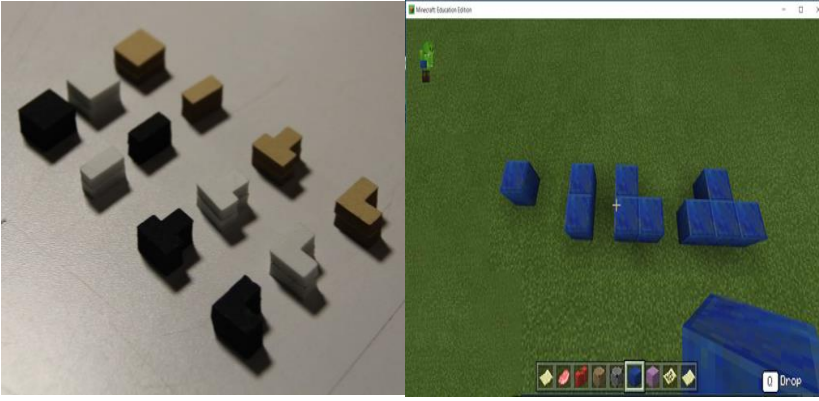
Analog ve oyun ortamı uygulamaları kurgusal ve bağlamsal anlamda birbirlerinden farklı özellikler göstermektedirler. Bu farklılıkları tespit etmek ve geri bildirimler almak için geleneksel ve oyun ortamı

uygulamaları öncesinde öğrencilerle görüşme ve anket hazırlama çalışmaları yapılmıştır. Geleneksel uygulamadan hem önce hem de sonrasında öğrencilere anket yapılmıştır. Yapılan birinci ankette öğrencilerin temel tasarım dersi ve tasarım süreçleri hakkındaki fikirleri öğrenilmiştir. Geleneksel uygulamadan sonra yapılan anket çalışması ise tasarım süreçlerini ölçme amaçlıdır. Oyun modülü öncesi ve sonrası yapılan anketler de geleneksel uygulamada olduğu gibi, öğrencilerin yeni medyaya olan yaklaşımlarını uygulamadan önce analiz etmek ve oyun ortamının süreçlerini ölçmek için uygulanmıştır.

Temel tasarım oyun modülüne ait yaklaşımlar belirlendikten sonra, oyun modülünü oluşturan elemanların tanımlanması ve analog-dijital ortam karşılaştırması yapmak için gereken oyun bileşenlerinin tanımlanması gerekmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin oyun düşüncesi ve tasarım sürecini daha rahat ifade edebilmeleri açısından tarifi kolay ve kontrolü rahat olan elemanların kullanılması tercih edilmiştir. Öğrencilerin kullanacağı tasarım elemanları seçilirken şu esaslara dikkat edilmiştir:

- Temel tasarım stüdyosu kapsamında tanımlanması kolay geometrik objeler seçilmiştir.
- Öğrencilerin farklı çıktılar elde etmeleri ve farklı yaklaşımlar kurgulayabilmeleri için geometrik objeler için 3 farklı renk belirlenmiştir.

Geleneksel ortam uygulaması için öğrencilere 2x2x2 birim boyutlarında küp, 1x2x2 birim boyutlarında dikdörtgenler prizması, 2x1x2 birim boyutlarında dikdörtgenler prizması ile 1x1x2 birim boyutlarında dikdörtgenler prizmasının birleşmesinden oluşan T formlu eleman ve 2x1x2 birim boyutlarında dikdörtgenler prizması ile 1x1x2 birim boyutlarında dikdörtgenler prizmasının birleşmesinden oluşan L formlu geometrik objeler verilmiştir. 3 farklı renk grubunda 2 şer adet olmak üzere toplam 24 adet obje verilmiştir. Geleneksel ortam elemanlarının temel geometrik formlardan oluşması Minecraft:Education Edition ortamında kullanılan elemanlarla birbirine benzerlik göstermesi açısından önemlidir (**Şekil 2**).

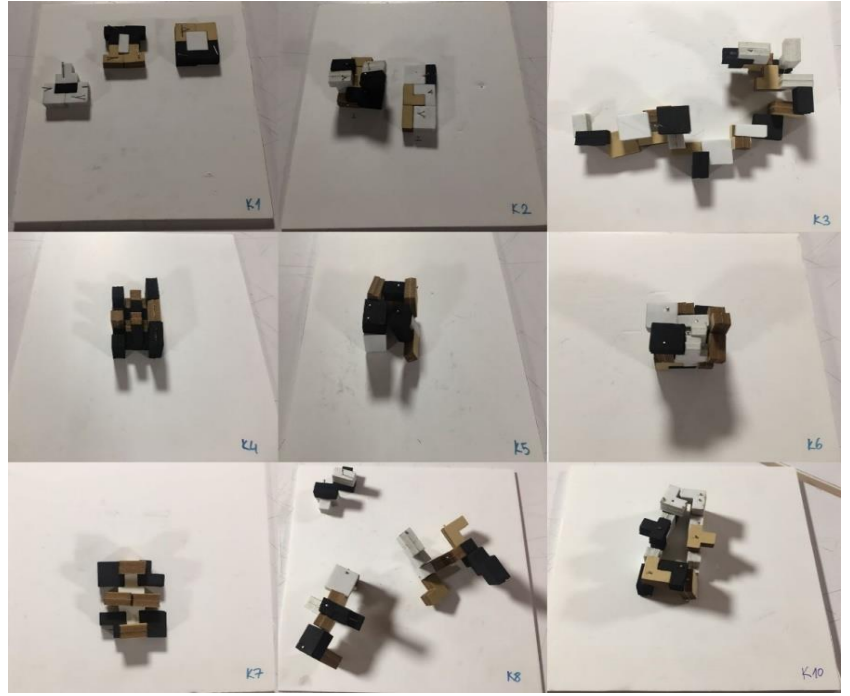


Şekil 2: Tasarım elemanları
(Design elements).

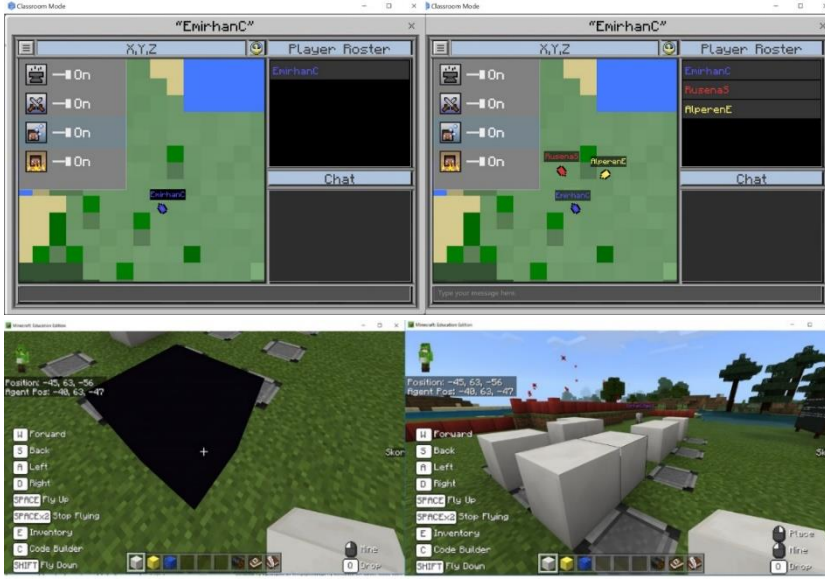
Oyun tabanlı yaklaşım ve geleneksel ortam uygulamaları temel tasarım stüdyosu kapsamında iki farklı zaman diliminde 1.sınıf Mimarlık öğrencileriyle beraber denenmiştir. Uygulamaların ilki oyun ortamını test etmek ve geribildirimler alarak gerekli değişikliklerin yapıldığı bir aşamayı hedeflemiştir. Bu bağlamda oyun ortamının oynanabilirliği, öğrencilerin oyun ortamıyla olan etkileşimlerine dikkat edilerek ikinci uygulama hazırlıkları yapılmıştır. Uygulamaların ikincisi, sürecin içinde temel tasarım dersi yürütücülerinin de yer aldığı, atölye ortamında geleneksel ve oyun ortamlarının karşılaştırıldığı aşamadır. Toplamda 12 öğrencinin katıldığı uygulamalar temel tasarım dersinin aktif programına yerleştirildiği için, öğrenciler geleneksel ve oyun modülündeki kavramlara yabancı durumda değildir.

Öğrencilerden tasarım problemi karşısında ne düşündükleri, süreci nasıl deneyimledikleri, kompozisyonu oluştururken hangi hamleleri yaptıkları ve neden yaptıklarını yazarak kayıt altına almaları istenmiştir. Ayrıca uygulamadan sonra her bir öğrenciyle yaptıkları kompozisyon ve tasarım süreçleriyle alakalı özel röportajlar yapılarak süreç kaydedilmiştir (**Şekil 3**).

Şekil 3: Tasarım çıktıları-
geleneksel yaklaşım (Design
outputs-traditional approach).



Öğrenciler geleneksel uygulamada ele aldıkları tasarım kavramı üzerinden oyun ortamında da kompozisyon üretimi yapmışlardır. Aynı kavramı kullanmadaki amaç oyun ortamıyla ilişkilendirildiğinde ve oyunların sahip oldukları özellikler düşünüldüğünde, öğrencilerin elemanlar arası ilişkileri kurgulamada farklılıklara gidip gidemeyeceğini görmek olmuştur. Geleneksel uygulamada kullanılan elemanlar göz önüne alındığında oynaması kolay ve bütün katılımcıların çevrimiçi olarak oynayabileceği bir ortamdan faydalanılmak istenmiştir. Bu bağlamda Minecraft: Education Edition uygun oyun ortamı sağlamıştır (Şekil 4).



Şekil 4: Çevrimiçi oyun ortamı (Online game environment).

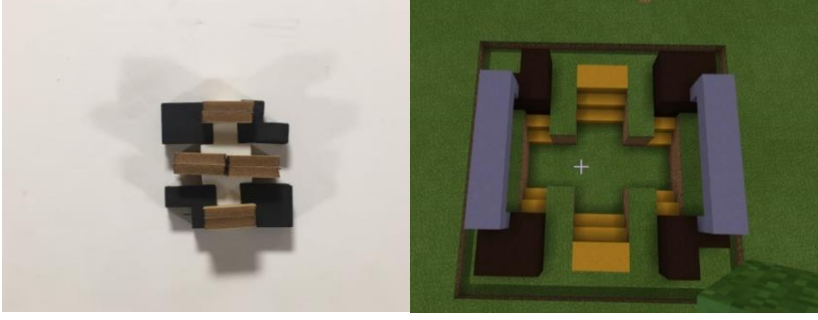
Temel tasarım dersi kapsamında deneyimlenen geleneksel ve bilgisayar oyunu uygulamalarında stüdyo yürütücüleri, öğrencilerin tasarım elemanları arasında bağlantı kurmak ve bu ilişkileri anlamlandırmak için ortama göre farklı yaklaşımlar sergilediklerini gözlemlemiştir. Oyun tabanlı yaklaşımın ve ortamların sunduğu deneyimler, tasarım elemanları arasında kurulabilecek benzer ilişkilerin, farklı anlamlar ve temsiller aracılığıyla aktarılmasına olanak vererek yeni etkileşimlerin kurulmasında etken olmuştur. Tasarım elemanları arasındaki ilişki üzerinden anlamı yakalamak adına kurgulanan oyun tabanlı yaklaşım, her tasarım kararı ile ortaya çıkan ve diğer yandan değişime uğrayan bir yapıyı temsil eder.

Önceden tanımlanmış ve kendi içinde kuralları olan elemanların öğrencilere temel tasarım egzersizi için verilmesi, öğrencilerin kendilerini daha iyi ifade edebilmelerini sağlamak ve farklı temsiller geliştirmelerini teşvik etmek açısından önemlidir. Nitekim yapılan görüşmelerde öğrencilerin kendilerini daha rahat ifade edebildiklerini söylemeleri kayıt altına alınmıştır. Uygulamalar öncesinde stüdyo yürütücüleriyle yapılan görüşmelerde kavramsal olarak verilen bir tasarım problemi karşısında öğrencilerin probleme başlangıçta nasıl yaklaştıklarının gözlemlenmesi ve ortamlar arasındaki farkların kayıt altına alınması gerekliliği vurgulanmıştır.

Bu bağlamda geleneksel uygulama çalışmasında öğrencilerin tasarım elemanlarına yüklemeye çalıştıkları soyut anlamlar ilk olarak

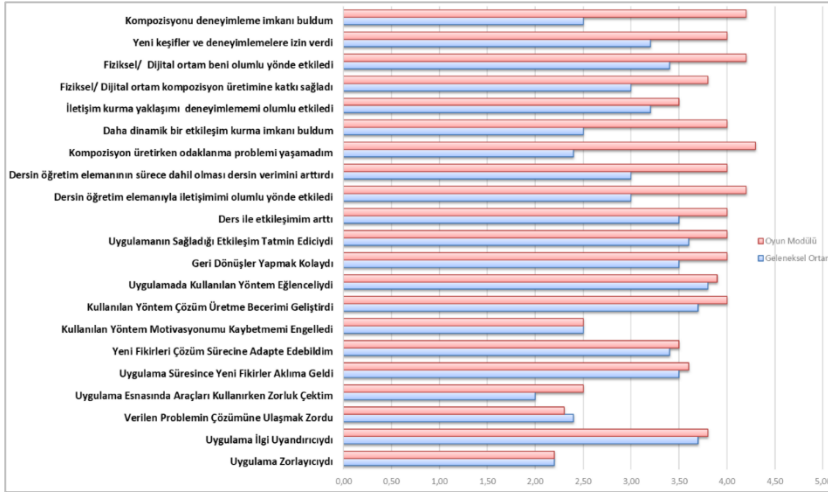
gözlemlenirken; tasarım süreci devam ederken öğrencilerin tasarım elemanlarına yükledikleri kavramla ilgili anlamlar ön plana çıkmaya başlamıştır. Geleneksel uygulama aşamasında üretilen öğrenci kompozisyonlardan birinde öğrenci siyah elemanları sistemi dolduran elemanlar, beyaz elemanları sistemden çıkan veya sistemin parçası haline gelen boşluklar ve sarı elemanları da bir bağlantı elemanı olarak tanımlarken; daha sonra aynı tasarım elemanlarını insanın hareket alanı, boşluk hissi yarattığı için kompozisyondaki boşluklar , sınır ve kapalı alan olarak yorumlamıştır. Aynı öğrenci neden sarı renkteki T ve L formları, diğer geometrileri saran bir şekilde yerleştiği sorusuna ise formlar arasındaki kurallara bakıldığında diğer formları birbirine bağlayabilen bir yapıda olmasından ötürü kullandığını belirtmiştir.

Oyun ortamında dikkat çeken ve gözlemlenen, öğrencilerin geleneksel uygulama sırasında yeterli buldukları kompozisyonları ve tasarım çıktılarını tekrar tekrar ele almaları olmuştur. Bu temel tasarım stüdyosu kapsamında öğrencinin sürekli keşfetmesini sağlayabilecek ortamın sağlanması açısından önemlidir. Sürekli keşfetme eylemi daha fazla tasarım çıktısı oluşturmanın yanı sıra öğrencilerin farklı durumlara hızlı bir şekilde uyum sağlama becerilerini de geliştirmektedir. Oyun ortamında geri dönüşlerin çok hızlı ve teşvik edici olması, öğrencilerin oynama eylemini tatmin edici bulmaları ve içsel motivasyonlarını sağlamaları açısından dikkat çeken bir durum olarak gözlemlenmiştir. Oyun ortamının sunduğu çevrimiçi yapı, öğrencilerin kurgularını ve kendi oyun dünyalarını oluşturan kuralları değiştirmeleri, diğer oyunculardan etkilenmeleri ve buna bağlı olarak yeniden keşfetmeyi ve deneyimlemeyi tetikleyen bir durumu ortaya çıkarmıştır. Oyun uygulaması sırasında öğrencilerin tasarım elemanlarına geleneksel uygulama sırasında yükledikleri anlamlardan daha farklı anlamlar yükleyerek kompozisyon üretim sürecini gerçekleştirdikleri görülmüştür. Aynı öğrenci oyunun bir aşamasında zeminin altına inebildiğini keşfedince bir anda kural sistemini değiştirerek elemanlara yüklediği boşluk kavramını bu sefer zeminde yaptığı boşluklara yükleyerek tasarım elemanlarını daha farklı işlevler yükleyerek kullanmıştır (**Şekil 5**).



Şekil 5: Öğrenci çalışması – geleneksel ve oyun ortamı (Student work – traditional vs. game based).

Öğrencilerin tasarlama eylemi sırasında kendi kural setlerini belirleme ve keşfettikleri deneyimleri ortaya koymaları temel tasarım stüdyosunun kapsamı açısından çok değerlidir. Bu bağlamda oyun tabanlı yaklaşımların merkezinde yer alan döngüsel ve değişken sistem, kuralların yeniden yorumlanması ve kurgunun yeniden oluşturulması ve değerlendirilmesi temel tasarım eğitiminin içeriği açısından ve etkileşimi açısından önemli bir yere sahiptir (Şekil 6).



Şekil 6: Geleneksel ortam ve oyun ortamı değerlendirmeleri (Evaluation of traditional and game based approach).

Oyun ortamında, öğrencilerin mücadele ortamı içinde deneme yanılma ve keşfederek kuralları değerlendirdiği, önceki bilgi veya deneyimlere dayanarak hareket etme ve kişisel oyun oynama stratejilerini geliştirdikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin geliştirdikleri bu stratejiler eylemlere ve koşullara göre reaksiyonları, geribildirimleri ve interaktif bir yapıyı içerdiğinden kompozisyon üretim süreci açısından önemlidir. Oyun ortamında edinilen deneyim, kuralların öğrenilmesi ve sınırların zorlanması, gözlem ve oyun sürecine aktif katılım ile bütünlük bir ortam oluşturur. Genellikle, öğrenciler deneme ve yanılma ile oyun oynarken daha sonradan oyun süreci içerisinde talimatları ve ipuçlarını

kullanma eğiliminde olurlar. Keşfederek öğrenmenin gerçekleştiği bir ortamda öğrencilerin motivasyonu yüksek olacaktır.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Uygulamaların değerlendirilmesi sonucunda yapılan tartışmalar, temel tasarım dersinde bilgisayar oyunlarının kullanımına yönelik yaklaşımların desteklenmesi açısından önemlidir. Öğrencilerin oyun ortamında motivasyon kaybı yaşamamaları, geri dönüşlerin kolay olması, seviyelerin farklılaşma imkanının olması oyun tabanlı yaklaşımların sürekliliğini sağlamak açısından ön plana çıkan durumlardır. Öğrencilerin sürece uyum sağlamalarında zorluk yaşamamaları, oyun içindeki tasarım elemanlarını kullanırken rahat hissetmeleri, birbirlerinin tasarımlarına çevrimiçi olarak dokunabiliyor ve deneyimleyebiliyor olmaları oyun tabanlı yaklaşımların etkileşimi açısından önemlidir. Oyun tabanlı yaklaşımların tutarlılığı ve hedefleri doğrultusunda öğrencilerin oyunun büyüğü çemberine girmesi ve ilgi çekici bulması, uygulamadan tatmin olması, yeni fikirleri uyarlayabiliyor olması önemli kazanımlardır.

Oyun ortamının temel tasarım stüdyosuna bütünlük bir yapıda dahil olması için geliştirmelere ihtiyaç duyulmaktadır.

- Oyun ortamı farklı oynama stillerini içinde barındıracak bir özelliğe sahip olmalıdır.
- Tasarlama eyleminde kompozisyon yapım süreci, uygulamaların odak noktası olduğu için öğrencinin mücadele hissini artıracak yaklaşımlar içsel motivasyonu sağlamak açısından önemlidir. Bu kapsamda kazanma ve kaybetme kavramları oyun ortamına daha net bir şekilde entegre edilmelidir.
- Oyun ortamının prototip olarak kurgulanması ve belirli sayıda öğrenciyle test edilmesi bir çerçeve oluşturmak açısından çok önemli veri sağlamıştır. Bu kapsamda oyun modülü temel tasarım dersinin planlanması içerisinde farklı zaman dilimlerinde uygulanarak geri bildirimler alınmalı ve süreç geliştirilmelidir.

Oyun ortamıyla geleneksel uygulama ortamı arasındaki karşılaştırılma önermeler üzerinden incelendiğinde, bazı önermelerde sonuçların birbirine yakın olmadığı gözlemlenebilir. Özellikle öğrencilerin

uygulamalarda kullanılan yöntem hakkındaki yorumlamaları gelecek çalışmaları kurgularken önemli bir çerçeve oluşturabilir. Önerme 1 (*Kendi kompozisyonumu deneyimleme imkanı buldum*) ve Önerme 7 (*Kompozisyon üretirken odaklanma problemi yaşamadım*) özellikle oyun tabanlı yaklaşımların etkileşimi daha fazla artırdığını göstermektedir. Öğrencilerin içsel motivasyonlarını kaybetmemeleri, aktif bir katılımcı olarak temel tasarım stüdyosunun bir parçası olmalarını sağlamak açısından önemlidir. Önermelerden bir diğeri olan Önerme 4 (*Dijital ortam kompozisyon üretimime katkı sağladı*) yeni medya ile yetişen öğrencilerin kendilerini içinde hissedebildikleri oyun evreninde daha rahat etkileşim kurabildiklerini ortaya koymaktadır. Bunlara paralel olarak öğrencilerin ve yürütücülerin aktif birer oyuncu olarak oyun ortamını deneyimlemeleri, ders içindeki iletişimin ve verimin artması açısından da önemli bir veri sağlamıştır.

Oyun ortamlarının hemen hemen hepsinin çevrimiçi yapıya sahip özellikler barındırması, bireysel oynama eyleminden beraber oynama ve deneyimleme eylemine doğru bir geçişi tetiklemektedir. Temel tasarım dersi kapsamında bilgisayar oyunlarının bir öğrenme ortamı olarak kurgulanmasında etkili olan parametrelerden biri de bu çevrimiçi yapıdır. Geleneksel ortam ya da oyun ortamının farkını, kullanılan araç üzerinden yorumlamak değil, aynı zamanda oyunların sunduğu çoklu kullanıcı durumunun, tasarım sürecinde nasıl bir etki yapacağını görmek, deneyimlemek ve bunu etkili bir yöntemle dönüştürmeye yönelik sonuçlara ulaşmak ayrıca hedeflenmiştir. Özellikle sosyal medya ve mobil uygulama kullanımının ve bu araçlar ile grup olma davranışlarının oldukça fazla olduğu bir öğrenci grubunda, oyun ortamının deneyimlenmesi yürütücülerin tasarım sürecini daha iyi gözlemlemesi ve etkin bir yöntem geliştirebilmesi açısından da önemlidir. Öğrencilerin birbirlerinin yaptıkları tasarımlara çevrimiçi ortamda dokunmaları ve birbirlerinin tasarım süreçlerine dahil olabilmeleri, yaparken görme imkanı verme ve bir grup olarak çalışmalarına imkan verme açısından oyun ortamı farklı deneyimlerin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır.

Gelişen teknolojiyle beraber oyunlar, oynama deneyimini farklı boyutlara taşımaktadırlar. Zaman boyutu değişkenlik kazanmakta; her an ve herhangi bir yerden bu deneyimleme yaşanmaktadır. Bu durum tasarım eğitimi açısından da yeni yaklaşımların geliştirilmesi ve uyarlanabilir bir şekilde kurgulanma ihtiyacını doğurur. Oyun tabanlı

yaklaşımların tasarım eğitiminde daha etkin bir şekilde uyarlanabilmesi için bu çalışmanın bir çerçeve sunması ve gelecek çalışmalar için bir referans olması beklenmektedir.

Referanslar (References)

- Aydınlı, S. (2015). Tasarım eğitiminde yapılandırıcı paradigma: 'Öğrenmeyi öğrenme', *Tasarım+Kuram Dergisi*, sayı. 20, pp. 1-18.
- Applications, H. (2020). Game-based learning in museums — Cultural heritage applications. Information (Switzerland), 2020(2020), <https://doi.org/10.3390/info11010022>
- Bates, B. (2004). *Game Design 2nd Edition*. Boston, Cengage Learning PTR.
- Boyd, N.L. (1971). Play and Game Theory in group work: A collection of papers, The University of Illinois, Chicago.
- Caillois, R., (2005). *The Definition of Play, The Classification of Games*, in *The Game Design Reader*, pp. 122-148, Eds. Zimmerman E. & Salen K., The MIT Press, London.
- Combs, J. E. (2000). Play World: The Emergence of the New Ludenic Age, Preager.
- Çubukçu, E., DüNDAR, Ş.G. (2007). Can creativity be taught? An empirical study on benefits of visual analogy in basic design education, *ITU AZ*, 4(2), 67-80.
- Doğan, Ç. E. (2009). Mimarının Görselliği ve Temsil, *Dosya: Mimarlık ve Mekan Algısı*, 17, 32-37. TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi.
- Erdoğan, G. (2016). Temel tasarım eğitimi: Bir ders planı örneği, *Planlama*, 26(1), 7-19. <https://doi.org/10.5505/planlama.2016.52714>
- Henderson, J.K. (2000). Just playing a game? Educational simulation software and cognitive outcomes, *Journal of Educational Computing Research*, 22(1), 105-129.
- Huizinga, J., (1995). Homo Ludens, Ayrıntı Yayınları, İstanbul.
- Kirriemuir, J. (2002). Video Gaming, Education and Digital Learning Technologies: Relevance and Opportunities, *D-lib Magazine*, 8(2). Erişim tarihi: 10 Aralık 2018, erişim adresi: <http://www.dlib.org/dlib/february02/kirriemuir/02kirriemuir.html>
- Lang, D. C. (2002). *Teacher interactions within the physical environment: How teachers alter their space and/or routines because of classroom character* (Doctoral dissertation). University of Washington. Erişim adresi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED472265.pdf>

- Low, G. S. (2001). Understanding realism in computer games through phenomenology, Stanford HCI lab. <http://www-cs-students.stanford.edu/~geksiong/papers/cs378/cs378paper.pdf>
- Madsen, K. M. (2020). The gamified museum: A critical literature review and discussion of gamification in museums. In T. Jensen, O. Ertløv Hansen, & C. A. Foss Rosenstand (Eds.), *Gamescope: The potential for gamification in digital and analogue places* Aalborg Universitetsforlag. https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/330903135/P3_TheGamifiedMuseum.pdf. erişim tarihi 18.01.2022.
- Mortara, M., & Catalano, C. E. (2018). 3D Virtual environments as effective learning contexts for cultural heritage. *Italian Journal of Educational Technology*, 26(2), 5–21. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/1026>
- Mount, P. (2002). *Gameplay: the elements of interaction*. Liverpool, John Moores University. http://www.gamasutra.com/education/theses/20020403/mount_pf_v.htm
- Murtaugh, M. (1996). The Automatist storytelling system: Putting the editor's knowledge in software. MIT Media Lab, Masters Thesis, <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/29114/36365056-MIT.pdf?sequence=2>
- Nicholson, S. (2015). A recipe for meaningful gamification. *Gamification in Education and Business, 2015*, 1–20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_1
- Özdemir, E.E. (2013). *Mimarlık eğitiminde tasarım sürecinin geliştirilmesi yönünde bir yöntem arayışı* (Doctoral Dissertation). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özkar, M., Steino, N. (2012). Shaping design teaching: Exploring form as an agent in design reasoning and pedagogy. In M. Özkar, N. Steino (Eds.), *Shaping design teaching: Explorations into the teaching* (pp. 9-24). Aalborg: Aalborg University Press.
- Petty, G. (2004). *Teaching today: A practical guide* (4th ed.). Cheltenham, UK: Nelson Thornes.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Rouse, R. (2004). *Game Design Theory and Practice* (2nd ed.). Plano, Texas, Wordware Publishing.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Shelley, B. (2001). Guidelines for developing successful games. Erişim tarihi: 10 Aralık 2018, erişim adresi:

https://www.gamasutra.com/view/feature/131450/guidelines_for_developing_.php

- Smith, L., & Mann, S. (2002, July). Playing the game: A model for gameness in interactive game-based learning. In *Proceedings of the 15th Annual NACCQ* (Vol. 397, p. 402).
- Tekel, A., Tamer, N. G., Memluk, O., Kızıltaş, A. C. (2016), Tasarım eğitiminde öğrencilerin görsel sanatlara ilişkin ilgileri deneyimlerinin görsel algı becerilerinin gelişim sürecine yansımalarının incelenmesi, *Akademik Sanat*, 1(2), 20-25.
- Vygotsky, L. S. (1967). Play and its role in the mental development of the child. *Soviet Psychology*, 5(3), 6-18.
- Wang, W., & Chien, S.F., (2003), "Game as a design instructional tool", CAADRIA 2003 Proceedings of the 8th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia, 18-20 October 2003, Bangkok Thailand, 739-744.
- Woodbury, R. F., Shanon, S.J., Radford, A.D. (2001). Games in Early Design Education. In B. De Vries, J. van Leeuwen, H. Achten (Eds.), *Computer Aided Design Educations*. pp. 201-214. Springer, Dordrecht.
- Woodcock, S. (2001). Game AI: The State of the industry. https://www.gamasutra.com/view/feature/131975/game_ai_the_state_of_the_industry.php
- Yürekli, İ., & Yürekli, H., (2004). Mimari tasarım eğitiminde enformellik, *İTÜ Dergisi*, 3(1), pp. 53-62.

Learning By Improvising in Digital Design Era: A Computational Conceptualization of Design Charrettes

Mert Ulusavaş¹, Ethem Güner²

ORCID NO: 0000-0002-3362-8481¹, 0000-0002-3482-2526²

¹ Istanbul Technical University, Graduate School, Department of Informatics, Architectural Design Computing, Istanbul, Turkey

² Istanbul Technical University, Architecture Faculty, Interior Architecture Department, Istanbul, Turkey.

Charrette is an education method that originates in the 1800s at the École des Beaux-Arts and is still common in art and architecture schools. Charrettes involve short sketching sessions that are based on improvisation and bricolage. In the last few decades, charrettes have changed their meanings. They've been used as a brainstorming approach in the early phases of collaborative design to create agreement, determine the project vision, and get the design process started. This study presents the idea of a new type of Charrettes that blends computational design with early brainstorming features of newer Charrettes and the improvisational aspects of the older. Thus, it may foster spontaneity, creativity, experimentation, and production while serving as a tool for collaborative computational thinking. The improvisations during Computational Charrettes state the priorities and intentions of collaborators in a short amount of time; therefore, they make the design process less time-consuming and allow for joint authorship. Improvisation is about attentiveness, real-time, and being in the moment, which is phenomenological notions. The pragmatic and experimental sense of improvisations combined with techné and technological context makes a post – phenomenological framework more viable. Our theory is that recreating the improvisational scene is only possible through understanding the post-phenomenological framework of spontaneous acts. This paper conceptualizes a theoretical framework for Computational Charrettes by examining improvisations' interpretive, pragmatic, and democratic aspects. Following this methodology, we linked the sub-concepts of the post-phenomenological framework to the brainstorming methods, which can help to hold a Computational Charrette. Improvisations merge with Dewey's teaching of "learning by doing." We suggest Computational Charrettes can be part of basic design education studios by learning computational design through collaborative improvisations. Since interpretive, pragmatic, and democratic characteristics are closely related to education, we also included the educational components of Computational Charrettes during the post-phenomenological decomposition of improvisations.

Research Article

Received: 14.07.2022

Accepted: 08.09.2022

Corresponding Author:

mertulusavas@gmail.com

Ulusavaş, M. & Güner, E. (2022). Learning by improvising in digital design era: A computational conceptualization of design Charrettes. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 87-110. <https://doi.org/10.53710/jcode.1143874>

Keywords: Charrette, Computation, Collaborative Design, Improvisation, Design Education.

Dijital Tasarım Çağında Doğaçlama Yapararak Öğrenmek: Tasarım Charrettelerinin Hesaplamalı Kavramsallaştırılması

Mert Ulusavaş¹, Ethem Gürer²

ORCID NO: 0000-0002-3362-8481¹, 0000-0002-3482-2526²

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim, İstanbul, Türkiye.

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü İstanbul, Türkiye.

Charrette, 1800'lü yıllara dayanan, halen sanat ve mimarlık okullarında yaygın olan bir eğitim yöntemidir. Doğaçlama ve brikolaj üzerine kurulu hızlı tempolu bir eskiz oturumdur. Charretteler son yıllarda farklı formlar alıp, daha farklı anlamlar ifade etmeye başladı. Yeni Charrette, çeşitli katılımcılar tarafından gerçekleştirilen, proje vizyonunu tanımlamak ve tasarım sürecini yüksek bir ivmeyle başlatmak için işbirlikli tasarımın ilk aşamalarında uygulanan bir Beyin Fırtınası metodudur. Bu çalışma, hesaplamalı tasarımı, yeni Charrettelerin tasarımın erken evresinde Beyin Fırtınası ve eski Charrettelerin doğaçlama yönleriyle harmanlayan Hesaplamalı Charretteleri sunmaktadır. Hesaplamalı Charrettelerin, işbirlikli hesaplamalı us yürütme sürecinde yardımcı olabilecek, spontaneliğe, yaratıcılığa, deneyselliğe ve üretkenliğe teşvik edebilecek bir araç olabileceğini öneriyoruz. Doğaçlamalar, düşünme ve yapma eyleminin bir arada yapılmasıyla gerçekleştiği için Dewey' in “yapararak öğrenme” öğretisiyle doğrudan bağlantılıdır. Bu çalışmada “yapararak öğrenme” ve hesaplamalı tasarımın bir araya gelebileceği Hesaplamalı Charrettelerin temel tasarım eğitimi stüdyolarının bir parçası olabileceği düşünülmüştür. Doğaçlamalar, anda ve performans içinde gerçekleştiğinden dolayı literatürde fenomenolojik kuramla tartışılmıştır. Doğaçlamalar, techné ve teknolojiyle bir araya geldiğinde, pragmatik ve deneysel olmaları sebebiyle post-fenomenolojik kuramla yakından ilişkilidir. Bu araştırma, doğaçlamaların, post-fenomonolojik anahtar konseptler olan, yoruma dayalı (hermenötik), pragmatik ve demokratik yönleri üzerinden bir post-fenomenolojik çerçeve sunar ve Hesaplamalı Charrettelerin temel koşul ve gereksinimlerini sağlayabilecek ortamın tasarlanabilmesi ve uygulanabilmesi için ilk adım olarak kuramsal bir çerçeve çizmeyi amaçlar. Bu metodolojiyi takiben, post-fenomenolojik çerçevenin alt kavramları, Hesaplamalı Charrette ortamını destekleyebilecek Beyin Fırtınası yöntemleri ile ilişkilendirilmiş ve bu kuramsal çerçevede Hesaplamalı Charrettelerin temel tasarım eğitimine katkıları tartışılmıştır.

Araştırma Makalesi

Teslim Tarihi: 14.07.2022

Kabul Tarihi: 08.09.2022

Sorumlu Yazar:

mertulusavas@gmail.com

Ulusavaş, M. & Gürer, E. (2022). Dijital tasarım çağında doğaçlama yaparak öğrenmek: Tasarım Charrettelerinin hesaplamalı kavramsallaştırılması. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 87-110.

<https://doi.org/10.53710/jcode.1143874>

Anahtar Kelimeler: Charrette, Hesaplama, İşbirlikçi Tasarım, Doğaçlama, Tasarım Eğitimi.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Literatürde yer alan ve günümüzde gerçekleştirilen birden farklı biçimde Charrette vardır. Bunlardan bazıları: biri kısa bir eskiz oturumu (Willis, 2010); biri farklı mesleklerden proje ile ilgili tüm katılımcıları içeren entegre bir tasarım oturumudur; bir diğeri ise birkaç gün boyunca devam eden, bir dizi kamusal tasarım atölyesidir (Lennertz & Lutzenhiser, 2017). Bu çalışmanın üzerinde durduğu Charrette türü, tasarımcılar arasındaki doğaçlama yönlerini vurgulayan erken bir Beyin Fırtınası oturumudur.

Doğaçlama terimi, "önceden görülemeyen, sezilemeyen" anlamına gelir. Daha çok performatif sanatlar (örn. müzik, tiyatro, dans) alanında kullanılan bu terim, konuşma, yürüme gibi spontane gündelik etkinlikleri de kapsar. Öncesinde herhangi bir hazırlık yapılmadan belirli koşullarda anlık düşünme ve gerçekleştirme pratiğidir (Barrett, 1998; Ediz, 2009; Lambert, 2019). Doğaçlamalarda düşünme ve yapma eyleminin bir arada icra edilmesi nedeniyle Dewey' in "yaparak öğrenme" (ya da "deneyimsel öğrenme") öğretisiyle yakından ilişkilidir. Çağdaş eğitimde sıkça kullanılan bu kurama göre eğitim, dışarıdan aktarım yoluyla değil; ancak kişinin kendi deneyimleri yardımıyla gerçekleşir. Özkar (2007), bu kuramı Stiny (2006)' nin "uzamsal düşünme" kuramıyla da ilişkilendirerek, yapmak ve düşünmenin birbirini destekleyen dengesinde, "yaparak" hesaplamalı tasarım öğrenmek ve hesaplamalı tasarım "yaparak" öğrenmek olarak, yeniden yorumlamıştır.

Gürer ve Küçükersen (2020), tasarım stüdyolarındaki "yapma" eyleminin, genellikle modelleme ya da prototipleme eylemlerinde sıkışık kalmış olduğunu söylerler. Doğaçlamalar da buna paralel olarak hesaplamalı tasarım araştırmalarında ve stüdyolarında daha çok prototipleme ve dijital fabrikasyon üzerinden tartışılmıştır (Corsini & Moultrie, 2018; El-Zanfaly, 2015; Lambert, 2019). Fakat dijital tasarımda "yapma" eylemi sadece dijital fabrikasyon veya prototiplemeden ibaret değildir bu sebeple doğaçlamalar bu çalışmada daha geniş ve farklı bir "yapma" eylemleri çerçevesinden ele alınmıştır.

Bu araştırma, yeni bir Charrette konsepti olan Hesaplamalı Charretteleri tanıtarak başlar. Üzerine kurulu olduğu Beyin Fırtınası ve doğaçlamalar

üzerine kısa bir derleme yaptıktan sonra, hesaplamalı ortamda doğaçlama yapmanın temel koşul, ortam ve gereksinimlerini tartışmaya açar ve oluşturduğu kuramsal çerçeve ile temel tasarımın yaratıcılığa yönelik aktivitelerinden birine çağdaş bir yorum getirmeyi hedefler. Bu çerçeveyi Hesaplamalı Charrettelere uygulanabileceği bir ortam tasarlayabilmek için ilk adım olarak Beyin Fırtınası yöntemleri ile ilişkilendirir. Ve sunulan bu kuramsal çerçevede tasarım stüdyolarında doğaçlama yaparak öğrenmenin potansiyellerini tartışmayı amaçlamaktadır.

2. HESAPLAMALI CHARRETTELER (COMPUTATIONAL CHARRETTES)

"Charrette" terimi, ilk defa 19. yüzyılda, École des Beaux-Arts okulunda mimarlık eğitiminde kullanılmıştır. Kelime anlamı Fransızca el arabası, küçük araba anlamına gelmektedir. Belirlenmiş bir tasarım problemini çözmek için öğrencilerinin bir araya geldikleri, yoğun bir eskiz oturumudur. Öğrenciler bu oturumda, teslim vaktine yetiştirmek için tasarım problemini hızlı kararlar vererek, kısa sürede çözmeleri gerekiyordu. Teslim vakti geldiğinde profesör, bir el arabası yardımı ile son çalışmaları toplardı. Eğer öğrenciler bu arabayı kaçırsa dersten kaldıkları anlamına gelmekteydi (Roggema, 2014).

Willis (2010)' e göre "Charrette" terimi son yıllarda daha farklı anlamlar ifade etmeye başladı. Yeni Charrette, çeşitli katılımcılar tarafından gerçekleştirilen bir Beyin Fırtınası oturumudur. Proje ekibini bir araya getirerek farklı fikirlerin üretilmesine zemin sağlar. Yeni Charrette, tasarım problemine bir sonuç üretmeye çalışılmaz, daha çok kavram üretme ve tartışma aşamasıdır. Eski Charrettelere bu tam tersi olarak çalışır; soyut kavramlar üretmeyi reddederek, hızlı bir şekilde, net bir tasarım sonucuna ulaşmaya çalışılır. Yeni, planlama ve problem çözmeye yönelik tartışmalar üzerine kurulu iken, eskisi ise doğaçlama ve brikolaj temellidir. Willis, eski ve yeni Charrettelere birbirini besleyerek bir arada çalışabileceklerini savunur. Eski Charrettelere zaman kısıtlaması ve hızlı karar alma özellikleri, hedefine ulaşmayan tasarım düşüncelerini eleyebilirken; yeni Charrettelere, çeşitli katılımcıları bir araya getiren bir ortam sağlayarak, tasarım başında farklı stratejiler ortaya koyup, tasarım sürecinin hızlı bir ivmeyle başlangıcını ve çok sayıda fikir üretilmesini tetikleyebilir. Eski Charrettelere olduğu gibi, tasarımcılar o anda mevcut olanla düşünmeye (brikolaj) odaklanabilirler ve bu da tasarım sürecini

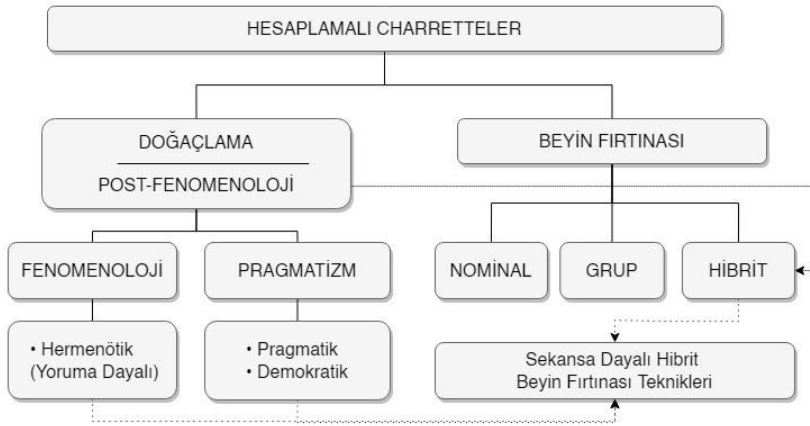
hızlandırabilir (Willis, 2010). Eski Charrettedeki, doğaçlama tasarımı yöntemi, tasarım sürecini demokratikleştirir, bu sayede doğaçlama temelli Charrettelere, günümüzün en yaygın işbirlikli tasarım ve eğitim yöntemlerinden biri olan atölye çalışmalarından ayrışır. Doğaçlamayı temel alan Charrettelere tasarım sürecini yöneten bir lideri yoktur; tamamen içseldirler, örgütlenme olarak yatay bir yapıdadırlar. Bu tür Charrettelere, katılımcıların aralarında kurduğu diyalogların ifadesi olduğu için, her bir katılımcı, yalnızca başkalarının katkılarını deneyimleyerek ve yorumlayarak üretir.

Hesaplamalı Charrette, Willis'in eski Charrette ve yeni Charrette olarak (Willis, 2010) tanımladığı iki form Charrette' in bir sentezidir ve dijital ortam ve hesaplamalı tasarım yöntemlerinin etkinlik kazandığı bir Charrette düşüncesini ifade eder. Hesaplamalı Charrette, işbirlikli tasarım sürecinin ilk etabı olarak gerçekleştirilebilecek bir Beyin Fırtınası aşamasıdır. Kısa bir oturumun ardından tasarımcılar elde ettikleri tasarım ön fikirlerini tasarımlara dahil etmek için mümkün olduğunca çok fikir toplarlar. Hesaplamalı Charrettelere sırasında gerçekleştirilen doğaçlamaya dayalı tasarım hareketleri, tasarımcıların önceliklerini kısa sürede ortaya koymalarını sağlar. Bu da ileriki tasarım etaplarında, tekrar tekrar geriye dönmeyi engelleyerek, tasarım süresini kısaltır ve ortak tasarımcılığa/yazarlığa ortam sağlar. Spontane tasarım hareketlerine, dinamik senkronizasyona ve deneyselliğe teşvik eder. Hesaplamalı Charrette, genellikle işbirlikli tasarım içinde yapılması zor olan kolektif us yürütme süreci için bir araç olarak çalışır.

