

**Editörler**

Onurcan ÇAKIR

Fehmi DOĞAN

Livanur ERBİL

Can GÜNDÜZ

M. Emre İLAL

Batuhan TANERİ

**8. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu**

**Bildiriler Kitabı**

**İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü**

**26-27 Haziran 2014**



# **Mimarlıkta Sayısal Tasarım Sempozyumu**

8. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu,  
26-27 Haziran 2014, İYTE Mimarlık Fakültesi, İzmir

## **Bildiriler Kitabı**

### **Editörler:**

Onurcan Çakır, Fehmi Doğan, Livanur Erbil, Can Gündüz, M. Emre İlal, Batuhan Taneri

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

İzmir, 2014

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Yayıncı: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü



### İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Gülbahçe Kampüsü 35430 Urla İzmir Türkiye  
0.232 750 6000  
Pbx: 0.232 750 6015  
bilgi@iyte.edu.tr



### Paco Grafik

1202/1 Sokak 69/205 Gıda Çarşısı Yenişehir- İZMİR  
(0232) 459 1015  
pacografik.com

### Kapak Tasarımı:

Batuhan Taneri  
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi  
Gülbahçe Kampüsü, Urla, 35430 İzmir

**ISBN: 978-975-6590-06-5**

**Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu (8:2014:İzmir)**  
**Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu: Bildiriler, 26-27 Haziran 2014, İzmir**  
**/ Editörler : Fehmi Doğan, Can Gündüz, M. Emre İlal, Onurcan Çakır, Livanur Erbil, Batuhan Taneri.**

**İzmir: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2014**  
**300 pages**

**ISBN 978-975-6590-06-5**

**8th National Symposium on Computational Design in Architecture (8:2014:İzmir)**  
**8th National Symposium on Computational Design in Architecture: Proceedings, 26-27**  
**June 2014, İzmir / Editors: I. Doğan, Fehmi. II. Gündüz, Can. III. İlal, M. Emre. IV.**  
**Çakır, Onurcan. V. Erbil, Livanur. VI. Taneri, Batuhan.**

**NA2728 M56 2014**



## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

### Bilim Kurulu

Fulya Özsel Akipek	Bilgi Üniversitesi
Meltem Aksoy	İstanbul Teknik Üniversitesi
Işın Can	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Gülen Çağdaş	İstanbul Teknik Üniversitesi
Neşe Çakıcı	Kocaeli Üniversitesi
Ela Çil	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Birgül Çolakoğlu	Yıldız Teknik Üniversitesi
Yüksel Demir	İstanbul Teknik Üniversitesi
Fehmi Doğan	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Özgür Ediz	Uludağ Üniversitesi
Arzu Erdem	İstanbul Teknik Üniversitesi
Arzu Gönenç Sorguç	Ortadoğu Teknik Üniversitesi
Leman Figen Gül	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Can Gündüz	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
M. Emre İlal	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Elif Sezen Yağmur Kilimci	İstanbul Teknik Üniversitesi
Tuba Kocatürk	Liverpool Üniversitesi
Zeynep Mennan	Ortadoğu Teknik Üniversitesi
Salih Ofluoğlu	Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
Ozan Önder Özener	İstanbul Teknik Üniversitesi
Mine Özkar	İstanbul Teknik Üniversitesi
Serkan Palabıyık	Balıkesir Üniversitesi
Sevil Sarıyıldız	Yaşar Üniversitesi
Sinan Mert Şener	İstanbul Teknik Üniversitesi
Emine Mine Thompson	Northumbria Üniversitesi
Bige Tunçer	Delft Teknik Üniversitesi
Şebnem Yalınay	Bilgi Üniversitesi
Tuğrul Yazar	Bilgi Üniversitesi

## **eskiz / eksiz / eksiksiz ...**

Günümüzde mimari tasarım, analiz ve uygulama süreçlerinin giderek sayısallaşmasıyla birlikte, önceleri birbirlerinden oldukça ayırık (sezgisel, analitik, sosyal, vb.) safhalar olarak deneyimlenen üretim ve tüketim süreçlerinin giderek daha kesintisiz ve yekpareleşen deneyimlere konu olduklarını görmekteyiz. Geleneksel olarak farklı ölçeklere karşılık gelen farklı tasarım disiplinleri arasındaki kopukluğun sorgulanabildiği ve yer yer önüne geçilebildiği örneklerin de çoğalmasıyla birlikte, mimari tasarımın sayısal geleceğini her daim “eksiksiz”, “eksiz”, ama bir o kadar da ucu açık “eskiz” süreçler olarak öngörmekteyiz. Diğer yandan, “eskiz” nesne ve süreçler, bütünlüğünden ödün vermeden açık kalabilen parça-bütün ilişkilerinin ya da niteliksel kararlar ile niceliksel veriler arasında sürekli gidip gelebilme deneyiminin sahiciliği ve sürdürülebilirliğine ilişkin endişelerle de yüzleşebilecek sorgulama ve tartışmaların gerçekleştirilmesini zorunlu kılıyor.