Willis'in (2010) eski ve yeni Charrettelere olarak tanımladığı Charrettelere, geleneksel tasarıma yönelik us yürütme stratejileri ile çalışır. Bu türde us yürütmenin amacı tek bir tasarım sorusuna cevap bulabilmek olduğu için belirli bağlam ve konum gibi soruya spesifik çözümler üzerinden hareket eder. Bu sebeple, hedef odaklı ve sınırlıdır. Bu şekilde elde edilmiş tasarım çözümünün, ek tasarım adımları olmaksızın yeni bir tasarım sorununa uyarlanması pek olası değildir. Buna karşıt, hesaplamalı us yürütmede, tasarım, problem çözümlerinden daha geneldir, herhangi bir ek düşünme olmaksızın yeni problemlere uygulanabilir. Soyutlama, hesaplamalı us yürütme için gerekli olan temel bilişsel yetenektir (Kelly & Gero, 2021).

Hesaplamalı Charrettelere kendi içinde bir tür doğaçlama sahnesi oluşturmayı amaçlar. Çalışmanın yaklaşımı paralelinde, Hesaplamalı

Charrette ortamını dijital ortamda etkin bir şekilde tasarlayabilmek ve gerçekleştirebilmek için doğaçlamaların post-fenomenolojik yapısını tartışmak gerekmektedir. Ihde (2012), post-fenomenolojik teorinin fenomenoloji felsefesi ile Dewey'nin pragmatik kuramlarının bir araya gelmesi üzerine kurulduğunu söyler. Bu çalışmada doğaçlamaları, fenomenolojik katmanda hermenötik (yoruma dayalı) yönleri ile tartışılırken, Dewey'nin pragmatik felsefi yaklaşımıyla ilişkilendirilerek, doğaçlamaların demokratik ve pragmatik unsurları tartışılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: Önerilen Kuramsal Çerçeve (Suggested Theoretical Framework).

Bu kuramsal çerçeveyi takip ederek, çalışmada önce Beyin Fırtınası ve doğaçlama konseptleri kısaca incelenmiş, doğaçlamalar “DOĞAÇLAMALARIN YORUMA DAYALI VE HESAPLAMALI YÖNÜ” ve “DOĞAÇLAMALARIN PRAGMATİK VE DEMOKRATİK YÖNLERİ” olarak iki ayrı başlıkta post-fenomenolojik dekonstrüksiyonu gerçekleştirilmiştir. Bu dekonstrüksiyon ile ortaya çıkan konseptler ise Beyin Fırtınası stratejileri ve araştırmalarıyla ilişkilendirilmektedir. Şekil 1: Önerilen Kuramsal Çerçeve (Suggested Theoretical Framework).

3.BEYİN FIRTINASI (BRAINSTORMING)

Tasarım, en iyi çözümü elde etmek için, farklı fikirler arasında ileri geri sıçrayan; birçok yaratıcı düşünme yinelemesi yardımıyla karmaşık sorunları çözmeyi amaçlayan bir süreçtir. Tasarım problemi çözme aşaması birçok katılımcıyı içerdiğinde, karar verme ve us yürütmeyi organize etmek daha zor olabilir. Çeşitli katılımcıların fikirleri süreç boyunca çatışabilir. Bu, tasarım sürecinde tekrarların ve geri dönüşlerin

sayısında artışa neden olabilir ve tasarımın ileriki aşamalarında fazla zaman ve kaynak harcatabilir. Tasarım sürecinin erken aşamalarındaki, bir Beyin Fırtınası oturumu, her bir katılımcının önceliklerini eşit olarak tartışabileceği ve tasarımın geç aşamalarında fikir çatışmalarını azaltabileceği ve fikirlerin bir araya getirilmesine ve ilişkilendirmesine yardımcı olabileceği bir ortam oluşturmaktadır.

Beyin fırtınası, yaratıcı düşünmeye teşvik eden, üretilen fikirleri ilişkilendiren ve dinamik olarak birbirine bağlayan bir işbirlikli us yürütme stratejisidir. Beyin fırtınası terimini literatüre kazandıran Alex Osborn (1953), başarılı Beyin Fırtınasının ana temel ilkelerini şöyle açıklar: “Eleştiriler ortadan kaldırılır ...; Özgür fikirlere açıktır...; Nicelik aranır...; Fikirlerin birleştirilmesi ve geliştirilmesi önemlidir”.

Geleneksel Beyin Fırtınaları uzun zamandır işbirlikli tasarımın parçası olmuştur. Bu tür Beyin Fırtınasının en yaygın iki biçimi: Grup (yüz yüze) ve Nominaldir (bireysel olarak çalışarak ve daha sonra fikirleri bir araya toplayarak). Araştırmalar, Grup Beyin Fırtınasının, iletişim sorunları, üretim engellenmesi (bir katılımcının önereceği bir fikri varken başka bir katılımcı bu sırada fikrini paylaşıyor ve bu katılımcı fikrinden vazgeçiyor veya unutuyorsa) ve değerlendirilme endişesi gibi sosyal kaygılar nedeniyle, Nominal'e göre nicelik ve nitelik olarak daha zayıf fikirler ürettiğini göstermektedir. Bu sebeple araştırmacılar, üretkenliği ve yaratıcılığı artırmak için Beyin Fırtınası toplantılarında, anonimliği ve paralel fikir/veri girişini sağlayabilmek için, bir tür bilgisayar ortamının (Elektronik Beyin Fırtınası) kullanılmasının faydalı olduğunu savunmaktadırlar (Dennis & Williams, 2010; Gallupe ve diğerleri, 1992). Bununla birlikte, Nominal Beyin Fırtınası, Hibrit Beyin Fırtınası (hem Nominal hem de Grup) ile karşılaştırıldığında daha az etkili ve üretken bulunmuştur. Grup Beyin Fırtınası oturumunun hemen ardından yapılan Nominal oturumlar üretkenliği artırır; çünkü bir yandan tek başına yaratıcılık aşamasını korunurken bir yandan da öncesinde, grup halinde fikirlerin paylaşılması yeni fikirlerin ortaya çıkışını arttırır (Korde & Paulus, 2017).

Caz doğaçlama oturumları, bu tür Hibrit Beyin Fırtınalarına çok benzer. Genelde önce grup olarak müzikal bir strüktürün üretimi ve dil birliği sağlandıktan sonra, her müzisyen kendi “solo” bölümlerinde bireysel tasarımlarını sırayla ortaya koyarlar. Grup oturumu bölümünde doğaçlamalar, ne kadar makro ölçekte senkronize olsa da mikro ölçekte

adım adım eklenerek senkronizasyon aşamasına ulaşılır ve ardından senkronizasyondan tekrardan mikro ölçekteki adımlarla ayrılır. Caz doğaçlama oturumları yapısal anlamda nerdeyse-enstantane, sıkıca örülmüş sekanslardan oluşurlar (Torrance & Schumann, 2019). Bu sekanslar, protokoller, birbirine “yapıştırılmış” stratejiler (akıcılık için konulmuş yönlendiriciler), prosedürelendir (Soules, 2004) ve hesaplamalı düşünme ile ortaklıklar barındırırlar.

Tasarım stüdyolarında Beyin Fırtınası uygulaması, gruplar halinde spontane fikir üretimi için ortam oluşturur. Tasarım öğretiminde Beyin Fırtınasının çoklu ve hızlı tasarım sonuçları üretmek, üretilen çözümler üzerine tartışmalar yaratmak, grup çalışmasına ve tasarımcıları alışılmış konfor alanlarının dışına çıkmaya teşvik etmek gibi avantajları vardır. Beyin Fırtınası metodu ile tasarım fikirleri repertuarı artar; bu sayede yaratıcılık ve üretkenlik tetiklenir (Kowaltowski ve diğerleri, 2010).

4. DOĞAÇLAMA VE YARATICILIK (IMPROVISATION AND CREATIVITY)

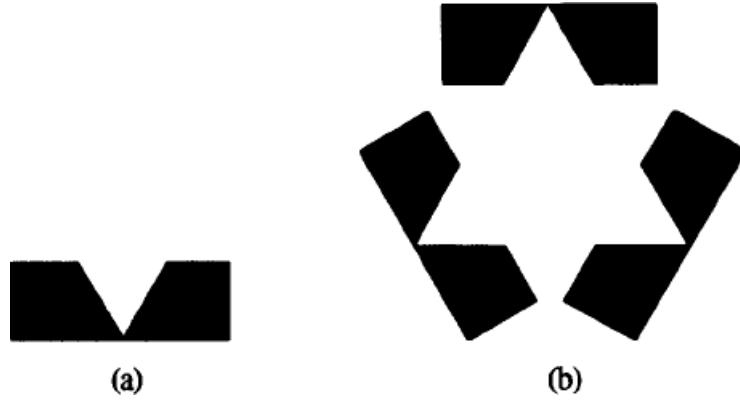
Doğaçlama, düşünsel yönelim anlamında içe dönük biçimde idealizasyonu hedefleyen kompozisyonun aksi yönünde çalışır; dışa dönüktür, açıcıdır. Bir kompozisyon, hataları en aza indirmek veya önlemek için kalem ve kağıt kullanımını, dikkatli düşünmeyi, “gerçek zaman” dışında çalışmayı ve tasarıma sınırlar getirmeyi gerektirir. Öte yandan, bir doğaçlama sürecinde doğaçlamayı gerçekleştiren kişi “gerçek zamanlı” ve özgürce hareket eder, hatalara uyum sağlayarak, onları kullanır (Larson, 2005).

Doğaçlama kolektif olarak uygulandığında, prova edilmemiş fikirlerin üzerine kurulu deneylerden tamamen yeni örüntüler belirir. Barrett (1998) şöyle yazmıştır: “Caz doğaçlamasında ortaya çıkan, ön görülmesi zor, canlı bir süreçtir. Bir doğaçlamacı her an müziği yeni bir yöne götürebilir, beklentilere meydan okuyabilir, diğer doğaçlamacıları yeniden yorumlamaya teşvik edebilir”. “Sonsuz oluş”, yani yeni sonuçlar keşfetme ve sonuçlardan yeni tasarımlar üretme eylemi vardır (Peters, 2018). Başka bir deyişle, doğaçlama tasarım, tekrar tekrar tasarlamaktır (Lambert, 2019).

Doğaçlama eylemi, literatürde “belirme” ile ilişkilendirilir. Tümünden gelim, indirgemeci tasarımın amacı olan tek bir genel hedefe doğru

hareket etmek yerine, iterasyonlar ve öz örgütlenme yardımıyla, değişen tasarım bağlamına yanıt verir (Corsini & Moultrie, 2018). Gero (1996) tarafından belirme tanımını takiben: “belirme, daha önce sadece örtük olan özellikleri açık hale getirme sürecidir”. Gero, belirmenin, orijinal tasarım alanının bazı bölümlerini arttırarak veya değiştirerek, eklemeli veya yerine geçmeli bir şekilde gerçekleşebileceğini açıklar (Şekil 2). Bu türde bir tasarım tekniği, yaratıcı tasarımı tetikler, yeni keşiflere ve yorumlara ulaşılmasına ön ayak olur, deneysel üretimi teşvik eder.

Şekil 2: (a) Tek bir nesne. (b) Nesnenin üç kopyasının konfigürasyonundan birkaç beliren form. ((a) Single object. (b) Configuration of three copies of the object resulting in a number of emergent forms) (Gero, 1996).



Doğaçlama yaparak üretmek tasarıma yönelik bir kas hafızası oluşturmaya yardımcı olur. Doğaçlamacı, kısa sürede, diğer katılımcıları taklit ederek, yeni örüntüler keşfederek, hatalar yaparak, tasarımların altında yatan kalıpları ve strüktürleri anlayarak, “yaparak” öğrenir (Zenk ve diğerleri, 2022).

5. DOĞAÇLAMALARIN YORUMA DAYALI VE HESAPLAMALI YÖNÜ (INTERPRETATIONAL AND COMPUTATIONAL ASPECTS OF IMPROVISATIONS)

Doğaçlamalar, anda ve yerinde edimler, doğaçlamacının birbirine uyumsuz malzemeleri yorumlayarak kullanmasından üretilir. Bu nedenle doğaçlama, Levi - Strauss'un bricolaj kavramına benzer (Weick, 1993). Bir bricoleur gibi doğaçlamacı, o anda mevcut olan kaynakları inceler, yorumlar ve eşsiz bir kombinasyon yaratır (Barrett, 1998). Bu süreçte yorumlama eylemi mevcut verileri uygulanabilir ilişkilere dönüştürür. Goldschmidt' in (1988) “kombinasyon kilidi” metaforu buna çok benzer. Tasarımcı, tasarım problemini çözmek için tüm verileri, tasarım ve üslup tercihlerini bir araya getirir, ardından

bunlardan belirli bir şekilde “tasarım hamleleri zincirleri” hazırlar. Kilidi başarıyla açan şey, işe yarar, kullanılabilir bir yorumun ortaya çıkmasıdır.

Gürer ve diğerlerine (2014) göre, yorumlamalar tasarımda iki önemli nedenden dolayı kilit rol oynar: ilki, tasarımcının, tasarım sırasında yeni yorumlamalar ve anlamalar keşfetmesi sayesinde, tasarım durumu ile arasında yeni diyaloglar geliştirmesidir; ikincisi de yorumlamaların, tasarım eylemleri ve tasarım düşünceleri arasındaki boşluğu doldurmalarıdır. Gürer ve diğerleri, tasarım eğitimi almamış tasarımcılarda bu boşluğun geniş olduğunu söyler. Tasarımda, pratik us yürütme çok kritik olmasına rağmen, deneyimsiz tasarımcılar, tasarlarken genelde nasıl eyleme geçtiklerini bilmezler. Doğaçlamalar bu noktada, empirik ve brikolaj tabanlı yapılarından dolayı bu boşluğu doldurmak için iyi bir araç olabilir.

5.1 Soyutlama (Abstraction)

Doğaçlama, kolektif olarak gerçekleştirildiğinde, doğaçlamacıların sekanslar halinde veya senkronize etkileşime girmesiyle, diyaloglar kurulur (Benson, 2003). Anda, her biri ayrı ayrı yorumlayıp şekillendirirken, toplu olarak ortak bir anlam oluştururlar. Ancak paylaşılan anlam, yeniden yorumlanmak ve sürekli değişebilmek için ucu açık ve yalın olmalıdır. Benson (2003) “En azından biraz ‘esnek oyun’ veya belirsizlik olmadan, gerçek konuşma imkansızdır” der. Doğaçlama eylemlerin, dinamizmi ve esnekliği minimal yapılar ve minimal sınırlar gerektirir. Bu minimal yapılar, anlamın belirsizliğine anlam açıklıktan daha çok değer verir (Barrett, 1998). Belirsiz sınırlar, doğaçlamacıları sınırsız olasılık ve özgürlük alanında farklı yorumlar oluşturmaya teşvik eder.

Minimal ifadeler üreten pratik düşünme, hesaplamalı us yürütme ile soyutlama ve soyut düşünme yöntemleri ile ilişkilendirilir. Soyutlama, tanımlı durumlardan daha genel kalıplara geçmeyi, verileri filtrelerken, temel unsurlarını korumayı amaçlayan bir düşünme yöntemidir (Kelly & Gero, 2021). Bir tasarımcının soyut düşünme yaklaşımı, bir bilgisayar bilimcisinin yanında oldukça kavramsal kalır. Bir bilgisayar bilimcisi, bir tasarımcının yaklaşımından daha net ve elle tutulur olan prosedürel soyutlama yaklaşımını takip eder. Bir bilgisayar bilimcisinin soyutlamadaki amacı, verileri sıkıştırarak bir hesaplama aracı üzerinde uygulanmasını kolaylaştırmaktır (Öksüz & Çağdaş, 2020). Tasarımın ilk

evrelerinde, vizyon oluşturma ve planlama aşamalarında, tasarımcı, eskiz, çizim, modelleme, tartışma, okuma ve yazma gibi araçlar arasında hareket eder. Bu tür tasarım biçimleriyle uğraşırken soyutlama, bir tasarım stratejisi oluşturmak için bu yöntemleri kolajlar ve bir araya getirir. Tasarımın erken kavramsal aşamalarında, soyut bir düzlemde üretebilmek için tasarımcılar esnek yapısı olan veya kısmi yapılandırılmış yöntemlerini tercih ederler. Eskizler ve diyagramlar (Purcell & Gero, 1996) ve sözlü ve yazılı araçlar bunlara örnektir.

Algoritma, bir bilişsel prosedürün, birden başka temsil etme formunda olabilen, soyutlanmış bir tanıdır. Aynı algoritma, çeşitli programların yürütülmesi için birçok programlama dilinde uygulanabilir; bu sebeple bir programdan daha soyuttur (Colburn, 1999). Yemek tarifleri, gündelik estetikte (Sawyer, 2000) olduklarından dolayı doğaçlamalara; gündelik bir yaşam problemini çözmek için adım adım kılavuz olduklarından dolayı algoritmik düşünme peyzajına bir örnek teşkil etmektedir. Cleland (2001) tarifleri, gündelik prosedürler (quotidian procedures) olarak adlandırır. Gündelik prosedürler “iyi tanımlanmış” algoritmalar gibi değillerdir; eylemin kesin olarak belirtilmesinden yoksundurlar. Cleland bir örnek olarak mozzarella toplarının yemek tarifi örneğini verir:

Mozzarella toplarını bir havlu kağıtla kurulaşın. Keskin bir bıçakla dilimleyin ve domates ve fesleğen yapraklarıyla birlikte servis tabağına alın. Üzerine biraz limon suyu sıkın, tuz ve karabiber serpin ve üzerine zeytinyağı gezdirin. Yavaşça atın ve hemen servis yapın (Biuso, 1997 akt. Cleland, 2001).

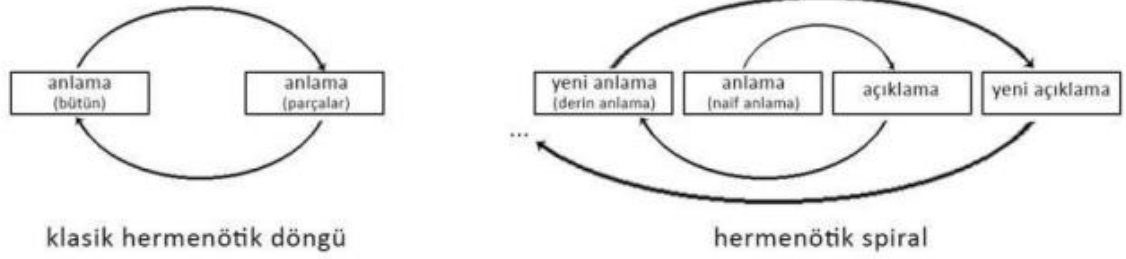
Bir dizi eylem talimatından oluşan bu tarif örneğinden görülebildiği gibi tariflerde eylemlerin spesifik miktarı veya detaylı tasviri verilmemiştir. Örneğin, bıçakla dilimleme eylemi sağ el ile mi yoksa sol el ile mi yapılması gerektiği belirtilmemiştir. Bununla beraber, bıçağın mozzarella toplarına karşı nasıl tutulup kesilmesi gerektiği bilgisi de eksiktir. Farklı şefler tarifi birbirlerinde çok farklı şekillerde uygulayabilir (Cleland, 2001). Bu sebeple gündelik prosedürler, algoritmalarından daha soyut bir seviyededir. Daha detaylı ve karmaşık algoritmalar elde etmek için bir temel yapı işlevi görebilir. Tasarım sürecinin erken aşamalarında farklı yorumlar oluşurmaya ve yaratıcılığı tetiklemeye de yardımcı olabilirler. Tariflerin gündelik estetiği, tasarıma özgünlük katabilecek otantik kültürel ifadeleri tasarıma dahil eder (Kowaltowski ve diğerleri,

2010).

Soyutlama, tasarımda kullanılabilir ya da bir iletişim aracı olabilecek yeni temsil yöntemleri öğrenmek ve çevreyi yeni bir şekilde yorumlayabilmek için tasarım eğitiminin temelinde yer alır. Tasarım eğitimine yeni başlayan öğrenciler genelde soyutlama becerisine sahip değildir. Bu beceriyi öğrenciler kullanmaya başladığında, tasarımlarında çevreye karşı yeni yorumlamalar geliştirirler. Bu da yaratıcılığı destekler, tasarımda olasılıkları arttırarak çeşitliliği sağlar (Temple, 2020).

5.2. Yinelemeler ve Sekanslar (Iterations And Sequences)

Doğaçlamalar, tekrar tekrar üretme ve üretildiği doğrultudan ayrılma meyli gösterir. Farklı uyumlar ve yeni fikirler için devamlı bir arayış içindedir. Peters (2018)'a göre doğaçlamalar lineer "(orijin)-den, (hedef)-e" şeklinde hareket etmek yerine "(orijin)-den, (orijin)-den" şeklinde hareket ederler. Buradaki "-den" tek bir başlangıcı, orijini var anlamına gelmez; fakat tekrar eden ve devamlı değişen bir orijini veya bir kesişim noktası vardır. Peters 'a göre doğaçlamalarda orijin ikilidir: "merkez" ve "çeper". "Merkez", orijinin yokluğuna doğru gerçekleştirilen bir regresyondur; "çeper" ise, mevcudiyette gerçekleştirilen, Deleuze'ü (1994) de alıntılıyarak, "aynının (benzerin) tekrarı" yoluyla bir orijine ulaşma hareketidir (Peters, 2018). Doğaçlamalarda, düşünme, yorumlama ve eylem paralel işlediği için, bu konsept ile hermenötik (yorum) teorisi arasında da ilişkiler kurulmalıdır. Doğaçlamacı, sürekli olarak örüntülerin tekrarı (veya benzerliği) yoluyla bir orijin bulmaya çalışırken (çeper); tüm örüntülere dışından bakıp, yeni yorumlara ulaşarak orijinden uzaklaşır (merkez). Merkeziyetsiz "merkez" ve devamlı hareket eden "çeper", klasik "hermenötik çember" in önemli bir özelliği olan sonsuz regresyondan ziyade, sarmal bir yorum bilgisi modeli olan "hermenötik spirali" ifade eder (**Şekil 3**). Böylece, apriori önyargı tarafından devamlı bilgilendirilmek yerine, gizli bir orijin olarak benzer örüntülerin ve nesnelere tekrar yoluyla doğaçlamacı, yorumlar, anlar ve yeni kalıplar üretir.

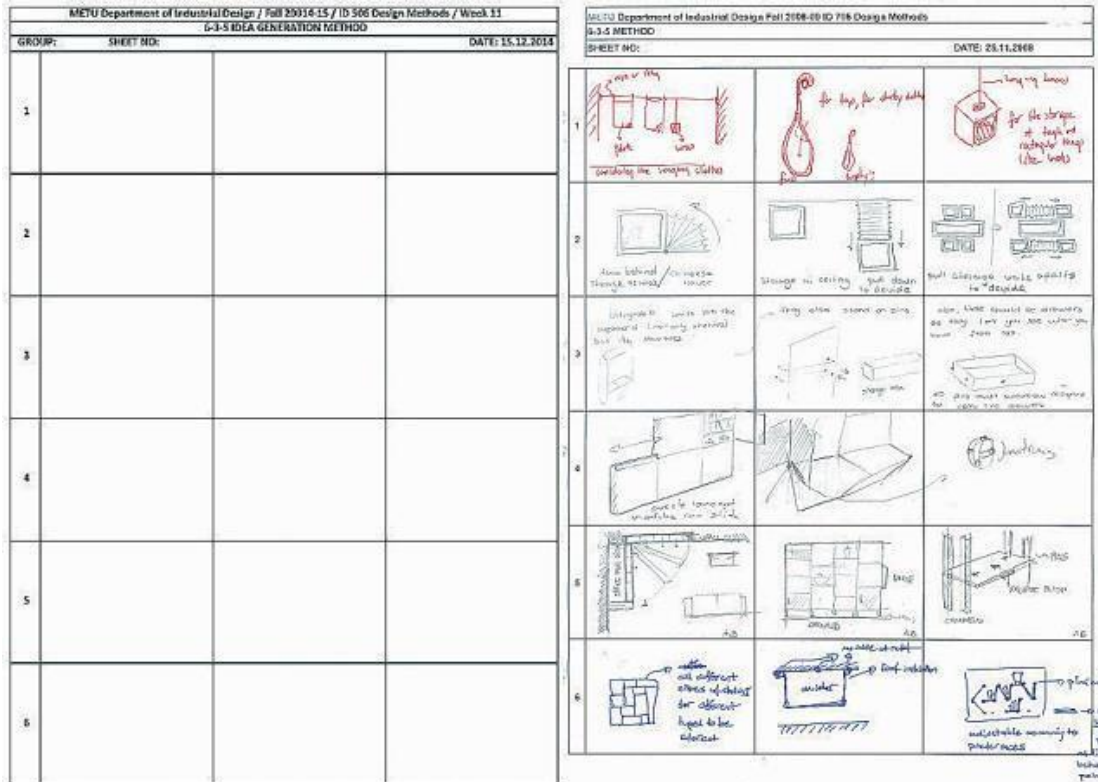


Şekil 3: Hermenötik çember ve hermenötik spiralin diyagramatik analizi (Diagrammatic analyses of the hermeneutical circle and the hermeneutical spiral) (Gürer et al., 2014).

Gürer ve diğerleri (2015) hesaplamalı tasarımı, hermenötik spiralle ilişkilendirir: “hesaplama, sekanslar içindeki oynamalar (serbest tasarım hamleleri, doğaçlamalar) üzerinden gerçekleştiği için hermenötik spiral gibidir; yeni inşalara motive eder ve tekrar tekrar yeni oynamalara neden olur.” Hesaplamanın, yinelemeli ve sıralı doğası, tasarımcıların/oyuncuların, defalarca yeniden deneyimlemelerine ve daha iyi anlamalarına yardımcı olan video oyunları için de geçerlidir. Barrett ve diğerleri (2018), sonu olmayan oyunları doğaçlamalara benzetir; geniş ufuklar hayal edilmesine ve sürprizlerle karşılaşılmasına öncü olduğunu söyler. Buna bir örnek, web tabanlı bir oyun olan “Gartic Phone - The Telephone Game” gösterilebilir. “Pictionary” oyununa benzeyen bu oyunda, her oyuncu ara yüze birkaç kelimelik bir yazı yazarak başlar. Bir sonraki adımda, bu yazılar rastgele bir şekilde başka oyunculara dağıtılır ve her oyuncu kendilerine gelen birkaç kelimelik metni anlayıp kendi yorumlamalarıyla kısa bir sürede çizer. Bir sonraki adımda ise bu çizimler kalan oyuncular arasında dağıtılır ve her oyuncu, çizilenleri kelimelerle tarif etmeye çalışır. Bu süreç oyuncu sayısına göre tekrar eder. En son olarak ilk yazılan metinlerden başlayan farklı yorumlama zincirleri herkese gösterilir ve oyun tekrardan başa sarar (Gartic, t.y.). Bu oyunda farklı hızlı temsil etme tekniklerinin (yazı ve çizim) birbirini takip etmesi yeni yorumlama ilişkilerine ve beklenmediklerin ortaya çıkmasına neden olur. Gürer ve diğerlerine (2014) göre tasarım hamlelerinin yazı yazarak desteklenmesi, tasarımdaki durum ve eylemlerin nesnelleştirilmesine, tasarım stratejilerinin oluşturulmasına ve hem geçmişe hem de geleceğe dair izlek oluşturmaya yardımcı olur. Temel tasarım eğitiminde bu yöntem, tasarımın içinde üretirken bir yandan öğrencilerin tasarımdan uzaklaşıp bütünü görmesini sağlar. Bu da hermenötik spiral metaforundaki sürecin paralelinde bir yorumlama ve anlama döngüsü oluşmaya başlar. Döngünün her tekrarında, daha iyi anlama sağlanır.

Yinelemeler ve sekanslar içeren bir Hibrit Beyin Fırtınası yöntemi olan Rohrbach'ın "6-3-5" yöntemi, bir yandan grup tasarımına araç olurken, bir yandan bireysel tasarım hareketlerini destekler (Osman ve diğerleri, 2021). "6-3-5" Beyin Fırtınası yönteminin ismindeki "6" gruptaki üye sayısını, "3" bir turda oluşturulacak çizim sayısını ve "5" her tur için ayrılan dakikalara temsil eder. Hızlı bir fikir üretme yöntemi olan 6-3-5 metodu, her katılımcıya üzerinde 6x3'lük boş bir tablo bulunan bir kâğıt dağıtılarak başlar. Altı kişilik gruptaki her katılımcı, her kâğıda beş dakikada üç farklı çizim yapar ve her beş dakika tamamlandığında sırayla bir sağındaki katılımcıya kâğıdı teslim eder. Her katılımcı bu süreçte 18(6x3) adet eskiz çizer. 30(6x5) dakikalık oturumun sonunda 108(18x6) adet farklı eskiz, tasarım fikri toplanır (Şekil 4). Kağıtlar üzerinde, önceki katılımcıların tasarım sürecini takip etmek mümkündür ve fikirlerin evrimleşebilmesi ve gelişebilmesi için daha önceki eskizlere geri dönmek ve bu fikirler üzerinden yeni fikirler üretmek mümkündür. Sekanslar ve yinelemeler üzerinden gerçekleşen bu ortak tasarım tekniği, çeşitli yaratıcılık teknikleri aracılığıyla önceden önerilen fikirlerin rafine edilmesini ve yeni yorumlar geliştirilmesi için bir ortam sağlar (Börekcı, 2016).

Şekil 4: Boş ve doldurulmuş "6-3-5" Beyin Fırtınası oturumu sayfa örneği (Example of a blank and filled "6-3-5 "Brainstorming page).



Bu yaratıcı teknikler mutasyon, belirli bir yönün veya bileşenlerin biçiminin yeni bir tasarıma dönüştürülmesidir; analogi, mevcut bir tasarımın fonksiyonel özelliklerini yeni bir tasarımda soyutlamak; ilk prensip olarak en önemli ihtiyaçların belirlenmesi ve çözüme dönüştürülmesi; belirme, bir tasarımda tanınmayan nitelikleri algılamaktır (Cross, 1997). Bu tekniklere ulaşmak ancak önceki tasarımlara bakarak, geçmişini takip edilebilecek şekilde tasarımın içinden uzaklaşıp parçaların tümünü keşfederek mümkün olabilir.

6. DOĞAÇLAMALARIN PRAGMATİK VE DEMOKRATİK YÖNLERİ

(PRAGMATIC AND DEMOCRATIC ASPECTS OF IMPROVISATIONS)

Dewey'in (1925; 1944) pragmatik ve demokratik bakış açılarıyla doğaçlamalar harmoni içindedir. Pragmatizm, deneyime pratik olarak uygulanan deneysel ve ampirik düşünceyi ifade eder. Dewey için "düşünme" ve "eylem" aynı süreç için farklı kelimelerdir. Doğaçlama, sabit bilgi yerine, deneye ve "yaparak öğrenmeye" öncelik verir. Gecikmiş, fazla düşünülmüş yaratıcılıktan ziyade ani kararlar üzerine kuruludur. Bu nedenle, doğaçlamada amaç, ayrıntılı bir son ürün yaratmak değil ara ürünler, kararlı durumlar yaratmaktır.

Hesaplama, tasarımcının ödünç aldığı ve kullandığı izole edilmiş bir yapıdan ziyade, pratik açıdan tasarım etkinliğinin bir parçasıdır. Bu nedenle, hesaplama tasarımında pratik akıl yürütme hayati öneme sahiptir (Gürer ve diğerleri., 2014, 2015). Doğaçlama sürekli pratik düşüncelerle, yeni ara ürün, ara kararlı durum üretimi ise, tasarımın daha sonraki aşamalarında kullanılmak üzere sonsuz prototip ve kalıplar ortaya çıkacaktır. Bu prototip öncelikle bir sonuç ürününden ziyade doğaçlamalardan ortaya çıkabilecek algoritma kalıpları, geometrik şablonlar, örüntüler, şemalar, bağlantı ve kurallar gibi daha dijital ortamdaki soyut materyaller olmalıdır.

6.1. Problem Bulma ve Ad-Hoc Tasarım (Problem Finding And Ad-Hoc Design)

Sawyer (2000), Dewey'in pragmatist çerçevesine de atıf yaparak, doğaçlamada "süreç üründür" der. Bir besteci sonsuz malzeme ile etkileşime girer, onu sürekli olarak düzenler ve revize eder; ancak doğaçlama anda erişilebilen malzemeleri kullanarak gerçekleştirilen bir deney sürecidir. Doğaçlama, bir planlama süreci olması nedeniyle, çoğunlukla problem çözmekten çok problem bulmaya odaklanır. Fakat,

her tasarım, bir tasarım problemini tanımlamakla başlar; bu nedenle ana tasarım problemi içinde daha küçük problemler bulma ve bu küçük problemleri çözmeye çalışırken ana tasarım problemini çözmeye üzerine bir tartışma sürecidir (Sawyer, 2000). Bir başka deyişle doğaçlama, problem bulmak ve çözmek üzerine kurulu tümevarımsal bir yaklaşımdır. Dillon (1982) tasarım eğitiminde problem çözebilmek kadar çözülmeye değer problemin keşfinin de önemli olduğunu ve daha çok yaratıcılık istediğini söyler.

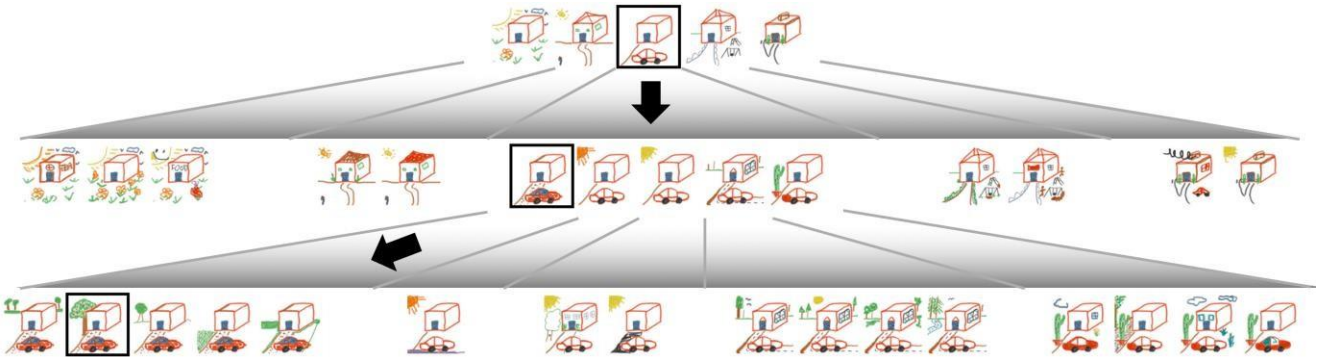
6.2. Evet, Ve... (Yes, And...)

Doğaçlamalarda yaratıcı zihinler kolektif olarak etkileşirken, uyumsuzluklar, spontanelikler, çeşitlilikler ve kendi kendini kesmeler yardımıyla işbirlikli tasarım için demokratik bir tasarım ortamı oluşturulur. Kökeninde doğaçlama tiyatroya dayanan, olumluyucu "evet, ve ..." kuralı, doğaçlamacının demokratik özelliklerini güçlendirir. "Evet ve..." kuralı, bir doğaçlamacının bir kalıp önermesiyle başlar ve sonraki doğaçlamacıların onu olduğu gibi kabul etmesi ve kalıba başka bir uygun katman eklemesiyle devam eder. Sonuç olarak, daha basit bireysel katmanlardan daha karmaşık bir örüntü ortaya çıkar. "Evet ve..." kuralı, her teklifi eşit derecede doğru kılar. Bu şekilde her doğaçlamacı oturuma eşit olarak katılır ve güvenle risk alabilir. Teklifleri kabul etmek, yeni yaratıcı bağlantılar keşfetmeyi de yanında getirir ve başlangıçta hata gibi görünen bağlantıları, üretken bir araca dönüştürür (Barrett ve diğerleri, 2018).

Doğaçlamalar, tasarımda ortak-yaratma ortamı sağlar. Hesaplamalı tasarım araştırmacıları, bilgisayarın bir araçtan ziyade bir ortak olduğunu söyler (Negroponte, 2021). Parikh ve Zitnick (2020) çalışmalarında, yapay zekanın eskizleyerek (ön) tasarlamada bir ortak-yaratıcı olabilmesine ilk adım olarak işbirlikli eskizleme metotları geliştirir. Sekanslar ve yinelemeler üzerinden çalışan üç farklı işbirlikli eskizleme metodunu: İşbirlikli (Collaborative), İşbirlikli+oylama (Collaborative+ voting, İşbirlikli Komutlarla Bireysel (Individual with collaborative prompt) tanıtır. Araştırmayı destekleyebilmesi için bu eskiz metodlarının beraberinde karşılaştırılabileceği bireysel sekanslı bir eskizleme metodunu, Bireysel (Individual)'i, araştırmaya dahil eder. Tüm bu metotlar, boş bir kağıt ile başlar ve 30 katılımcı içerir. Adımların yinelemesi üzerinden çalışan bu metotlarda, katılımcıların her bir adımda kağıda yalnızca sınırlı miktarda çizgi (ortalama 5 orta kalınlıkta çizgi) eklemesine izin verilir. Bir eskizi tamamlamak toplamda 30 veya

20 yinelemeden (metodun süresinin uzunluğuna göre değişir) meydana gelir. İşbirlikli (Collaborative) metotta, bir katılımcı boş tuvale çizgiler ekleyerek başlar. Sonraki her katılımcıdan da bu yarım eskize çizgiler eklemesi istenir. Hiçbir katılımcı bir önceki katılımcının çizgilerini silemez, bu sayede eskiz her aşamada başka bir yöne evrilir. İşbirlikli+oylama (Collaborative+voting) metoduna, beş adet birbirinden farklı eskiz (tek çizgi adımlı) oluşturularak başlanır. Her katılımcı bu eskizlerden birini seçerek üzerine çizgiler eklerler. Eskizler her adım sonunda toplanır. İlk eskizler arasından beşten fazla seçilmiş olanına eklenen çizgileri içeren eskizler bir sonraki adımın ilk eskizleri olurlar. Parikh ve Zitnick beşten fazla seçilmiş ön eskizleri, “ebeveyn” (parent) ve bu ebeveynlerin üzerine uygulanan bir çizgi adımın sonucunu ise “çocuklar” (children) diye isimlendirmiştir. **Şekil 5'** te görülebildiği gibi bir eskizin beşten fazla çocuğu olursa (yani ebeveyn, siyah çerçeve içinde gösterilmiş), çocukları bir sonraki adımın ilk eskizleri haline gelir. Beşten az seçilen ebeveynlerin çocukları her tur sonunda elenir. İşbirlikli Komutlarla Bireysel (Individual with collaborative prompt) ' de ise, tek bir katılımcı, yazılı bir eskiz tarifi üzerinden tüm eskizi oluşturur. Yazılı eskiz tarifi, katılımcıların, İşbirlikli (Collaborative) metotta bir önceki çizgi ekleme adımdan bir sonraki çizgi ekleme adımına nelerin değiştiğini tarif etmesiyle oluşturulur. Parikh ve Zitnick 'in araştırmasının sonunda bu metotları eskiz kalitelerine, sıra dışı ve yaratıcı olmalarına göre puanlandırır. İşbirlikli+oylama (Collaborative+voting) metodu en yüksek puanı alan olmuştur. İşbirlikli (Collaborative) metot ise, en kaotik eskizlere sebep olmuştur. Yaratıcılık ve olağan dışılık konusunda iyi puan almasına rağmen görünüş açısından kötü kalitede eskizler ortaya çıkarmıştır. Son olarak İşbirlikli Komutlarla Bireysel (Individual with collaborative prompt) ise en kötü performansı gösteren olmuştur (Parikh & Zitnick, 2020).

Şekil 5: İşbirlikçi + oylama metodu örneği (An example of Collaborative + voting method) (Parikh & Zitnick, 2020).



İşbirlikli metot “evet, ve..” yöntemini kullanmış; İşbirlikçi+oylama metodu ise evrimsel ve genetik algoritmalar gibi optimizasyon yöntemlerindeki stratejiyi takip etmiştir. Optimizasyon düşüncesi doğaçlamalarla zıt kutuplardadır. Fakat bu farklı şekilde demokratize etme sistemi, bilgisayarın ortak-yaratıcı olarak yaratabileceği süreçte “mutasyon” görevi görebilecek “glitch”(Corsini & Moultrie, 2018) gibi faktörleri üretmesi ve arttırmasıyla da mükemmel sonuçtan uzaklaşıp ara formlarda arayışlara geri dönüşü sağlayabilir.

7. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışma kapsamında Hesaplamalı Charrettelere için bir teorik çerçeve oluşturulmuş ve bu çerçeveyi destekleyebilecek metotlar pedagojik etkileriyle beraber tartışılmıştır. Temel yapı taşları doğaçlama ve beyin fırtınası olan Hesaplamalı Charrettelere, hesaplamalı tasarımın ilk etaplarında kullanılabilecek üretken bir us yürütme aşaması olarak düşünülebilir. Doğaçlamaların yapısından gelen, post-fenomenolojinin yoruma dayalı, pragmatik ve demokratik anahtar konseptlerini takip ederler. Hesaplamalı Charrettelere, bilgisayarla benzerlik göstererek, sekanslar içindeki yinelemeler ve yinelemelerin içindeki sekanslardan oluşur. Tasarımcılar bu sayede her bir adım bittiğinde doğaçlama üretimlerinin mevcudiyetinden uzaklaşıp önceki tasarımlar dahil olmak üzere tüm tasarımları görme şansı bulur. Bu sayede yorumlayıp, yaratıcı hamleler geliştirebilirler. Doğaçlamaların minimallik arayışı, hesaplamalı tasarımla bir araya geldiğinde soyutlamayı ve soyut düşünmeyi gerektirir. Doğaçlamaların spontane ve gündelik estetiği dikkate alınarak Hesaplamalı Charrettelere’de algoritmaların soyutlanmış bir formu olan tarifler veya günlük prosedürler (Cleland, 2001) kullanılır. Görsel temsil etme ve sözel temsil arasında çok katmanlı araçsallığı destekleyerek kendi içinde bir sekans oluşturur. Bu sayede farklı yorumlamalara ve beklenmedik yaratıcılıklara sebep olur. Hesaplamalı Charrettelere’de doğaçlamalarla elde edilen ara üretimler kaydedilir ve prototiplenir. Sonraki adımlarda veya başka tasarım süreçlerinde kullanılabilecek kod şablonları, görsel şablonlar, şemalar, örüntüler, bağıntı ve kurallar oluşturulur. “Evet...ve” mottosunu takip eden demokratik ortak-yaratma ortamı barındırır. Bu sayede tasarımcılar, özgür bir ortamda tasarıma katkı sağlayabilirler. Post-fenomenolojik yaklaşımla, bilgisayar da ortak-yaratıcı olarak bu süreçte yer alır. “Glitch” gibi bozulmalar, mutasyonlar, spontanelikler yaratarak beklenmedikleri ortaya çıkarır.

Hesaplamalı Charrette ortamının, “6-3-5” Beyin Fırtınasında olduğu gibi, tüm tasarım havuzunu görebileceğimiz bir zemine ihtiyacı vardır. Yapılabilecek hamleler kombinasyonları sonsuz (sandbox), farklı tasarlama ve temsil etme teknikleri barındıran, rekabetsiz, üretkenliği tetikleyen oyun ara yüzleri Hesaplamalı Charretteleri destekleyebilir. Tasarım hamlelerinin kod şablonları üretebilmesi için kural tabanlı yaklaşımlar aranabilir.

Doğaçlamalar, yaratıcılığı tetikleyen doğası ve bir “orijin” (Peters, 2018) noktası olmayan, ön bilgi gerektirmeyen, tamamen empirik ve brikolaja dayanan yapısı nedeniyle, Hesaplamalı Charretteler temel tasarım stüdyolarında kullanılabilir bir araçtır. Yoruma dayalı, pragmatik ve demokratik bir üretme süreci sayesinde hesaplamalı tasarımı “yaparak öğrenmeye” teşvik eden bir konsepttir.

8. GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR (FUTURE STUDIES)

Gelecekteki çalışmalarda, dijital bir Hesaplamalı Charrette ortamı tasarlamadan önce, bu çalışmadan elde edilen kuramsal çerçeve yardımıyla protokol analizleri gerçekleştirilmesi düşünülmektedir. Analog ortamda düzenlenecek protokol analizleri, birinci analiz olarak farklı Beyin Fırtınası arayüzleriyle, ikinci olarak da farklı deneyim seviyelerine sahip tasarımcı grupları arasında gerçekleştirilecektir. Elde edilen sonuçlarla kuramsal çerçeve tekrar gözden geçirilip gerekli düzenlemeler yapılacak ve dijital bir Hesaplamalı Charrette ortamı tasarlanacaktır. Bu etaptan sonra, tekrardan protokol analizi düzenlenip dijital ve analog ortamdaki Hesaplamalı Charretteler karşılaştırılacak ve dijital ortamı destekleyecek araçlar araştırılacaktır. Bir sonraki aşamada ise, dijital ortamda Hesaplamalı Charrette ortamı kurgulanarak, uygulamaya yönelik potansiyellerini araştırarak çalışmalar yapılacaktır.

Referanslar (References)

- Barrett, F. J. (1998). Creativity and improvisation in jazz and organizations: Implications for organizational learning. *Organization Science* 9(5), 539-622. <https://doi.org/10.1287/orsc.9.5.605>
- Barrett, F. J., Huffaker, J., Fisher, C. M., & Burgaud, D. (2018). Improvisation and transformation: Yes to the mess. In: Neal, J. (eds), *Handbook of*

Personal and Organizational Transformation (pp. 671–694).
Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66893-2_6

- Benson, B. E. (2003). *The improvisation of musical dialogue: A phenomenology of music*. Cambridge University Press.
- Biuso, J. (1997). *Julie Biuso's Italian cooking*. C.J. Publishing.
- Börekci, N. A. G. Z. (2016). Visual thinking styles and idea generation strategies employed in visual brainstorming sessions. In Lloyd, P. and Bohemia, E. (eds.), *Future Focused Thinking – Design Research Society (DRS) International Conference 2016*, 27-30 June, Brighton, United Kingdom. <https://doi.org/10.21606/drs.2016.147>
- Cleland, C. E. (2001). Recipes, algorithms, and programs. *Minds and Machines* 11, 219-237. <https://doi.org/10.1023/A:1011251504223>
- Colburn, T. R. (1999). Software, abstraction, and ontology. *The Monist* 82(1), 3-19. <https://doi.org/10.5840/monist19998215>
- Corsini, L., & Moultrie, J. (2018). A review of making in the context of digital fabrication tools. In Marjanović D., Štorga M., Škec S., Bojčetić N., Pavković N. (eds.), *Proceedings of International Design Conference-DESIGN 2018*, 1020-1030. <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0242>
- Cross, N. (1997). Descriptive models of creative design: Application to an example. *Design Studies* 18(4), 427-440. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(97\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(97)00010-0)
- Deleuze, G. (1994). *Difference and repetition*. Columbia Univ Press.
- Dennis, A. R., & Williams, M. L. (2010). Electronic brainstorming: Theory, research, and future directions. In Paul B. Paulus, and Bernard A. Nijstad (eds), *Group Creativity: Innovation through Collaboration* (pp. 160-178). <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195147308.003.0008>
- Dewey, J. (1925). *Experience and Nature*. La Salle: Open Court.
- Dewey, J. (1944). *Democracy and Education*, Free Press.
- Dillon, J. T. (1982). Problem finding and solving. *The Journal of Creative Behavior* 16(2), 97-111. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1982.tb00326.x>
- Ediz, Ö. (2009). "Improvising" architecture: A fractal based approach. In G. Çağdaş ve B. Çolakoğlu (eds.), *Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe (ECAADe) 2009, Computation: The New Realm of Architectural Design* (pp. 593-597).

- El-Zanfaly, D. (2015). [I³] Imitation, Iteration and Improvisation: Embodied interaction in making and learning. *Design Studies* 41(A), 79-109. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.09.002>
- Gartic Phone.(n.d.). Gartic Phone – The Telephone Game. Retrieved June 27, 2022, from <https://garticphone.com/>
- Gallupe, R. B., Dennis, A. R., Cooper, W. H., Valacich, J. S., Bastianutti, L. M., & Nunamaker, J. F. (1992). Electronic Brainstorming And Group Size. *Academy of Management Journal* 35(2), 350-369. <https://doi.org/10.2307/256377>
- Gero, J. S. (1996). Creativity, emergence and evolution in design. *Knowledge-Based Systems* 9(7), 435-448. [https://doi.org/10.1016/S0950-7051\(96\)01054-4](https://doi.org/10.1016/S0950-7051(96)01054-4)
- Goldscmidt, G. (1988). Interpretation: its role in architectural designing. *Design Studies* 9(4), 235-245. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(88\)90009-9](https://doi.org/10.1016/0142-694X(88)90009-9)
- Gürer, E., & Küçükersen, F. (2021). Performing a new agenda for a first-year interior architecture studio: Theatre space. In E. Garip, & S. Garip (Eds.), *Handbook of Research on Methodologies for Design and Production Practices in Interior Architecture* (pp. 218-256). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7254-2.ch011>
- Gürer, E., Özkar, M., & Çağdaş, G. (2015). A hermeneutical sketch of design computation. *Metu Journal of the Faculty of Architecture* 2015(1), 165-183. <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2015.1.9>
- Gürer, E., Özkar, M., & Çağdaş, G. (2014). The role of interpretation in basic design. *ITU A|Z Journal of the Faculty of Architecture* 11(1), 158-173. https://jag.journalagent.com/itujfa/pdfs/ITUJFA-87699-THEORY_ARTICLES-GURER.pdf
- Ihde, D. (2012). *Experimental phenomenology: multistabilities* (2nd ed.). Albany: State University Press of New York.
- Kelly, N., & Gero, J. S. (2021). Design thinking and computational thinking: A dual process model for addressing design problems. *Design Science* 7(E8). <https://doi.org/10.1017/dsj.2021.7>
- Korde, R., & Paulus, P. B. (2017). Alternating individual and group idea generation: Finding the elusive synergy. *Journal of Experimental Social Psychology* 70(2017), 177-190. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2016.11.002>

- Kowaltowski, D. C. C. K., Bianchi, G., & De Paiva, V. T. (2010). Methods that may stimulate creativity and their use in architectural design education. *International Journal of Technology and Design Education* 20 (2010), 453-476.
<https://doi.org/10.1007/s10798-009-9102-z>
- Lambert, I. (2019, September 22). Improvisation: Autonomy, heteronomy and wilful naïveté. *EKSIG(DRS) 2019: Knowing Together-Experiential Knowledge And Collaboration*, Estonia Academy of Arts, Estonia.
<https://eksig2019.artun.ee/wp-content/uploads/2019/09/6.pdf>
- Larson, S. (2005). Composition versus improvisation? In *Journal of Music Theory* 49(2), 241-275. <https://doi.org/10.1215/00222909-008>
- Lennertz, B., & Lutzenhiser, A. (2017). *The charrette handbook* (2nd ed). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351179263>
- Negroponte, N. (2021). *Soft architecture machines*. The MIT Press.
<https://doi.org/10.7551/mitpress/6317.001.0001>
- Öksüz, E. B., & Çağdaş, G. (2020). An assessment method for a designerly way of computational thinking. *A/Z ITU Journal of the Faculty of Architecture* 17(2), 199-208.
<https://doi.org/10.5505/itujfa.2020.86729>
- Özkar, M. (2007). Learning by doing in the age of design computation. In: Dong, A., Moere, A.V., Gero, J.S. (eds) *Computer-Aided Architectural Design Futures (CAADFutures) 2007*. Springer, Dordrecht.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6528-6_8
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem-solving*. Charles Scribner's Sons.
- Osman, A., & Cuellar, E., & Chiem, A. T., & Bethel, C., & Lutz, B. D. (2021). *Investigating student perceptions of team-based brainstorming during conceptual design: Challenges and recommendations*. 2021 ASEE Pacific Southwest Conference - "Pushing Past Pandemic Pedagogy: Learning from Disruption" [Paper presentation]. <https://peer.asee.org/38238>
- Peters, G. (2017). *Improvising improvisation: From out of philosophy, music, dance, and literature*. University of Chicago Press.
- Purcell, A. T., & Gero, J. S. (1996). Design and other types of fixation. *Design Studies* 17(4), 363-383. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(96\)00023-3](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(96)00023-3)
- Roggema, R. (2014). The Design Charrette. In Roggema, R. (eds), *The Design Charrette* (pp. 15-34). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7031-7_2

- Sawyer, R. K. (2000). Improvisation and the creative Process: Dewey, Collingwood, and the aesthetics of spontaneity. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism* 58(2), 149-161. Wiley. <https://doi.org/10.2307/432094>
- Soules, M. (2004). Improvising character: Jazz, the actor, and protocols of improvisation. In Fischlin, Daniel, and Ajay Heble (Eds. 2004), *The Other Side of Nowhere: Jazz, Improvisation, and Communities in Dialogue* (pp. 268-297). Wesleyan University Press.
- Stiny, G. (2006). *Shape: talking about seeing and doing*. The MIT Press.
- Temple, S. (2020). The threshold of abstraction in beginning design pedagogy. *Journal of Design Studio* 2(2), 101-110. <https://doi.org/10.46474/jds.820784>
- Torrance, S., & Schumann, F. (2019). The spur of the moment: What jazz improvisation tells cognitive science. *AI and Society* 34, 251-268. <https://doi.org/10.1007/s00146-018-0838-4>
- Willis, D. (2010). Are charrettes old school? *Harvard Design Magazine, Design Practices Now* 33(2). <https://www.harvarddesignmagazine.org/issues/33/are-charrettes-old-school>
- Zenk, L., Hynek, N., Schreder, G., & Bottaro, G. (2022). Toward a system model of improvisation. *Thinking Skills and Creativity*. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100993>

Integrating Computational Fabrication Methods with Architectural Education

Selin Oktan¹, Serbüilent Vural²

ORCID NO: 0000-0001-9190-1995¹, 0000-0002-4777-2839²

¹ Karadeniz Technical University, Faculty of Architecture, Department of Architecture Trabzon, Turkey

² Karadeniz Technical University, Faculty of Architecture, Department of Architecture Trabzon, Turkey

Today, technology is developing rapidly. It changes architectural design and building techniques. To these changes up education system should be updated and be integrated with the novel technology. Tomorrow's professionals only be educated with this way. To make novel technology a part of architectural education, computational fabrication laboratories should be established and be integrated with architectural curriculum. They have the potential to transform architectural education processes. Within this context, this study tries to integrate computational fabrication methods with architectural education. The aim of the study is to share the process and results of a series of exercises applied to the use of computational fabrication tools and methods at the undergraduate level of architectural education. The study deals with exercise processes in a multidimensional scope. In this framework, constructivist learning processes, the concept of metacognition, the flipped classroom model and portfolio evaluation method played a role in the creation and evaluation of the exercise processes. Integrating computational fabrication laboratories with educational processes brings the student to play an active role in the exercise process. This approach is defined as constructivist learning process. In this way, it is ensured that the students can construct their own thinking and understanding processes. While the verb "teaching" is in question in conventional or objectivist education processes, the verb "learning" comes to the fore in constructivist processes. The instructor does not give the information directly but directs the student to reach the information. Flipped classroom model and portfolio evaluation are used as the methods of this study. The background of the exercises is supported by constructivist learning processes and metacognition concept. Within the exercise processes computational fabrication processes such as CNC laser machining and robotic milling were experienced. Within this study four exercises were performed to make the students experience computational fabrication methods: Unfolding, Tessellation, Sectioning, Folding and Moulding. To evaluate the exercise series success portfolio evaluation method was used. The answers in the portfolio to the questions of "What is the aim of this study?" and "What did you learn from this study?" are compared with the aim and learning outcomes of the exercises. As a result of this study, it is seen that the students' knowledge on file-to-factory process is increased. They learned how to make ready a parametric model for computational fabrication. Based on student portfolios, it has been determined that students have begun to realize the potentials of computational fabrication tools. The students learned how to use computer aided manufacturing software, and even they could manage to define toolpaths on their own. This shows that, undergraduate architectural education level is not early to teach students computational fabrication tools and software.

Keywords: Computational Design, Computational Fabrication, Constructivist Education, Learning by Making,

111

Research Article

Received: 22.07.2022

Accepted: 01.09.2022

Corresponding Author:

oktanselin@gmail.com

Oktan, S. & Vural, S. (2022). Integrating Computational Fabrication Methods with Architectural Education. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 111-134. <https://doi.org/10.53710/jcode.1149803>

Sayısal Fabrikasyon Yöntemlerini Mimarlık Eğitimi ile Bütünleştirmek

Selin Oktan¹, Serbüent Vural²

ORCID NO: 0000-0001-9190-1995¹, 0000-0002-4777-2839²

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon, Türkiye

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon, Türkiye

Günümüzde teknoloji büyük bir hızla gelişmektedir. Teknolojinin mimarlık alanındaki yansımaları tasarım ve üretim süreçleri bağlamında kendini göstermektedir. Geleceğin mimarlarının bu teknolojiyi kullanabilmeleri ve katkı sağlayabilmeleri ise ancak mimarlık eğitimi süreçlerinin güncellenmesiyle olacaktır. Sayısal tasarım ve fabrikasyon laboratuvarları eğitim sürecinin bir parçası haline gelmelidir. Bu bağlamda çalışmanın amacı sayısal fabrikasyon yöntemlerinin mimarlık eğitimi ile bütünleştirilmesine yönelik uygulanan bir dizi egzersizin sürecini ve sonuçlarını paylaşmaktır. Uygulanan egzersizler çok yönlü bir yapıya sahiptir. Egzersizlerin kurgulanma sürecinde konstrüktivist öğrenme süreçleri, üstbilmiş kavramlarının yanı sıra ters-yüz edilmiş sınıf modeli, portfolyo değerlendirmesi gibi yöntemler kullanılmıştır. Öğrencinin ders sürecinde aktif rol oynadığı konstrüktivist öğrenme süreci egzersiz kurgusunun temelini oluşturmaktadır. Bu aşamada öğretme eyleminin yerini öğrenme eylemi almaktadır. Çalışma kapsamında dört adet egzersiz uygulaması yapılmıştır: Cisim açılımı, teselasyon, dilimleme, katlama ve dökme. Egzersiz süreçlerinin başarısını ölçmek için portfolyo değerlendirme yöntemi ile elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin portfolyolarında “Sizce bu çalışmanın amacı nedir?” ve “Bu çalışmadan ne öğrendiniz?” sorularına verdikleri cevaplar ile egzersizlerin amacı ve öğrenim çıktıları arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin parametrik model oluşturma, bu modeli sayısal üretim süreci için hazır hale getirme ve sayısal üretim dosyasının hazırlanması konularında bilgi sahibi oldukları gözlenmiştir. Öğrenciler sayısal fabrikasyon yöntemleri ve araçlarının sahip oldukları potansiyellerin farkına varmaya başlamışlardır. Öğrenciler sayısal üretime ve simülasyona yönelik bilgisayar programlarını kullanabilmeyi başarmışlardır. Bu durum, lisans düzeyinde sayısal fabrikasyon yöntemlerinin başarılı bir şekilde yürütülebileceğini göstermektedir.

Araştırma Makalesi

Teslim Tarihi: 22.07.2022

Kabul Tarihi: 01.09.2022

Sorumlu Yazar:

oktanselin@gmail.com

Oktan, S. & Vural, S. (2022). Integrating Computational Fabrication Methods with Architectural Education. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 111-134. <https://doi.org/10.53710/jcode.1149803>

Anahtar Kelimeler: Sayısal Tasarım, Sayısal Fabrikasyon, Konstrüktivist Eğitim, Yapararak Öğrenme.

1. INTRODUCTION

Becoming computational design and fabrication a part of architecture reveals the need of an architectural education process that includes fabrication processes and laboratory studies. Bob Sheil (2014) emphasises that the information exchange between design and fabrication is now in a fast flow and designing and making processes can be carried out simultaneously. The importance of computational design and fabrication laboratories in architectural education is increasing to be able to experience designing and making. At the end of the 1990s, new types of computational design laboratories began to be established in leading architectural schools (Celani, 2012). Considering today's schools that integrate computational design and fabrication with architectural education, it is seen that these processes are generally handled at the graduate education level. For example, Neil Gershenfeld's famous lesson "How to Make Almost Anything" is only open for master students (Gershenfeld, 2008). The same thing can be said for Institute of Advanced Architecture of Catalunya (IAAC)'s education system, too. Bob Sheil (2014) emphasizes that a new relationship has been defined between learning, technology, research, industry and practice, and in this context, the biggest dilemma of today's architectural education is the necessity of defining the designer's expertise within the scope of this developing technology. As digital fabrication laboratories become integrated with architectural education, they have the potential to transform architectural education processes (Celani, 2012). Although, "digital fabrication" has a more common usage in the literature, "computational fabrication" term is preferred in the study. Because computational fabrication emphasises making by computing, which is the focus of the study.

The aim of the study is to share the process and results of a series of exercises applied for the use of computational fabrication tools and processes at the undergraduate level of architectural education. The study deals with exercise processes in a multidimensional scope. In this framework, constructivist learning processes, the concept of metacognition, the flipped classroom model and portfolio evaluation method played a role in the creation and evaluation of the exercise processes. These concepts will be briefly explained.

Integration of computational fabrication laboratories with educational processes brings the student to play an active role in the exercise process. This approach is the core of the exercises processes and is defined as constructivist learning process. In this way, it is ensured that the students can construct their own thinking and understanding processes. While the verb "teaching" is in question in conventional or objectivist education processes, the verb "learning" comes to the fore in constructivist processes. The instructor does not give the information directly but directs the student to reach the information.

Wilson (1996), defines constructivist learning environment as a learning process which students work together, support each other, and supported by various resources and tools. Since this process is based on experience and learning by making, students create their own learning processes. In the constructivist education approach, first "knowing how" is experienced then "knowing that" is occurred (Schoenfeld, 1987). In this approach, metacognition is a frequently emphasized concept. Metacognition means learning how to learn, internalizing the learning process, being aware of the learning process. Schoenfeld (1987) describes metacognition as thinking on your own thinking process. Metacognition requires to ask some questions in the learning process: "Can you describe exactly what you are doing?", "Why are you doing it this way?", "What are the benefits of doing this?" (Schoenfeld, 1987). These types of questions deepen the learning process by making the people to fully explain what they are doing.

From the date of the constructivist learning approach presented (Piaget, 1971; Papert & Harel, 1991; Mahooney, 2004) till today, technological developments have occurred and even the definitions of generations have changed. Z generation, who are currently studying at universities, represents the generation born after 2000, also called the "net generation", "digital natives" (Erten, 2019; Twenge, et al., 2010; Oblinger ve Oblinger, 2005; Prensky, 2001). This generation finds it fun to watch digital contents. For this reason, visual contents and social media has been made a part of course items. Video lectures have become popular with universities such as MIT and Princeton broadcasting their lectures digitally (Ronchetti, 2010). These new types of lecture processes have revealed the concept of "Connectivism"

(Siemens, 2005). Video lectures flip the course process as doing the lesson at home and the homework at class. That is why the model is called as “flipped classroom model”. Flipped classroom model is performed in this study to teach the students the parametric modelling part of the exercise process. YouTube videos were prepared and shared with students each week.

Constructivist learning strategies involve individual learning process. In this context, it would be appropriate to use an evaluation system in which individual performance can be measured, which may have different effects for each student. For this reason, portfolio evaluation method was used to measure the students’ progress. Portfolio shows the students developments, abilities, and efforts (Hamm&Adams, 1991; Hypki, 1994). Portfolios reflect the learning performance and prove the situations achieved by the student (Popescu-Mitroia et al., 2015). Portfolio measures what a student can do rather than what they know. This adapts to the process-oriented nature of constructivist learning strategies. The portfolio evaluation method allows students to see their progress from the beginning to the end of the course period. Thus, it is possible to see the meaning of the workshops from the perspective of the student and to understand whether the exercises reach their goals and objectives.

To sum up the introduction, flipped classroom model and portfolio evaluation are used as the methods of this study. The background of the exercises is supported by constructivist learning processes and metacognition concept. Within the exercise processes computational fabrication processes such as CNC laser machining and robotic milling were experienced. Iwamoto’s (2009) and Kolarevic’s (2003) classifications on computational fabrication methods have used as a guide in terms of defining exercises.

2. EXERCISES ON COMPUTATIONAL FABRICATION

The exercises focusing on the computational fabrication processes were performed within the scope of a series of exercises designed to learn computational thinking (**Figure 1**). Among these exercise processes, the geometry-oriented one was applied in the third

semester, the material-oriented one was applied in the fourth semester, the computational fabrication-oriented one was applied in the fifth semester, and the 1:1 scale fabrication-oriented one was applied within the scope of the elective courses related to the students of the sixth semester architecture department. Each exercise series begins with shape grammar (Stiny, 1980; Stiny, 2006; Knight, 2012; Tching et al., 2017) exercise. The shape grammar exercise is a transition exercise between conventional and computational design processes. Because it is a warming-up exercise its details are not explained.

The exercise series were performed with 65 students in total. Eight of them was completed the computational fabrication-oriented exercises which this study focuses on.

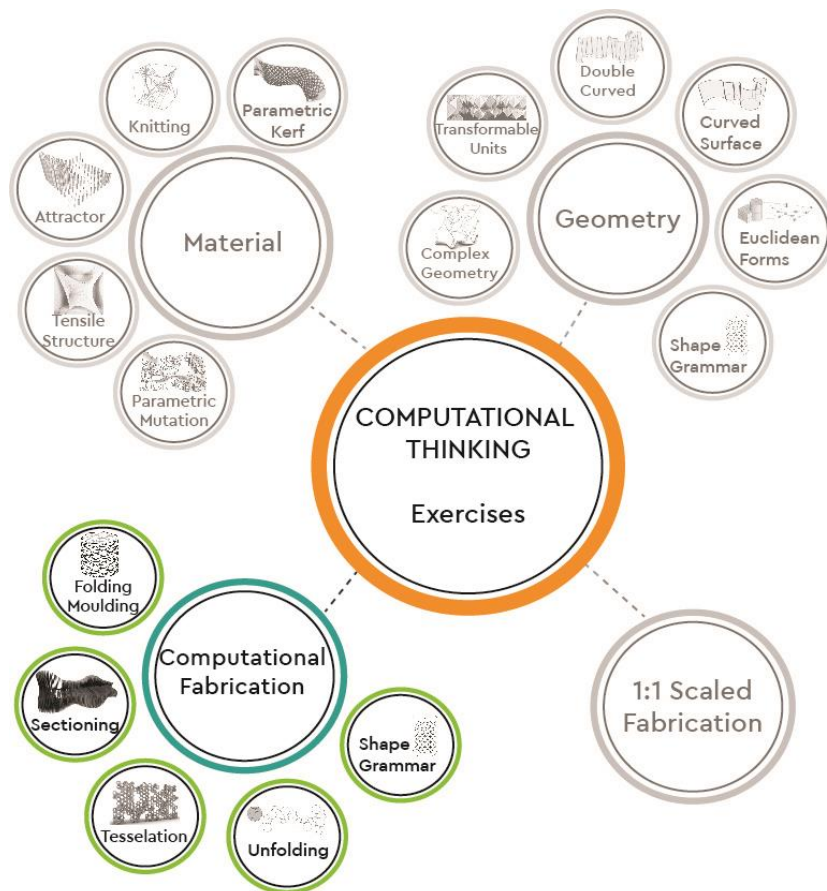


Figure 1: The overview of performed exercises

The exercises on computational fabrication methods were defined with the reference of the classification made by Iwamoto (2009). Some of this

classification titles were renamed or combined according to the exercise process. Iwamoto (2009) classified computational fabrication techniques as sectioning, tessellation, folding, contouring, and forming: **Sectioning** provides the same surface perception by lining up a series of profiles that follow the geometry of the surface, rather than constructing an entire surface. Thus, both the surface itself and its structure would be constructed.

Tessellation is the formation of the surface by arranging the sub-parts that build a surface without any gaps between them. The pieces come together like a jigsaw puzzle to form the whole. The logic of the mosaics coming together is one of the best examples of tessellation.

Folding enables sheet materials to be transformed into volumes. It is important not only in the creation of geometry, but also in the creation of the structure. With this method, the strength of the material can be increased.

Contouring is used in combination with subtractive fabrication. This method provides to obtain volumetric surfaces by processing a material with the milling method. In the study this method is experienced within the tessellation exercise.

Forming is a frequently used method for mass production. It refers to the production with moulding. The mould is produced by designing the negative of the surface / object and the final product is obtained by forming method. (Iwamoto2009) In the study forming is experienced within the moulding exercise.

The computational fabrication processes of the exercises were built on Kolarevic's (2003) classification. Kolarevic (2003) examined digital fabrication tools in four ways: two-dimensional, subtractive, additive, and formative. Two-dimensional fabrication refers to fabrication with CNC machine. Generally, sheet materials are fabricated by this method. Subtractive fabrication is the process of milling the design product from a block material by using electro-, chemical or mechanical methods. Subtractive computational fabrication can be performed with tools such as CNC cutting and robot arm. The difference from two-dimensional computational fabrication is that multi axis fabrication is used. Additive fabrication refers to fabricating the design product by adding the material on top of each other in a layered manner. For this reason, it can also be called "additive manufacturing". 3D printing is one

of the most important tools of additive computational fabrication. Formative fabrication is reshaping a material with the help of a mechanical force such as heating. (Kolarevic, 2003)

Iwamoto's (2009) and Kolarevic's (2003) classifications define the main structures of exercises processes of this study. The exercises processes performed within this study focus on computational fabrication and they are summarized in **Figure 2**. The exercises are performed as a part of an elective course and completed with eight students.

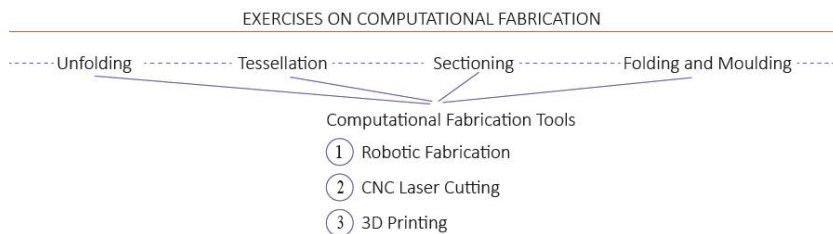


Figure 2: Exercises on computational fabrication

The exercises on computational fabrication consists of four exercises: unfolding, tessellation, sectioning, folding and moulding. The two main purposes of these exercise processes are to make the students to experience the computational design tools and to teach how file to factory process works. For each exercise various computational fabrication tools and methods are experienced. In the exercise process, a design problem is given to students. First of all, they try to find a solution, and think about how to define their design on a parametric model. In this phase they write the design phase step by step and then they try to perform the steps on the model. In this modelling phase Grasshopper plug-in is used because it allows the designer to see the whole design process. Thus, they find a chance to compare with the written steps and parametric model steps. Once the model is ready, the students prepare their files for computational fabrication. And in this phase, they see that each computational fabrication tool has its unique process. In this way, file to factory process is experienced.

The performed exercises are explained below. The aim of the exercise, the process, the learning outcomes, and selected outcomes are shared.

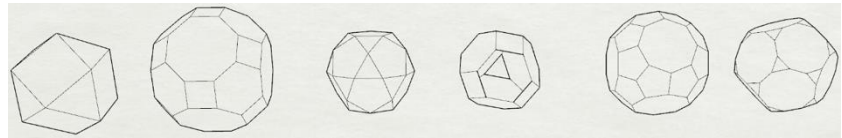
2.1 Exercise 1: Unfolding

The aim of the unfolding exercise is to make student to think about how a 3D complex shape can be created with a sheet material. In the exercise process, the student first tries to unfold the 3D shape with the conventional methods and then with the computational methods. This exercise gives a chance to experience the CNC laser cutting process. The exercise process is completed in two weeks:

1st week:

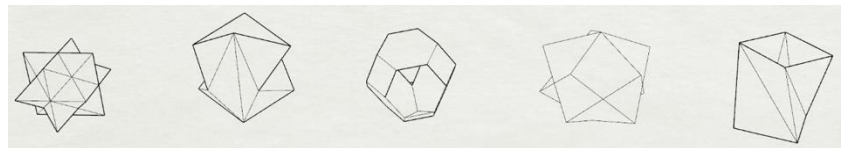
Some polyhedral forms in a digital modelling software environment are given to students (**Figure 3**). Students can measure every detail of this form in this environment.

Figure 3: The first polyhedral forms



The first phase of the exercise is carried out with conventional methods. Students are asked to draw the unfolded form of their shapes first on paper and then in AutoCAD environment. In the first week the drawings are prepared for fabrication with the CNC laser cutting machine. As homework, slightly more complex polyhedral forms are given (**Figure 4**). Students are asked to unfold those forms in digital environment.

Figure 4: More complex polyhedral forms



2nd week:

Fabrication files for unfolded forms which was drawn both by conventional and computational methods are produced by CNC laser cutting machine. Joint details and production problems are discussed. Homework video for the next exercise is given.

The learning outcomes of this exercise are:

- To learn how to unfold a polyhedral geometry in both conventional and computational ways.
- To see the relation between sub-parts of a whole shape.
- To experience unfolding method one of the fabrication methods.
- To discuss about joint details.
- To experience both conventional and computational fabrication processes.

In the first phase of the exercise, only conventional methods were used, and in the second phase, the unfolding process was supported by computational tools (**Figure 5**). Thus, both processes were experienced and the differences between them could be observed.

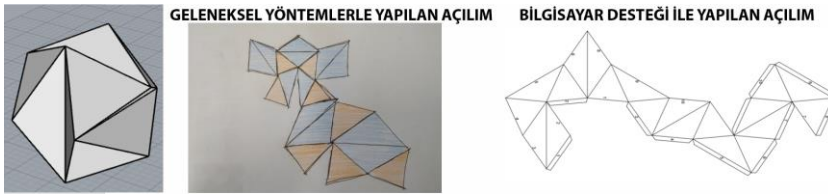


Figure 5: The difference between conventional and computational drawings

It was observed that the students were able to make the first simpler polyhedron unfolding by hand more easily, but they were able to do the proper unfolded forms with the help of computer for the second more complex polyhedrons. Thus, by unfolding with both processes, the students saw their deficiencies in three-dimensional thinking and had the opportunity to discuss the differences between the conventional and the computational process.

2.2 Exercise 2: Sectioning

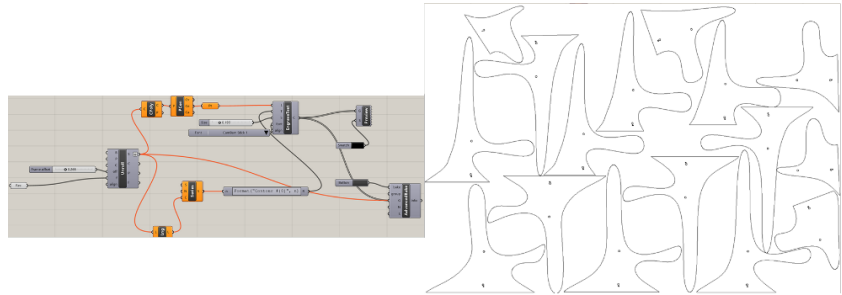
Sectioning exercise focuses on producing a surface without compromising its integrity with its sections. The production process is carried out on a scale of 1:5. In the process, both the design and fabrication processes are carried out twice. In the first try, the students identify the problems they were confronted, and in the second try, these problems are resolved to obtain a more holistic surface. The aims of the exercise are to experience the design and non-standard mass production process for the sectioning method.

The exercise process is completed in two weeks:

1st week:

The design problem is defined as designing and producing a parametric bench. The parametric model is created by watching the homework video. In the video, surface creation with various sections, sectioning of the created surfaces in the XZ axis and panelization of the sections (**Figure 6**) are explained.

Figure 6: Panelization of parametric model



Student groups model their own designs and make them ready for fabrication. After the first designs (**Figure 7**) are produced problems related to design and details are discussed. As homework, it is requested to develop the same design and make it ready for fabrication.

Figure 7: The initial designs



2nd week:

The fabrication process on previous lesson is repeated (**Figure 8**). A modelling video for the following week's design problem is given as homework.



Figure 8: The reproduced designs

The learning outcomes of this exercise are:

- To experience the modelling and production preparation stages of the sectioning method.
- To be able to create sub-parts of a form by slicing without losing its visual integrity.
- To think on joints that make the structure durable.
- To experience non-standard fabrication process.

The exercise process was reconsidered in the second week of the exercise due to visual and technical deficiencies in the first designs. The students renewed and reproduced their designs by solving the joint details and aesthetic problems that they had determined from the first study. The results in the second study were quite different from the first, and the study process was successfully completed.

2.3 Exercise 3: Tessellation

The aims of tessellation exercise are to learn to model a dynamic design by differentiating the same sub-part and to experience robotic fabrication process. The tessellation method refers to the repetition of a subpart to form a surface. Within this exercise, the defined subpart was computationally differentiated and tessellated to design a wall. In the fabrication process robotic milling is used. In this exercise, since the students used the robot manipulator for the first time in the fabrication process, all the file-to-factory process was conducted by the lecturer and the process explained to students, step by step.

1st week:

The computational modelling steps are carried out by the lecturer. The surface modelled in the Grasshopper environment is produced in 1:5 scale (**Figure 9**). In the production process, MasterCam software is used

for the toolpath definition and Octopuz software was used for the robotic simulation. Students are informed about both software, and the preparation process for computational is explained step by step. Some concepts specific to robotic fabrication such as calibration of the robot manipulator, defining tool centre point, and the defining user frame are explained. The fabrication process is applied during the lesson.



Figure 9: Robotic fabrication

The learning outcomes of this exercise are:

- To experience the modelling and fabrication processes of the tessellation method.
- To experience robotic milling process.
- To learn about mechanisms and working principles of robot manipulator.
- To learn about robotic calibration process.

During the exercise process, the design and fabrication processes of tessellation were discussed. This exercise is important for experiencing robotic fabrication. For this reason, the final product was designed by the lecturer and the fabrication process was organized by the lecturer. The students performed a similar modelling process.

2.4 Exercise 4: Folding and Moulding

The aim of this exercise is to bring computational fabrication and crafts together. This exercise is a two-step application. In the first step folding is performed with the use of CNC laser cutting method. With this step a mould is prepared. In the second step moulding process is performed and final product is produces.

1st week:

Students come to the lesson having done the pattern research that they can obtain by folding method. The folding templates found by the students are drawn in the CAD environment and prepared for fabrication with CNC laser cut. In preparation for the cutting process, the areas to be cut and the areas to be folded are determined. All cutting processes are completed until the end of the first lesson.

2nd week:

The three-dimensional shapes obtained by the folding method are prepared as moulds. The material to be poured into the mould is prepared. Within the scope of this exercise, white cement or plaster was used. The prepared material is poured into the moulds and left to dry (Figure 10).

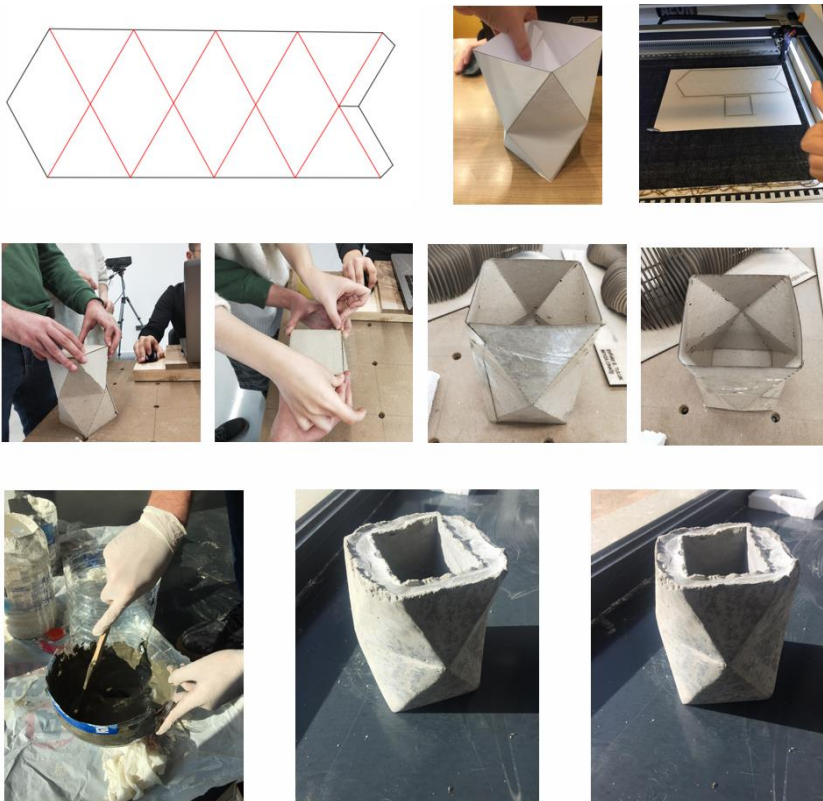


Figure 10: One of the selected works of folding and moulding

The learning outcomes of this exercise are:

- To use folding method for producing mould.
- To organize CNC laser cutting process for folding.
- To learn how to prepare moulding material and pouring process.

When the exercises on computational fabrication are evaluated as a whole, it can be said that the constructivist learning process, which allows students to experience is increased students' learning motivations. It has been observed that students' encountering a problem in the process and trying to find a solution to that problem alone or as a team has a positive effect on the learning process. Students have experienced all the computational fabrication methods classified by Iwamoto (2009). Thus, they are expected to realize that the choice of digital fabrication method is also a part of the design process.

3. FINDINGS

The findings of the exercise processes involve to the students' comments on the aims and learning outcomes in the portfolios. These comments were compiled and presented in tables. Thus, it was tried to determine how the exercise was perceived by the student and which points were missing. Due to some exercise activities were carried out in pairs of students, only one of the comments is evaluated. The answers in the portfolio to the questions of "What is the aim of this study?" and "What did you learn from this study?" form the basis of the findings. In this context, the findings will be discussed within findings for aim and findings for learning outcomes.

The aim of the first exercise, the unfolding exercise, was developing the ability to think in three dimensions. When students' comments are examined (**Table 1**), it is seen that they emphasize the transfer of three-dimensional forms to a paper in two dimensions. This study also provides the discussion of fabrication details such as thinking about the joint details, creating a form with the folding method. This exercise is important for build a base for further studies. It is seen that there are references to the two-dimensional and three-dimensional relations in the student comments, and in this sense, it can be said that the study has achieved its purpose.

Aim	Student Comments
-----	------------------

To make student to think about how a 3D complex shape can be created with a sheet material.	S1: To establish a relationship between two dimensions and three dimensions and to think in three dimensions.
	S3: 3D shapes are tried to be thought of as 2D.
	S4: The aim of the study was to understand the sub-parts of 3D shapes and how they were combined.
	S7: To better understand the relationship between 3D and 2D, we converted the 3D object into 2D.

Table 1: The comparison of the aim of the unfolding exercise and student comments

In the context of learning outcomes, 6 out of 8 students who attended the course throughout the semester referred to at least one of the exercise's learning outcomes (**Table 2**). Learning outcomes such as using computational methods to unfold a shape and thinking on details for the fabrication of this unfolded structure are important for the following larger scale and complex fabrication processes.

Learning Outcomes	Student Comments
To learn how to unfold a polyhedral geometry in both conventional and computational ways.	S4: Thanks to this study, I learned that it is possible to have an idea about the unfolding of forms that seem very complex by first reducing them to the simplest unit.
To experience both conventional and computational fabrication processes.	S5: The forms that were previously produced with conventional methods with a great loss of time and energy can be produced more easily and in a short time.
To see the relation between sub-parts of a whole shape.	S1: The relationship between three dimensions and two dimensions was understood more clearly.
To experience unfolding method one of the fabrication methods.	S2: Thin materials are more suitable as thick materials will complicate the joining process.
To discuss about joint details.	S6: The unfolding commands on Rhinoceros were learned.
	S8: We learned what kind of problems material differences can cause in fabrication.

Table 2: The comparison of the learning outcomes of the unfolding exercise and student comments

The aim of the sectioning method, which is the second exercise, is to create a model in a parametric way and to prepare this model for fabrication and to experience the non-standard mass production process. Students refer to the aim with keywords such as avoiding the usual and monotony (**Table 3**). The students also emphasized the

process of creating the computational model. In this context, it is seen that the aim of the study coincides with the students' opinions.

Table 3: The comparison of the aim of the sectioning exercise and student comments

Aim	Student Comments
To experience the design and non-standard mass production process for the sectioning method.	S1: The aim of the study is to design a bench that is more ergonomic, away from uniformity, and that people can enjoy.
	S2: To create a parametric bench by using Grasshopper.
	S4: To design a parametric product by using Grasshopper.
	S6: The aim is to create a different bench than the usual ones with an unusual design method.

When the students' comments are examined in the context of the learning outcomes of the sectioning exercise (**Table 4**), it is seen that the students mention the problems they encounter during the fabrication process and the solutions they think on. Learning processes deepens when they experience the fabrication process personally. Students realize the importance of details and realize that it is a necessity to think about fabrication during the modelling process.

Table 4: The comparison of the learning outcomes of the sectioning exercise and student comments

Learning Outcomes	Student Comments
To experience the modelling and production preparation stages of the sectioning method.	S1: The computational process of the sectioning method was learned. In order to avoid errors in a curved section, all sections must have the same direction and the same number of points.
To be able to create sub-parts of a form by slicing without losing its visual integrity.	S2-S4: It was learned that the design phase was performed from the part to the whole, and the fabrication phase was made from the whole to the part.
To think on joints that make the structure durable.	S1: In the fabrication process, there were errors due to materials and construction methods. The pieces collapsed, and it was learned that at least one stick should have been used as joint element.
	S7: During the design phase, the structure of the parts was not considered, so the parts collapsed. Thus, a joint element was used.
To experience non-standard fabrication process.	<i>No comments about this learning outcome.</i>

Another important learning outcome of the sectioning exercise is to emphasize the concept of non-standard fabrication. However, it is seen that none of the students mentioned this concept. This situation can be considered as a negative side of the exercise process. Although non-standard fabrication is presented in the beginning of the semester, it is seen that students cannot establish the connection between these presentations and their studies during the semester. This concept should be explained more clearly in the future studies.

The aim of the third exercise, the tessellation exercise, is to experience the robotic fabrication process of a design product design with the tessellation method, and by using subtractive method. It is seen that most of the students refer to the aim of the study (Table 5).

Aim	Student Comments
To learn to model a dynamic design by differentiating the same sub-part and to experience robotic fabrication process.	S1: To learn about the working principle of the robot arm and how to find solutions to the problems that may occur.
	S2: To comprehend the stages of 1:1 or scaled production of a parametric wall model using a robot arm.
	S4: The working principle of the robot manipulator and the softwares used for fabrication process were learned.
	S5: The production stages of robotic fabrication were learned.
	S6: The aim is to demonstrate the digital fabrication process of the product designed in Grasshopper and Rhinoceros.
	S7: To see how the parametrically created model is fabricated with robot.

Table 5: The comparison of the aim of the tessellation exercise and student comments

When the students' comments on the learning outcomes are examined (Table 6), it is seen that no student refers to the tessellation method and the attention of the students is focused on the robotic production process. Since the students did not take an active role in the design process, they may not have referred to the tessellation method. In the robotic production process, it was observed that the attention of the students was not distracted during the lesson. It is seen that the students can properly understand the course process, which is a technical lecture. This emphasizes the necessity of integrating new experiences into the teaching process. In addition, it is seen that robotic fabrication methods can be learned at the undergraduate level.