2007 yılından bu yana gerçekleştirilmekte olan Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyum dizilerinin sekizincisi “eskiz / eksiz / eksiksiz ...” temasıyla 26-27 Haziran 2014 tarihlerinde İYTE Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü ev sahipliğinde düzenlenmiştir. Katkılarından dolayı tüm yazarlar, görev alan hakemler ve destekçi kuruluşlara teşekkür ederiz. Ayrıca Dekanımız Prof. Dr. Serdar Kale ile Mimarlık Bölüm Başkanı Doç. Dr. Şeniz Çıkış'ın verdikleri destek ve İYTE Rektörlüğünün sağladıkları olanaklar olmadan bu etkinlik gerçekleştirilemezdi. Teşekkürlerimizi sunarız.

### **Düzenleme Kurulu:**

Onurcan Çakır, Fehmi Doğan, Livanur Erbil, Can Gündüz, M. Emre İlal, Batuhan Taneri

Haziran 2014

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



**BİLDİRİLER****Video Oyunu Mekanlarında Mimari Deneyim: Mekansal, Zamansal, Anlatsal**

Oğuz Orkun Doma, Özen Eyüce..... 1

**Mimarlıkta Allometri Üzerinden İlişkisel Biçimlenme**

Elif Belkis Öksüz, Gülen Çağdaş..... 13

**Bir Kamusal Strüktür Olarak Pavyon Yapılarının Dijital Teknolojilerle Yeniden Biçimlenişi**

Deniz Ayşe Yazıcıoğlu ..... 21

**Hesaplanabilirin Ötesi Olarak Mekân**

Kadir Öztürk, Fehmi Doğan ..... 33

**Kullanıcı Hareketlerinden Etkilenen Kamusal Alanların İnteraktif Bir Haritayla Yoğunluk****Analiz Diyagramları**

Merve Taşlıoğlu ..... 41

**Havalimanı Terminal Binası Dolaşım Alanlarında Yaşlı Hareketlerinin Simulasyonu**

İlker Erkan, Ali Tolga Özden, Hasan Haştemoğlu ..... 49

**Kullanıcı Odaklı Bisiklet Yolu Güzergahı Belirlenmesi İçin Karar Destek Modeli Önerisi**

Ayşe Çolakoğlu, Gizem Küçükpehlivan..... 63

**Çok Modlu Ulaşım Sistemi İle Öğrenciler İçin Ulaşım Güzergahları Üreten Bir Algoritma****Önerisi/ Maltepe İlçesi'ndeki Liseler Üzerine Bir Uygulama**

Orkan Zeynel Güzelci ..... 73

**Bilgisayar Destekli Kavramsal Tasarım Yaklaşımı ve Çoklu Performansa Dayalı Tümüleşik****Yüksek Yapılar**

Berk Ekici, Seçkin Kutucu..... 85

**Restoran Tasarımında Yerleşim Sorunu İçin Evrimsel Hesaplama Yöntemi**

Ioannis Chatzikonstantinou, Cemre Uğurlu, Sevil Sarıyıldız, Fatih Taşgetiren ..... 95

**Pareto Genetik Algoritma ile Sürdürülebilir Mimari Tasarım için Bir Model Önerisi: SSPM**

Yazgı Badem Aksoy, Gülen Çağdaş..... 103

**Geleneksel Kırsal Türk Evinde Mekân Dizim Analizi: Balıkesir ili Örneği**

M. Selen Abbasoğlu Ermiyağil, Ömer Erem ..... 115

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

### **Mekan Dizilim Yöntem Ve Teorisini Öğretmek Üzerine**

Işın Can ..... 127

### **Yaparak Tasarlama: Mimarlık Eğitimi İçin Melez Bir Tasarım Ortamı**

Serdar Aşut ..... 141

### **Öğrencilerin Geleneksel ve Parametrik Üç Boyutlu Modelleme Ortamlarındaki Deneyimlerinin Fenomenografik Yöntem ile Karşılaştırılması**

Çetin Tünger, Şule Taşlı Pektaş ..... 153

### **Görsel Düşünme Yöntemi Olarak Eskiz**

Deniz Dokgöz ..... 163

### **Mimarlık Eğitiminde Yapı Araştırmaları ve Mimari Tasarım Stüdyosu Süreçlerine Ortak Bir Gündem Önerisi: Sayısal İz-Cisim Araştırmaları**

Can Gündüz ..... 179

### **Serbest-form yüzey yapılarda yeni gelişmeler**

Mehdi Gorjian, Mehmet Sarper Takkeci ..... 189

### **Doğadan Esinli Tasarım: Ses Etkisiyle Oluşturulan Deneysel Bir Form Bulma Yöntemi**

Pınar Çalışır ..... 207

### **Doğadaki Örüntülerin Mimari Tasarım Sürecinde Yaratıcı Bir Araç Olarak Kullanılması**

Özgür Ediz, Abudureyimu Rexiti ..... 217

### **Facilitating Computational Thinking Through Pattern Generation**

Birgül Çolakoglu Eysa Atawula, Lina Alkhodari ..... 227

### **Yapı Bilgi Modelleme Yazılımlarının Bina Başarımı Programları ile Birlikte İşlerliklerinin Tasarım Sürecine Etkisi**

Onurcan Çakır, Yelin Demir, Mustafa Emre İlal ..... 239

### **Performans Odaklı Tasarımda Parametrik Araçların Kullanımı Üzerine Bir Uygulama**

Burak Ercan ..... 247

### **Algoritmik Tasarım Uygulamalarının Güncel Yeterliliğinin YBM Vakası Üzerinden Tartışılması**

Batuhan Taneri, Sertuğ Tanrıverdi ..... 265

**Seyirci Konumuna Cevabi Akustik Sahne Tasarımı**

Erdem Yıldırım .....271

**Malzeme, Biçim Ve Başarım Tabanlı Bir Yazılım Geliştirme**

Sevil Yazıcı, Leyla Tanaçan .....279

**POSTERLER**

**Konak Meydanı'ndaki Gerçekleştirilmiş Ve Tasarlanan Dönüşümlerin Mekan Dizilim Yöntemi**

**İle Analizi**

Işın Can, Berna Yaylalı Yıldız, Pınar Çalgıcı Kılıç, Ela Çil.....291

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

## **BiLDiRiLER**

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

## Video Oyunu Mekanlarında Mimari Deneyim: Mekansal, Zamansal, Anlatısal

Oğuz Orkun Doma<sup>1</sup>, Özen Eyüce<sup>2</sup>

### Özet

*İnsanoğlunun varoluşu zamansal ve mekânsaldır. Eylemleri mekanların içinde zamansal olarak deneyimleriz. Hikayeler anlatırken de -duygularımıza da hitap edecek şekilde- gerçekliği taklit eden uzam-zamansal bir kurgu tasarlarız. Anlatıda zaman ve mekanın tasarımı temeldir. Çağlar boyunca insanoğlu hikayesini değişen anlatı biçimlerinde anlatagelmiştir: sözlü bir gelenekten başlayarak, edebiyat, tiyatro, sinema ve son olarak etkileşimli bir anlatı türü olan video oyunlarına kadar. Video oyunları, üretim ve tüketim döngülerinin tamamen dijital ortamda gerçekleştiği yeni bir tasarım ürünüdür. Özellikle de fiziksel ve sanal olan arasındaki sınırların giderek belirsizleştiği günümüzde, fiziksel mimarinin deneyimsel ve temsili ilişkileri konusunda video oyunları bize yeni bakış açıları kazandırabilir. Etkileşim, aracılık ve eylemsel zamanın esnekliğinin oynanıştaki önemli rolü, video oyunları ve diğer anlatı ortamları arasında temel bir ayrım yaratıyor. Bu çalışmanın amacı, Gerard Genette, Christian Norberg-Schulz, Kevin Lynch ve Michael Nitsche'nin anlatı ve mimari kuramlarını mimari bağlamda tamamlayıcı bir şekilde uyarlayarak, video oyunu mekanlarının niteliksel ve fenomenolojik analizinde kullanılacak bir çerçeve önerisinde bulunmaktadır. Çalışmada ortaya konulan video oyunlarında mekansal ve zamansal deneyimi inceleyen analitik çerçeve "Assassin's Creed" ve "Prince of Persia" oyunlarından seçilen bölümler üzerinde deneyerek, bu çerçeveden ortaya çıkan kavrayışın mimarlık ve video oyunu tasarımında olası kullanımları tartışılacaktır.*

Anahtar Kelimeler: Video oyunları, Zamansallık, Anlatı, Fenomenoloji

### 1. Giriş

Etkileşim, sanatsal dışavurumun en önemli elemanlarından biri olmuştur. Sözlü gelenekten başlayıp görsel ve plastik anlatıya kadar, sanatçılar her zaman izleyicilerde etkilenim yaratmak istemiştir. Bu bağlamda örneğin mimari, çevresel-mekansal hikaye anlatımı olarak ele alınabilir. Değişen her devir kendi sanat ortamını ve çağın ruhunu yaratır; hikaye anlatıcıları -ya da sanatçılar- da kendi çağlarının yorumcuları olarak bu araçları ve ortamları kullanırlar. Video oyunları, dijital sanatlarla evrilen pek çok ürün türünden yalnızca biridir. Diğer dijital tasarım ürünlerine nazaran, video oyunları daha belirgin bir rağbet görmüştür. Video oyunları, görsel-işitsel dilleri ve çağrışımcı ve sarmalayıcı atmosferleri sayesinde, etkileşimli anlatı türlerinin en başarılı uygulamalarından biri olmuşlardır.