Learning Outcomes	Student Comments
To experience the modelling and fabrication processes of the tessellation method.	<i>No comments about this learning outcome.</i>
To experience robotic milling process. To learn about mechanisms and working principles of robot manipulator. To learn about robotic calibration process.	S1: In this study, the working principle of the robot was learned. Before the fabrication process, the toolpath was created and then the process was simulated. The selection of materials, tools, etc. is important for the fabrication process.
	S2: We learned that the final product can be fabricated properly when the production stages are considered in a proper way.
	S3: MasterCAM and Octopuz software were experienced. First of all toolpath was defined on MasterCAM, and then simulation was performed on Octopuz. Finally robotic fabrication was carried out.
	S5: It was learned that how a parametric model be fabricated by robot. The toolpath definition and simulation processes were learned.
	S6: The meaning of G-code was learned. CAD to CAM process, MasterCAM software and simulation processes were experienced.
	S7: The working principle of a robot was learned. Simulation is important for minimizing the margin of error.
	S8: MasterCAM and Octopuz software were experienced.

Table 6: The learning outcomes of the tessellation exercise and student comments

The aim of the last exercise, the folding and moulding exercise, is to produce moulds with the folding method. In the students' comments, it is seen that the process of transforming a two-dimensional material into a three-dimensional shape is emphasized (**Table 7**). The study is important in terms of bringing the two fabrication methods together and blending computational fabrication processes with conventional methods.

Aim	Student Comments
	S1: The aim was to produce a three-dimensional product from a two-dimensional

To bring computational fabrication and crafts together.	material. The unfolded form of an origami structure was produced.
	S2: Moulding process was performed with an origami structure.
	S4: The aim of the study was to make a 3D structure with the use of 2D material and with paper folding technique. This could be used to create wall modules, structures, etc.
	S5: It was aimed to create a form by using paper folding technique.
	S6: To produce a shape by folding method.

Table 7: The comparison of the aim of the folding and moulding exercise and student comments

It is seen that the students mostly refer to the mould making process with the folding method in their comments (**Table 8**). This exercise is important for bringing computational fabrication methods and craft together. Conventional and computational making processes have their own kind of specific methods, and it is important to think these methods together.

Learning Outcomes	Student Comments
To use folding method for producing mould.	S1: It was learned that a three-dimensional form can be created from a two-dimensional material with the folding method.
	S2: Various forms can be created with origami method.
	S3: Various structures can be created with paper folding methods.
	S6: The designs can be produced with folding method by cutting with CNC laser. To produce with CNC laser the shape should unfold. Thus a mould could be produced.
	S7: It was learned that various forms can be created with the paper folding method and produced with a CNC laser machine.
To organize CNC laser cutting process for folding.	S1: Cutting method with CNC laser was learned.
	S2: It was learned that a form that can be unfolded can be produced by CNC laser cutting method.
To learn how to prepare moulding material and pouring process.	S1: It was learned that the mould should be made of a material that absorbs less water or that the mixture should be more viscous.

Table 8: The learning outcomes of the folding and moulding exercise and student comments

4. CONCLUSION

Education is the reflection of the future. Considering that computational design and fabrication processes will inevitably become a part of architecture. It should be accepted that computing and computational methods have become a part of architecture. This brings the necessity of changing the way of thinking.

This study offers a series of exercise process that integrates the computational design and fabrication methods with architectural education. In addition to this, the study searches flipped classroom model as a course method and portfolio as an evaluation method. The learning the software part of the exercises can be done as homework by YouTube videos. Thus, flipped classroom has a positive effect on the class that it can create a space for making. Portfolio evaluation method is useful for measuring the students' improvements. In the exercise processes every student organize their own learning process. This brings a difficulty for measuring the students. But in student portfolios how the student handles the problem, what the student learned or could not learn could be seen. Thus, it can be said that portfolio evaluation method matches with constructivist learning process.

One of the important outcomes of this study is integrating constructivist learning methods with education processes has a great contribution to learning process. In this way, students play an active role in learning process, and they have the chance to deepen their knowledge. Constructivist methods provide a steadier connection between the real world and the digital world. This also increases the student's motivation to participate in the lesson. The students begin to see the lesson as an activity, thus the problem of attendance in the lesson is prevented.

With reference to the findings, it can be said that the exercise processes are successful and fulfil the aim of teaching computational fabrication processes. Making computational design and fabrication laboratory a part of the education process, gives the students the opportunity to experience computational fabrication tools and methods. This has a positive effect on the learning process.

During the exercise processes, the students' knowledge on file-to-factory process is increased. They learned how to make ready a parametric model for computational fabrication. Based on student portfolios, it has been determined that students have begun to realize the potentials of computational fabrication tools. The students learned how to use computer aided manufacturing software, and even they could manage to define toolpaths on their own. This shows that, undergraduate architectural education level is not early to teach students computational fabrication tools and software. As a result, technology is developing rapidly. To catch up it, education system should be integrated with the novel technology.

Acknowledgements

This study's digital fabrication phases were carried out within KTU CODEFAB laboratory which was established with a support of Karadeniz Technical University Unit of Scientific Research Projects (KTU BAP – Project ID: 7252 – Project Code: FAY-2018-7252). The study is prepared for sharing the findings of the PhD. Study titled "Improving computational thinking in architecture with learning by doing". The exercises were carried within Computational Modelling in Architecture III. We acknowledge the students who participated in the exercise processes.

References

- Celani, G. (2012). Digital fabrication laboratories: pedagogy and impacts on architectural education. In *Digital Fabrication* (pp. 469-482). Birkhäuser, Basel. <https://doi.org/10.1007/s00004-012-0120-x>
- Erten, P. (2019). Z kuşağının dijital teknolojiye yönelik tutumları. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 190-202.
- Gershenfeld, N. A. (2008). *Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication*. Basic Books (AZ).
- Hamm, M., & Adams, D. (1992). Portfolios: a valuable tool for reflection and assessment. *Journal of Experiential Education*, 15(1), 48-50.
- Hypki, C. (1994). Thinking about learning and learning about thinking: Using portfolio assessment in adult education. *A Handbook for Instructors and Tutors*.
- Iwamoto, L. (2009). *Digital fabrications: architectural and material techniques*. Princeton Architectural Press.

- Knight, T. (2012). Slow computing: Teaching generative design with shape grammars. *Computational Design Methods and Technologies: Applications*. In Ning Gu & Xiangyu Wang (Eds.), *CAD, CAM, and CAE Education* (34-55), IGI Global.
- Kolarevic, B. (2003). Digital production: *Architecture in the digital age: design and manufacturing*, 38-63. <https://doi.org/10.4324/9780203634561>
- Mahoney, M. J. (2004). What is constructivism and why is it growing. *Contemporary Psychology*, 49, 360-363. <https://doi.org/10.1037/004362>
- Oblinger, D., & Oblinger, J. (2005). Is it age or IT: First steps toward understanding the net generation. *Educating the net generation*, 2(1-2), 20.
- Papert, S. ve Harel, I. (1991). Situating Constructionism. In Seymour Papert ve Imit Harel (Eds.), *Constructionism.*, Ablex Publishing Corporation, New York.
- Piaget, J. (1971). *The child's conception of the world*. Routledge&Kegan Paul Ltd.
- Popescu-Mitroia, M. M., Todorescu, L. L., & Greculescu, A. (2015). The usefulness of portfolios as assessment tools in higher education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 2645-2649. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.722>
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently?. *On the horizon*. <https://doi.org/10.1108/10748120110424843>
- Ronchetti, M. (2010). Using video lectures to make teaching more interactive. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 5(2), 45-48. <https://doi.org/10.3991/ijet.v5i2.1156>
- Sheil, B. (2014). The digital generation. *Educating architects: How tomorrow's practitioners will learn today*, Thames & Hudson, London, 138-144.
- Schoenfeld, A. H. (1987). Cognitive science and mathematics education: An overview. In Alan H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive Science and Mathematics Education (1-32)*, Routledge, New York.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2, 1.
- Stiny, G. (1980). Introduction to shape and shape grammars. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 7, 343-351.
- Stiny, G. (2006). *Shape: Talking about seeing and doing*. MIT Press.
- Tching, J., Reis, J. ve Paio, A. (2017). Shape grammars for creative decisions in the architectural project. *Computer Science and Information Technology*, 5, 2, 84-89. <https://doi:10.13189/csit.2017.050206>

- Twenge, J. M., Campbell, S. M., Hoffman, B. J., & Lance, C. E. (2010). Generational differences in work values: Leisure and extrinsic values increasing, social and intrinsic values decreasing. *Journal of management*, 36(5), 1117-1142. <https://doi.org/10.1177/0149206309352246>
- Wilson, B.G. (1996). What is a constructivist learning environment?. In B. G. Wilson (Ed.), *Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design (3-8)*, Educational Technology Publications, New Jersey.

Experience of Interactive Systems in Architectural Design Studio Through Kinetics and Automation

Neşe Çakıcı Alp¹, Dilan Öner²

ORCID NO: 0000-0002-7626-9212¹, 0000-0002-9989-9815²

¹Architecture Department, Architecture and Design Faculty, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey

²Architecture Department, Architecture and Design Faculty, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey

An architectural design studio course is a critical stage based on creativity in architectural education. At this stage, it is known that it is essential to support creativity in architectural design by using computational methods in teaching and learning by doing and contacting new methods from different disciplines. In order to be able to use the computational knowledge of different disciplines, an educational methodology consisting of various stages was experienced through a three-week transdisciplinary empirical studio study with eight students in the second-year design studio course. In the design studio course, students were asked to design a kinetic surface to be used on the façade of the performing arts centre to be designed in Kocaeli, Izmit district. This experimental architectural design studio work is designed to determine whether students will adapt to the integration and be successful if other disciplines such as kinetics and automation are integrated into this studio work. In addition, by including different disciplines in the creative design process, it has been determined whether the architectural perspectives of the students have developed or not, the possibilities provided by the creative design opportunities through this transdisciplinary, and the architectural theme, architectural function, kinetic system setup can be put forward with the transdisciplinary working philosophy. In the article, within the scope of architectural design studio, firstly, the methodology of inclusion of kinetic systems and developing automation systems in architectural education and the resulting final products (prototypes) were explained. Afterwards, prototypes were evaluated based on certain criteria, and student's ability to use computational knowledge from other disciplines in the architectural design and production process was assessed. As a result, it has been observed that a transdisciplinary configuration can be easily learned, applied, and adapted in undergraduate architectural education with this studio course. The fact that all students can produce a prototype of the kinetic system, which is the final product that produces a new generation and interactive solution, in a short period of 3 weeks supports this observation. It is understood from the creative and innovative prototypes that, after this experience of making, the students can develop different perspectives on the design action and transform the architectural theme and function into an object through the kinetic system. After the inclusion of different disciplines in the creative design process, it is seen that the students can reflect on the knowledge of the other discipline in the field of architecture. In addition, it is foreseen that they will meet with a new approach, apart from the education understanding they are accustomed to in undergraduate architectural education, and that they will have the potential to reuse the experience and methods they have gained from this study in their future designs.

Research Article

Received: 08.07.2022

Accepted: 17.09.2022

Corresponding Author:

dilanoner2@gmail.com

Alp, N.Ç. & Öner, D. (2022). Experience of interactive systems in architectural design studio through kinetic and automation. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 135-158. <https://doi.org/10.53710/jcode.1142652>

Keywords: Kinetic Architecture, Interactive Architecture, Architectural Design Studio.

Mimarlıkta Kinetik ve Otomasyon Ara Kesitinde Etkileşimli Sistemleri Tasarım Stüdyosu Üzerinden Deneyimlemek

Neşe Çakıcı Alp¹, Dilan Öner²

ORCID NO: 0000-0002-7626-9212¹, 0000-0002-9989-9815²

¹İMimarlık Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

²Mimarlık Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

Farklı disiplinlerin zaman içinde gelişim göstermesi, disiplinlerin iç içe geçmesini ve kaynaşarak birbirlerini geliştirmelerini sağlamıştır. Mekanik, elektronik ve gömülü hesaplama araştırmalarının mimarlık disiplinine -özellikle de kinetik mimari-izomorfik yakınsaması ile mimarlıkta etkileşimli kinetik sistemler son 10 yılda etkin biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda etkileşimli kinetik mimariyi bir transdisipliner çalışma olarak değerlendirmek mümkündür. Yenilikçi ve özgün mimari çözümlerin üretilmesinde diğer disiplinlere ait sayısal bilgiyi, mimariye tasarıma aktarabilmesinin önemi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bundan dolayı, mimarlık öğrencilerinin endüstri 4.0 çağında sayısal bilgiyi okuyabilir olmaları ve bunu deneyimlemeleri önemlidir. Bu amaçla çalışma kapsamında, otomasyon teknolojilerinin tasarım stüdyosuna olan entegrasyonu araştırılmıştır. Bu nedenle, farklı disiplinlere ait sayısal bilgiyi kullanabilmek için, mimarlık bölümü 2. sınıf tasarım stüdyosu dersinde, toplam sekiz öğrenci ile, çeşitli aşamalardan oluşan bir eğitim metodolojisi, üç hafta süren transdisipliner ampirik stüdyo çalışması üzerinden deneyimlenmiştir. Tasarım stüdyosu dersinde öğrencilerden, Kocaeli İli İzmit ilçesinde tasarlanacak olan performans sanatları merkezini cephesinde kullanılmak üzere, kinetik bir yüzey tasarımları istenmiştir. Bu makalede, 2. Sınıf mimari tasarım stüdyosu kapsamında, kinetik sistemlerin ve gelişen otomasyon sistemlerin mimarlık eğitime dahil edilme metodolojisi ve ortaya çıkan nihai ürünler (prototipler) aktarılmış ve üretilen prototipler belirli kriterler üzerinden değerlendirilmiş ve öğrencilerin, mimari tasarım ve üretim sürecinde diğer disiplinlere ait sayısal bilgiyi kullanabilme kabiliyetleri analiz edilmiştir.

Araştırma Makalesi

Teslim Tarihi: 08.07.2022

Kabul Tarihi: 17.09.2022

Sorumlu Yazar:

dilanoner2@gmail.com

Alp, N.Ç. & Öner, D. (2022). Mimarlıkta kinetik ve otomasyon ara kesitinde etkileşimli sistemleri tasarım stüdyosu üzerinden deneyimlemek. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 135-158. <https://doi.org/10.53710/jcode.1142652>

Anahtar Kelimeler: Kinetik Mimari, İnteraktif Mimari, Tasarım Stüdyosu.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mimarlık eğitiminde, mimari tasarım stüdyo dersi, yaratıcılığa dayanan önemli bir aşamadır. Bu aşamada, eğitim de sayısal yöntemlerin kullanılması ve farklı disiplinlere ait yeni yöntemler ile birebir temas edilmesi ve yaparak öğrenilmesi ile mimari tasarımdaki yaratıcılığın destekleneceği bilinmektedir (Oxman, 2008; Schnabel, 2012; Celani ve Verzola 2012; Duarte, vd., 2012; Paulo, 2013). Yeni teknolojilerin ve sayısal yöntemlerin eğitimde denenmesine yönelik birçok çalışma mevcuttur. Oxman (2008), araştırmasında, mimarlıkta sayısal kavramların keşfini deneysel bir tasarım stüdyosu üzerinden sunmuştur. Çalışmada, sayısal mimari eğitimi için pedagojik bir çerçeve deneysel bir tasarım stüdyosunda yürütülen bir dizi araştırma bir tasarım programı üzerinden anlatılmaktadır. Celani ve Vaz (2012), mimarlık eğitiminde script dilleri ve görsel programlama dillerinin kullanımını karşılaştırmışlardır. Duarte vd. (2012), yayınladıkları çalışmada, mimari müfredata hesaplamalı teknolojilerin eklenmesini üç başlık altında incelemişlerdir: hesaplamalı teknolojilerin ayrık bir ders olarak, tasarım dersiyle bütünleşik olarak ve tasarım dersi içinde bir modül olarak. Duarte vd. (2012), çalışmasından yola çıkarak bu çalışmada anlatılan deneysel çalışma, stüdyo dersi içerisinde, 3 haftalık bir modül olarak tasarlanmıştır.

Farklı disiplinlere ait bilgilerinde dahil edildiği bu çalışma ile yaparak öğrenmeyi somut bir şekilde yeni tasarım araçları ve yöntemleri kullanılarak mimari nesnenin prototipinin ortaya çıkarıldığı bir süreç olması hedeflenmiştir. Yaparak öğrenme sürecinde öğrencilerin, otomasyon teknolojileri, yeni materyaller ve araçlar ile tasarım nesnesi arasındaki etkileşimlerinin sağlanmasına dikkat edilmiştir. Aynı zamanda deneysel süreç, kinetik ve otomasyon gibi diğer disiplinlerin tasarım dersine entegre edilmesi durumunda; öğrenciler bu süreçte uyum sağlayabilir mi? Entegrasyon süreci başarılı olur mu? sorularına yanıt aramak için tasarlanmıştır. Bu transdisipliner stüdyonun amaçları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- Dijital çağda, son teknolojiyi mimarlık eğitimine entegre ederek bir mimari müfredat tasarlamanın, ihtiyacını da göz önünde bulundurarak, profesyonel akreditasyonun gerekliliklerini, stüdyo dersi üzerindeki somut yararları üzerinden irdelemek.

- Transdisipliner bir alt yapı ile kurgulanan dersin hedef ürünü olan kinetik sistemin oluşmasını sağlayacak sayısal araçlar ve sayısal fabrikasyon gereçlerinin kullanımı ve lisans tasarım eğitiminde adaptasyon sürecine dair bilgi edinmek.
- Farklı disiplinlerinde dahil olduğu bu ampirik mimari tasarım stüdyo ders sürecini ve sonuçlarını ortaya koymak.
- Mimarlık lisans eğitimine, sayısal tasarım, sayısal fabrikasyon ve diğer disiplinlerin sayısal yaklaşımlarının eş zamanlı dahil edilmesinin, tasarım eğitimindeki yaratıcı potansiyele olan etkilerini değerlendirmek.

Farklı disiplinlerin yaratıcı tasarım sürecine dahil edilerek, öğrencilerin, mimari bakış açılarının gelişip gelişmediğinin ortaya konması yani yaratıcı tasarım olanaklarının bu transdisipliner aracılığı ile sağladığı olasılıkların değerlendirilmesi ve mimari tema, mimari işlev, kinetik sistem kurgusunun transdisipliner çalışma felsefesi ile ortaya konulabilirliğinin tespiti.

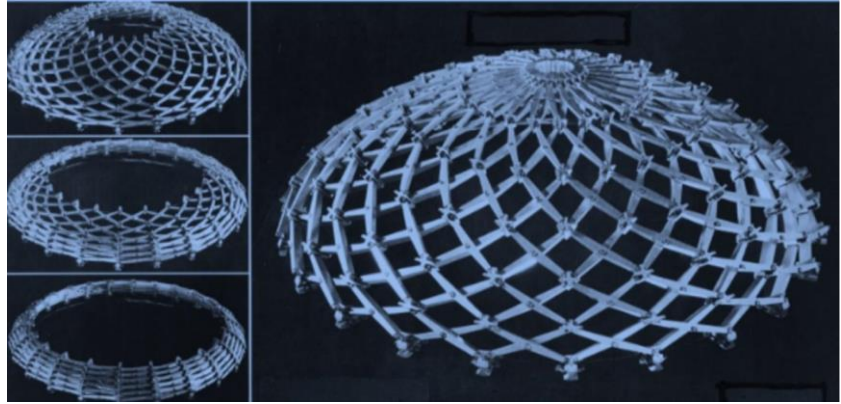
2. MİMARİDE KİNETİK SİSTEMLER (KINETIC SYSTEMS IN ARCHITECTURE)

Öğrencilerin kinetik mimariye olan bakış açılarının değişeceği ve gelişeceği düşünülerek, öğrenciler ile kinetik mimarlıkla ilgili öncü ve önem kazanmış mimari proje veya inşa edilmiş bina örnekleri kronolojik olarak aşağıdaki gibi paylaşılmıştır. Literatürde kinetik mimarlık meselesi ilk olarak 1970 yılında William Zuk ve Roger H. Clark tarafından yazılan "Kinetik Mimarlık" adlı kitapta anlatılmaktadır. Zuk ve Clark (1970), kinetik mimarlığı, yer değiştirebilen, deforme olabilen, genişleyebilen veya kinetik hareket kabiliyetine sahip mimari form olarak anlatmaktadır.

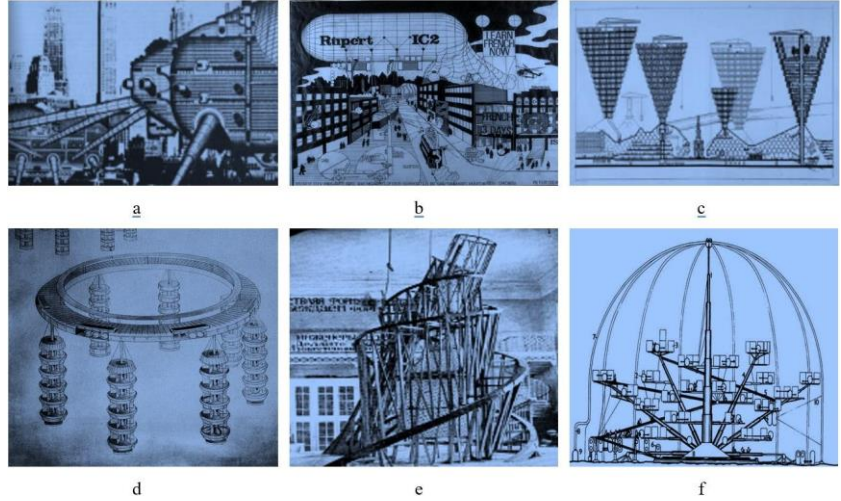
Kinetik sistemlerin gelişim tarihçesine bakarsak, Buckmisinter Fuller "Geodezik Kubbe" projesi (**Şekil 1**), Archigram Dergisinin ütopik projeleri Vladimir Tatlin 1919 "Tatlin's Tower" , Georgy Krutikov, 1928 "Vhetein Diploma Project" , Ron Herron'un 1964 yılında önermiş olduğu "Walking City", Peter Cook 1966 "Blow Out Village", Peter Cook 1970 "Instant City", "Plug-in City", "Inflatable Suit-Home" ve Emilio Perez Pinaro "Foldable Theatre" projeleri kinetik sistemlerin ütopik olarak

düşünülmeye başlandığı ilk projelere örnek olarak gösterilebilir (Şekil 2) (Ramzy ve Fayed, 2011).

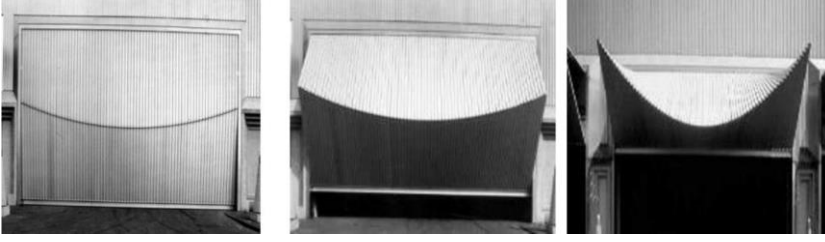
Şekil 1: Kinetik Geodezik kubbe
örneği. (Example of a kinetic
geodesic dome.)



Şekil 2: Kinetik sisteme sahip
ütöfik projeler. (Utopian projects
with kinetic systems.)
a Walking city
b Inflatable Suit-Home
c Plug in cityd A city on Aerial Paths of
Communication
e Tatlin's Tower
f Blow Out Village



Kinetik sistemleri destekleyen elektronik ve sayısal bilimlerin gelişmesiyle beraber 20. ve 21. yüzyılda mimaride Richard Buckminster Fuller, Frei Otto, Santiago Calatrava, Chuck Hoberman, Jean Nouvel ve Thomas Heatherwicks'in başını çektiği çok çeşitli kinetik mimari çalışmalar yapılmıştır. Calatrava'nın kinetik sistemlerle örnek gösterilebilecek öncü projelerinden biri 1985 yılında Ernsting depoları için yaptığı kapı çalışmasıdır (Şekil 3).



Şekil 3: Ernsting depo kapısı
Almanya 1985. (Ernsting
warehouse door, Germany, 1985).
(Thomortiz, 2021).

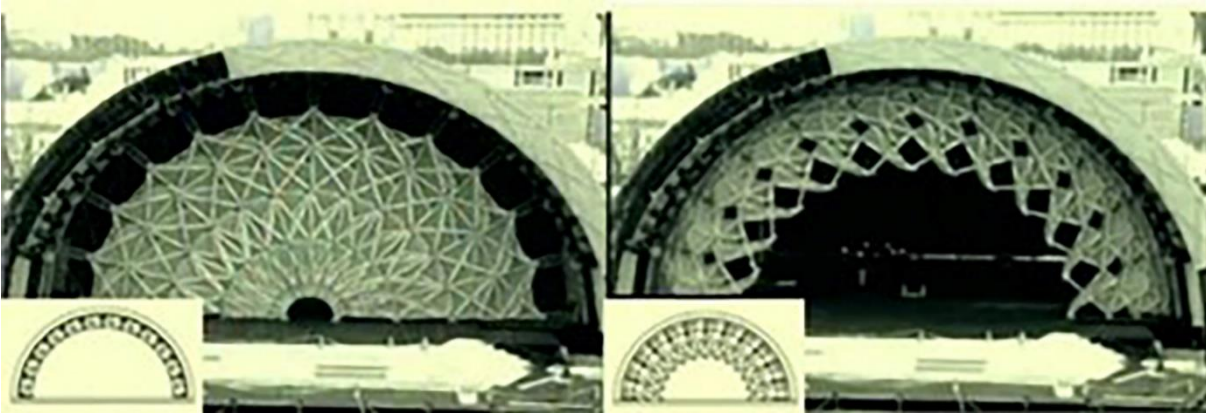
Daha sonralarda Calatrava'nın 2001 yılında, Milwaukee Sanat Müzesi için yaptığı kinetik gölgelik tasarım doğadan esinlenmiş, organik formların ve teknolojik yeniliklerin bir kombinasyonunu içermektedir (Fry, Ketteridge, ve Marshall, 2009) (Şekil 4).

Şekil 4: Milwaukee Sannat
Müzesi ABD, 2001. (Milwaukee
Art Museum, USA, 2001).
(Arch2O | Architecture and
Design Magazine, 23/02/2020).



Chuck Hoberman'a ait, "Hoberman Kemerı" (folded olimpic arc) projesi Utah Salt Lake Şehri'nde 2002, Kış Olimpiyatları için Olimpiyat madalya tören sahnesi olarak inşa edilmiş ve türünün en büyük hareketli ve dönüşebilen yapılarından biri olmuştur (Schumacher, 2010). Her bir panel birbirine bağlamakta ve geri çekilmek için birlikte hareket etmektedir (Şekil 5).

Şekil 5: Hoberman Kemerı, ABD
2002 (Hoberman folded olympic arc,
USA, 2002). (Schumacher, 2010).



Şekil 6: Valensiya Bilim Merkezi Planetaryumu, İspanya, 2003 (The City of Arts and Sciences Valencia,2003). (Idesignarch, 2021).

Calatrava'nın Valensiya Bilim Merkezi planetaryumu ise, insan gözünden ilham alınarak tasarlanmıştır (Arch2O | Architecture and Design Magazine, 2021). Göz formundaki yapının dış cidarları katlanarak açılmaktadır. Bu ölçekteki yapıların hareketli bileşenlere sahip olmasının dezavantajlarından biri statik yapıya dinamik yükler getirmesidir (Şekil 6).



Şekil 7: Thomas Heatherwicks Rolling Bridge, İngiltere, 2004 (Heatherwicks Rolling Bridge, England, 2004). (Dezeen | Architecture and Design Magazine, 2021).

Thomas Heatherwicks'in tasarladığı Londra Paddington bölgesinde bulunan "Rolling Bridge" adlı köprü, çelik halatların bağlı olduğu 8 parçalı hidrolik bir sistemden oluşmaktadır (Schumacher, 2010). Kinetik sistem açılınca 12,75m uzunluğuna ulaşan bir yaya köprüsüne kapanınca da sekizgen bir forma dönüşmektedir (Şekil 7).



Özetle, yukarıda anlatılan örneklerden de anlaşılacağı üzere, son on yılda, iç ve dış ortamdaki değişikliklere ve farklı kullanım biçimlerine dinamik olarak cevap vermek için tasarımcıların kinetik tasarımlara ve

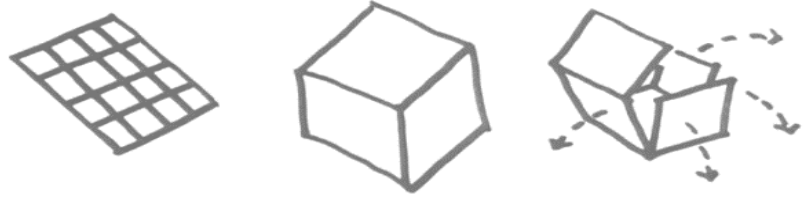
hatta kendi kendini monte eden sistemlere olan ilginin arttığı görülmektedir (Mitchell vd., 2018). Özellikle Avrupa'da bina cephelerinde akıllı ve duyarlı hareketli parçalar ile öne çıkan kinetik tasarımlarda, temel fikir, bina, çevre ve kullanıcılar arasında iki yönlü ilişkilerin kurulabilmesidir. Bunun için çeşitli sistemler sensörler, aktüatörler ve kontrolörler eklenerek binalar bir bakıma büyük ölçekli robotlar haline gelmektedir. Buna bağlı olarak bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde, mimari program değişiklikleri, yeni cephe adaptasyonları, iç mekanların yeniden yapılandırılması ve sistem değişiklikleri gözlenmektedir (Loonen vd., 2013).

İnsan, kendi doğal yapısı ve içinde yaşadığı fiziksel çevre ile sürekli bir dönüşüm ve değişim içerisinde olmasına rağmen çok rijit ve stabil yapılmış bir ortamda yaşamaktadır. Değişen ve gelişen sosyal, psikolojik ve teknolojik değişimler insanın, kullanıcı taleplerinin de değişmesine neden olmaktadır. Mimarlık tüm bunları dikkate almak ve farklı disiplinlerin iç içeliği ve ilerleyen teknolojik sistemlerin mimarlık alanıyla entegrasyonu ile yakın gelecekte mimari tasarım anlayışında çok büyük ve köklü bir değişimi gerçekleştirmek zorundadır (Yıldız, 2010).

Zaman bir metamorfozu gerçekleştirirken ve insanlık zaman içinde bu şekilde evrilirken mimarlıkta sayısal çağın sunduğu olanaklar farklı tasarım araçları, farklı üretim biçimleri, farklı materyal kullanım biçimleri ile tektonik bir dönüşüm yaşamaktadır. Mimarlık disiplini, gelişen gömülü hesaplama araştırmaları (Gömülü sistem, özel bir işlevi yerine getirmek için tasarlanmış yazılıma sahip mikroişlemci tabanlı bir bilgisayar donanım sistemleri) ile birlikte, mimaride kullanılan bu yeni hesaplamalı yöntemler ve değişkenler aracılığı ile zamanı yani dördüncü boyutu da tasarlayabilme imkânı elde etmiştir. Mimari artık statik bir yapı ve geometri değil, hareketli değişebilir ve hatta kodlanabilir hale gelmiştir.

Sonuç olarak tüm bu devinim ve değişimler mimaride, uyarlanabilir, etkileşimli, reflektif, tepki veren ve kendini değişen duruma göre ayarlayan bir mimarlık elde etmek içindir. Kinetik sistemlerle beraber, bina tasarımı 3. boyuttan sınırlı 4. boyutta zamanı ve içindeki kullanıcı etkileşimini de dahil ederek yeniden düşünmeyi, tasarlamayı ve planlamayı bu devinimlere göre düzenlemeyi gerektirmektedir (**Şekil 8**).

Şekil 8: Farklı boyutların mekânsal anlatımı (Spatial representation of dimensions).



3. OTOMASYON TEKNOLOJİLERİ KAPSAMINDA TEPKİMELİ VE ETKİLEŞİMLİ MİMARİ (RESPONSIVE AND INTERACTIVE ARCHITECTURE WITHIN AUTOMATION TECHNOLOGIES)

Otomasyon sözlük anlamı olarak "Endüstride, yönetimde ve bilimsel işlerde insan aracılığı olmadan işlerin otomatik olarak yapılması, özdevin" olarak açıklanmaktadır (TDK, 2018). Uluslararası otomasyon topluluğu ise otomasyonu, "Ürünlerin ve hizmetlerin üretimi ve ulaştırılması sırasında kontrol ve takip etmek için gerekli teknolojinin yaratılması ve uygulanması" olarak tanımlamaktadır. Bu tanıma göre, otomasyon sistemleri görevlerin yalnızca insan tarafından değil bu işe dahil olabilecek her şey tarafından sağlanmasına yardımcı olacak sistemleri yaratmaktadır. Otomasyon sistemleri; robotik, telemetri ve iletişim sistemleri, sanal güvenlik, üretim ölçümleri ve kontrolleri, sensörleri ve birçok farklı teknolojiyi içermektedir. Bu teknolojilerin ortak teknik özellikleri, enformasyonun toplanmasında, saklanmasında, işlenmesinde ve aktarılmasında sayısal teknik kullanan sistemlerden yararlanmasıdır (Yıldız, 2010; Timisi, 2003). Yeni iletişim teknolojileri tipik olarak mikrodenetleyici ya da bilgisayar yetilerini kullanan ve kullanıcıların birbirleriyle ve kullanıcıyla enformasyon arasında etkileşime olanak tanıyan ya da bunu zorunlu kılan iletişim teknolojileri olarak tanımlanmaktadır. Bilgisayarın hayatımıza girmesi ile 1970'li yıllarda Gordon Pask'ın iletişim teorisinde (conversation theory) belirttiği gibi, iletişim yalnızca kişiler arası bir edim olmaktan çıkmış, kişinin makine ve makinelerin diğer makineler ile kurduğu bağlantıya yönelik etkileşimler olarak da tanımlanmaya başlamıştır (Pask, 1975).

Bilgisayar ya da yapay zekâya sahip araçlarla kurulan ilişkilerde verilen tepkilere cevap alınabilen, her iki tarafın karşılıklı iletişimi ile desteklenen etkileşimli bir ilişki söz konusudur. Bilgisayar, kullanıcı tarafından gelen komutları hesaplar, sunar ve kullanıcı tekrar gelen veri üzerinden yeni bir değerlendirmeye yeni bir tepkime sunabilir. Bu tür mimari, insana yönelik faydacı ve gereksinimlere dair işlevleri yerine getirebilme yeteneğine sahip iletişim kurabilen mekanlar ve objeler

yaratmak için kullanılan işlem ve hesaplama temelli bir yaklaşımdır. Etkileşim, kişiler arası faaliyeti açıklamak için kullanılan bir kavramdır (Timisi, 2003).

3.1 Tepkimeli Mimari

Negroponte (1975), yılında yazdığı “Soft Architectural Machines” adlı kitabında ilk kez tepkimeli (responsive) mimariden bahsetmiştir (Negroponte, 1975). Tepkimeli mimari, en basit biçimde, çevreye tepki gösteren, ancak hiçbir aracılık yapmayan bir alan olarak tanımlanır. Bilgiyi genel ortamından emer ve ona yanıt verir, ancak insanların aktif olarak davranışlarından etkilenmez. Bu pasif tepki doğrudan etkileşim ya da istihbarata izin vermez (Peters ve Peters, 2013).

Foster Partners ve Heatherwick Stüdyo tarafından tasarlanan “Bund Finans Merkezi”, Şanghay kıyı hattını canlandırmak adına 2017 yılında inşa edilmiştir. Bina, binanın değişen kullanımına uyum sağlayabilen, balkondaki sahneyi ve Pudong göl manzarasını gösteren, kinetik bir cephe sistemi ile tasarlanmıştır. Yerel mühendisler ve Tongji Üniversitesi iş birliği içinde geliştirilen cephe, üç katman şeklinde organize edilmiş ve 675 ayrı magnezyum alaşımli bambu formlu çubuk kullanılmıştır. Bambu formlu çubukların uzunluğu yaklaşık 2 metre ile 16 metre arasında değişmektedir. Böylece her katman bağımsız olarak hareket ettikçe, çubuklar farklı görsel efektler ve opaklık seviyeleri üretebilmektedir (Foster + Partners, 2020).

3.2 Etkileşimli Mimari

Etkileşim hem insanın hem de binanın, gerçek zamanlı olarak aralarında iletişim kurmasına olanak vermektedir. “Etkileşim, insan ve onlar için tasarlanan objeler arasındaki ilişkiyi ve tasarım aktivitesini biçimlendirme yoludur. İnsan yapımı bütün nesnelere etkileşim için bir olasılık sunar ve tüm tasarım aktiviteleri etkileşim için bir tasarım yolu olarak görülebilir.” (Buchanan, 1998).

Mimari tasarım sürecinde, etkileşim kavramı, 1960’ların başında kendini göstermeye başlamış ve 1970’lere kadar farklı çalışmalar ile gelişim göstermiştir (Fox ve Kemp, 2009). Etkileşimli mimarlık projelerine öncü olarak, Cedric Price’in 1964 yılında tasarladığı “Fun Palace” projesi gösterilebilir. Projedeki yürüyen merdivenler ve taşınabilir duvar panelleri, çeşitlilik ve esneklik sağlamaktadır (Hobart ve Colleges, 2005). 1976-1980 yılları arasında John ve Julia Frazer, Cedric

Price ve Walter Segal “Generator” projesinin çalışan ölçekli prototipini üretmişlerdir (Frazer, 1995; Dunn, 2012).

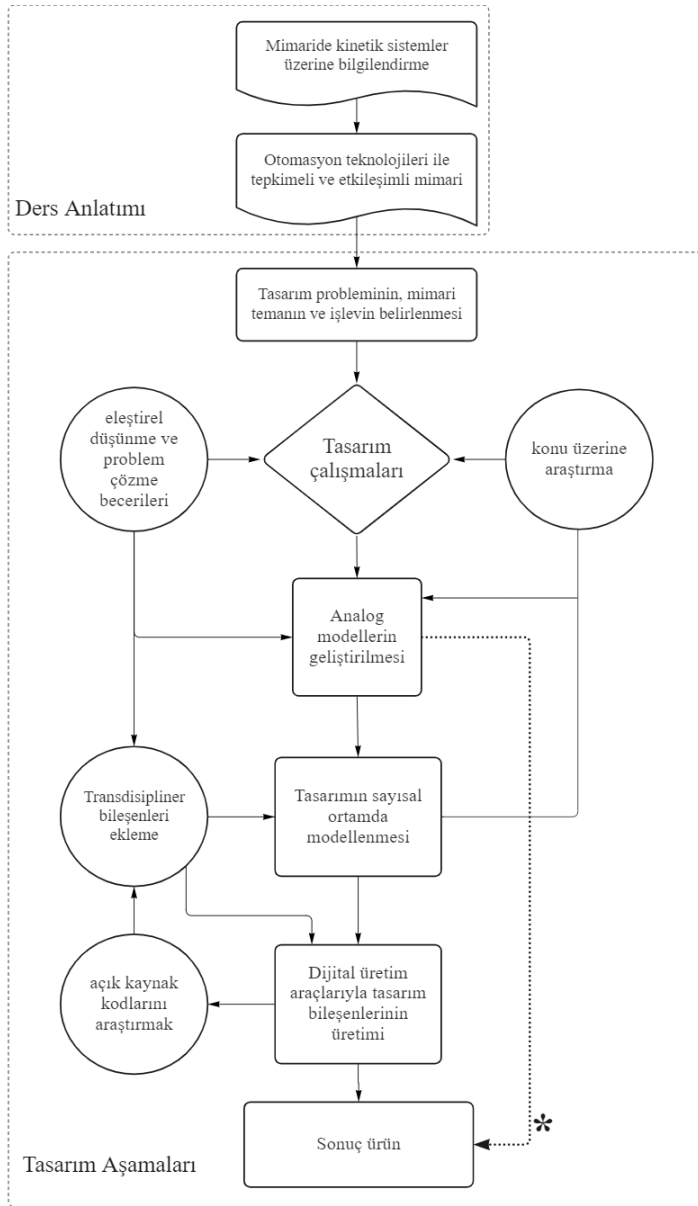
Yakın zamana ait etkileşimli mimarinin öne çıkan çalışmalarından olan Philip Beesley’in, “Hylozoic Soil” projesinde (2008), dijital olarak imal edilmiş çok sayıda hafif yarı saydam akrilik bileşen, mikrodenetleyiciler ve sensörler ile donatılarak orman benzeri etkileşimli bir ortam oluşturulmaktadır (Beesley ve Gorbet, 2008). Bu yapay ortamın küçük şeffaf akrilik örgü bağlantıları, etkileşimli mekanik yaprakları, filtreleri ve püskülleri mevcuttur. Ortam, açma, kenetleme, filtreleme ve sindirim döngülerini izleyen bir mercan resifine benzerlik göstermektedir. Dokunmatik sensör dizileri, dağınık nefes hareketinin dalgalarını yaratarak ziyaretçileri bir ışık ormanının parıltılı derinliklerine çekmektedir.

Sonuç olarak, aslında mevcut örneklerden de anlaşılacağı üzere, etkileşimli mimaride, “kullanıcı, pasif bir gözetmen olmaktan çıkıp, mekânı yönetmeye başladığı andan itibaren, seçim özgürlüğüne sahip olduğunu düşünmeye başlasa da kullanıcının özgürlük yetisi, mimari tasarımın ona sunduğu etkileşim seviyesi ile sınırlıdır. Bir başka deyişle kullanıcı hissettiği derecede değil, mimari tasarımın belirlediği ölçüde özgürdür” (Yıldız, 2010; Everett ve Caldwell, 2003).

4. STÜDYO ÇALIŞMASI VE METODOLOJİSİ (THE STUDIO STUDY AND ITS METHODOLOGY)

Gaudi, Fuller, Musmeci ve Otto gibi öncü mimarlar, mimari ürünlerini fiziksel modelleri kullanarak tasarlamaktaydılar. Dewey (1997), tarafından ortaya konulan pedagojik öğrenme teorilerinde, öğrencinin pasif bir alıcıdan ziyade inşa yoluyla öğrenme sürecinde aktif bir katılımcı olması gerektiği belirtilmektedir. Tıpkı Bauhaus örneklerindeki gibi tasarımcının, fiziksel maketi yaparak, nihai ürüne odaklanmak yerine, yapım sürecinde malzemeler, aletler ve makinelerle etkileşime girmek suretiyle deneyim kazanması gerektiği vurgulanmaktadır (Dewey, 1997). Bu nedenler ile yeni yöntemlerin ve disiplinlerin yaratıcı tasarım olanaklarının ortaya konulması için yürütülen bu stüdyo dersinde, eğitim metodolojisi altyapısı 'yaparak öğrenme' ilkesine dayanmıştır (Fry, Ketteridge, ve Marshall, 2009). Stüdyo dersinin işleyiş metodolojisi aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır (**Şekil 9**).

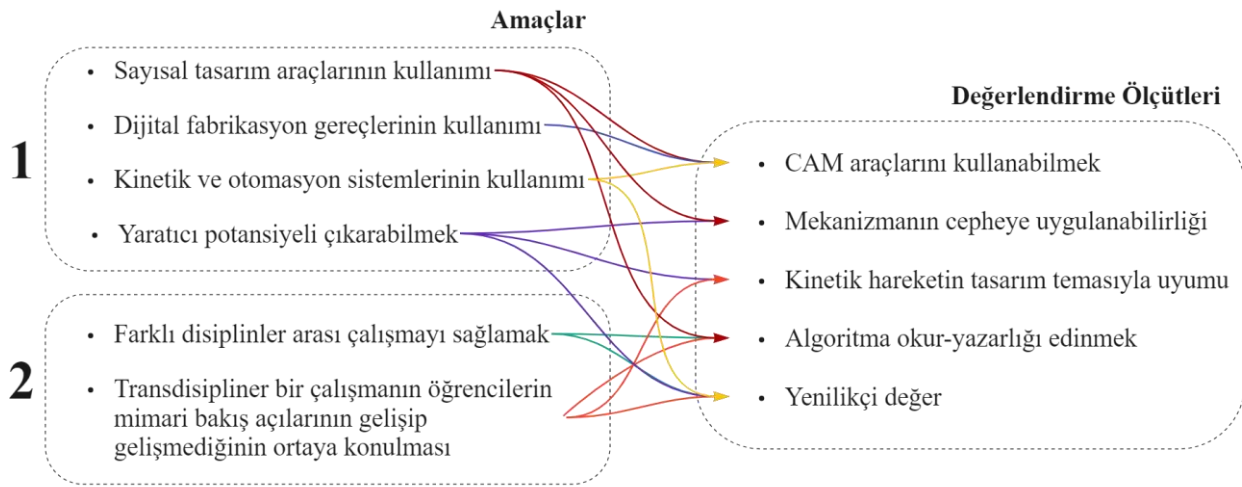
Yukarıda bahsi geçen kinetik mimari örnekleri, otomasyon sistemleri öğrencilere aktarıldıktan sonra, bu çalışmalarının mimarlık eğitimindeki yansımalarını, yerini ve gelebileceği noktaları örneklemek adına, öğrencilere Arduino IDE arayüzünde, basit kodlama döngülerini ve mantığını içeren küçük egzersizler yaptırılmıştır (Arduino Dersleri Maker, 2021; Youtube, 2021). Eş zamanlı olarak, çeşitli mekanizma sistem örnekleri (Kamlı Sistemler, Planet Dişli Sistemler, Kayış/Kasnaklı Sistemler, Krank-Biyel’li sistemler, Dört kol mekanizmaları, Strandbeest Mekanizmaları ve Lineer Aktüatörler) anlatılmış ve sonra, bu bilgiler ışığında kinetik bir cephe tasarımları istenmiştir.



Şekil 9: Stüdyo dersi işleyiş metodolojisi (The methodology of the course).

Tasarlanacak olan cephelerin bir mikrodenetleyici olan Arduino Uno, motorlar (Step, Servo, DC), LED'ler, Röleler ve Ekranlar (OLED, LED, DOT-matrix) kullanılarak ve aynı sistemin yazılımı olan Arduino IDE arayüzünde programlanarak tasarlanması ve modellenmesi beklenmiştir. Öğrenciler, konuya ait metaforlar oluşturmaya başlayıp 3 hafta boyunca, deneme yanılma yoluyla, örnek prototip çalışmaları yapmışlardır. Prototip çalışmaları önce el ile geliştirilmiş analog modeller ile kurgulanmıştır, sonra da sayısal ortamda modellenmiştir. Modellenen prototipler geleneksel yöntemler, üç boyutlu yazıcı ve lazer kesici kullanılarak oluşturulmuş, birçok defa sayısal modelde revizeler ile iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir.

Şekil 10: Çalışmanın amaçları ve değerlendirme ölçütleri (Objectives and evaluation criteria).



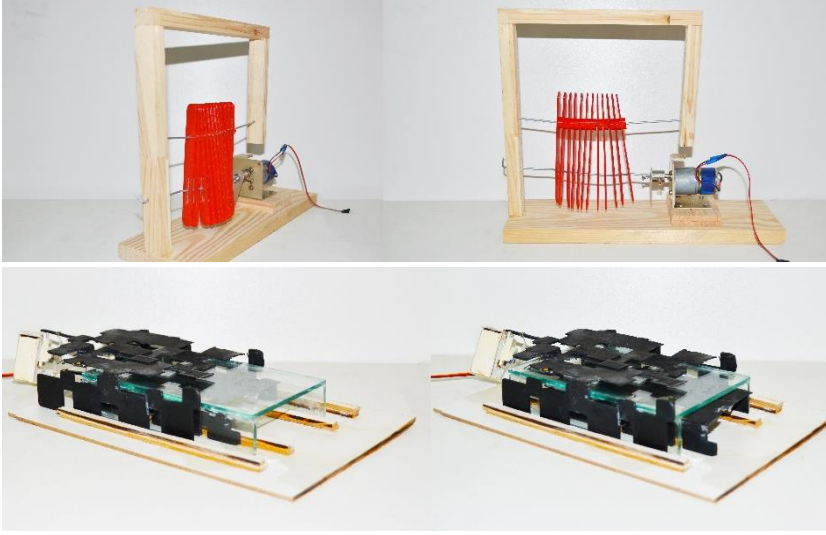
5. ÖĞRENCİ TASARIMLARI (STUDENT DESIGN'S)

Üç hafta süren ve sekiz öğrencinin katılımı ile gerçekleşen tasarım stüdyosunda yapılan projeler aşağıda detaylıca anlatılmaktadır.

Proje 1: Bugün ki İzmit Nikomedya şehri üzerine kurulmuştur ve efsaneye göre Nikomedya şehrinin konumu bir kartal sayesinde belirlenmiştir. Bu bağlam üzerinden ilerlenen tasarımda Kartal'ın kanat tüyleri bu projenin çıkış noktası olmuştur. Eskiz çizimi ile başlanan süreçte kartalın kanat tüyleri soyutlanarak cephede yer alacak birim form elde edilmiştir. Kanat hareketini referans alan mekanizmanın kartalın kanadı 3 boyutlu yazıcı kullanılarak basılmıştır. Tüylerin hareketi esnasında meydana gelen sürtünmeye bağlı olarak tüyler arasına yerleştirilmesi gereken ara bir eleman olduğu öğrenci tarafından keşfedilmiştir. Ara elemanlar ve tüyler alttan ve üstten bir tel yardımıyla sıralanmıştır. Tel ve servo motor arasında tüylerin ileri-geri hareketini

sağlayacak olan ara mekanizma üretilmiştir. Servo motor yardımıyla çalıştırılan prototipin hareketi başarıya ulaşmıştır (Şekil 11).

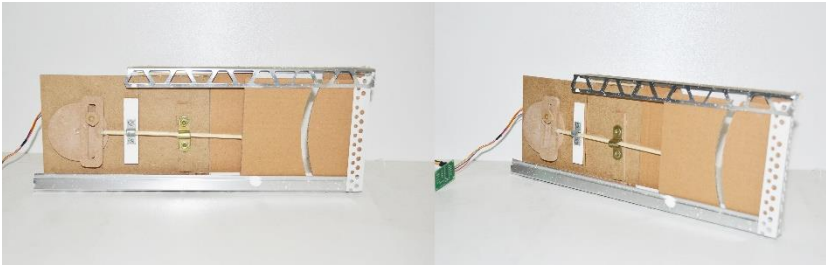
Proje 2: Hereke halısının tarihsel gelişiminden yola çıkılarak kurgulanan projede cephenin mekan üzerinde ki etkisi keşfedilmiştir. Kesilen kare birimlerin birbiri ile komşuluk ilişkileri tartışılarak cephe dokusu elde edilmiştir ve bu dokunun mekandaki ışık ve gölge etkileri çalışmanın odak noktası olmuştur. Cephenin bir ray üzerinden kayarak ileri-geri hareket ettirilmesi ile mekânını değişimi, dönüşümü ve mekandaki ışık-gölge etkileri tasarlanmıştır (Şekil 12).



Şekil 11: Proje 1'e ait görseller (Images of Project 1).

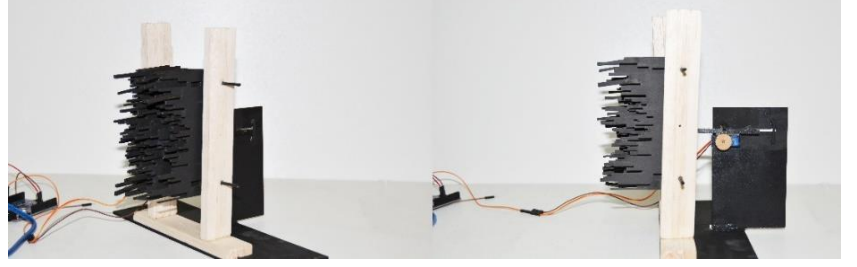
Şekil 12: Proje 2'ye ait görseller (Images of Project 2).

Proje 3: Dantel böceğinden esinlenilerek geliştirilen projede cephede güneş kontrolü sağlamak amaç edinilmiştir. Dantel böceğinin kanatlarının hareketinin sağlanmasında basit harmonik hareketi doğrusal harekete geçiren bir mekanizma arayışı olmuştur. Kanatlar bir ray üzerine oturtulmuştur ve kanatların dengesinin bozulmaması için ara bir destek aparatı kullanılmıştır. Hareketi sağlamada step motor kullanılmıştır (Şekil 13).



Şekil 13: Proje 3'e ait görseller. (Images of Project 3).

Proje 4: Mimarlık ve müzik teması üzerinden gidilerek Kocaeli iline ait Elenko Türküsü incelenmiştir. Türkü zaman aralığı eşit olacak şekilde parçalara ayrılmıştır ve türküye ait notaların ekolizer grafiği yardımcı bir program aracılığıyla çıkarılıp somutlaştırılmıştır. Çıkarılan parçalar nota sırasına göre yan yana dizilerek arkasına uygun mekanizma tasarlanmıştır. Prototip oluşturulurken cephe elemanlarını hareket ettiren mekanizmanın parçaları 3 boyutlu yazıcı yardımıyla alınmıştır (**Şekil 14**).

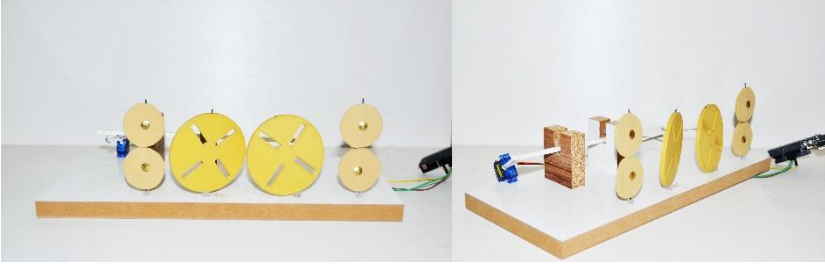


Şekil 14: Proje 4'e ait görseller
(Images of Project 4).

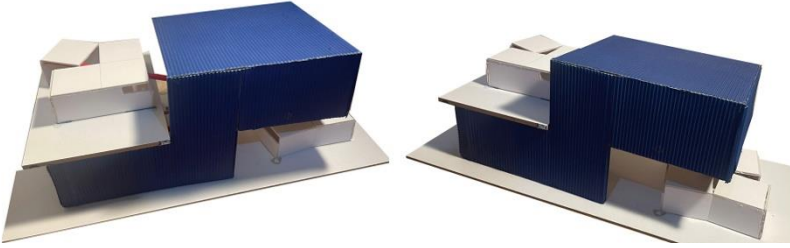
Proje 5: İzmit'te demiryolu ulaşımının ön plana çıkmasından dolayı demiryolu ve tren tekerleği üzerine yoğunlaşmıştır. Çalışma prensibi olarak tren traverslerinin açılır kapanır özelliğinden yola çıkılarak cephe hareketi kurgulanmıştır (**Şekil 15**).

Proje 6: Proje 5 ile aynı tema üzerinden yürütülen bu çalışmada tren vagonları esas alınmıştır. Mekân, vagon benzeri birimlerin üst üste dizilmesi ile oluşacak şekilde düşünülmüştür ve hareketin birim modül üzerinden yapılması amaçlanmıştır. Mekanizma çalıştırıldığında bir modülün dışa doğru açılma hareketi gerçekleşmektedir (**Şekil 16**).

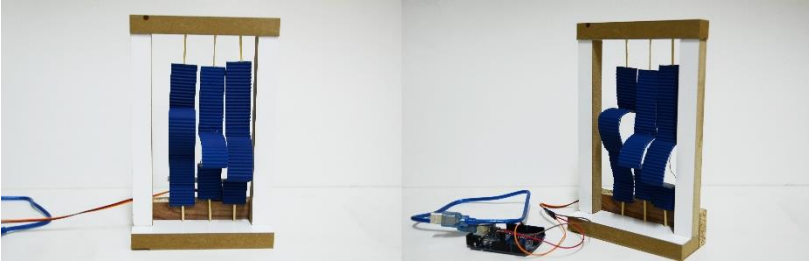
Proje 7: Bu proje, Üsküdar isimli şehir hatları vapurunun İzmit Körfezi'nde çıkan fırtına nedeniyle alabora olup battığı faciayı cephede kurgulayarak kent hafızasını canlı tutmayı amaçlamıştır. Tasarımda dalga formundan esinlenilmiştir ve tasarımın ilk aşamalarında kâğıt şeritler kesilerek dalgaların hareketlerinin nasıl olabileceği keşfedilmiştir. Daha sonra bu şeritler baştan ve sondan bir çubuğa geçirilmiştir. Uygun materyallerin elde edilememesinden dolayı projenin hareketi kısıtlı kalmıştır (**Şekil 17**).



Şekil 15: Proje 5'e ait görseller
(Images of Project 5).

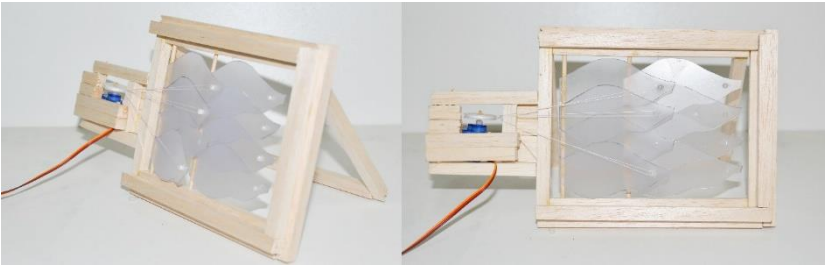


Şekil 16: Proje 6'ya ait görseller
(Images of Project 6).



Şekil 17: Proje 7'ye ait görseller
(Images of Project 7).

Proje 8: Projede önceki yıllarda İzmit Körfezi'nde yaşayan orkinoz balığından esinlenilmiştir ve balığın pullarından bir örüntü oluşturulmuştur. Örüntüyü oluşturan her bir pulun ucuna ip bağlanarak ipin gerilmesi ve gevşemesinden pulların hareketi sağlanmıştır. Sistemi mekanik olarak çalışır hale getirebilmek için motorun ucuna bağlanan makaradan oluşan ara bir mekanizma tasarlanmıştır (**Şekil 18**).





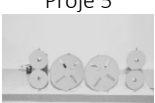
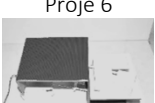




Şekil 18: Proje 8'e ait görseller
(Images of Project 8).

Deneyisel sürecin araştırma sorusu olan “kinetik ve otomasyon gibi disiplinlerin tasarım dersine entegre edilmesi durumunda öğrenciler bu sürece uyum sağlayabilir mi ve entegrasyon başarılı olur mu” soruları öğrencilerin nihai ürünlerinin **Tablo 1**'de verilen ölçütler üzerinden değerlendirilmesiyle cevaplandırılmaya çalışılmıştır. Bu ölçütler sırasıyla; “mekanizmanın cepheye uyarlanabilirliği”, “yenilikçi değer”, “CAM (bilgisayar destekli üretim) araçlarını kullanabilmek”, “algoritma okuryazarlığı edinmek” ve “kinetik hareketin tasarım teması ile uyumu” olarak belirlenmiştir. Mekanizmanın cepheye adaptasyonu mekanizmanın cepheye uygulanabilirliği üzerinden ölçüldü. Yenilikçi değer cephenin özgünlüğü üzerinden ölçüldü. CAM araçlarını kullanabilme prototip oluşturulurken CAM teknolojilerinin kullanılması üzerinden ölçüldü. Algoritma okur yazarlığı çalışma sonunda ortaya çıkan prototipin otomasyon sisteminin çalışıp çalışmadığı ile ölçüldü. Kinetik hareketin tasarım temasıyla uyumu kinetik hareketin görsel etkisiyle ölçüldü.

Değerlendirme sonucunda görülmüştür ki; tüm öğrencilerin tasarladıkları cepheleri prototip olarak nesneleşmiştir. Öğrenciler tasarladıkları cephelere ait mekanizma parçalarını geleneksel yöntemler, lazer kesici ve üçboyutlu yazıcı kullanarak üretmiştir. Tüm parçaların birleşme detaylarını da çözerek birleştirip yenilikçi ve özgün tasarımlar elde etmişlerdir. Bu durum aynı zamanda öğrencilerin birçoğunun CAM araçlarını kullanmada da başarılı olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin kısmen (kendi problemlerini çözebilecek kadar) algoritma okuryazarlığı edinmesi (mikrodenetleyiciye bağladıkları motorlar ve sensörler aracılığıyla) cepheleri interaktif hale dönüştürebilmelerinden anlaşılmaktadır. Üretilen interaktif dinamik tasarımlar ile insan-mekân etkileşimini kurabilmişlerdir. Böylece, tüm öğrenciler ilk transdisipliner stüdyo denemelerinde, verilen tasarım probleminde çözüm sunan, çalışan bir prototip üreterek interaktif ve kinetik tasarımlarını tamamlamışlardır.

Tablo 1: Öğrenci projelerinin değerlendirilmesi (Evaluation of student projects.).

Proje numarası	Mekanizmanın cepheye adaptasyonu	Yenilikçi değer	CAM araçlarını kullanabilmek	Algoritma okuryazarlığı edinmek	Kinetik hareketin tasarım temasıyla uyumu
Proje 1 	✓	✓	✓	✓	✓
Proje 2 	✓	✓	✗	✓	✓
Proje 3 	✓	✓	✓	✓	✓
Proje 4 	✓	✓	✗	✓	✓
Proje 5 	✓	✓	✓	✓	✓
Proje 6 	✓	✓	✓	✓	✓
Proje 7 	✓	✓	✗	✓	✓
Proje 8 	✓	✓	✓	✓	✓

6. SONUÇ (CONCLUSION)

Transdisipliner bir alt yapı ile kurgulanan dersin hedef ürünü olan interaktif kinetik sistemin oluşmasını sağlayacak, sayısal araçların, fabrikasyon gereçlerinin, farklı disiplinlere ait sayısal verilerin kullanımı, açık kaynak kodlu mikro denetleyiciler ve arayüz araçlarının mimarlık öğrencileri dahil herkes tarafından kolayca erişilebilir ve öğrenilebilir hale gelmesi dersin adaptasyon sürecinde etkili olmuştur. Bunun yanı sıra, daha önce potansiyel olarak var olan sayısal üretim araçlarının yaygınlaşması, standart olmayan bu tür kinetik mekânsal sistemlerin, mekansal temsilinin ve üretiminin kolaylaşması, tasarım modellerinin çok katmanlı ve tasarım sürecinin bütünüyle ilişkili hale gelmesi gibi etkenlerin, mimari tasarım alanında bu tür transdisipliner çalışmalara olanak sağladığı da ortadadır. Gerçekleştirilen bu ders ile transdisipliner bir kurgunun lisans eğitiminde kolay öğrenilebilir, uygulanabilir ve adapte edilebilir olduğu gözlemlenmiştir. 3 hafta gibi kısa bir sürede tüm öğrencilerin yeni nesil ve etkileşimli çözüm üreten nihai ürün olan kinetik sisteme ait bir prototip üretebilmesi bu gözlemi destekler niteliktedir.

Mimarlık lisans eğitimine, sayısal tasarım, sayısal fabrikasyon ve diğer disiplinlerin sayısal yaklaşımlarının eş zamanlı dahil edilmesinin öğrencilerin yaratıcı potansiyeline olan etkileri bağlamında, kinetik sistemlerin mikro derleyiciler kullanılarak bir tasarım problemini entegrasyonu öğrencilerin farklı bir tasarlama deneyimi yaşamalarını sağlamıştır. Her şeyden daha önemlisi, tüm bu tasarım sürecini önce elle sonra sayısal ortamda modelleyerek ve sonra da modeli dijital ortamdan fiziksel ortama dönüştürerek (file-to-factory sürecini yaşayarak) mimari tasarım dersi sürecinde, öğrenci tasarımdan üretime çok farklı araç, yöntem ve temsil biçimleri ile karşılaşmış ve bütünlük bir tasarım deneyimlemiştir.

Öğrencilerin, yapma deneyimi sonrasında, tasarım eylemine farklı bakış açıları geliştirebildiğini, mimari temayı ve işlevi, kinetik sistem üzerinden nesneye dönüştürebildiğini ortaya çıkan yaratıcı, yenilikçi nihai ürünlerden anlaşılmaktadır. Farklı disiplinlerin yaratıcı tasarım sürecine dahil edilmesi sonrasında, öğrencilerin diğer disipline ait bilgiyi mimarlık alanına yansıtabildikleri de görülmektedir. Ayrıca mimarlık lisans eğitiminde alışık oldukları eğitim anlayışının haricinde yeni bir yaklaşım ile tanışmaları ve bundan sonraki tasarımlarında bu çalışmadan elde

ettikleri deneyim ve yöntemleri bundan sonraki çalışmalarında tekrar kullanabilme potansiyelini sağlayacağı da öngörülmektedir

İçinde bulunduğumuz bu dijital çağda, mimarlığın diğer disiplinlerle olan yakınsamaları bu ders kapsamında kinetik ve interaktif mimari eleman üretme yönünde, mimarlık eğitimine yukarıda anlatılan metodoloji kapsamında entegre edilmiştir. Mimarlık lisans öğrencileri ile yapılan bu transdisipliner çalışma kapsamında, somut olarak gözlenmiştir ki; tüm öğrenciler, cepheleri mikro denetleyici olan Arduino ile oluşturmayı ve aynı sistemin yazılımı olan Arduino İDE arayüzünde programlamayı başarmışlardır. Arayüz kısmında kullandıkları algoritma ile az da olsa algoritma okur-yazarlığı edinmişlerdir ki bu algoritma okur-yazarlığı ana akım teknolojik yeniliklerden bağımsız olarak, yaptıkça, denedikçe ve merak ettikçe geliştirilebilmektedir. Bu anlamda, bu çalışma ile elde edilen ürünlerden, mimarlık öğrencilerinin, yapay sistemlerde bilginin nasıl depolandığı ve nasıl örgütlendiği dolayısıyla algoritma kurma konusunda genel bir içgörü sahibi olmaya başladıkları, farkındalık kazanma yetisi ve özel mesleki beceri kazandıkları anlaşılmaktadır. Bu çalışma mimari tasarım dersi alan sekiz öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. İleride daha fazla sayıda örnekleme yapılacak çalışmanın daha kapsamlı sonuçlar elde edebileceği de öngörülmektedir. Transdisipliner dersler ile mimarlık eğitimi desteklendiğinde daha da başarılı sonuçlar elde edileceği ve üniversitelerin temel hedefi olan toplumun kalkınmasına katkı sağlayacağı da düşünülmektedir. Bu bağlamda, gelişen çağa ayak uyduran bir müfredat tasarlanmasının ihtiyacı göz önünde bulundurularak profesyonel akreditasyonun gerekliliklerini stüdyo dersi üzerindeki bu somut yararları üzerinden yeni teknolojilerin müfredata entegrasyonun gerekli olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkür (Acknowledgement)

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde ve prototip laboratuvarının proje kapsamında kullanıma açılmasından dolayı Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Dekanlığına, Mimarlık Bölüm Başkanlığı'na ve çalışmaya katkı veren Kocaeli Üniversitesi Mimarlık Bölümü lisans öğrencilerinden Özlem ARAS, Öznur ÖZKAN, Edanur TOKAÇ, Zehra Betül ALGÜL, Emircan MORKOÇ, Elif Su ALTUNKILIÇ, İremnur BAYIR ve Elif Şura KIRBAŞ'a teşekkür ederiz.

Referanslar (References)

- Architecture and Design Magazine (Arch20). (2021, August 02). <https://www.arch20.com/city-of-arts-and-sciences-santiago-calatrava>
- Architecture and Design Magazine (Arch20). (23/02/2020, February 23). <https://www.arch20.com/milwaukee-art-museum-calatrava>
- Beesley , P., & Gorbet, R. (2008). Arduino at work: The hylozoic soil control system. In P. Beesley, M. Ladly, R. Wakkary (eds.), *Engineering Meets Humanities and Social Science* (pp. 235-240). Riverside.
- Buchanan, R. (1998). Branzi's Dilemma: *Design in Contemporary Culture*. *Design Issues*, 3-20. <https://doi.org/10.2307/1511825>
- Celani, G., & Verzola Vaz, C. (2012). CAD Scripting and visual programming languages for implementing computational design concepts: A comparison from a pedagogical point of view. *International Journal of Architectural Computing*, 10(1), 121-138.
- Design-Office. (2020, February 23). Zoomlion-headquarters-exhibition. <https://design-office.appspot.com/zoomlion-headquarters-exhibition-center-by-amphibianarc.html>
- Dewey, J. (1997). *Experience and education*. Simon & Schuster.
- Dezeen Architecture and Design Magazine. (2020, February 23). <https://www.dezeen.com/2012/07/13/zoomlion-headquarters-exhibition-center-by-amphibianarc/>
- Dezeen Architecture and Design Magazine. (2021, August 02). <https://www.dezeen.com/2015/12/18/dezeen-a-z-advent-calendar-rolling-bridge-thomas-heatherwick-london/>
- Duarte, J., Celani, G., & Pupo, R. (2012). inserting computational technologies in architectural curricula. In N. Gu, & X. Wang (eds.), *Computational Design Methods and Technologies: Applications in CAD, CAM and CAE Education* (pp. 56-70). IGI Global.
- Dunn, N. (2012). *Digital fabrication in architecture*. Laurence King Publishing.
- Everett, A., & Caldwell, J. (2003). *New Media: Theories and practices of digitextuality*. Routledge.
- Foster + Partners. (2020, January 05). Architectural Design and Engineering Firm. <https://www.fosterandpartners.com/news/archive/2017/10/shanghai-waterfront-gets-an-upgrade-with-foster-partners-and-heatherwick-studio-s-new-bund-finance-center>
- Fox, M., & Kemp, M. (2009). *Interactive architecture*. Princeton Architectural Press.

- Frazer, J. (1995). An evolutionary architecture. *Architectural Association Publications*.
- Fry, H., Ketteridge, S., & Marshall, S. (2009). A handbook for teaching and learning in higher education: Enhancing academic practice. *Taylor and Francis*.
- Hobart, S. M., & Colleges, W. S. (2005). The fun palace: Cedric Price's experiment in architecture and technology. *Technoetic Arts: A Journal of Speculative Research*, 73-91.
- Ideignarch. (2021, August 02). <https://www.ideignarch.com/lhemisferic-an-eye-catching-architectural-masterpiece-in-valencia>
- Jia Liu . (2021, August 01). *Wave Project*. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=B4ort4dfvBI>
- Loonen R., Trčka M, Cóstola D, & Hensen J. L. (2013). Climate adaptive building shells: State-of-the-art and future challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (25), 483-493. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.016>
- Mitchell, A., Lafont, U., Holyńska, M., & Semprimoschnig, C. O. (2018). Additive manufacturing — A review of 4D printing and future applications. *Additive Manufacturing* 24(2018), 606-626.
<https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.038>
- Negroponte, N. (1975). *Soft architecture machines*. The MIT Press.
- Oxman, R. (2008.). Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. *Design Studies* 29(2), 99-120.
- Pask, G. (1975). *Conversation cognition and learning*. Elsevier.
- Paulo, B. (2013). Digital fabrication and “making” in education: The democratization of invention. In J. Walter-Herrmann , & C. Büching (eds.), *Fablabs: of machines, makers and inventors*. Transcript Publishers.
- Peters, T., & Peters, B. (2013). *Inside Smartgeometry: Expanding the architectural possibilities of computational design*. John Wiley & Sons.
- Ramzy, N., & Fayed, H. (2011). Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context-sensitive buildings. *Sustainable Cities and Society*, 1(3), 170-177.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2011.07.004>
- Robotistan. (2021, August 02). Arduino Dersleri Maker:
<http://maker.robotistan.com/etiket/arduino-dersleri>

- Schnabel, M. A. (2012). Computational Design Methods and Technologies: Applications in CAD, CAM, and CAE Education. In N. Gu, & X. Wang, Learning parametric designing. (pp. 56-70). Hershey: IGI Global.
- Schumacher , M. (2010). Move: Architecture in Motion - Dynamic Componenets and Elements. Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser Architecture.
- Thomortiz. (2021, August 02). Snakeranch.
<https://thomortiz.tumblr.com/post/57922059975/onsomething-onsomething-santiago-calatrava>
- Timisi, N. (2003). *Yeni iletişim teknolojileri ve demokrasi*. Dost Publishing.
- Yeh, B. P. (1998). *Kinetic wall : An exploration into dynamic structure* [Master thesis, Massachusetts Institute of Technology]. DSpace. <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/7582>
- Yıldız, Ö. (2010). Hesaplamalı Mimarlıktan Zaman Temelli Etkileşimli Mimarlığa Geçiş. [Master thesis, Istanbul Technical University].
- Zuk, W., & Clark, R. (1970). *Kinetic architecture* .Van Nostrand Reinhold.

The Pedagogical Alignment of Computational Thinking to Architecture Education for the 21st Century Learners

Elif Öksüz Uncu¹, Gülen Çağdaş²

ORCID NO: 0000-0002-7807-171X¹, 0000-0001-8853-4207²

¹Kahramanmaraş İstiklal University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Architecture Department, Kahramanmaraş, Turkey

²Istanbul Technical University, Graduate School, Department of Informatics, Architectural Design Computing, Istanbul, Turkey

For the 21st century learners, Millennials and Gen-Z students, the concept of Computational Thinking (CT) has been inclusively affirmed in higher education with different teaching methods and strategies. However, it has been almost a decade that Generation Z students form the main bulk of students in classrooms. And their distinct characteristics from the Millennials have necessitated rethinking educational practices, pedagogies, and teaching approach to provide an optimal and holistic learning environment that meets their learning needs. In this regard, by scrutinizing the contemporary approach to the concept of Computational Thinking, this article discusses the pedagogical alignment of CT in architecture education by addressing its cognitive contributions as a mental tool for the 21st century learners. It highlights the challenges of teaching computational thinking within the current pedagogical framework in architecture education by regarding the learning preferences and attributes of Generation-Z.

Theoretic Article

Received: 20.07.2022

Accepted: 06.08.2022

Corresponding Author:

elifbelkis.oksuz@istiklal.edu.tr

Uncu Öksüz, E. & Çağdaş G. (2022). The pedagogical alignment of computational thinking to architecture education for the 21st century learners. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 159-172.

<https://doi.org/10.53710/jcode.1146123>

Keywords: Architecture Pedagogy, Cognitive Skills, Computational Thinking, Generation-Z, Millennials.

159

Yüzyıl Öğrencileri için Hesaplamalı Düşünmenin Mimarlık Eğitimine Pedagojik Uyumu

Elif Öksüz Uncu¹, Gülen Çağdaş²

ORCID NO: 0000-0002-7807-171X¹, 0000-0001-8853-4207²

¹Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim, İstanbul, Türkiye

21. yüzyıl öğrencileri (Y ve Z Kuşakları) için, Hesaplamalı Düşünme (HD) kavramı, farklı öğretim yöntemleri ve stratejileri ile yükseköğretimde kapsayıcı bir şekilde teşvik edilmektedir. Ancak bu süreçte geliştirilen ve uygulanan stratejilerin iki farklı kuşağı kapsaması eğitim pedagojisi açısından dikkate değerdir. Nitekim yaklaşık on yıldır, sınıflardaki öğrencilerin büyük çoğunluğunu Z Kuşağı oluşturmaktadır. Y Kuşağı'nın aksine, Z Kuşağı'nın günlük yaşamlarının bir parçası olarak teknolojiye bağlılığı onları 'gerçek dijital yerliler' olarak tanımlamaktadır. Bu kuşağın Y Kuşağı'ndan farklı özellikleri, öğrenme ihtiyaçlarını karşılayan optimal ve bütünsel bir öğrenme ortamı sağlamak için eğitim uygulamalarının, pedagojilerinin ve öğretim yaklaşımının yeniden düşünülmesini gerektirmiştir. Bu kuşak öğrencileri beceri odaklıdır, ancak aynı zamanda tekrarlarla güncellenebilen ve geliştirilebilen yaşam boyu öğrenme becerilerini de benimserler. Odaklanmak, kendi hızlarını belirlemek ve öğrenmelerini anlamlandırmak için bireyselleştirilmiş öğrenmeyi, ilgi çekici ve görsel öğrenme ortamlarını tercih ederler. Ama aynı zamanda, bir öz-değerlendirmeye ve öğrenirken anında ve bireysel geri bildirim ihtiyacı duyarlar. Bu bağlamda, bu makale Hesaplamalı Düşünme kavramına dair çağdaş yaklaşımı inceleyerek, 21. yüzyıl öğrencileri için zihinsel bir araç olarak bilişsel katkılarını ele almakta; Z kuşağına yönelik mimarlık eğitiminde HD'nin pedagojik uyumunu tartışmaktadır. Mimarlık eğitiminde mevcut pedagojik çerçeve içinde hesaplamalı düşünmeyi öğretmenin zorluklarını, Z Kuşağı'nın öğrenme tercihlerine ve niteliklerine yer vermektedir.

21. yüzyılda mimarlık öğrencileri, erken dönemlerden başlayarak eğitimleri boyunca dijital tasarım araçları ve etkileşimli araçlarla çalışmaktadır. Öğrencilerden tasarımlarında hesaplama açısından pahalı çözümlerden kaçınarak dijital teknolojilerle yaratıcı, etkili ve verimli çalışmaları beklenmektedir. Ve bu tür bir katılım, öğrenciler ve eğitimciler için yeni bir dizi iş akışına uyum sağlamayı beraberinde gerektirmektedir. Başka bir deyişle, tasarım teknolojilerinin farklı şekillerde aktif olarak kullanılması, hem öğrencilerin hem de tasarım eğitimcilerinin bilişimsel düşünme konusunda yetkin olmasını gerektirmektedir. Öte yandan çoğu mimarlık okulunda, öğrencilerin dijital teknoloji yetkinliği, bilgisayar okuryazarlığı veya bilgisayar destekli tasarım teknolojilerindeki teknik becerileri ile bağlantılıdır; ve genellikle bu beceriler 'Bilgisayar Destekli Tasarım' dersleri kapsamında ele alınmaktadır. Mimarlık okullarında teknolojik donanımın yetersiz olması halinde eğitimciler, kalabalık sınıflarda standartlaştırılmış ders alıştırılmalarını tercih etmekte ve öğrencilerinin bireysel öğrenme ihtiyaçlarını göz ardı etmektedir. Bu nedenle, öğrenciler becerileri için anında geri bildirim alabilseler de eğitimciler, öğrencilerin bilişsel becerilerini bireysel gereksinimlerine göre değerlendirmekte zorlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilişsel Beceri, Hesaplamalı Düşünme, Mimarlık Pedagojisi, Y-Kuşağı, Z-Kuşağı.

Teorik Makale

Teslim Tarihi: 20.07.2022

Kabul Tarihi: 06.08.2022

Sorumlu Yazar:

elifbelkis.oksuz@istiklal.edu.tr

Uncu Öksüz, E. & Çağdaş G. (2022). Yüzyıl öğrencileri için hesaplamalı düşünmenin mimarlık eğitimine pedagojik uyumu. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 159-172.
<https://doi.org/10.53710/jcode.1146123>

1. INTRODUCTION

The cognitive aspects of technology use in our daily lives have set new foundation skills for humans and machines. Our daily activities involve offloading information and computational processes to external tools, and reloading the information and computational outcomes back to our internal processes (Cecutti et al., 2021). And this continuous information flow between the human and computing environment requires us to acknowledge different modes of thinking. While the technology is expected to be '*brain friendly*' to complement the cognitive processes of the human user (Dror, 2011), the human mental processes are expected to become similar to the series of internal states produced as if a computer carries out a program; so one should be able to devise computer programs that mimic or simulate human thinking (Weisberg & Reeves, 2013). In this regard, we are currently facing a paradigm in which Computational Thinking (CT) is reintroduced as a mental tool to keep this continuous information flow.

Although the concept of CT was formerly introduced through the cognitive studies in computer science, the interests of outer disciplines to this mode of thinking seems relatively new. From the interdisciplinary use of digital technologies in different forms to the development of new computation models, all have caused changes in the conceptual framework of CT and its pedagogical alignment to different fields of education. And thanks to Jeannette Wing's groundbreaking approach (Wing, 2006), CT is now promoted as a combination of certain soft skills and hard skills which can be contextualized towards disciplinary frameworks.

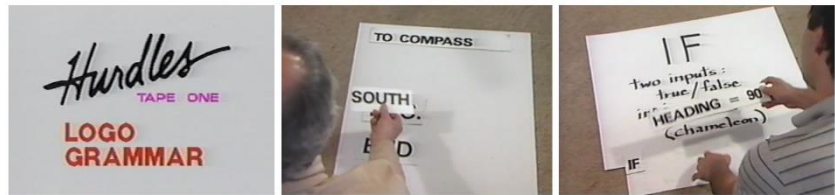
With her intriguing article, "Computational Thinking" in the Association of Computing Machinery, Wing (2006) reintroduced the concept of computational thinking "as a mental tool that helps solving problems and understanding human behavior by drawing on the concepts fundamental to computer science" (Wing, 2008). Since then, this mental tool has been inclusively endorsed as a 21st century skill in higher education for the 21st century learners (Millennials and Generation Z). Nonetheless, it has been almost a decade that the Generation Z students have replaced the Millennials and bulked the classrooms in higher education. And their distinct characteristics from the Millennials have necessitated the need for educators to alter

educational practices, pedagogies and teaching approach to provide an optimal and holistic learning environment that meets their learning needs (Shorey et al. 2021). In this regard, by scrutinizing the contemporary approach to the concept of Computational Thinking, this article discusses the pedagogical alignment of CT in architecture education by addressing its cognitive contributions as a mental tool for the 21st century learners. Later, it highlights the challenges of teaching computational thinking within the current pedagogical framework in architecture education by regarding the learning preferences and attributes of Generation-Z.

2. RETHINKING COMPUTATIONAL THINKING FOR THE 21ST CENTURY LEARNERS

Computational thinking might have gained its popularity within the last ten years, but the outset of this concept extends to Herbert Simon and Alan Newell's '*general problem-solving model*' (Simon & Newell, 1971). In this model, the analogy of the mind as a computer seems at the functional level, or at the level of the software (Weisberg & Reeves, 2013). In other words, this model introduces Computational Thinking as a machinery skill for computer scientists, leaning on the hard skills of computing, such as numeric computation and procedural thinking. Hence, the former reflections of this mode of thinking in education literature can be seen under similar conceptions. For instance, the pioneers of the Computing Department at Carnegie Mellon University, Alan Perlis and Simon Papert had utilized the same concept as a machinery skill in their teaching. While Perlis (1962) was adopting '*problem-solving methods*' to teach how computers work in his course, Papert (1980) was utilizing '*procedural thinking*' to teach K-12 students LOGO programming language **Figure 1**. As opposed to that, the contemporary approach to CT subtly distinguishes itself from these old conceptions by prioritizing human cognition over machinery skills. Additionally, the development of computational technologies in different forms and their interdisciplinary use have changed the understanding of 'computation = programming' and brought new cognitive skills for the concept of Computational Thinking.

Figure 1: Screenshots from LOGO Grammar Education, Hurdles Video Series (Logo Foundation, n.d.) .



In 2006, the former Head of Microsoft Research Lab and academic, Jeannette M. Wing, known as the first and most influencing person in the education literature (Özçınar, 2017), carried CT to an interdisciplinary level by reintroducing it as a mental tool for human beings. Wing (2017) described CT as “a thought processes involved in formulating a problem and expressing its solution(s) in such a way that a computer —human or machine— can effectively carry out” (p: 8). Followingly, Wing (2006, 2008, and 2017) emphasizes the inclusiveness of CT by claiming that this mode of thinking should be for everybody and everywhere, and it should to be included as a fundamental skill in every education curriculum (Wing, 2006). With this new perspective, Wing added more cognitive skills to the definition of CT, and transformed it into a humanly thought. In this regard, CT as a cognitive process involves:

- Making abstractions (the mental tools of computing, necessary to solve the problem),
- Creating layers (problems need to be solved on different levels), and
- Defining relationships between these layers and abstractions (Wing, 2008).

Followingly, Wing’s contemporary definition of computational thinking has become the foundation for CT pedagogy around the world (Berthelsen & Nielsen, 2021). It has brought an opportunity to understand and study human-computer interaction on a common ground with a systematic approach. Nevertheless, encouraging this mode of thinking as a combination of skills has also brought challenges in different fields of education. As (Guzdial, 2010) highlight, “spreading computational thinking from computer science to other academic fields – which have their own specialized problem-solving methods– may require adapting existing CT theory and methods to match the needs of “novices” and other non-specialists.” In other words, to change how disciplines outside the computer sciences think about and practice

computational technologies require to consider how educators think about computational thinking more broadly, so the pedagogical framework can be constructed for such educational reform to succeed. However, since Wing’s descriptions of CT (2006, 2008, 2017) did not give much clue about how it can be borrowed by the disciplines outside computer sciences (Hu, 2011) or how these skills can be assessed for different age groups, the new definitions of CT from variety of educational resources came into consideration. In this regard, some of the well-known organizations (CAS-Barefoot Computing, Google for Education, Microsoft Research, EC, NRC, ISTE, TCSA, ACARA) added more cognitive skills to the CT terminology, so the educators could contextualize them in a disciplinary framework **Table 1**.

Table 2: Comparison of Concepts that are used in CT Terminology 2010-2018.

Concepts of CT	Google for Education 2018	National Research Council 2010	CSTA	ISTE 2011	ACARA 2013	Selby and Woollard 2013	Wing 2010	Gülbahar and Kalelioglu 2016	European Union Report	Microsoft Research Council 2018
Data Collection	X		X	X						
Data Analysis	X									
Generalization	X		X	X		X				
Pattern Recognition	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Decomposition	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Abstraction	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Problem-Solving	X	X	X	X		Affiliated with AT	X	X	Affiliated with AT	
Algorithmic Thinking	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Data Modeling	X									
Simulation	X									
Parallelization	X									
Debugging										
Data Representation	X									
Automation	X									

Over the last decade, educators from different fields plan their course learning objectives and outcomes to endorse the skills that are affiliated with computational thinking. And in order to match the 21st century learners’ attributes at all levels, many other private and public organizations such as National Science Foundation, British Royal Society, European Commission, Google for Education, and Microsoft Research Lab, present online/offline CT education materials that targets the core cognitive skills of CT (Abstraction, Decomposition, Pattern Recognition, and Algorithmic Thinking).

On the other hand, the encouragement of CT use as a mental tool in higher education requires more than a mere endorsement of its cognitive skills with in-class activities. As Berthelsen & Nielsen (2021) states “educational practices cannot and must not focus simply on the acquisition of technical skills and competences, but they must also address the normative question of what the point and purpose of acquiring these skills ought to be”. Educators must encourage their students to ask “What can humans do better than computers, what can computers do better than humans,” and “What is computable” (Wing, 2006, p: 33) and address the answers towards the learning outcomes of their courses. Hence, for learning groups with different cognitive abilities in higher education, the cognitive aspects of CT are usually contextualized under the pedagogical outcomes of the affiliated programme; so, educators and students can find their own creative methods to use CT as a mental tool towards their disciplinary framework. And suffice to say that, each generation require updates in the educational practices and the pedagogical framework of CT education due to unique characteristics in their learning preferences and needs.

3. CONTEXTUALIZING COMPUTATIONAL THINKING FOR GEN-Z IN ARCHITECTURE EDUCATION

Starting from the early stages, the 21st century architecture students engage with digital design tools and platforms throughout their education. They are expected to work creatively, effectively, and efficiently with digital technologies by avoiding computationally expensive solutions in their designs. And, this kind of engagement requires a new set of workflows and behaviors for students and educators (Doyle & Senske, 2017). In other words, the active use of design technologies in different forms require both students and design educators to be competent at computational thinking.

Although ‘the digital technology competence’ is considered as a fundamental skill in the Student Performance Criteria by the Architectural Accreditation Boards (NAAB, 2009), there is not much of information how students’ computational thinking skills would be supported or assessed towards their competence in the digital technology use. Nonetheless, when it comes to CT’s pedagogical alignment in architecture education, different strategies come into

consideration. Despite its cognitive contribution to student's thinking process, this mode of thinking has not been acknowledged as a critical thinking skill in the architecture education pedagogy (Doyle & Senske, 2017); and, the conception of computational thinking is not necessarily introduced as mental tool for architecture students.

In most of the architecture schools, students' digital technology competence is affiliated with their computer literacy or technical skills in Computer-aided design technologies; and usually these skills are covered under Computer Aided Design courses. For instance, while Architecture Department at UNC Charlotte endorse programming and computing courses in their third-year curriculum (Senske, 2014), MIT School of Architecture introduces computation within a design studio experience in their first-year curriculum (MIT Architecture, n.d.). Also, several other schools encourage students' computational skills towards generalized programme coding courses. "With the exception of a few schools where "digital" or "paperless" studio experiments were undertaken, the advent of digital analysis and media options has been addressed with specialized course content focused on acquiring skills with the new tools, each one an option on top of the traditional structure" (Johnson, 2016; p:186-187). However, encountering computer literacy in the current pedagogical agenda does not necessarily endorse students' use of CT as a mental tool in their design studies. And this much of variety in the implementation of computational design practices shows that computational thinking education and design education still seems separated by pedagogical gaps and teaching mindsets. Needless to say, leaning on students' competence in digital technologies for computational thinking education will be more problematic for design educators in the near future. In the following years, those born between the mid-1990s and late-2000s, also known as Generation Z students will form the main bulk of students in architecture education.

Millennials (born 1980-1995) and Generation-Z (born 1995-2005), students who born since 1980's are called "digital natives" in literature (Prensky, 2001). Both experienced digital technologies when growing up; but the way that they experienced technology makes significant differences in their learning preferences and attributes. And as opposed to Millennials, Generation-Z's engagement to technology as part of their everyday life makes them 'true digital natives.' Since

“Students from each generation possess specific and unique characteristics due to the circumstances they grew up in and these characteristics affect their perception of formal learning” (Chicca & Shellenbarger, 2018), the distinct characteristics of Generation have necessitated rethinking CT educational practices, pedagogies and teaching approach to meets their learning needs and preferences. And yet, current architecture education pedagogy is already failing to support millennial students’ use of computational thinking as a mental tool. According to Doyle and Senske (2017), the presumption that the millennial students who have grown up with digital technologies possess special aptitudes or insights which may be disruptive to learning computing, caused anxieties and biases in the use of digital design technologies, and led to gaps in architectural pedagogy; eventually as digital tools were misunderstood and misappropriated by students and teachers alike (p:193). Hence, within the current framework, Gen-Z students are likely to fail to develop an understanding of cognitive workflows in digital design technologies and intervene them in creative ways because the current architecture education pedagogy is not aligned with the goal of computational thinking learning; instead, it is aligned with the student’s computer literacy.

4. DISCUSSION

Gen-z students are skill focused, but also, they embrace lifelong learning skills, which can be updated and advanced with repetition. Hence, instead of training design students towards the hard skills of computing, educators need to focus on the soft skills of computational thinking. Contextualizing the cognitive aspects of CT by targeting similarities between the cognitive aspects of computational thinking and design thinking, such as abstraction, pattern recognition, and decomposition in design classes would help students to internalize and practice these cognitive skills towards hands-on activities. This teaching approach can be seen widely in architectural design studios within the context of different computational design models, such as shape grammar and parametric modeling exercises. Additionally in some cases, design educators claim that this approach contributes students visual and spatial thinking skills as well. However, the cognitive contributions of this approach seem problematic for the Generation Z students CT education. Because Gen-z students prefer autonomous

learning, they are self-directed, and independent with a freedom of what/how they learn. They prefer individualized learning (e.g., flexible schedules), engaging and visual learning environments (Chicca & Shellenbarger, 2018). “They prefer individual learning to focus, set their own pace, and make meaning of their learning before having to share that meaning with others” (Seemiller & Grace, 2017). But also, they need a self-assessment and an instant and individual feedback for their actions while learning (Seemiller & Grace, 2017). Hence, the disadvantages of these hands-on computational activities for Gen Z’s CT learning can be seen at this point. The current applications of this approach in literature shows that the hands-on computational activities are unlikely to provide measurable outputs for educators to conduct individual learning experiences for their students with different cognitive abilities. Also, the students cannot receive feedback on their actions for a self-assessment.

Alternatively, another teaching approach offers practicing computational thinking with visual programming tools. In this case, to encourage CT as a mental tool for learning groups with different cognitive abilities, the learning experience of CT skills must be offered in a contextual framework. For that, design educators prefer working with the platforms for visual computing. On the other hand, in case of the insufficient amount of technological equipment and shortage in the teaching staff with a prior experience, educators prefer standardized/generalized course exercises in crowded classrooms and oversee the individual learning needs of their students. Thus, even though students can receive instant feedback for their skills, educators may face challenging to evaluate students’ cognitive skills their individual needs.

5. CONCLUSION

Although the active use of computational technologies in compulsory education highly depends on the cultural, social and economic differences among regions (Czerkawski & Lyman, 2015), CT is shaping the near future of technology education and demanding from different disciplines endorse its cognitive skills. Hence, architecture education’s approach to computational thinking deserves a second thought for the education of Gen-Z. Regarding that, this article summarized the current pedagogical agenda of computational thinking in architecture

education, and addressed some of the challenges to be solved for Gen-Z's CT education. It discussed that to advance Gen-Z students' understanding of cognitive workflows in digital design technologies and endorse them to use these technologies in creative ways because the current architecture education pedagogy must be aligned with the goal of computational thinking learning, not with the student's computer literacy. It also showed that to diagnose students individual learning needs toward differences in their cognitive abilities and education level, educators must be aware of choosing appropriate assessment methods and tools for teaching computational thinking.

For the next years, the theoretical frameworks for Generation Z's learning attributes must be considered in designing future pedagogies for the alignment of computational thinking to architectural education. Additionally, in order to include the cognitive contributions of computational thinking in the programme outcomes of architecture education, more studies are required for educators encountering CT to their pedagogical agenda.

References

- Berthelsen, U. D., & Nielsen, C. F. (2021). Democracy and computation: a normative perspective on the magic of the new millennium. *Computational Thinking in Education*, 57–72, Routledge.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016). Exploring the field of computational thinking as a 21st century skill. *EDULEARN proceedings*. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2016.2136>
- Cecutti, L., Chemero, A., & Lee, S. W. (2021). Technology may change cognition without necessarily harming it. *Nature Human Behaviour*, 5(8), 973–975. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01162-0>
- Chicca, J., & Shellenbarger, T. (2018). Generation z: approaches and teaching-learning practices for nursing professional development practitioners. *Journal for Nurses in Professional Development*, 34(5). <https://doi.org/10.1097/NND.0000000000000478>
- Czerkowski, B. C., & Lyman, E. W. (2015). Exploring issues about computational thinking in higher education. *TechTrends*, 59(2), 57–65. <https://doi.org/10.1007/s11528-015-0840-3>
- Doyle, S., & Senske, N. (2017). Between design and digital: bridging the gaps in architectural education. *Charrette*, 4(1), 101–116.

- Dror, I. E. (2011). Brain friendly technology: What is it? And why do we need it? *Technology Enhanced Learning and Cognition*, 27, 1.
- Google for Education. (2019). *Resources*. Retrieved January 7, 2019, from <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/#!resources>
- Guzdial, M. (2010). Does contextualized computing education help? *ACM Inroads*, 1(4), 4-6. <https://doi.org/10.1145/1869746.1869747>
- Hu, C. (2011). Computational thinking: what it might mean and what we might do about it. *Proceedings of the 16th Annual Joint Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 223–227. <https://doi.org/10.1145/1999747.1999811>
- Johnson, B. R. (2016). Design computing: An overview of an emergent Field. *Routledge*. <https://doi.org/10.4324/9781315680057>
- Logo Foundation. (n.d.). *Logo resources*. <https://el.media.mit.edu/logo-foundation/resources/index.html>. Retrieved August 23, 2019, from <https://el.media.mit.edu/logo-foundation/resources/index.html>
- Microsoft Education. (2019). *Definition of Computational Thinking*. <https://education.microsoft.com/Story/Course?token=4dFPG>, last access 07.01.2019.
- MIT Architecture. (n.d.). *Undergraduate programs*. Retrieved May 20, 2020, from <https://architecture.mit.edu/undergraduate-programs#first-year-subjects>
- NAAB. (2009). *Substantial Equivalency*. Retrieved February 11, 2019, from <https://www.naab.org/international/substantial-equivalency/>
- Özçınar, H. (2017). Hesaplamalı düşünme araştırmalarının bibliyometrik analizi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 7(2), 149–171.
- Papert, S. (1972). Teaching children to be mathematicians versus teaching about mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 3(3), 249-262. <https://doi.org/10.1080/0020739700030306>
- Perlis, A. (1962). The Computer in the University. *Computers and the World of the Future*, 180-219.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Seemiller, C., & Grace, M. (2017). Generation Z: Educating and engaging the next generation of students. *About Campus: Enriching the Student Learning Experience*, 22(3), 21-26. <https://doi.org/10.1002/abc.21293>

- Senske, N. (2014). Digital minds, materials, and ethics: Linking computational thinking and digital craft. *CAADRIA proceedings*. <https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2014.831>
- Shorey, S., Chan, V., Rajendran, P., & Ang, E. (2021). Learning styles, preferences and needs of Generation Z healthcare students: Scoping review. *Nurse Education in Practice*, 57, 103247. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2021.103247>
- Simon, H. A., & Newell, A. (1971). Human problem solving: The state of the theory in 1970. *American Psychologist*, 26(2), 145–159. <https://doi.org/10.1037/h0030806>
- Weisberg, R. W., & Reeves, L. M. (2013). *Cognition: from memory to creativity*. John Wiley & Sons.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Wing, J. M. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2), 7–14. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/922>

Environmentally Responsive Kinetic Structure Design Proposal Through Genetic Algorithms

Can Muezzinoğlu¹

ORCID NO: 0000-0002-8175-0895¹

¹ Istanbul Technical University, Graduate School, Department of Informatics, Architectural Design Computing, Istanbul, Turkey

As computational design tools developed, the use of generative systems in architecture increased, and it supported architecture thanks to the aid it provided to the designer during the problem-solving phase. Kinetic Structural Design, which is the main subject of the study, tried to incorporate both computational design tools and biological processes into the architectural production of space process. In the study, computational design tools created complex simulations with the support of computer tools as a thinking method that contributes to the design, and computational systems supported the design process by presenting complexities beyond the human designer's thinking. Thanks to a kinetic structure system, the building can reduce the active ventilation load of the building by trying to reduce the surface area in the direction of the sun during the summer months, by heating much less and increasing the surface area towards the direction of the wind; It will try to do the opposite and try to avoid the wind as much as possible while trying to get the maximum efficiency from sunlight during the day. The produced building formation behaves similarly to a living organism in that it contains the potential for continuous transformation and is compatible with the environment by reducing energy consumption and working in harmony with environmental factors. An existing high-rise building has been studied to test the system proposed in the project. The current situation of the existing building will be discussed first, then, in the second stage, a new static form proposal was introduced with the help of genetic algorithms in the light of the data collected from Ladybug. In the third stage, the unit elements that are exposed to the most environmental impact on the proposed structure are also divided into smaller parts within themselves, and these parts become more efficient by trying to reduce the surface area towards the direction of the sun in summer months, and to increase the surface area towards the direction of the wind, which heats much less. It was considered important that the method and scope presented in the study are easily accessible and focus on a basic problem, in terms of showing the practical use of the proposed system, as well as introducing the computational design thinking that can be easily applied to the design studios by comparing the current situation and the produced situation. Transfer of computational design tools to the studio environment; It is important because it contains the potential for designers to discover that computational design tools actually support the reflexive nature of design, and to grasp design tools as a thinking method that contributes to design.

Research Article

Received: 14.07.2022

Accepted: 29.08.2022

Corresponding Author:

muezzinoglu20@itu.edu.tr

Muezzinoğlu, C. (2022). Environmentally Responsive Kinetic Structure Design Proposal Through Genetic Algorithms *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2),173-198.

<https://doi.org/10.53710/jcode.1143711>

Keywords: Kinetic Architecture, Skyscraper Design, Generative Systems, Genetic Algorithms, Optimization, Pareto Front

173

Genetik Algoritmalar Aracılığıyla Çevreye Duyarlı Kinetik Yapı Tasarımı Önerisi

Can Müezzinoğlu¹

ORCID NO: 0000-0002-8175-0895¹

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilisim Programı, İstanbul, Türkiye

Hesaplamalı tasarım araçları geliştikçe, üretken sistemlerin mimarlıktaki kullanımları giderek artmış, problem çözme aşamasında tasarımcıya sunduğu destek sayesinde mimarlığı beslemiştir. Çalışmanın temel konusu olan kinetik yapı tasarımı; hem hesaplamalı tasarım araçlarını, hem de biyolojik süreçleri mimari üretim sürecine dahil etmeye çalışmıştır. Projenin temel yaklaşımı, üzerinde çalışılan binanın tanımlanan zaman dilimlerine bağlı olarak, güneş ışığı ve rüzgâr gibi dış etkiler doğrultusunda gerçekleşen optimum form arayışı olarak tanımlanabilir. Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada vaka analizi için seçilen alanın modellenmesi yapılmıştır. İkinci aşamada Ladybug'tan toplanan verilerin ışığında genetik algoritmalar yardımıyla birim elemanları kullanarak yeni bir statik form önerisi getirilmiştir. Üçüncü aşamada ise önerilen yapı üzerindeki en fazla çevresel etkiye maruz kalan birim elemanlar kendi içerilerinde de daha küçük parçalara ayrılmış, bu parçalar özelinde yaz aylarında güneşin geldiği yöne doğru yüzey alanını azaltmaya çalışarak çok daha az ısınan, rüzgârın geldiği yöne doğru yüzey alanını arttırmaya çalışarak daha verimli havalandırabilecek bir kinetik sistem önerilmiştir. Kış aylarında da bunun tam tersini yapmaya çalışarak güneş ışığından gün içerisinde maksimum verimi almaya çalışırken rüzgârdan olabildiğince kaçınmaya gayret gösterecektir. Üretilen yapı formasyonu, enerji tüketimi azaltarak ve çevresel faktörlerle uyum içinde çalışarak bulunduğu çevreyle uyumlu ve sürekli dönüşüm potansiyelini içerisinde barındırması yönüyle de yaşayan bir organizmaya benzer şekilde davranır. Çalışmada, halihazırda var olan bir yapı üzerinde çalışılmış, bu yapıya alternatifler üretmek alternatif yapıyla orijinal yapı arasında tanımlanan uygunluk fonksiyonlarına göre karşılaştırılması yapılmaya çalışılmıştır. Hesaplamalı tasarım araçlarının stüdyo ortamına aktarılması; tasarımcıların hesaplamalı tasarım araçlarının aslında tasarımın dönüşlü yapısını desteklediğini keşfederek tasarım araçlarını tasarıma katkı sağlayan bir düşünme yöntemi olarak kavramaları potansiyelini içerisinde barındırması yönüyle önemlidir.

Araştırma Makalesi

Teslim Tarihi 14.07.2022

Kabul Tarihi: 29.08.2022

Sorumlu Yazar:

muezzinoglu20@itu.edu.tr

Muezzinoğlu, C. (2022). Genetik Algoritmalar Aracılığıyla Çevreye Duyarlı Kinetik Yapı Tasarımı Önerisi *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 173-196.
<https://doi.org/10.53710/jcode.1143711>

Anahtar Kelimeler: Kinetik Mimarlık, Gökdelen Tasarımı, Üretken Sistemler, Genetik Algoritmalar, Optimizasyon, Pareto Front

1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

Doğada herhangi bir çevre içerisindeki organizmaya baktığımızda, organizmanın varoluşunu devam ettirebilmesi için çevresine uyum sağlayabildiğini ve çevresine bağlı olarak değiştiğini gözlemlemekteyiz. Güncel mimarlık yaklaşım ve ürünlerinin her ne kadar statik olduğunu gözlemlese de bir binanın da bir organizma gibi davranabilmesi mümkündür ve çalışmanın temel konusunu oluşturmaktadır. Mimarlıkta da elbette canlı organizmalara benzer şekilde çevreye adaptasyonu mümkün kılacak bazı sistemlere hesaplamalı tasarım aracılığıyla ulaşılabilir. Bu sistemlerle ilişkili olarak mimari üretimlerde de kendi içerlerinde esneklik kazanarak bazı hesaplamalı tasarım araçlarıyla birlikte mekân ve çevre etkileşimini sağlayan ve zaman içerisinde istenilen parametreler doğrultusunda çevresiyle “ilişki kurabilen”, çevresini “algılayabilen” ve çevresine “cevap verebilen” bir tasarım paradigması ortaya çıkmıştır. Bu sayede tasarlanan mimarlık ürünü, zamandan soyutlanan değişmez bir tikellik var etmek yerine üretilen ürünün de sürekli olarak değişim gösterebildiği ve farklı mekânsallıklar üretebildiği bir potansiyel alanda konumlanır. Bu açılımla da Aristotelesçi gücülü (yani içerisinde tek bir dönüşüm potansiyeli barındıran) çağrıştıran geleneksel statik mimari üretimi geliştirme anlamında Deleuzeyen virtüel kavramı üzerinden olasılıklar alanını geliştiren, tasarımcısının bile öngörmediği varoluşlara imkân verebilecek dinamik sistemi kurgulama üzerinden yapılabilir (Başaran, 2017). Tasarım paradigmaları, özellikle bir tasarımcının tasarım üzerinde “düşünmeyi” öğrendiği tasarım stüdyolarında oldukça önemli bir yer oluşturmaktadır. Çevresiyle anlık ve/veya sürekli olarak etkileşime girebilen, yaşayan bir mimarlığın ise pratikte olabilmesi için öncelikle tahayyül edilebilmesi ve bu düşünceye izin verebilen çeşitli ortamlarda test edilmesi, denenmesi gereklidir. Bu anlamda hesaplamalı tasarım yaklaşımının ve hesaplamalı tasarım araçlarının mimari tasarım düşüncesine entegre olması oldukça önemlidir. Ancak, bilgisayar destekli tasarımın temel amacının tasarımcıyı bazı tekrar eden, zaman harcayan görevlerden kurtarmak olduğu görülse de yapılan bir çalışmada (Dorta vd., 2016) görüldüğü üzere, bilgisayar destekli tasarım araçları tasarımcıların tasarımın erken aşamalarına daha az zaman ayırmasına ve ölçek kavramının yitirilmesine sebep olur. Ancak bu noktada, elbette kullanılan mecranın tasarımcının düşünme yapısına etki ettiğini göz önünde bulundurmalıyız. Bu yüzden, yeni bir mimari/tasarımsal sürecin, ortamının üzerinde etkilediği tasarım

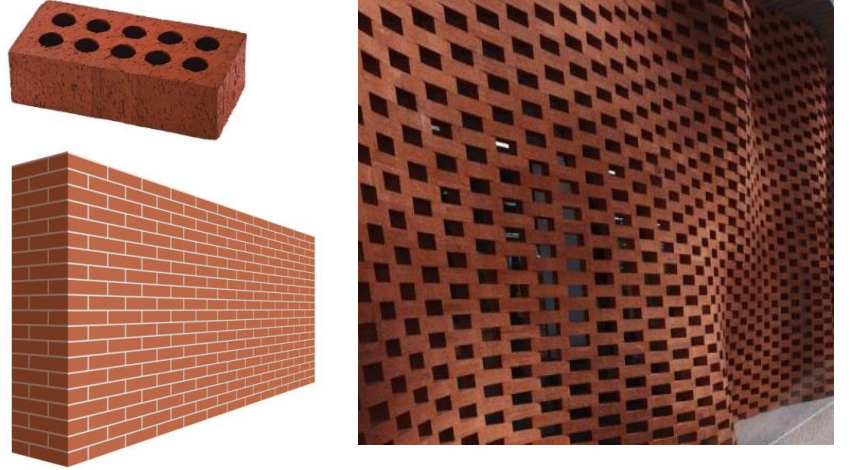
ürününün gerek geliştirme aşamasında gerek sonucunda çok farklı etkileri olacaktır. Bu yüzden hesaplamalı tasarım araçlarının tasarım stüdyolarına dahil edilmesindeki sorunlar iyi anlaşılmalıdır. Hesaplamalı tasarım araçlarının kullanımı tasarımın geliştirilme aşamasında Cross'un belirttiği üzere (2002) sistem yaklaşımını içermeli, tasarım problemi tasarımcının kendi bakış açısına göre çerçevelenmeli ve "ilk ilke" den hareketle tasarlanmalıdır. Ancak bu şekilde, Schön'ün değinmiş olduğu (1983) tasarıma içkin olan dönüşlülüğe (*reflective*) ulaşılabilir. Aksi takdirde, tasarımcı, kullandığı hesaplamalı tasarım aracına ve tasarım sürecine uzaklaşacaktır. Singh ve Gu'nun değindiği üzere (2011), bilgisayar araçlarının desteği ile oluşturulan karışık simülasyonlar ve hesaplama sistemleri, insan tasarımcının düşüncesinin ötesinde komplekslikler sunarak tasarım sürecini besleyebilir. Bu sayede gerek hesaplamalı tasarım araçları gerek analog hesaplama sistemleri Terzidis'in (2006) belirttiği şekilde tasarıma katkı sağlayan bir düşünme yöntemi olarak tasarım süreçlerini çeşitlendirecektir.

Yapılar, içerisinde bulunduğu çevreyle etkileşime girmektedir. Bu etkileşim, binalarda ısıtma ve soğutma gibi istekleri karşılama konusunda zorluklar yaratabilir. Mevsimlere göre bina içerisinde istenilen atmosferi yaratabilmek için harcanması gereken enerji miktarı değişebilir; örneğin içinde bulunulan iklime göre değişmekle birlikte yazları binayı soğutmak için harcanan enerji, kışın binayı ısıtmak için gereken enerjiden fazladır (Prieto vd., 2017). Aktif sistemler ile binanın içerisinde istenilen sıcaklığa erişmek mümkün olsa da böylesi bir çaba kaynak verimliliği anlamında sürdürülebilir değildir. Aktif sistemlerin yüksek yapılarda istenilen iç atmosfer koşullarına daha da zor ulaştığı bilinmektedir. Özellikle, Birleşmiş Devletler'in öngörüsüne göre 2050 yılında toplam dünya nüfusunun %68'inin kentlerde yaşayacağı düşünülürse, kent ortamlarında bulunması gereken binaların aktif sistemleri olabildiğince az kullanan, çevresiyle uyumlu binalar olması gerektiği düşünülebilir.

Çalışmanın alt yapısını felsefe tarihinde üzerinde durulan çokluk (*multiplicity*) ve çoğulluk (*plurality*) kavramları üzerinden inceleyecek olursak; çokluk, özellikle Gilles Deleuze'ün felsefesinde önemli bir yer almaktadır. Filozof Jonathan Roffe tarafından Deleuze'ün Çokluk kavramı, en temel anlamda, birliğe gönderme yapmayan karmaşık bir yapı olarak tanımlanır (Başaran, I., 2017). Çoğulluk ise çokluğun aksine; özdeş, benzer parçaların bir araya getirdiği homojen ve hiyerarşik

olmayan bir yapılanma olarak tanımlanabilir. Çokluk ve Çoğulluk kavramlarını örnek üzerinde inceleyecek olursak; çoğulluğu, tuğladan örülmüş bir duvar üzerinden düşünebiliriz. Bu duvar, içerisinde kendisini sürekli olarak tekrar eden tuğla temel ünitelerinden oluşmaktadır. Tuğlaların bir araya gelme yöntemleri de birbirleri arasında hiç boşluk kalmayana dek yaklaşmalarıyla sürekli olarak tekrarlanmaktadır. Dolayısıyla çoğulluğu oluşturan, sadece yapıyı oluşturan nesnelere bağlantılı değildir, buna ek olarak nesnelere bir araya gelme biçimleri de önemlidir (Şekil 1). Çalışmada, çoğulluktan çokluğa nasıl gidebileceği araştırılmış, bu değişimin mekânsal üretime nasıl izin verebileceği incelenmiştir. Mekân kurgusunda negatif alan kullanımına yönelik denemeler yapılmış ve bu sayede “boşluk” tasarlanarak temel ünitelerin aralarındaki ilişki değişikliğine odaklanılmıştır.

Şekil 1: Temel ünite olarak tuğla (Sol Üst), çoğulluk kavramı olarak tuğlaların bir araya gelmesiyle oluşan duvar formasyonu (Sol Alt) ve Negatif alanın da tasarlanmasıyla çokluk kavramına geçiş (Sağ – Görsel: <https://hayriatak.com/>). (Brick as the basic unit (Top Left), the wall formation by the combination of bricks as the concept of plurality (Bottom Left) and the transition to the concept of multiplicity by designing the negative area (Right))



Çalışmanın amacı; şehir ortamında bulunan yüksek yapıların hesaplamalı tasarım araçları ve evrimsel yaklaşımlar kullanılarak; binanın kat yüksekliği ve toplam yapı alanını sabit tutmaya çalışırken, belirli bir zaman diliminde çeşitli çevre etkileri (güneş ışığı, rüzgâr yönü) ile etkileşim halinde olan ve bu etkileşimlere göre optimum bina formasyonunu oluşturmaya çalışan, sürekli devinim içerisinde olan kinetik bir yapı tasarım önerisi geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu sayede proje binayı yıl içerisinde ısıtmak ve soğutmak için gereken aktif sistemlere harcanan enerjiyi azaltarak uzun vadede daha sürdürülebilir bir sistem önerisi getirmeyi amaçlamaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (LITERATURE RESEARCH)

Çalışmada yüksek yapılı bir binanın yıl içerisindeki belirli zaman dilimlerinde, çeşitli çevresel veriler doğrultusunda yeniden kurgulanması söz konusudur. Projede kinetik yapı tasarımını oluşturmak için söz konusu olan çevresel veriler hesaplamalı tasarım araçlarına aktarılabilir. Çalışmanın kapsamı gereği nicelleştirmeye izin veren projede, hesaplamalı tasarım bağlamında genetik algoritmaların kullanılması düşünülmüştür. Literatür araştırması için kinetik yapı tasarımları ve genetik algoritmalar üzerinde durulmuştur.

2.1. Kinetik Mimarlık (Kinetic Architecture)

Çalışmada önerilen yapının çevresiyle etkileşime girebilmesi ve aldığı çevresel veriler doğrultusunda değişimi ön görüldüğünden kinetik mimarlık yaklaşımından faydalanılması uygun bulunmuştur. Kinetik mimarlık, genel olarak değişken hareketliliğe, konuma ve/veya geometriye sahip binalar ve/veya bina bileşenleri olarak tanımlanır (Fox, 2003). Çalışmada önerilen sistem ise, değişken geometriye sahip bina olarak sınıflandırılabilir.

Çok işlevli binalara olan acil ihtiyaç ve aynı zamanda çevreyi koruma ve çevreye saygı duyma zorunluluğu nedeniyle kinetik yapılara olan talepler hızla artmıştır (Maziar, 2010). Çevresel verilere cevap vererek yaşayan bir organizma gibi davranabilen kinetik yapı, bu yaklaşımıyla aktif havalandırmaya duyulan enerji gereksinimini azaltarak güncel mimarlık literatüründe önemli bir yer edinmiş kavramlardan biri olan sürdürülebilirliği destekler. Hareket mekanizmalarına sahip bir bina, binalardaki enerji tüketiminin azaltılmasına önemli bir katkı sağlayabilir ve iç konfor seviyelerinin korunmasına ve iyileştirilmesine yardımcı olabilir (Ghamari ve Asafi, 2010). Kinetik mimarlığın modern anlamıyla başlangıcı 1930'larda Verona, İtalya'da inşa edilen Villa Girasole'ye kadar dayandırılabilir (İlerisoy ve Başeğmez, 2018). Ancak kinetik mimarlık, mevcut teknolojiyle yakından ilişkilidir ve önerilen sistemin hayata geçebilmesi ve sürdürülebilmesi için bakım masrafları, onarım, mekanizmaya özgü dinamikler iyi hesaplanmalı ve düşünülmelidir. 1987'de Paris'te Jean Nouvel tarafından tasarlanan Arap Enstitü Binası, sadece cephe elemanı olmasına rağmen, inşa edildikten bir süre sonra bakım masraflarının yüksek olması dolayısıyla kullanılamamıştır. Ancak teknolojinin gelişimiyle birlikte, kinetik mimarlıktaki ürünlerin inşa, bakım ve onarım masrafları azaltılabilir ve uzun vadede kullanılabilir.

şekilde tasarlanabilir. Örneğin, 2012 yılında AHR tarafından Dubai’de tasarlanan Al Bahar Kulesi’nin cephe elemanları çevresel verilere göre açılıp kapanma hareketini sergilemektedirler. Dolayısıyla, kinetik mimarlıkta önerilen sistemlerin yıllar içerisinde teknolojinin de gelişmesiyle birlikte enerji verimliliği açısından çok daha sürdürülebilir olması ve binanın çevresiyle etkileşimini sağlayan sistemlerin geliştirilmesi mümkündür.

Bina ölçeğinde kinetik mimarlık örnekleri incelendiğinde, cephe ölçeğinde tasarlanan örneklerden sayıca az olmasının nedenlerinden en önemlisi, daha gelişmiş bir teknolojiye gerek duymasıdır. Örnek olarak gösterilen projeler, çalışmada üzerinde çalışılan kütlelerin ölçülerine uyumlu olmasından dolayı seçilmiştir. Çalışma temelinde önem arz eden projelerden biri 2009 yılında dRMM tarafından tasarlanan Sliding House’tur. Yapı, sürgülü bir mekanizmaya sahiptir ve raylar üzerinde hareket eden kütle 28 metre uzunluğunda ve elli ton ağırlığındadır. Bu hareketli parça, hareket ederek binanın aldığı ısıyı arttırıp azaltabilir ve iç mekânın atmosferini değiştirebilir. Bir başka örnek ise Diller Scofidio + Renfro’nun 2019 yılında tasarladıkları “The Shed, a Center for the Arts” isimli New York’ta konumlanan projesidir (**Şekil 2**). Bu projede farklı işlevleri sağlamak amacıyla binanın sahip olduğu hareketli kabuk, 37 metre yüksekliğindedir. The Shed’in çerçevesi çelikten ve etilen tetrafloroetilen (ETFE) adı verilen güçlü ve hafif Teflon bazlı polimerden yapılmıştır. Bu proje, sürdürülebilirlik anlamında önemli sertifikalardan biri olan LEEDSilver’ı almak için tasarlanmıştır ve kinetik kabuğun sahip olduğu 56.000 metreküp havanın sadece %30’u için yapay havalandırma gereklidir (archdaily.com).

Şekil 2: (Solda) DS + R tasarımı “the Shed” (Sağda) dRMM tasarımı “Sliding House”.
(Görsel: www.archdaily.com)
(Left) “the Shed” by DS + R.
(Right) “Sliding House” by dRMM.



2.2. Genetik Algoritmalar

Çalışmanın simülasyonunu gerçekleştirmek amacıyla, istenilen tasarım amacına ve bina kütle oluşumunu tanımlayan parametrelere bağlı olarak genetik algoritmaların üretiminden yararlanılması uygun bulunmuştur.

1970'lerde John Holland tarafından geliştirilen Genetik Algoritmalar (GA), evrimsel algoritmanın dört alt türünden en yaygın kullanılanıdır (Holland, 1975). Eğer Bentley (1999)'in belirttiği üzere, en başarılı, kompleks ve yaratıcı tasarımların, doğanın oluşturduklarıysa, bu durumda kullanılan yöntemi (Deleuze'ün tabiriyle mühendislik şemasını) insanlar tarafından tasarlanan sistemleri üretmek için de

kullanabilmeliyiz. Genetik algoritmalar, konvansiyonel tasarımda görülen süreçleri ve tasarımcıyı beslemesi bağlamında tasarıma yeni bir boyut ve yeni bir düşünce yapısı kazandırmıştır. Genetik algoritmalarda, evrimsel süreçte görüldüğü gibi uygunluk fonksiyonu üzerinden seçim vardır. Bu noktada en uygun hayatta kalanın belirlenebilmesi için iki olay gereklidir. Bunlardan biri popülasyon içerisindeki çeşitliliği sağlayan modifikasyon ve popülasyon içerisindeki ortalama kaliteyi, niteliği arttıran seleksiyondur. Genetik algoritmalarda, Simon'un tanımladığı (1973) şekliyle iyi tanımlanmış ve iyi tanımlanmamış süreçler üzerinden, mimarlık gibi iyi tanımlanmış (*well-defined*) olmayan süreçlerde arama ve faydalanma dengesi çok önemlidir. Ayrıca genetik algoritmaların düzgün işleyebilmesi açısından belirli bir jenerasyon üretimi de gerekmektedir. Genetik algoritmalar ve evrimsel hesaplamalar, hem çoklu hedefli problemlere (*multi-objective problems*) çözüm üretirken arama uzayını (*search space*) tarama yönünden verimli olması nedeniyle hem de önyargılı olmadığı için yeni alternatifler geliştirebilme konusunda verimli sonuçlar elde edeceği için tasarımda kullanımı önemlidir (Estkowski, 2013). Bu sebeplerden dolayı çalışmada genetik algoritmalar kullanılması uygun bulunmuştur.

Yukarıda belirtildiği üzere çalışmada kullanılması öngörülen yapının, içerisinde bulunduğu zaman dilimine göre, almaya veya kaçınmaya çalıştığı rüzgâr ve güneş ışığı parametrelerinin aslında her ikisi de yapının yüzey alanıyla ilişkilidir. Çalışmanın içeriğine bağlı olarak çok hedefli genetik algoritmalarda optimum çözüm önerileri geliştirebilen Pareto optimum kavramlarıyla ilişkili olan NSGA-II algoritmasını (Deb. K. Vd., 2002.) kullanan bir evrimsel yaklaşım eklentisi olan Wallacei eklentisi kullanılmıştır. Güneş analizi ve rüzgâr analizi doğrultusunda ise Rhinoceros Grasshopper eklentisine bağlı Ladybug programı kullanılmıştır.

Literatür taraması yapıldığında karşılaşılan genel eksikliğin kinetik binalara ilişkin uygulamaların pratikte kaldığı, akademik anlamda üzerinde yeterince çalışılmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kinetik sistemlerinin yüksek katlı yapılarda çoğunlukla cephe elemanı üzerinde tanımlanması, yani bu hareketin iki boyutta kaldığı, üç boyutlu mimari objelerin de çevreye duyarlı olacak şekilde kütleli değişimi sağlamadıkları gözlemlenmiştir. Çalışmanın çıktısının mevcut yapının çevresel etkileşime daha uyumlu alternatifi olarak üretilmesi önemlidir ve önerilen yapının sene içerisindeki değişimini çevresel verilere bağlaması yönünden hesaplamalı tasarım araçlarını sürece dahil eder.

Çalışmada genetik algoritmalar ve çevresel etkilerle yapının etkileşimi üzerinden mevcut bir yapı seçilerek çalışılması düşünülmüştür.

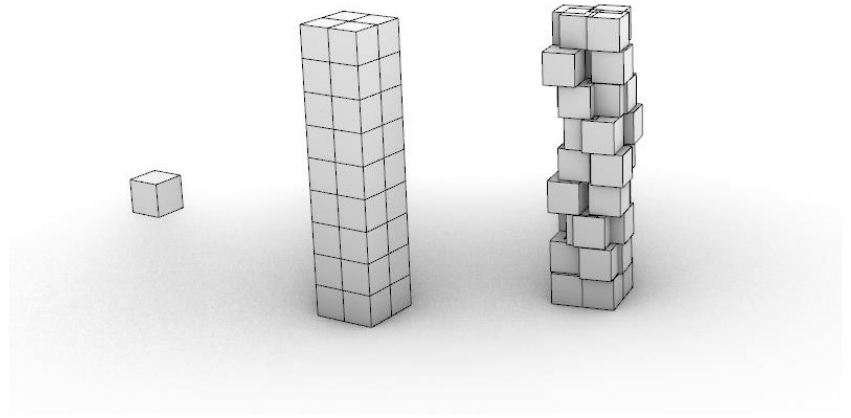
3. YÖNTEM VE KAPSAM (METHOD AND SCOPE)

Çalışma kapsamında yüksek yapıların sene içerisinde; çevredeki yapılar, güneş ışığı ve rüzgâr gibi çevresel etkiler kullanılarak bina kütlelerini tasarlayabilecek bir yöntem önerilmiştir. Yöntemde çeşitli çevresel veriler doğrultusunda tanımlanan parametre seti içerisindeki optimum sonuca ulaşabilmek amacıyla genetik algoritmalar kullanılmıştır. Çalışma, halihazırda var olan bir bina üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın son aşamasında ise, üretilen kütleler ile var olan binanın belirlenen uygunluk değerlerine göre karşılaştırılması yapılmıştır.

Genetik algoritmalar, girdilerin tanımlandığı ve çalışması için tanımlanan parametrelerin belirli sayı aralıklarında değiştiği genler ve uygunluk fonksiyonundan/fonksiyonlarından (fitness function) oluşmaktadır. Aşağıda, ilk olarak çalışmada kullanılan genler tanımlanacak, ardından uygunluk fonksiyonlarından bahsedilecektir.

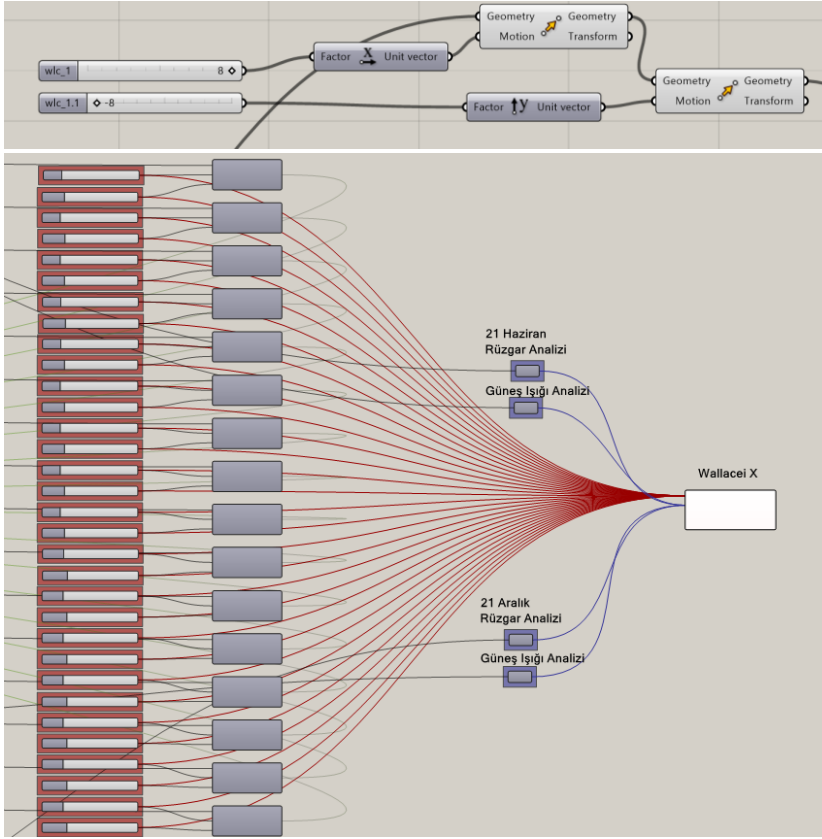
Çalışma kapsamında genleri tanımlarken göz önünde bulundurulmuş en önemli veri binanın yıl içerisindeki değişimine uyum sağlamasının çoğulluktan çoklukta geçiş üzerinden sağlanmasıdır. Bunun yanı sıra yıl içerisinde farklı formlara dönüşecek binanın strüktürel olarak bu dönüşümü destekleyebilmesi bilinciyle hareket edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında üzerinde çalışılacak arazi ve yapı seçilerek modellenmesi yapılmıştır. İkinci aşamada orijinal yapı çoğulluk kavramını karşılayacak şekilde 25*25*25'lik eş hacimlere bölünmüştür. **Şekil 3**; orijinal yapının temel ünitelere bölünmesini ve ünitelerin orijinal yapıyla çoğulluk kavramı üzerinden okunmasından, üretilen yapıyla temel ünitelerin aralarındaki ilişkilerin değiştirilmesiyle negatif alanların da tasarıma dahil olduğu çokluk aşamasına geçişini göstermektedir.

Şekil 3: Temel Birimlerin (Sol) çoğaltılmasıyla elde edilen orijinal yapı (Orta) ve aynı birimlerin kullanılmasıyla çokluğa geçişe izin veren yapı önerisi (Sağ).
(The original structure (Middle) obtained by duplicating the Basic Units (Left) and the proposed structure allowing the transition to multiplicity using the same units (Right))



Tanımlanan temel ünitelerin birbirleriyle ilişkilerinin yeniden tanımlandığı bu aşama çoğulluktan çokluğa geçiş sürecinin denemesinin yapıldığı kısımdır. Tanımlanan parametre setlerine istenilen çevresel verileri de dahil ederek ilk genetik algoritma çalıştırılmıştır. Örnek seçilen binayı aktif havalandırma sistemlerine olan ihtiyacı azaltması yönüyle geliştirme amacı taşıyan bu çalışma, örnek binanın taban alanını, toplam yapı alanını, çevresindeki binalarla ve sokakla olan topolojik ilişkisini korumaya özen gösterilmiştir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında ise yapılan ilk iş, ikinci aşamada tanımlanan temel ünitelerin üzerine gelen çevresel verilerin analiziyle, çevresel etkilere en yoğun maruz kalan birimleri bulmaktır. Seçilen birimler ilk aşamadakine benzer şekilde tekrardan daha küçük parçalara bölünerek alt birimlere ayrılmış, bu alt birimler hareketli parçalar olacak şekilde kurgulanmıştır. Genetik algoritmalar yardımıyla binanın hareketli parçaları yıl içerisinde verilen tarihlere bağlı olacak şekilde değişmesi simüle edilmiştir. Grasshopper kullanılarak oluşturulan parametreler **Şekil 4**'te görülmektedir. Belirlenen parametreler için tanımlanan sayısal aralıklar, kullanılan genetik algoritma tarafından denenerek istenilen hedeflere ulaşmaya çalışılmaktadır. Çalışmada çevresel verileri simüle ederken, yıl içerisinde güneş ışınlarının en dik ve en yatay açıyla gelmeleri sebebiyle 21 Haziran ve 21 Aralık tarihleri kullanılmıştır.



Şekil 4: Grasshopper üzerinden belirlenen parametrelerin gösterimi (Display of parameters determined via Grasshopper)

Şekil 5: Wallacei Genetik Algoritmasına tanımlanan Genler ve Uygunluk Fonksiyonları (Genes and Fitness Functions identified in Wallacei Genetic Algorithm)

Çalışma açısından önem arz eden bir diğer tanımlama ise uygunluk fonksiyonudur. Uygunluk fonksiyonunu belirlerken, kullanılacak olan genetik algoritma önemlidir. Fonksiyonlar, optimum sonuca erişebilmek adına birbirini dengelemeli, ancak tamamen birbirine paralel ya da tamamen zıt olmamalıdır. Bu sebeple çalışma yönteminde, aynı parametreyi farklı doğrultularda manipüle etmeye çalışan iki farklı uygunluk fonksiyonu belirlenmiştir. Bu uygunluk fonksiyonları G (Güneş ışığı) ve R (Rüzgâr) olarak adlandırılmıştır. Bu çalışma kapsamında gün ışığı ve rüzgâr gibi çevresel veriler Ladybug eklentisinden elde edilmektedir. İlk uygunluk fonksiyonu olan G, binanın aldığı güneş ışınımını belirtmektedir. Sonucu etkileyebilecek bir diğer veri olan civar binaların verileri ve üç boyutlu modellemesi Cadmapper isimli siteden alınmıştır. G uygunluk fonksiyonunda, girdi olarak belirlenen tarih oldukça önemlidir ve buna göre bina, sahip olduğu yüzey alanını arttırmak veya azaltmak isteyebilir. G uygunluk fonksiyonu, projenin amacında değinilen, bina içerisindeki aktif sistemlerin enerji tüketimini azaltmak amacıyla seçilmiştir. Diğer uygunluk fonksiyonu olan R de G gibi binanın yüzey alanıyla ilişkilidir ancak G'nin arttırmaya çalıştığı yüzey alanını azaltmaya, G'nin azaltmaya çalıştığı yüzey alanını ise

arttırmaya çalışır. G'ye benzer şekilde R uygunluk fonksiyonu da belirlenen tarihe göre değişiklik göstermektedir.

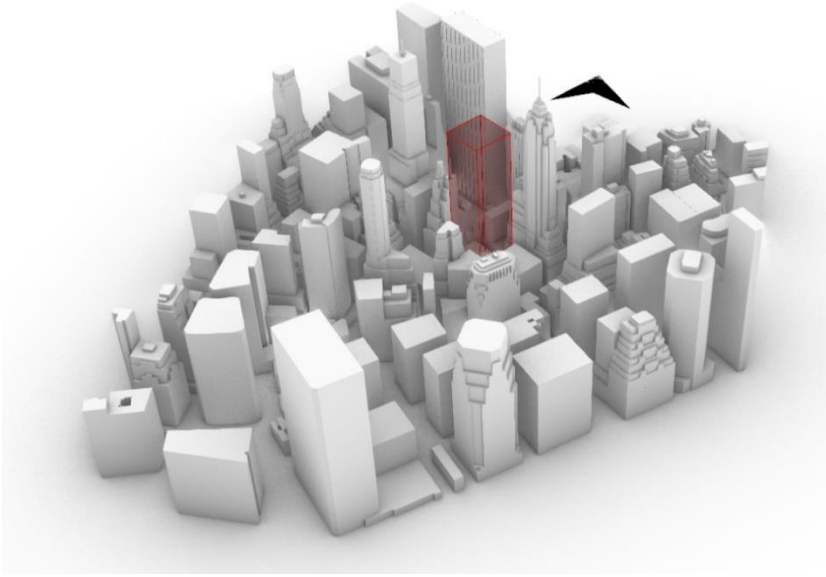
Genetik algoritmalarla simülasyonların gerçekleştiği aşamalarda, istenilen uygunluk fonksiyonlarını birlikte çözebilmek adına çok hedefli bir genetik algoritma türü olan Wallacei eklentisi kullanılmıştır. **Şekil 5'**te Wallacei eklentisi çalışmanın ikinci aşamasında kullanılan haliyle gösterilmiştir. Evrimsel simülasyon başlatılmadan önce program ara yüzünde tasarımcı, jenerasyon sayısını ve her jenerasyonda yer alacak birey sayısını seçebilmektedir. Ayrıca tasarımcı, genetik algoritmalar tür içerisindeki çeşitliliği sağlamak açısından çaprazlama olasılığı (*crossover probability*) ve mutasyon olasılığı (*mutation probability*) değerlerini seçebilmektedir. Algoritmanın verimli çalışabilmesi için üretilecek toplam popülasyon daha uygun çözümlere erişebilmek ve hesaplamayı gereksiz uzun sürdürmemek adına ne çok dar ne de çok geniş olmalıdır. Simülasyon, tanımlanan parametreler içerisinde rastgele genlerle başlar ve bu genleri değer aralığında kalacak şekilde değiştirerek önceden tanımlanan uygunluk fonksiyonlarına ulaştırmaya çalışır. Simülasyon sonucunda elde edilen değerlerle (genotip) ortaya çıkan yapı modeli (fenotip) üzerinden uygunluk fonksiyonlarına uyumları nicel olarak test edilebilir ve türetilen form öncesindeki bina formu ile karşılaştırmalar yapılabilir.

4. VAKA ANALİZİ (CASE ANALYSIS)

Projenin temel yaklaşımı, üzerinde çalışılan binanın tanımlanan zaman dilimlerine bağlı olarak, güneş ışığı ve rüzgâr gibi dış etkiler doğrultusunda gerçekleşen optimum form arayışı olarak tanımlanabilir. Simülasyonlar hem güneş ışığını göz önünde bulundurarak hem de binanın aldığı rüzgâra göre yapılmıştır. Bu verilere ulaşmak ve analizi gerçekleştirmek amacıyla Ladybug, optimizasyon süreci içinse çok hedefli genetik algoritma olan Wallacei eklentisi ile simülasyonlar tamamlanmıştır. 21 Haziran için binanın aldığı güneş ışığını minimize ederken aldığı rüzgârı maksimize eden, 21 Aralık için ise binanın aldığı güneş ışığını minimize ederken aldığı rüzgârı maksimize eden uygunluk fonksiyonu tanımına göre simülasyon ilerletilmiştir. Bu yaklaşımı gerçekleştirebilmek adına çalışma üç kısma bölünmüştür.

4.1. Cadmapper (Cardmapper)

Çalışmanın ilk aşamasında Rhinoceros programı üzerinden çalışabilmek adına Cadmapper sitesi seçilmiştir. Cadmapper sitesi, dünya üzerinde seçilen herhangi bir bölgeyi, açık kaynaklı OpenStreetMap, NASA ve USGSO verilerini kullanarak üç boyutlu modellemesini çıkartan ve DXF formatına dönüştürebilen HTML tabanlı bir programdır (<https://cadmapper.com/>). Cadmapper sitesi üzerinde Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan New York şehrinin Lower Manhattan bölgesinin 1km² alanı üzerinde çalışılması düşünülmüştür (Şekil 6).



Şekil 6: Cadmapper üzerinden alınan verilerle Rhinoceros üzerinde alanın modellemesi ve (Ortada) Vaka Analizi için belirlenen yapı
(Modeling of the area on Rhinoceros with the data received from Cadmapper and the structure determined (Middle) for the Case Analysis.)

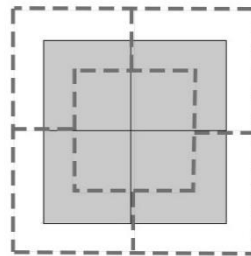
Cadmapper üzerinden alınan verinin Rhinoceros programında modellemesini göstermektedir. Cadmapper üzerinden haritalandırma kısmındaki seçeneklerde topografyanın halihazırda çok az olan eğim farkları göz ardı edilmiştir. Ayrıca yolların genişliğini modellemek için yapılan ayarlamalarda otoyollar için 8 metre, ana yollar 6 metre, yan yollar 4 metre, patikalar ise 2 metre genişliği esas alınmıştır. Proje açısından New York şehrinin seçilmesinin sebebi, projenin konusunu oluşturan yüksek katlı yapılar açısından verimli olması, Cadmapper sitesi üzerinden üç boyutlu şehir modellerine rahat erişim sağlanabilmesi, istenilen çevresel verilere rahat ulaşılabilmesi, arazinin düz olması gibi özellikler sıralanabilir. Bunun haricinde çalışmanın ana konusunu oluşturan rüzgâr ve güneş ışığı analizini kullanabilmek adına civar binaların proje için seçilen binaya olan etkisini göz önünde bulundurulması düşünülmüştür. Projede Lower Manhattan

bölgesindeki gökdelenler arasından ise, kat yüksekliğinin civardaki yüksek katlı binalara göre çalışma açısından uygun bir yüksekliğe sahip olmasının (civardaki binalarla kıyaslandığında ortalama bir yüksekliğe sahip olması nedeniyle) yanı sıra formasyon olarak daha yekpare ve detaysız olması gerekçesiyle 68 Wall Street üzerinde bulunan Deutsche Bank binası seçilmiştir. Mevcut bir yüksek katlı bina üzerinde çalışılmasında ise Genetik Algoritmalar Kullanılarak Güneş Işınımı ve Gölgeye Göre Optimal Yüksek Yapı Form Önerileri Üretilmesi çalışması ilham vermiştir (Saltık, E, 2021). Örnek olarak seçilen binanın taban alanı 50*50 metre genişliğindedir. Yapının yüksekliği ise 225 metredir. Özellikle sıcak ve nemli iklimlerde bulunan yapılarda ısıtma ve soğutma giderleri ve enerji tüketimi büyük bir yük oluşturmaktadır (Lima v.d., 2019). Dünya iklim kuşağına baktığımızda New York bölgesinin de bu iklim tipinde bulunması çalışma açısından önemlidir ve lokasyon seçiminde göz önünde bulundurulmuştur. Çalışmada 68 Wall Street üzerinde bulunan Deutsche Bank binasının toplam kat alanını ve yapılı çevreyle olan ilişkisi muhafaza edilmeye çalışılmıştır.

4.2. Temel Üniteler (Main Units)

Çalışmanın ikinci aşamasında orijinal yapının yerine, belirlenen parametreler doğrultusunda alternatif oluşturabilecek sabit bir yapı formasyonu önerilmiştir. Bu sebeple orijinal yapı 32 alt parçaya bölünmüştür. Ancak ağırlık merkezinin korunması, yüksek katlı yapılarda önemli olduğundan yapının sadece üst yarısındaki 16 parça üzerinde çalışılmış, parçaların tanımlanan parametre setleri içerisindeki hareketine bağlı olarak yapının alt yarısındaki kütle formasyonu belirlenmiştir. Üzerinde çalışılan 16 parçanın her biri x ve y eksenlerinde 8 metreye kadar

Şekil 7: Temel Ünitelerin plan düzlemindeki hareket bulutunu gösteren diagram (Sol) ve Genetik Algoritmayla üretilen Sabit Alternatif Yapı Önerisi (Sağ).
(Diagram showing the motion cloud of the Basic Units in plan view (Left) and Stable Alternative Structure Proposal produced by Genetic Algorithm (Right))



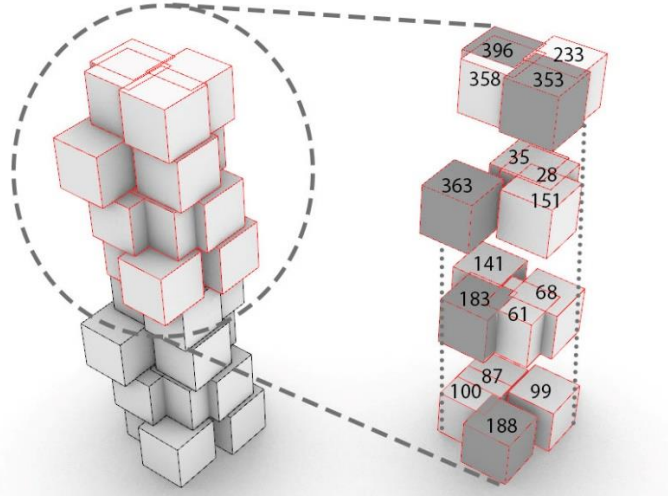
dışarı çıkabilecek, 8 metreye kadar içeri girebilecek şekilde tanımlanmıştır (**Şekil 7**).

Bu aşamada alternatifi oluşturmak için çevresel verilerden yararlanıldığından, binanın aldığı güneş ışınımı uygunluk fonksiyonlarından birini oluşturduğu için zaman dilimlerinden ilki güneşin en dik açıyla geldiği 21 Haziran tarihine aitken, diğer zaman dilimi güneşin en yatay açıyla geldiği 21 Aralık tarihi olarak belirlenmiştir. Bu aşamada optimum forma ulaşmak için 21 Aralık'a ait rüzgâr ve ışık verileri, 21 Haziran'a ait rüzgâr ve ışık verileriyle birleştirilerek Wallacei eklentisine dört ayrı uygunluk fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Yapı kurgulanırken; dinamik parçaların hareketlerinin de enerji harcayacağı göz önünde bulundurulduğundan çalışmada enerji harcayan dinamik parçaların kullanımı minimize etmeye çalışılmış, bunu sağlamak için de yapının büyük bölümünü oluşturan temel üniteler sabit olarak tasarlanmıştır.

4.3. Alt Parçalar (Lower Segments)

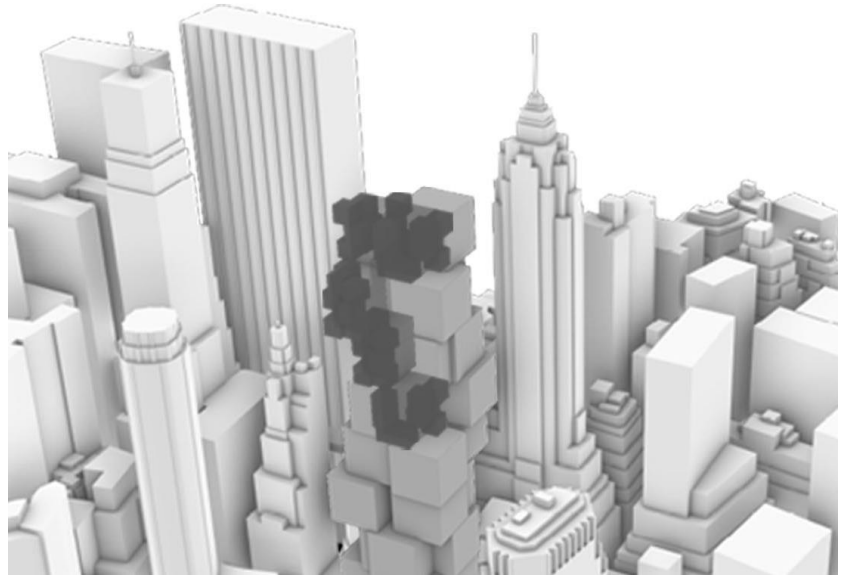
Çalışmanın üçüncü aşamasında; ilk olarak ikinci aşamada tanımlanan temel ünitelerin üzerine gelen çevresel verilerin analiziyle, çevresel etkilere en yoğun maruz kalan birimleri bulunmuştur. Ancak yapının en üst katındaki 2 temel ünitenin yüzey alanları çok azaldığından onlar yerine alt katlardaki üniteler seçilmiştir. Bu aşamada üzerinde çalışılması düşünülen kütleleri belirlemek amacıyla alt birimler Ladybug eklentisi kullanılarak yüzeylere bölünmüş, bu yüzeylerin her birinin belirlenen zaman dilimi içerisinde güneş ışığı ve rüzgâra kaç saat boyunca temas ettikleri hesaplanmıştır. Bu belirlemeyi yaparken hangi temel ünitenin ne kadar süre boyunca (saat cinsinden) çevresel etkilere maruz kaldığı ve hangilerinin alt birimlere dönüştürülmek üzere seçildiği **Şekil 8**'te gösterilmiştir. Şekilde belirtilen sayılar saat cinsinden gösterilmiştir.

Şekil 9: Alt parçaların fonksiyonlarına göre yapı üzerinde dağılımları: dinamik kütleler (koyu gri), çekirdek bölgeler (gri), statik kütle (açık gri). (Distribution of the subparts on the structure according to their functions: dynamic masses (dark grey), core regions (grey), static mass (light grey))



Belirlenen üniteler $3 \times 3 \times 3$ olacak şekilde 27 alt birime bölünmüştür. Her bir ünite içerisindeki 27 parçadan 12'si yapının diğer bölümleriyle bağlantısını sağlamak için sabit bırakılmıştır. Geriye kalan 15 birimden yapının merkezine en uzakta bulunan ve üst üste duran 3 parça da kurgulanan sisteme uyum sağlayamayacağı için çalışma kapsamında çıkarılmıştır. Sonuç olarak geriye kalan 12 parçanın 6 tanesi sabit tutulmuş ancak geriye kalan 6 parça hareketli parçalar olacak şekilde kurgulanmıştır. Alt parçaların fonksiyonlarına göre yapı üzerinde dağılımları **Şekil 9'**de gösterilmiştir.

Şekil 8: Temel ünitelerin üzerine gelen çevresel verilerin analiziyle çevresel etkilere en yoğun maruz kalan alt birimlerin belirlenmesi ve ünitelerin maruz kaldığı toplam çevresel etkilerin saat cinsinden sayısallaştırılması (Determining the sub-units that are most exposed to environmental impacts by analyzing the environmental data on the basic units and digitizing the total environmental impacts of the units in hours.)

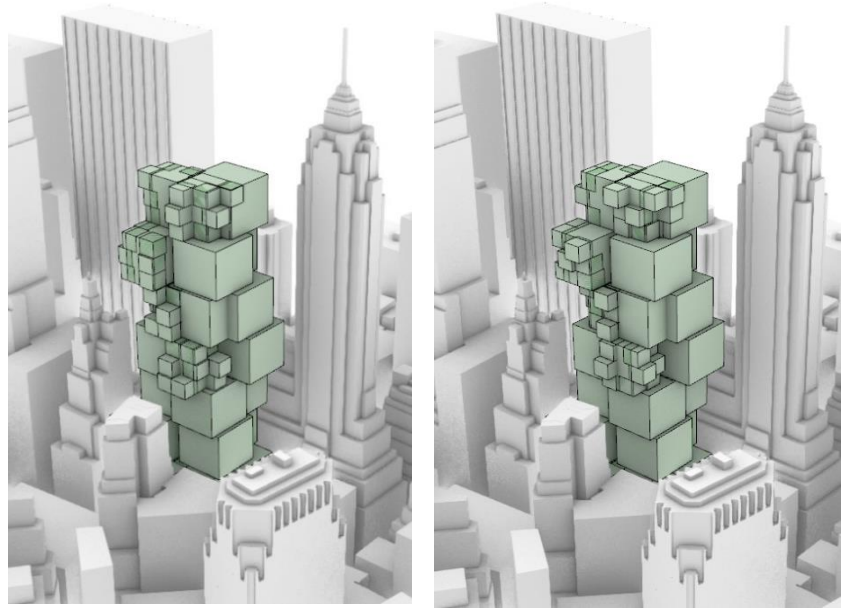


Kinetik mimarlık yaklaşımında, yukarıda kısaca bahsedilen tarihinin gösterdiği üzere, disiplinler arası etkileşim ve güncel teknolojik

gelişmelerin kullanımı oldukça önemlidir. Bu anlamda hareketli parçaların yıl içerisindeki değişimini kurgularken en güncel teknolojiye sahip örnek olan “the Shed” binasındakine benzer sürgülü bir sistem düşünülmüştür. Bu sayede yapıda analiz yardımıyla belirlenen alt parçalar, 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde çevresel verilere bağlı olarak değişmektedir. Her ne kadar kurgulanan sistemin nasıl ve ne kadarlık bir süre zarfında değişeceğinin detaylı analizi bu çalışmanın kapsamı dışında bulunsa da tasarımda ön görülen değişim New York şehrinin yıllık sıcaklık değerlerine bakılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, daha sıcak olan Mayıs-Ekim arasında yapı 21 Haziran için elde edilen verilere göre şekillenecek, Kasım-Nisan ayları arasında da 21 Aralık için elde edilen verilere göre davranacaktır. Yapının değişimi yıllık periyotlarda kurgulanmış olup, benzer sürgülü sistemlerden hareketle bu ölçekteki bir kütle hareketinin bir günden daha az süreceği gözlemlendiğinden, yapının kütleli değişikliğin ekim ayından kasım ayına geçerken ve nisan ayından mayıs ayına geçerken yapılması düşünülmüştür. Elbette, böylesi bir yapının kinetik olarak kurgulanması yapıya bazı esneklikler sağlayabileceği için yapının sene içerisindeki değişimi belirlenen yıl içerisindeki sıcaklık derecesindeki dalgalanmalara bağlı olarak değişmeye olanak sağlar. Ancak buradaki asıl üzerinde durulması gereken nokta böylesi bir yapı kütle değişimini gerçekleştirmek için harcanacak enerji miktarının yapının değiştikten sonra elde edeceği tasarrufa oranıdır. Eğer bu oran birden büyükse, bu durumda bu değişim gerçekleştirilmemelidir. Dolayısıyla yapıdaki değişim daha uzun zaman aralıklarına yayılmalıdır.

Genetik algoritmalar yardımıyla binanın hareketli parçalarının yıl içerisinde verilen tarihlere bağlı olacak şekilde değişmesi simüle edilmiştir. Tanımlanan iki uygunluk fonksiyonunu karşılamak için çok hedefli bir genetik algoritma olan Grasshopper’a uyumlu Wallacei eklentisi kullanılmıştır. Wallacei eklenti ara yüzünde yapılacak bina analizi için 20 jenerasyon üretilmiştir ve her jenerasyon 50 bireyden oluştuğundan toplamda 1000 çözümü içerisinde barındıran bir popülasyon üretilmiştir. Ara yüzde ayrıca yer alan seçeneklerden çaprazlama olasılığı 0,9, mutasyon olasılığı 1/n, çaprazlama ve mutasyon dağılım endeksleri 20, rastgelelik değeri 1 seçilmiştir. Simülasyon sonuçlarında ortaya çıkan formlar **Şekil 10**'da görülmektedir.

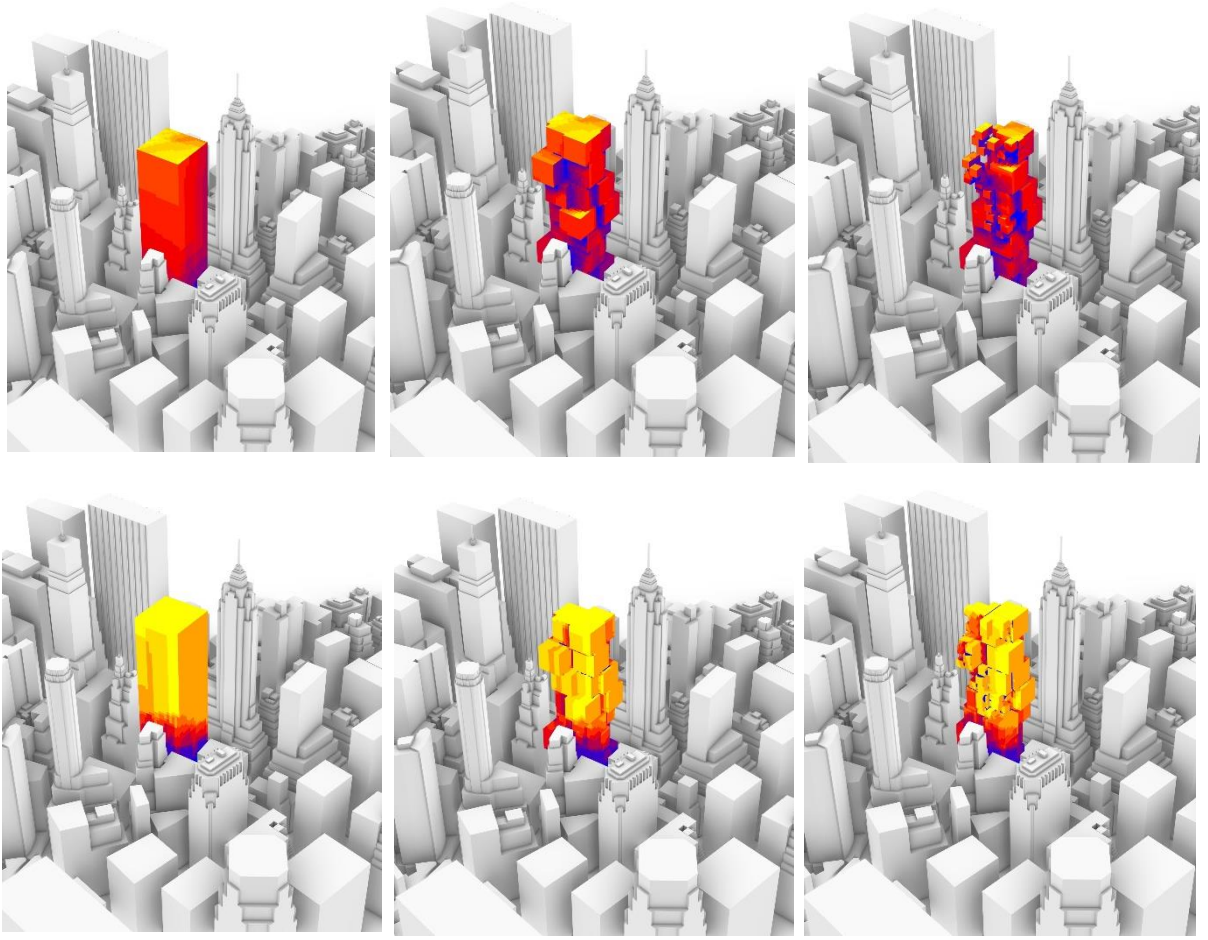
Şekil 10: Üçüncü aşama sonucunda genetik algoritmalar aracılığıyla elde edilen 21 Haziran tarihine ait kütle (Sol) ve 21 Aralık tarihine ait kütle. (The mass of June 21 (Left) and the mass of December 21, obtained through genetic algorithms as a result of the third stage.)



5. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

Çalışmada kullanılan çok hedefli genetik algoritma yazılımı olan Wallacei ara yüzünde, çalışmanın başarılı gerçekleştirilebilmesi için çözüm uzayının ve arama uzayının iyi tanımlanması gereklidir. Üretilen jenerasyon sayısının yüksek seçilmesi durumunda çözüm süresi çok uzayabilir ya da tam tersi durumda jenerasyon sayısı düşük tutulursa uygun sonuçlara ulaşılmadan simülasyon sona erebilir. Çok hedefli algoritma kullanılmasında, uygunluk fonksiyonlarının doğru tanımlanabilmesi çalışma açısından önem arz etmektedir. Fonksiyonlar, optimum sonuca erişebilmek adına birbirini dengelemeli, ancak tamamen birbirine paralel ya da tamamen zıt olmamalıdır. Çalışma yönteminde toplamda üç defa genetik algoritmalarından yararlanılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında bir, üçüncü aşamasında ise iki ayrı zaman dilimi için iki defa simülasyon yapılmıştır. İkinci aşamada temel ünitelerin hareketiyle ilişkili olan dört farklı uygunluk fonksiyonu belirlenmiştir. Üçüncü aşamada iki farklı tarih için farklı simülasyonlar uygulanmış ve belirli bir tarih için iki uygunluk fonksiyonu tanımlanmıştır. Wallacei eklentisi, verilen uygunluk fonksiyonlarını minimize etmeye çalıştığından belirlenen zaman dilimleri için istenilen uygunluk fonksiyonları buna uygun olarak tanımlanmıştır.

Çalışmada, halihazırda var olan binayı geliştirme amacı taşıdığından dolayı üretilen yapı önerisi güneş ışığı ve rüzgâr uygunluk fonksiyonları bağlamında orijinal yapıyla kıyaslanması önemlidir. Ancak bu noktada yapı kütle formasyonu için Grasshopper ve Ladybug üzerinden yapılan tanımlamalarda orijinal yapı, temel üniteler ve alt birimlerin tanımlamalarının türdeş olmadığı gözlemlenmiş, dolayısıyla analiz sonucu istenilen karşılaştırma için anlamlı veri toplanamamıştır. **Şekil 11** belirtilen kütlelerin 21 Haziran ve 21 Aralık için farklı geometri tanımlamalarına bağlı olarak ortaya çıkan simülasyonları göstermektedir. Her ne kadar simülasyon sonuçları görsel olarak istenildiği gibi çalışsa da kütlelerin analizi için kullanılan yöntem göreceliksel olarak istenilen sonuç elde edilememiştir. Hesaplama yönteminde ise tanımlanan geometri Ladybug eklentisi sayesinde eş yüzeylere bölünmüş, bu eş yüzeylerin her birine gün boyunca gelen güneş ışığı/rüzgar saat cinsinden toplayarak yüzey sayısına bölünmüştür. Dolayısıyla binanın yüzeylerinin gün içerisinde aldığı güneş ışığının/rüzgarın ortalaması bulunmuştur. **Şekil 12** çeşitli aşamaların sonucunda yapılan analizlerden elde edilen ortalamaları saat cinsinden göstermektedir.



Şekil 11 (Üst): Çalışmanın farklı aşamalarındaki geometri tanımlamalarına bağlı olarak ortaya çıkan 21 Haziran (Üst sıra) ve 21 Aralık (Alt sıra) tarihlerine ait güneş ışığı simülasyonları (Sunlight simulations of 21 June (Top row) and 21 December (Bottom row) resulting from the geometry definitions at different stages of the study.)

Şekil 12 (Sağ): Çeşitli aşamaların sonucunda yapılan analizlerden elde edilen ortalama değerler (The average values obtained from the analyzes made as a result of various stages.)

21 Haziran 1. aşama	21 Aralık 1. aşama
4.511829	2.565797
21 Haziran 2. aşama	21 Aralık 2. aşama
1.970036	1.348200
21 Haziran 3. aşama	21 Aralık 3. aşama
1.505095	0.871525

Görüldüğü üzere, farklı geometrik tanımlamalar arasında karşılaştırma yapmak çelişik sonuçları beraberinde getirmektedir. Yüz alanı arttıkça yapının güneş gördüğü alan artması gerekirken elde edilen sonuçlar bunu doğrulamamaktadır. Dolayısıyla gelecek çalışmalarda Ladybug eklentisi kullanılarak yapılacak güneş ışığı ve rüzgar analizlerinde daha kompakt formlar üzerinden çalışılması önerilmektedir.

Çalışma kapsamında daha da iyi sonuçlar alabilmek adına daha fazla popülasyon üzerinde çalışılabilir. Özellikle çalışma özelinde parametre aralıkları ve parametrelerin tanımlı olduğu geometrik şekillerin sayıca fazlalığı göz önünde bulundurulursa popülasyonun fazla olması çalışmanın sonuçlarını iyileştirebilir. Buna ek olarak, üzerinde çalışılan yapıya bağlı olan, bina formasyonu özelinde tanımlanan parametreler çeşitlenebilir. Genetik algoritmalarda optimizasyon, başlangıçtaki arama kümesine bağlı olduğundan ve arama kümesi bütün olasılık kümesi içerisinde rastlantısal seçildiğinden, girdiler sabit kalarak simülasyonlar arttırılabilir. Çalışmada yapı analizleri, kütle modellemesi üzerinden yapılmış olup, malzemeye ait veriler kapsam dışı bırakılmıştır. Gelecek çalışmalarda malzeme bilgisi, farklı çevresel veriler gibi verilerin entegrasyonu sağlanabilir. Çalışmada alt birimlerin hareketlerini sağlayacak sürgülü sistemin enerji verimliliği açısından analizi ve teknolojik gereklilikleri üzerinden daha detaylı bir çalışma yürütülebilir. Bütün sayıllara ek olarak, Ladybug eklentisiyle yapılan güneş analizi simülasyonuna girdi olarak verilen zaman aralıkları arttırılarak binanın sene içerisindeki dönüşümü çevresel etkilere daha uygun yanıtı üretecek şekilde çalışma kapsamı genişletilebilir.

Çalışmada, rüzgâr analizi yapmak için kullanılan Butterfly eklentisi, akışkanlar dinamiğini içermesi gerekçesiyle kullanılmış, ancak Butterfly eklentisinden alınan veriler yapı üzerinde sayısal çıktılar vermediğinden genetik algoritmayla optimizasyon süreci gerçekleştirememiştir. Bu anlamda rüzgâr verisini kullanacak ilerleyen çalışmalarda analiz gerçekleştirebilmesi için sayısal veri toplayabilen bir araç kullanılması önerilmektedir. Çalışmada rüzgâr analizini gerçekleştirebilmek adına belirlenen zaman dilimleri için Ladybug eklentisinden elde edilen lokasyona bağımlı rüzgâr verileri Ladybug Sun Analysis komutuna vektör olarak tanımlanmıştır.

Halihazırda var olan yapının toplam yüzey alanı 49800 m²'dir. Ladybug eklentisi kullanılarak Ladybug Direct Sun Hours komutuyla yapılan analizlerde, yapı belirli referans noktalarına bölünmüş ve bu noktaların

gün içerisinde aldıkları toplam güneş ışığı saatleri toplanmış ve referans noktası sayısına bölünmüştür. Bu sayede binanın ortalama olarak gün içerisinde kaç saat güneş ışığı aldığı hesaplanmıştır. İlk olarak hesaplama orijinal yapı üzerinden gerçekleştirilmiş, sonrasında ikinci aşamada üretilen optimum yapı üzerinde analiz gerçekleştirilmiştir. Ancak bu analizde, formu oluştururken yapı daha küçük parçalara bölünüp sonradan bir araya getirildiği için yüzeyleri, orijinal yapı analizindeki gibi tek bir yüzey olarak algılanamamış ve çok daha fazla noktaya böldüğü için analiz başarılı olarak gerçekleştirilememiştir.

6. SONUÇ (CONCLUSION)

Kinetik mimarlık üzerine yapılan incelemeler doğrultusunda, kinetik binalara ilişkin uygulamaların daha çok pratikte kaldığı, akademik anlamda üzerinde yeterince çalışılmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kinetik sistemlerin yüksek katlı yapılarda çoğunlukla cephe elemanı üzerinde tanımlanması, yani bu hareketin iki boyutta kaldığı, üç boyutlu mimari objelerin de çevreye duyarlı olacak şekilde kütsel değişimi sağlamadıkları gözlemlenmiştir. Özellikle enerji verimliliği ve artan kentsel nüfus göz önünde bulundurulduğunda kurgulanan binanın çevresel verilere göre uyum sağlayabilmesi önemlidir. Çalışma, çeşitli çevre etkileri (güneş ışığı, rüzgâr yönü) ile etkileşim halinde olan ve çeşitli dönüşümlerle farklı formlar oluşturan, sürekli devinim içerisinde olan kinetik bir yapı sistemi üretimini hedeflemiştir. Evrimsel algoritmalar ve üretken sistemlerin sürece dahil edilmesiyle birlikte son derece karmaşık olan hesaplama süreleri kısaltılarak çalışmanın zenginleşmesine katkı sağlanmıştır. Ancak Bulgular ve Tartışma bölümünde değinildiği üzere, Grasshopper ve Ladybug eklentileri kullanılarak yapılan güneş analizi ve rüzgâr analizlerinde benzer geometri tanımlamaları için her ne kadar tutarlı sonuçlar verse de benzer olmayan geometri tanımlamalarına (çalışmanın farklı aşamalarında elde edilen geometriler gibi) karşı büyük farklılıklar gösterdiği için yapılan karşılaştırma sonuçları tatmin edici bulunmamıştır. Bu sebeple halihazırda var olan yapılar üzerinden karşılaştırmalı bir çalışma yapılmak isteniyorsa daha kompakt geometriler üzerinde çalışılması tavsiye edilmektedir.

Çalışmada tasarım stüdyolarında kinetik mimarlığın ve hesaplamalı tasarımın filizlenebilmesi amacıyla hareket edilmeye çalışılmıştır. Hesaplamalı tasarım yaklaşımının ve hesaplamalı tasarım araçlarının

mimari tasarım düşüncesine entegresi, güncel sorunlar üzerine yeni yaklaşımlar getirebilir. Çağdaş vd.'nin belirttiği üzere (2015), insan ve makine birlikteliği tasarım bağlamında yeni potansiyeller sunabilir ve imkanlar verebilirken, en etkili üretim sürecine bu kombinasyonla ulaşılabilir. Tasarım stüdyolarında böylesi bir kombinasyon imkanının öğrenilmesi, çeşitli araçlar sayesinde test edilmesi ve uygulanması tasarımcıya yeni bir tasarım üretme imkânı sağlaması açısından çok önemli olacaktır. Çalışmada sunulan yöntemin ve kapsamın kolay erişilebilir olması ve temel bir sorun üzerine odaklanması, önerilen sistemin mevcut durumla üretilen durumun karşılaştırılarak tasarım stüdyolarına kolay uygulanabilecek hesaplamalı tasarım düşüncesini tanıtmının yanı sıra, önerilen sistemin pratikteki kullanımını göstermesi açısından önemli bulunmuştur. Hesaplamalı tasarım araçlarının stüdyo ortamına aktarılması; tasarımcıların hesaplamalı tasarım araçlarının aslında tasarımın dönüşlü yapısını desteklediğini keşfederek tasarım araçlarını tasarıma katkı sağlayan bir düşünme yöntemi olarak kavramaları potansiyelini içerisinde barındırması yönüyle önemlidir.

Teşekkür (Acknowledgement)

İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Bölümü Doktora Programı Kapsamında yürütülen MBL 601- Mimari Tasarımda Evrimsel Yaklaşımlar dersinde üretilen bu çalışmayı yorumlarıyla besleyen Dr. Öğr. Üyesi Ethem Gürer'e ve yardımlarıyla çalışmanın gelişmesine destek olan Araş. Gör. Özlem Çavuş'a teşekkür ederim.

Referanslar (References)

- Archdaily, (2022, June 10) Diller Scofidio + Renfro, The Shed, a Center for the Arts, New York: Retrieved from: https://www.archdaily.com/914639/the-shed-a-center-for-the-arts-diller-scofidio-plus-renfro?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next
- Başaran, I. (2017). Eisenman Mimarlığının Deleuze'ün Kıvrım Kuramı Üzerinden İncelenmesi. Master's Thesis. Yıldız Teknik Üniversitesi. Yüksek Öğretim Kurumu.
- Bentley, P. (1999). An introduction to evolutionary design by computers. Evolutionary design by computers, 1-73.

Cross, N. (2002) Creative Cognition in Design: Processes of Exceptional Designers. T. Hewett and T. Kavanagh (eds.) Creativity and Cognition, ACM Press, New York, USA, 2002.

Cadmapper site: (2022, June 10) <https://cadmapper.com/>

Çağdaş, G., Bacınoğlu, Z., Çavuşoğlu, Ö., (2015). Mimarlıkta Hesaplamalı Yaklaşımlar, Mimarlık Dosya 35, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi Dergisi, 33-42.

Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S. ve Meyerivan, T. (2002). A Fast and Elitist Multi-Objective Genetic Algorithm: NSGA-II. IEEE Trans. on Evol. IEEE Transactions on Evolutionary Computation.

Dorta, T. & Kinayoglu, G. & Boudhraâ, S. (2016). A new Representational Ecosystem for Design teaching in the studio. Design Studies. 47. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.09.003>

Estkowski, T. (2013) Towards a Generative Design System Based on Evolutionary Computing. Doctorate Thesis, The Oslo School of Architecture and Design. Published by: The Oslo School of Architecture and Design

Holland, J. H. (1975). Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control and artificial intelligence. MIT Press.

Fox, M. A. (2003). "Kinetic Architectural Systems Design", in Transformable Environments 2, Taylor & Francis Group, London and New York, 163-186

Ghamari, H., Asefi, M. (2010). "Toward Sustainability by the Application of Intelligence Building Systems". The Second International Conference on Sustainable Architecture and Urban Development, Jordan, 245-248.

İlerisoy, Z. Y., Başeğmez, M. (2018). Conceptual Research of Movement in Kinetic Architecture. Gazi University Journal of Science, 31(2), 342-352

Maziar, A. (2010). Transformable and Kinetic Architectural Structures: Design, Evaluation and Application to Intelligent Architecture, Berlin: VDM Verlag Dr. Müller

Parametric Brick Wall Installation (2022, June 10): <https://hayriatak.com/>

Prieto, A., Knaack, U., Klein, T. and Auer, T. (2017). 25 Years of cooling research in office buildings: review for the integration of cooling strategies into the building façade (1990-2014). Renewable and Sustainable Energy Reviews, 71, 89-102. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.012>

- Saltık, E. (2021). Generating optimal high-rise building suggestions according to solar radiation and shade using genetic algorithms. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 2(2), 25-50. <https://doi.org/10.53710/jcode.984567>
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professional Think in Action*. London: Maurice Temple Smith.
- Singh, V. & Gu, N. (2011). Towards an integrated generative design framework. *Design Studies: Volume 33, Issue 2, March 2012, Pages 185-207*. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.06.001>
- Simon, H. (1973). The Structure of Ill Structured Problems. *Artificial Intelligence*, 4(3-4), 181-201. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(73\)90011-8](https://doi.org/10.1016/0004-3702(73)90011-8)
- Terzidis, K. (2006). *A brief history of algotecture in Algorithmic Architecture*. Routledge Publishing, London. Pages 37-65. <https://doi.org/10.4324/9780080461298>
- United Nations, UN's report about future population (2022, June 10): <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html#:~:text=News-,68%25%20of%20the%20world%20population%20projected%20to%20live%20in,areas%20by%202050%2C%20says%20UN&text=Today%2C%2055%25%20of%20the%20world's,increase%20to%2068%25%20by%202050.>
- Youtube, Motion-Sensitive Exhibition (2022, June 10). https://www.youtube.com/watch?v=ZEYklcUMkPw&t=85s&ab_channel=ArchitecturalDesignComputing-ITU

A Decision Support Tool Proposal for Public Emergency Scenarios

Tuğçe Gökçen¹, Belinda Torus²

ORCID NO: 0000-0001-6958-8437¹, 0000-0003-0699-3421²

¹Department of Interior Architecture and Environmental Design, Faculty of Architecture and Design, Bahcesehir Univeristy, Istanbul, Turkey

²Department of Architecture, Faculty of Architecture and Design, Bahcesehir Univeristy, Istanbul, Turkey

Every day the world is facing a possible emergency or disaster scenario that affects the basis of ordinary life as we know such as natural disasters such as earthquakes or floods, or a vast viral epidemic that alters the way we live. Public emergency scenarios shift the way of living, and ramifications of ongoing or post-emergency issues related to extraordinary circumstances affect many aspects such as sustaining everyday life, welfare, health, economy, and more that require strategic planning and management. The impacts of such emergencies are so massive and extended in almost every aspect of human lives that it is impossible to overlook. Even with the wide range of possible emergency scenarios, there is a common challenge for all: accessibility. Extraordinary circumstances cause potential difficulties for access to facilities in any case and supplying facilities in a considerably short distance. An adequate number can be a matter of life and death. Tackling the issues caused by emergencies might be challenging because each entails unique contingency plans and managing operations. However, for all the emergency scenarios, one of the most crucial common matters is the accessibility to facilities. Coming up with a good comprehensive strategy that functions as a decision support system is crucial to eliminating human factors that may affect and delay response solutions for emergencies due to workload, complexity, and time management. The study aims to overcome the inadequate number of facilities during the time of crisis in the response phase to emergencies that may occur due to the accessibility of facilities. Through identifying critical considerations for sustainable life in emergency scenarios, this paper proposes an approach to assure welfare and a sustainable daily life even in extraordinary circumstances through proposing a decision support tool. This support tool can be used for any emergency scenario to strategically allocate indispensable temporary facility structures that can be accessible for all people at a minimum possible distance according to relevant emergency conditions' necessities. It generates to provide and allocate temporary facilities for unmet demand by considering population density in the response phase of emergency management. By providing fast and specific to case results, the proposed decision support tool has the potential to eliminate human errors via proposing suitable zones that are finalized according to the population density of the district. The proposed tool can be used by disaster and emergency management presidencies, NGO's, municipalities and governmental organizations. A case of a flood is issued to demonstrate a possible scenario. The final section discusses the proposed tool's contingency plan possibilities, constraints, and feasibility.

Research Article

Received: 17.09.2022

Accepted: 15.09.2022

Corresponding Author:

tugce.gokcen@ou.bau.edu.tr

Gokcen, T. & Torus, B. (2022). A decision support tool proposal for public emergency scenarios. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 199-218.
<https://doi.org/10.53710/jcode.1144777>

Keywords: Decision Support Tool, Emergency Planning, Temporary Complementary Unit Allocation.

199

Kamusal Acil Durum Senaryoları için Karar Destek Aracı Önerisi

Tuğçe Gökçen¹, Belinda Torus²

ORCID NO: 0000-0001-6958-8437¹, 0000-0003-0699-3421²

¹İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

²Mimarlık Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Çeşitli acil durum veya doğal afet koşulları gündelik yaşamın sürdürülmesi, refah, sağlık, ekonomi ve stratejik planlama ve yönetim gibi hayatın birden çok yönünü etkileyen göz ardı edilemez sonuçlar doğurmaktadır. Bu gibi olağandışı durumların neden olduğu sorunlarla mücadele etmek, her birinin kendine özgü acil durum plan ve operasyonları gerektirmesi sebebiyle zorlu olabilmektedir. Öte yandan çok çeşitli olası acil durum senaryolarında bile, herkes için ortak bir zorluk vardır: erişilebilirlik. Çalışmanın amacı iş yükü, karmaşıklık ve zaman yönetimi nedeniyle acil durumlarda müdahale çözümlerini etkileyebilecek ve geciktirebilecek insani faktörleri olabildiğince ortadan kaldırmayı hedeflemenin yanı sıra, müdahale aşamasında tesislerin erişilebilirliği ve tesis sayısının yetersiz olma hali sebebiyle meydana gelebilecek sorunların kriz anında üstesinden gelmektir. Bu çalışma, acil durum senaryolarında sürdürülebilir yaşam için temel hususları belirleyerek, öncelikli olarak vazgeçilemez geçici tesisleri stratejik olarak tahsis etmek için herhangi bir acil durum senaryosu için kullanılabilir bir karar destek aracı önererek, olağanüstü durumlarda bile refahı ve sürdürülebilir bir günlük yaşamı güvence altına alacak bir yöntem önermektedir. Olağandışı durumlar her koşulda tesislere erişim için zorluklara sebep olur ve bu gibi durumlarda tesislerin erişilebilir mesafelerde ve yeterli sayıda temin edilebilmesi hayati önem taşımaktadır. Önerilen araç, acil durum yönetimlerinin müdahale aşamasında nüfus yoğunluğunu dikkate alarak karşılanamayan talepler için mümkün olan en az mesafede geçici tesisler sağlamayı hedeflemektedir. Önerilen araç, afet ve acil durum yönetimi başkanlıkları, STK'lar, belediyeler ve devlet kurumları tarafından kullanılabilirken hızlı ve vakaya özgü sonuçlar sunarak, ilçenin nüfus yoğunluğuna göre kesinleşmiş uygun bölgeler önererek insani hataları ortadan kaldırma potansiyeline sahiptir. Olası bir senaryoyu ortaya koymak için bir sel vakası üzerinden olay örneği yapılmıştır. Son bölüm önerilen aracın acil durum plan olasılıklarını, kısıtlamalarını ve fizibilitesini ortaya koymaktadır.

Araştırma Makalesi

Teslim Tarihi: 17.07.2022

Kabul Tarihi: 15.09.2022

Sorumlu Yazar:

tugce.gokcen@ou.bau.edu.tr

Gokcen, T. & Torus, B. (2022). Kamusal acil durum senaryoları için karar destek aracı önerisi. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 3(2), 199-218.

<https://doi.org/10.53710/jcode.1144>

[777](#)

Anahtar Kelimeler: Acil Durum Planlaması, Geçici-Tamamlayıcı Ünite Ataması, Karar Destek Aracı.

1. INTRODUCTION

An emergency can be defined as an extraordinary circumstance that transforms and affects our daily life at different scales. Furthermore, such situations are the ones that neither expected nor informed us in advance: as in its nature, it emerges on impulse. Making predictions for some cases might be possible, yet there is no schedule for the exact incident moment. According to Van de Walle and Turoff (2008), emergencies are strange incidents, or according to CCS (2004), an emergency can be defined as a situation that endangers human welfare, environment, or security. Emergencies can threaten life, health, or the environment. Emergencies can occur in relatively minor situations such as a car crash or road maintenance work. Also, natural disasters such as earthquakes, floods, blizzards, wildfires, tsunamis, hurricanes, or viral epidemics are examples of emergencies on a bigger scale.

All in all, disasters affect and threaten welfare whether they occur unexpectedly via natural causes or premeditatedly via humans. Any emergency needs awareness, attention, and remediation of related situations to avoid unfavorable results (Fuentes et al. 2017). On the other hand, emergency management is a critical process for reducing the impact of emergencies that may cause damage to humans, economics, and the environment. Since every emergency scenario is one of a kind, each one of the possible situations will require planning. However, to cope with unusual scenarios, a series of steps can be followed. Van de Walle and Turoff (2008) suggest that emergency management can be specified in primary and secondary phases as analysis, planning, and evaluation of the situation in terms of analyzing threats, errors, mitigation, detection, intelligence, response, and recovery or normalization. For the mitigation phase of emergency operation that focuses on preventing or reducing the impacts caused by disasters, criteria such as controlling the land use to prevent occupation in high-risk areas, stabilizing the built environment structures to the ground, controlling and redirecting the water to prevent flood, constructing barriers to block disaster forces, controlling rebuilt processes after events, and analyzing risk to foresee potential for hazards are deployed (Altay and Green, 2006; FEMA, 2013). The second step of an emergency operation preparedness phase which takes a proactive turn by focusing strategic planning, involves assigning

personnel and volunteer groups for emergency services, planning, educating the public about threats, maintaining emergency supplies, and supplying a list of needs in case of a disaster, and practicing drills through various mediums (Altay and Green, 2006; FEMA, 2013; Savaş, Cenani, and Çağdaş, 2019). In the third phase of operation, as a response stage that focuses on the repercussions of the disaster period in which the fastness and adaptability on short-term operations are the core issues, activities such as activating emergency response operations plan and operations center, initiating the rescue and search operations, evacuating under-risk populations, providing shelters and medical care, and recovering lifeline services are considered (Altay and Green, 2006; FEMA, 2013; Savaş, Cenani, and Çağdaş, 2019). For the final phase, recovery, cleaning debris areas, assisting individuals and governments financially and psychologically to reduce or prevent the overall effects by caring for mental and rural health, reconstructing roads and key facilities, restoring lifeline services entirely, and taking precautions to reduce vulnerability to possible new disaster situations (Altay and Green, 2006; FEMA, 2013). For emergency decision-making, there are uncertain issues such as form, nature, scale, and incident time, out-of-control changes in the environment. The decision will be made in a short time, perhaps with information that is not complete or exact, eliminating goals according to their priorities, and evaluating of decision scenario in terms of effectiveness and feasibility (Jianshe, Shuning, and Xiaoyin, 1994). In the design process, many stakeholders such as agencies, individuals, and governments need to be involved in the decision-making process by also considering ethical and moral responsibilities. Stakeholders include disaster relief organizations, national and local governments in different roles in different sectors, citizens and members of communities, volunteers and civil society organizations, private sector members as business and industrial groups, professionals such as academicians and training organizations, media as newspapers, radio and television networks (Abulnour, 2014).

According to Van de Walle and Turoff (2008), a possible emergency circumstance should be addressed by a proper crisis response team since making sense of the situation with limited information in a limited time may lead to inefficient decisions that can make the situation more critical. The inefficiency of allocating required sources within the necessary duration is an issue that mainly arises, intensifying the effects of disaster scenarios (Rolland, Patterson, Ward et al. 2010).

This study proposes a decision support tool for emergency scenarios to ensure accessibility to vital resources by enabling specific case services and regions by taking the population into account. Today, with the help of computational design tools, it is possible to develop both generic yet specific-to-case tools that can be comprehensive for most emergencies. The proposed tool generates in three stages: selecting the region, selecting the necessary services according to the relevant emergency case, and defining a diameter for each service. After the user provides the inputs, the tool generates possible locations to allocate missing requested services on the intersection points of available requested services by considering the population density. A case of a flood is selected to illustrate how the tool will generate in a possible emergency scenario. With fast, easy to operate, and suitability for any disaster case features, this study has an importance within the emergency management studies.

2. A DECISION SUPPORT TOOL PROPOSAL

The proposed tool will address the emergency operation preparedness and response phase by providing an alternative to emergency planning and active emergency operation for disaster and emergency management presidencies, NGO's, municipalities, and governmental organizations. According to regions that are enounced as emergency or disaster areas, identifying essential requirements specific to a relevant emergency case is the primary phase. This process may be managed in advance to eliminate the time management issues under pressure conditions by first categorizing possible emergency scenarios and their primary necessities in terms of vital facilities to maintain good daily life. The main motive for developing such a tool is to ensure self-sufficient response zones at walking distance in case of an emergency or disaster scenario.

2.1 Literature Review

This section reveals related studies within the literature on humanitarian logistics and operations. With the insights of planning and operational strategies of humanitarian relief, related studies are subcategorized into two decision support systems for disaster scenarios and facility location-allocation problems. For the second subcategory, studies are examined within two subsections: facility

location and facility allocation to clarify the scope of the reviewed studies. Selected studies are found by specific keywords such as humanitarian logistics, facility location-allocation, and decision support systems. There are 27 articles found and reduced to 10 articles as shown in **Table 1** by their relevancy to the conducted study.

<i>Humanitarian Logistics and Operations</i>	Author	Year	Method	Scope	
Decision Support Systems	Thompson et al.	2006	Decision support systems for structured, unstructured, short-term semi-structured and long-term semi-structured problems	Information technologies for disaster response	
	Tuğba Turğut et al.	2011	Fuzzy AHP based decision support	Disaster center location selection	
	Brown and Vassiliou	1993	Real-time operational and tactical decision support	Optimization model for operation and tactics	
	Hobeika, Kim, and Beckwith	1994	Knowledge-based microcomputer software	Evacuation planning and operations	
	Efendioğlu and Cenani	2021	DDS with Digital Elevation Model	Evacuation in case of earthquake-induced tsunamis	
Facility Location-Allocation Problems	Savaş, Cenani, and Çağdaş	2019	Mixed-method model with Geographic Information System and The Analytic Hierarchy Process	Emergency assembly points	
	Facility Location	Oksuz and Satoglu	2020	Two-stage stochastic programming	Temporary medical center location planning
		Balcik and Beamon	2008	Maximal covering location model	Facility location and inventory
	Facility Allocation	Zhu et al.	2008	Resource allocation model with multi-modal stochastic programming	Resource allocation for local reserve depots
		Sebatli-Sağlam and Köse-Küçük	2020	Spreadsheet-based decision support	Temporary disaster response facility

Literature reviews on humanitarian logistics show that the primary focus on the subject is more on the preparedness phase of the disasters rather than the recovery or response phase, in which there is a lack of research and applied methods (Leiras et al., 2014; Kovács and Spens, 2007). Thompson et al. (2006) presented possibilities on how to utilize information technologies and related processes to enhance decision-making in case of emergencies through exploring decision theory and its efficacy in the response phase of disasters within its limits. The importance of the study is that through the introduced decision support technology and theories, it is possible to cope with the uncertainties and limitations of decision making. Furthermore, Tuğba Turğut et al. (2011) introduce a support system for the selection of logistics of a disaster center's location through fuzzy analytic hierarchy process procedures, which reduce the decision-making duration and eliminate its subjectivity. The most salient contributions of the carried study are; first, it presents a support system that corresponds to the needs of a disaster scenario, and second, it involves the assignment of location which can be deployed for various disaster cases. On the other hand, Brown and Vassiliou (1993) present a decision support system that depends on operations as simulation and optimization processes for the operational and task-related necessities of disaster situations in terms of tactics. The operations in which the provided tool assesses each task and optimizes them to achieve maximum efficiency to repair or address any required response (Brown and Vassiliou, 1993). The study offers insight for real-time utilization of the decision support

Table 1: Characteristics of reviewed studies

systems while giving room for the decision maker to maneuver manually. Studies focused on the evacuation phase of potential incidents, such as earthquake-induced tsunamis and nuclear power station emergencies, has been held with different insights (Efendioğlu and Cenani, 2021; Hobeika, Kim, and Beckwith, 1994). For the earthquake-induced tsunamis, a decision support tool with digital elevation model is designed to evacuate evacuees from defined risky areas to safe zones such as hospitals and designated meeting areas, as stated by Efendioğlu and Cenani (2021). For nuclear power station emergencies, a decision support system for the transportation evacuation consists of the operation time, optimal route, and traffic for various cases to transport evacuees to the shelters is developed with a simulation model (Hobeika, Kim, and Beckwith, 1994). Flexibility for more than one scenario can be named the most prominent feature of these studies. In contrast to designating evacuation routes, Savaş, Cenani, and Çağdaş (2019) presents an approach for the selection of emergency assembly points by the criteria such as capacity, position and accessibility, size, connection, function, infrastructure, support units, and ownership in which geographic information system and analytic hierarchy process are used. The study does not include population density for the proposed assembly points.

Oksuz and Satoglu (2020) proposed a two-staged stochastic model which operates to assign temporary healthcare centers for any disaster situation in terms of location and quantity by taking into account available healthcare centers' location and capacity. The importance of the study resides in the fact that it considers the possible disaster scenario thoroughly as within three significant issues of any disaster case: location, capacity, and accessibility with possible demand. Balcik and Beamon (2008) proposed a tool to meet the possible demands in case of before or after the disaster situations in terms of facility location and inventory stock. However, the pre-assigned stock volumes may not correspond to the demand, which may cause facilities to function less than expected. In case of a disaster, to meet the demand of the districts that are lower than a specific level, a study is conducted to determine local reserve resources and compensate for the shortage of the supplies by the central resources (Zhu et al., 2008). The study includes two sets of disaster impact scenarios, slight and serious, in which randomness stands out as the most operative input. On the other hand, for the response phase of disaster cases, a decision support tool to

allocate temporary facilities to correspond wide range of emergency scenarios is developed by utilizing a spreadsheet-based method. For the settlement and the distribution of required needs, a case study is presented in which, after the determination phase, allocation of the temporary facilities is addressed again (Sebatli-Saglam, and Kose-Kucuk, 2020). However, it is possible to suggest that with the pre-settled facility types, there is a limitation on the generic utilization of the proposed tool. The common interest and significance of all of the issued studies above is the focus on the allocation problem from crucial points of after-disaster scenarios. As uncertainty, accessibility, and flexibility can be game changers in any case, and aside from the salience of key considerations, addressing not only the allocation problem but the determination is also essential.

2.2 Preliminary Decisions and Model Structure

The first subsequent variable after selecting the region that needs emergency response operations is the number of necessary facilities in respect to the emergency scenario. Since the primary objective is accessibility and the tool will operate with the possible intersection points of the selected facilities, there is no upper limit on the selection of requested facilities. However, with the same rationale, at least two facilities must be selected to provide possible interaction points and suitable zones.

There are two sub-criteria to set limits on population density. After the first step, which involves specifying requirements in the relevant context, the second step inquiries whether the requested service(s) are available or not in the emergency area. Furthermore, identifying the missing ones is the following phase if some of the requested services are available and some are not. The sequent phase encompasses determining suitable zones to allocate missing facilities as a temporary complementary unit by considering available facilities distances. At this phase, secondary criteria must be considered as population density. Since the suitable zones will accommodate and serve a specific district hence people, the population ratio per square meter needs to be appropriate to avoid accumulation.

The first one involves a temporary complementary unit's capacity. The unit that will be utilized for missing requested services is considered a container. The decision on selecting containers is the fact that allocated

units are going to be temporary ones to compensate for missing facilities in a possible emergency scenario; it is considered that units need to be easy to provide, transport, and low-cost. Selected container unit dimensions are 2.35x5.90x2.37 meters. Because each container will be utilized for a different service type, the person/m² ratio must be suitable for general usage. Furthermore, since the requested and missing facilities are public spaces such as retail, health, and governmental areas, the area per person must be bigger than a temporary shelter. According to Çınar, Akgün, and Maral (2018) The Disaster and Emergency Management Authority (AFAD) suggests a standard of 3.5-4.5 m² for either container units or tents. On the other hand, semi-closed working spaces with 0-2 visitors require 7 to 7.5 m² workspace, and client-focused workspaces and an enclosed space can be up to 9.3-15.5 m² (EPA, 2004; IPD Occupiers, 2007). Therefore, to correspond to various facility types and public spaces, for the optimal facility area per person, a 7 m² usage area is settled. With these inputs and accepting daily working hours as 8 and estimating 15 minutes' duration per person, with one employee and one customer, every 13.8 m² container can serve 4 people in one hour and 32 people daily. For this case, the tool does not aim to finish service time in a specific duration. Therefore, it is considered adequate to allocate one container unit for each missing facility in suitable zones. However, if the service time supposed to finish is in limited duration, to meet the demand, container quantity can be increased due to the required total service time.

The second sub-criteria involve the arithmetic average of population densities of districts. According to **Table2, Equation 1** demonstrates the following steps of the calculation of the population density of the districts as km²/per person.

Table 2: Parameters of population density

Parameters
j: forest land of the city (%)
a: agricultural land of the city (%)
k: total area of the city (km ²)
p: population of the city
d: population density (km ² /per person)

$$d = \frac{p}{k - \left[\frac{j+a}{100} xk \right]} \quad (1)$$

The number of districts with a population density above the acquired population density (d) person/km² is included in calculating the districts' arithmetic average. According to **Table 2** and **Table 3**, **Equation 2** shows the estimated population density coefficient as person/km².

Parameters

d_k : the total amount of population of the districts above

d_n : the number of districts above d

Variables

d_c : estimated population density coefficient (person/km²)

Table 3: Parameters and variables of population density and coefficient

$$d_c = \frac{d_k}{d_n} \quad (2)$$

For further calculations, it is essential to underline that one of the inputs that need to be specified by the user is the diameter for the requested service. According to Gerçek and Güven (2016), access distances are suggested with three thresholds as high accessibility distance as 100 m with 1-2 minutes of walking duration in which the service zones have 0-100 meters of diameter, medium accessibility distance as 400 m with 5 minutes of walking duration in which the service zones have 100-400 meters of diameter, and low accessibility distance as 800 m with 10 minutes of walking duration in which the service zones have 400-800 meters of diameter. Since accessibility is the primary objective, high and medium accessibility considered suitable and the walking distance limits for the proposed decision support tool are settled as 150-300 meters. According to **Table 4** and **Equation 3**, with the specified diameter for the requested service, the calculation of the capacity of the one suitable zone is shown.

Table 4: Parameters and variables of capacity of the suitable zone

Parameters

r: specified radius of the suitable zone for the allocation of the missing facility (m)

Variables

d_c: estimated population density coefficient (person/km²)

r_n: capacity of the suitable zone

$$r_n = \pi r^2 \times \frac{d_c}{1000} \quad (3)$$

Since every district has its population density in the suitable zones, the next step is to calculate the specific district's related population density. By doing so, if the population is dense in the selected district, the suitable zone's diameter will increase or decrease to correspond to demand in terms of accessibility. An example of the possible scenario is shown in **Table 5** and **Equation 4**.

Parameters

d_d: population density of the district

r: specified radius of the suitable zone for the allocation of the missing facility (m)

Variables

d_c: estimated population density coefficient (person/km²)

r_f: finalized radius for suitable zone according to population density

$$r_f = \frac{d_d}{d_c} r^{-1} \quad (4)$$

As shown below in **Equation 5**, the relation between district population density and the estimated population density coefficient determines the finalized radius for suitable zones. Suppose the district's population density is higher than the estimated population density coefficient. In that case, the finalized radius will be reduced to capacity. Suppose the district's population density is lower than the estimated population density coefficient. In that case, the finalized radius will enlarge to

Table 5: Parameters and variables of the finalized radius for suitable zone.

minimize the total traveled distance due to residential area distribution in a wider field.

If $d_d > d_c$ then $r_f < r(5)$

If $d_d < d_c$ then $r_f > r$

In the first possible scenario, temporary complementary unit(s) should be allocated more compactly, whereas in the second possible scenario, unit(s) should be allocated in a scattered configuration.

2.3 Methodology

This section intends to reveal the optimization of preliminary decisions and constraints by identifying the method and the operations of the proposed decision support tool.

2.3.1 Database

As shown in **Figure 1** below, there will be three databases containing necessary data that will be used in the operations of the proposed tool. For the regions, definitions are region name, region type, address, boundary, coordinate, population density, and its last updated year will be included. Google Geolocation API will provide the database. For places or place types, there are constraints on the database of Google Places API. The returned results are not precise to put into use; therefore, the necessary database with name, address, coordinate, type, icon, and region name has to be obtained through different place type API service providers. For the intersection zones in which the pre-determined diameter data by the user will be utilized, through the database provided by Google JavaScript Maps, API name, address, region name, and coordinate of the intersection points will be used. It is important to note that since for the facility type, the database of Google Places API is used, users can only select the facility types that are available within the database.

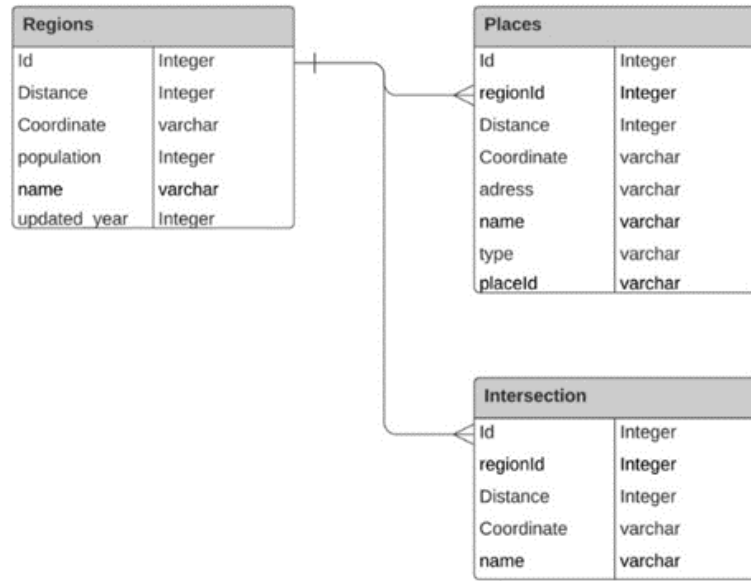


Figure 1: Database of the proposed decision support tool

2.3.2 Workflow Chart

In this section, according to **Figure 2** stages of the workflow chart of the proposed decision support tool and the optimization strategies are probed. According to the possible emergency scenario, the user must provide three inputs: region name, place type, and diameter for place types. Furthermore, the user selects a region such as Maltepe (located in İstanbul). According to the relevant emergency, scenario user selects a minimum of two place types: hospital, pharmacy, supermarket, shipping agency, bank, government office, police station and fire station. Lastly, the user defines a standard diameter for the selected place types between 150-300 meters. With these inputs, the tool searches the first requested region at Google Geolocation API. If any results are found, the address, name, coordinate, boundary, and type of the region information will return. Followingly selected place types within the region will be searched in the database of Place type API, which might be obtained from different service providers. This search will return outputs such as an address, name, coordinate, type, icon, and opening hours. Depending on whether the requested place type(s) is found at the previous step, the next step marks the pre-defined diameter by the user at found place types in the selected region through Google JavaScript Maps API. The sequent step creates a new diameter by taking the intersection points of the marked diameters of place types at a pre-defined diameter. This intersection zone is the one called a suitable zone to allocate missing services. The next step

finalizes the intersection zone diameter according to the district's population density depending on the relation (**Equation 4**). If the population is dense, intersection diameter will reduce, and low diameter will enlarge due to reduction or growth ratio (**Equation 4, Equation 5**). There are two options for dense populations; proposing more than one missing complementary unit or displaying more intersection zones to allocate units in different suitable zones for each facility. For the optimization of finalized diameter due to estimated population density, in denser populated districts, it is decided to reduce the diameter of the population and display more intersection zones to allocate units in different suitable zones. The purpose was to create self-sufficient zones within walking distance by decreasing distances to reach preferred or vital facilities that ensure the maintenance of daily life. Furthermore, the finalized diameter according to the population density also determines the allocation pattern, as shown in **Figure 4**. Suitable zones will be marked on the map with the finalized intersection diameter. As the final step, the proposed tool will display suitable zones as the intersection zones marked on the map, showing the available and missing place types according to the initially made search request.

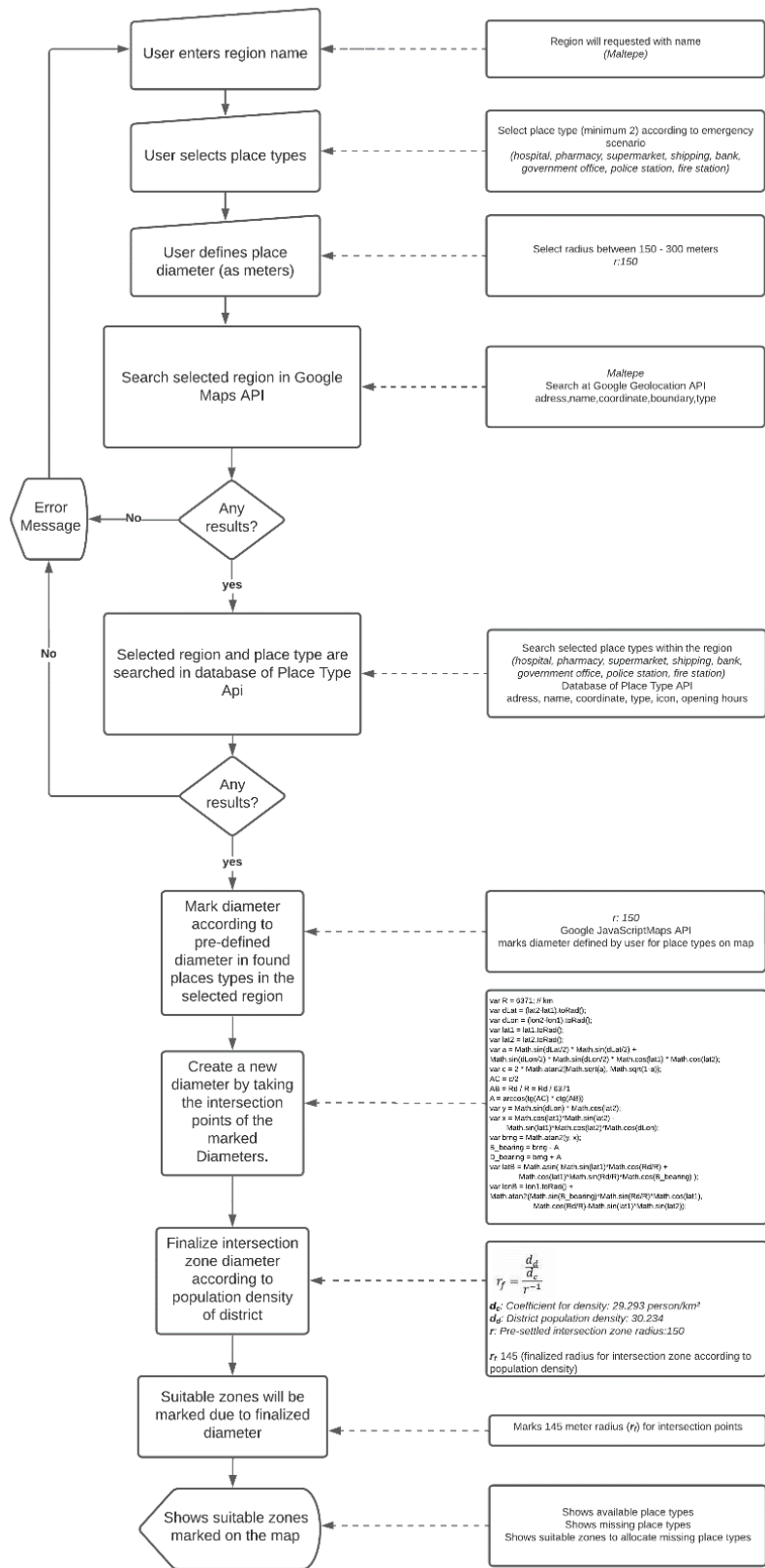


Figure 2: Workflow chart with case demonstration

3. EMERGENCY RESPONSE PROJECTION: A CASE OF FLOOD

Natural disasters cause difficulties with sufficient access to the facilities at a minimum level of daily requirements. With the ongoing climate crisis, the impacts of climate change have become more critical and threatening. Therefore, a case of a flood is selected because accessibility to facilities has become critical for a sustainable and habitable daily life. Moreover, by minimizing the total traveled distance in flood, the proposed decision support tool might be beneficial in decreasing the casualties while increasing the level of welfare. Facilities such as healthcare services, pharmacies, food supply facilities, banking facilities, shipping services, governmental services, and security units can be suggested as the primarily necessary utilities to maintain daily life sufficiently in case of a flood. Healthcare services, such as a hospital or community clinic, can be on different scales. Food supply services can be a supermarket, grocery stores, and so on. Banking facilities include both ATMs and banks. As for the security units, it can be police or fire station that people could rely on for their safety.

3.1 User Interface

A demonstration of the user interface of the proposed decision support tool for a case of a flood is shown below in **Figure 3**. For this case, the Maltepe region is selected randomly with no selection criteria. Place types requested as healthcare, pharmacy, supermarket, shipping, bank, governmental office, police station, or fire station with 300 m diameters. Intersections A, B, C, and D are displayed according to the available requested place type's intersections. At intersection A, pharmacy, shipping agency, governmental office, and police or fire station are missing; hence should be implemented as a temporary complementary unit. At intersection B, a supermarket, pharmacy, governmental office, healthcare, police or fire station, and bank are the missing facilities. At intersection C, supermarket, bank, healthcare, police or fire station, and governmental office are missing. At intersection D, shipping agency, governmental office, and police or fire station are missing and should be implemented. For each suitable zone to allocate missing facilities as intersection zones listed A, B, C, D, available and missing requested services are displayed. The diameter of each shown intersection varies due to the population density of the related district. For all suitable zones as intersections, a radius of the

intersection zones is finalized according to the equation mentioned earlier, **Equation 4** and **Equation 5**.

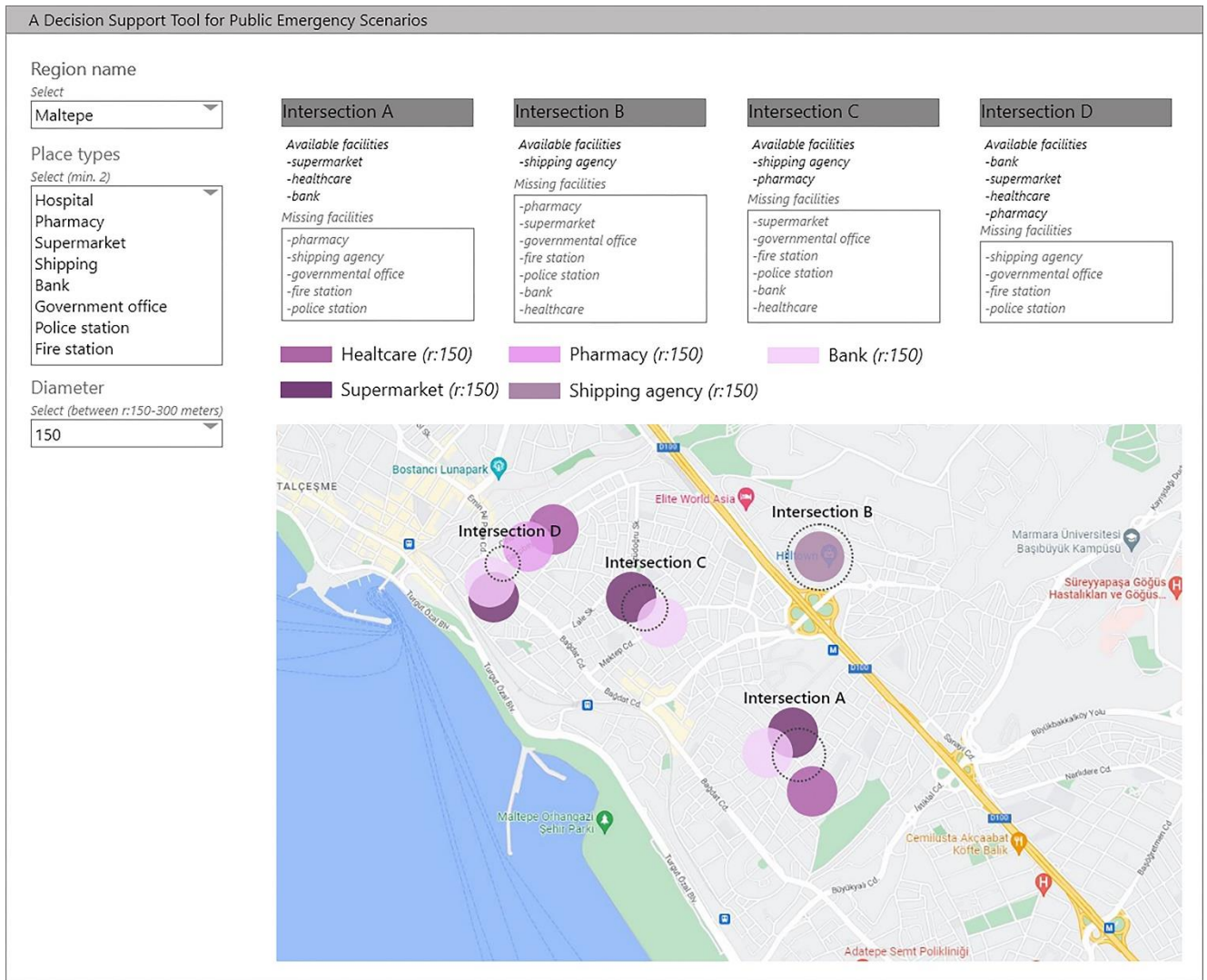


Figure 3: Demonstration of the user interface of the proposed decision support tool for a case of flood

3.2 Guidelines for the Strategic Decision on Temporary Complementary Unit Allocation

The proposed decision support tool provides strategic zones for allocating complementary units. Although the type of the complementary unit might differ according to the logistics and security needs, the container unit is selected as one of the common temporary units to demonstrate a possible allocation. A strategic decision should be made according to suitably displayed zones to locate missing facilities in temporary units as containers. The following descriptions

can be considered as guidelines for the allocation. Since the suitable zones are in the residential areas, to locate unit(s) user needs to decide on a convenient empty or available area. These areas can be parks, parking lots, town squares, and such like plots. The quantity of the complementary unit depends on the requested service time. If there is not a limitation on the service time, the user can provide one unit for each missing facility. In case of a limitation on service time, the user should increase the number of complementary units per one facility type as needed according to the time schedule. On the other hand, the specific location of the complementary units depends on the manual evaluation from the user within the proposed suitable zones since simultaneous data flow with the disaster zones is not included to the proposed decision support tool. If the proposed suitable zone is not available to allocate temporary complementary units, the user can select the next closest suitable zone to allocate missing facilities in which the amount of temporary complementary units might be increased to meet the demand and capacity of the district. The other issue on allocation is the relation between diameter and population density. If the suitable zone has a wider diameter (**Equation 5**), that means population density is low; hence, missing units should be located in a more scattered way which can ensure accessibility in the minimum traveled distance for all residents. As shown in **Figure 3**, intersection B has a wider diameter than intersection D. Therefore, the temporary complementary units in intersection B must be scattered, whereas in intersection D it should be denser. **Figure 4** below represents the accessibility of the temporary complementary units in two different situations where the total traveled distance in both cases does not exceed the walking distance.

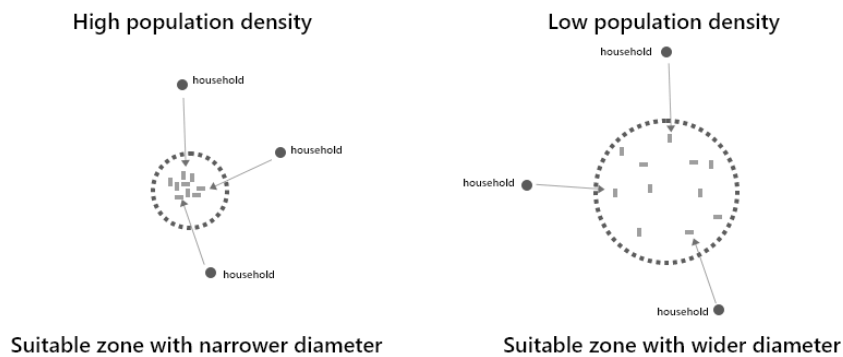


Figure 4: Demonstration of a possible allocation to ensure accessibility within walking distances

4. CONCLUSION

It is possible to say that coping with emergency scenarios might be challenging for both individuals and operation managing parties in terms of physical and psychological aspects. Perhaps avoiding possible emergency scenarios is not likely; however, being prepared in advance to minimize the impacts of any case is very critical to avoid unwanted effects and ramifications. Poorly managed operations can result in disruption and worsen the situation. Also, decisions made under pressure may lead to undesirable consequences with incorrect judgment. In this aspect, developing a decision support tool for emergencies might ease the weight on the decision-maker's shoulders. However, with a better operation management system, hence more accurate decisions that can decrease or prevent the damage caused by the disaster, can be employed. Using computational systems for decision-making in emergencies can eliminate possible human error and enables rapid response. Moreover, utilizing computational design tools for extraordinary conditions may offer an inclusive template to tackle unpredictable scenarios by providing various possibilities and demonstrations of any case.

With the proposed decision support tool for public emergencies, this paper seeks to provide a reliable decision-making mechanism by eliminating human factors and reducing the amount of time spent on feasibility for each disaster case. To perform such task, proposed decision support tool followed the steps as:

- Determining the preliminary decisions for accessibility to vital facilities in minimum walking distance
- Followingly, setting limits on population density to perform the initial goal as accessibility in terms of distance and capacity
- Identifying the indispensable facilities for each emergency scenario and searching them within the selected disaster zone
- Proposing suitable zones to allocate missing facilities as temporary complementary unit

The proposed decision support tool addresses an emergency's preparedness or response phase that involves designating strategic locations by considering population density. Calculations for each step of population density are explained and added, enabling alterations to guide future studies. It is important to note that the proposed tool uses the estimated population density of İstanbul as a coefficient to generate districts' population density; thus, suitable zones diameter are finalized due to population density of issued city. Furthermore, since the tool is not yet developed, demonstrating a case of a flood is just a projection. Key considerations and strategic decisions on allocating temporary complementary units are eligible; however, user interface and intersection areas as suitable zones can vary after the tool is finalized. Regardless, future studies can benefit from this study as a template for preliminary decisions. Proposed tool aims to provide a user friendly and simplified set of rules and decisions to rapidly utilize in case of an emergency situation. In future studies, database and selection criteria can be enhanced and organized. Additional features such as allocation operation for missing facilities, documentation, costs, and specification for each disaster case in further level can be considered.

A decision support tool developed with computational technologies may alter traditional approaches due to it being generic yet specific simultaneously. It enables specification according to relevant emergency scenarios, whereas common key consideration as accessibility remains the same, which is, in most cases, the main challenge. In addition, it can utilize low-cost planning and execution because it does not depend on a large group of people at the planning phase of the operation and considers containers for implementing missing facilities. By decreasing the number of people that the tool depends on operating, it is also beneficial in terms of reaching a satisfactory solution in a short amount of time which is also a significant issue in any emergency case. Thus, the importance of the study resides in the fact that it makes a complex situation easier to handle by outlining common key inputs for any emergency scenario. Overall, the decision support tool can increase the chance of success in public emergency scenarios by ensuring to reach every district in need rapidly and cost-efficiently.

References

- Abulnour, A., H. (2014). The post-disaster temporary dwelling: Fundamentals of provision, design and construction. *Housing and Building National Research Center*. 10(1), 10-24.
<https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.06.001>
- Altay, N. and Green, G., W. (2006). OR/MS Research in disaster operations management. *European Journal of Operational Research*, 175(1), 475-493. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.05.016>
- Balcik, B., & Beamon, B. M. (2008). Facility location in humanitarian relief. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 11(2), 101-121. <http://dx.doi.org/10.1080/13675560701561789>
- Brown, G.G., & Vassiliou, A.L. (1993). Optimizing disaster relief: real-time operational and tactical decision support. *Naval Research Logistics*, 40, 1-23.
[https://doi.org/10.1002/1520-6750\(199302\)40:1%3C1::AID-NAV3220400102%3E3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/1520-6750(199302)40:1%3C1::AID-NAV3220400102%3E3.0.CO;2-S)
- Cavdur, F., Sebatli-Saglam, A., Kose-Kucuk, M. (2020). A spreadsheet-based decision support tool for temporary-disaster-response facilities allocation. *Safety Science*, 124(2020), 104581.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.104581>
- Civil Contingencies Secretariat (2004). Civil Contingencies Act 2004: a short guide (revised). Cabinet Office.
<https://www.merseysideprepared.org.uk/media/1053/15mayshortguide.pdf>
- Çınar, A.K., Akgün, Y., and Maral, H. (2018). Afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının planlanmasındaki faktörlerin incelenmesi: İzmir-Karşıyaka örneği [Analyzing the Ppanning criteria for emergency assembly points and temporary shelter areas: Case of İzmir-Karşıyaka]. *Planlama* 28(2):179–200.
<https://doi.org/10.14744/planlama.2018.07088>
- Efendioğlu, G., and Cenani, Ş. (2021). Deprem kaynaklı tsunami durumunda tahliye için karar destek sistemi önerisi: Kadıköy Caferağa ve Osmanağa Mahallelerinde vaka analizi. G. Çağdaş, M. Özkar, L. F. Gül, S. Alaçam, E. Gürer, S. Yazıcı, B. Delikanlı, Ö. Çavuş, S. Altun, & G. Kırdar (Editörler), *Mimarlıkta Sayısal Tasarım XV. Ulusal Sempozyumu* (sf.268-279). <https://mstas2021.itu.edu.tr/sempozyum/bildiri-kitabi>
- Federal Emergency Management Agency. FEMA (2013). Livestock in Disasters. *Emergency Management in United States*.
https://training.fema.gov/emiweb/downloads/is111_unit%204.pdf

- Gerçek, D. & Güven, İ. T. (2016). Kentsel dirençliliğin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile analizi: Deprem ve İzmit kenti [Analysis of urban resilience through Geographic Information Systems: Earthquake and izmit city]. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 51-64. <https://doi.org/10.15659/hartek.16.04.298>
- Hobeika, A. G., Kim, S., and Beckwith, R. E. (1994). A decision support system for developing evacuation plans around nuclear power stations. *Interfaces*, 24(5), 22-35. <https://doi.org/10.1287/inte.24.5.22>
- IPD Occupiers (2007). Efficiency Standards for Offices: A report to Office of Government Commerce, Investment Propoerty Databank Ltd. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjAsvyr3Jb6AhVIXvEDHaS6CMcQFnoECAMQAQ&url=http%3A%2F%2Ffiles.engineering.com%2Fdownload.aspx%3Ffolder%3DAed05c0a-827f-4d67-8b1a-7e8eb369487a%26file%3DEfficiency Standards for Office Space.pdf&usq=AOvVaw2f5pzRKhWjMPogfeUMR2j](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjAsvyr3Jb6AhVIXvEDHaS6CMcQFnoECAMQAQ&url=http%3A%2F%2Ffiles.engineering.com%2Fdownload.aspx%3Ffolder%3DAed05c0a-827f-4d67-8b1a-7e8eb369487a%26file%3DEfficiency%20Standards%20for%20Office%20Space.pdf&usq=AOvVaw2f5pzRKhWjMPogfeUMR2j)
- Jianshe, D., Shuning, W., and Xiaoyin, Y. (1994). Computerized support systems for emergency decision making. *Annals of Operations Research*. 51, 313–325. <https://doi.org/10.1007/BF02048553>
- Kovács, G. and Spens, K.M. (2007). Humanitarian logistics in disaster relief operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(2), 99-114. <https://doi.org/10.1108/09600030710734820>
- Leiras, A., Brito, I.D., Peres, E.Q., Bertazzo, T.R., & Yoshizaki, H.T. (2014). Literature review of humanitarian logistics research: trends and challenges. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 4(1), 95-130. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-04-2012-0008>.
- Lopez-Fuentes, L., van de Weijer, J., González-Hidalgo, M. et al. (2018). Review on computer vision techniques in emergency situations. *Multimed Tools Appl*, 77, 17107. <https://doi.org/10.1007/s11042-017-5276-7>
- Oksuz, M.K., & Satoglu, S.I. (2020). A two-stage stochastic model for location planning of temporary medical centers for disaster response. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 44, 101426. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101426>
- Rolland, E., Patterson, R.A., Ward, K. et al. (2010). Decision support for disaster management. *Operations Management Research*. 3, 68–79. <https://doi.org/10.1007/s12063-010-0028-0>
- Thompson, S.A., Altay, N., Green, W.G., & Lapetina, J.E. (2006). Improving disaster response efforts with decision support systems. *International*

Journal of Emergency Management, 3(4), 250-263.
<https://doi.org/10.1504/IJEM.2006.011295>

Tuğba Turğut, B., Taş, G., Herekoğlu, A., Tozan, H. and Vayvay, O. (2011). A fuzzy AHP based decision support system for disaster center location selection and a case study for Istanbul. *Disaster Prevention and Management*, 20(5), 499-520.

<https://doi.org/10.1108/09653561111178943>

Savaş, S., Cenani, Ş., & Çağdaş, G. (2019). Selection of emergency assembly points: A case study for the expected Istanbul earthquake. In Y.I Topçu, Ö. Özaydın, Ö. Kabak, Ş. Önsel Ekici (eds), *Multiple Criteria Decision Making (MCDM 2019)*. Contributions to Management Science Book Series (pp. 37–67). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-52406-7_2

United States Environmental Protection Agency (EPA). 2004. Space acquisition and planning guides. EPA Facilities Manual Vol. 1.

https://www.epa.gov/sites/default/files/201509/documents/space_planning_508.pdf

Van de Walle, B., Turoff, M. (2008). Decision support for emergency situations.

Inf Syst E-Bus Manage 6, 295–316. <https://doi.org/10.1007/s10257-008-0087-z>

Zhu, J., Huang, J., Liu, D., & Han, J. (2008). Resources Allocation Problem for Local Reserve Depots in Disaster Management Based on Scenario Analysis.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Resources-Allocation-Problem-for-Local-Reserve-in-Zhu-Huang/1079a0a4a9896d8d2e68b779ceb09171c19c7898>