Mimari, kurguda asırlardan beri önemli bir rol oynamagelmiştir. Dijital olsun ya da olmasın, durumlar ve eylemler "yer" fenomeni sayesinde gerçekleşir, diğer bir deyişle "yer alır". Bu da mekanı bizim "varoluşsal dayanağımız" olarak açığa çıkarır (Norberg-Schulz, 1980). Anlatının gerçekleşmek için mekana olan ihtiyacı, onu mimarinin ilgi alanlarından biri haline getirir. Kurguya işlenen mimari, ister edebiyatta olsun isterse tiyatro ve sinemada, sadece bir mizansen olmaktan öte, senaryonun atmosferini de derinden etkiler. Video oyunlarında ise mimari bunu farklı bir seviyeye taşır; mekanın etkileşimli özelliği, sibermekanda bir *dijital persona* ya da *avatar* (kullanıcının sanal dünyadaki grafik temsili) aracılığıyla bulunan bir insan tarafından deneyimlenecek bir atmosfer yaratır. Dijital personanın video oyunu sırasında deneyimlediği her şey, görsel ve işitsel girdiler yoluyla doğrudan oyuncunun duyularına hitap eder. Bu sinestezik deneyimde video oyunu mekanı oyuncuda bir atmosfer ve mekansal ahval algısı ve görsel olarak iletilen dokunsal duygular yaratır. Gelişen

<sup>1</sup> e-posta adresi: oguzorkun.doma@bahcesehir.edu.tr, Bahçeşehir Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi

<sup>2</sup> e-posta adresi: ozen.eyuce@bahcesehir.edu.tr, Bahçeşehir Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

teknolojiler her geçen gün daha fazla duyunun bu sürecin bir parçası olmasına imkan sağladıkça, video oyunları ve mimarinin ilişkisi de giderek daha da somutlaşmaktadır.

Pek çok bileşeni bir arada barındıran video oyunları, zengin ve canlı doğaları gereği, yalnızca bileşenlerinden ve özelliklerinden birine indirgenerek incelenemez (Nitsche, 2008), dolayısıyla mekansal niteliklerine indirgenerek varolan mekansal analiz metodlarının uygulanması çok da bilimsel olmayacaktır.

Bu çalışma, sağlıklı bir analizin gerçekleştirilebilmesi için çok-disiplinli bir yaklaşım önererek, video oyunlarındaki mekansal deneyimin incelenmesinde kullanılacak mekansal, zamansal ve anlatsal bir yapı-çerçevesi önerecektir. Anlatıda zaman ve mekanın nasıl kurgulandığı irdelendikten sonra, farklı türlerin anlatı kuramlarının video oyunları mimarisi için yeniden-bağlamsallaştırılarak bir uyarlamasına ve çeşitli disiplinlerden yaklaşımlara yer verilecektir. Ortaya koyulan analiz çerçevesinin kavramları açıklandıktan sonra, ilgili video oyunu başlıklarından bölümlerle bu çerçeve örneklenecektir.

### 1.1. Bir Çalışma Alanı Olarak Video Oyunları

Böyle bir çalışmada, terminoloji ve kavram kargaşası yaşamamak için “video oyunu”nun tanımının baştan yapılması yerinde olacaktır. Video oyunları, etkileşimli bir anlatı türüdür. Bir üç boyutlu benzetim (simülasyon) motorunda çalışan ve benzer teknik ve görsel değerlere sahip olan her uygulama video oyunu olmayabilir, animasyon ya da simülasyon da olabilir. Video oyunu olması için, öncelikle oyun niteliklerine sahip olmalıdır. Bunlar [1] *mücadele/görev*, [2] *kurallar*, [3] *oyuncu etkileşimi* ve [4] *değerli netice* olarak sıralanabilir. Anlatının derinliği ise temel belirleyici faktör değildir. Animasyon videolarında belirgin bir anlatım olmasına karşın etkileşim ve oyun olmadığı gibi, her video oyununun dikte edilen bir anlatıya sahip olması gerekmez.

Bu çalışmanın incelediği video oyunları üç boyutlu ve dolaşılabilir mekanlara sahip olan ve tüketici donanımları için piyasaya sürülmüş başlıkları içerir. Tür olarak da üç boyutlu *aksiyon-macera* ve *birinci şahıs nişancı* türleri kapsamaktadır.

Video oyunları yalnızca bir tasarım alanı değil, aynı zamanda önemli bir endüstridir. Kırk yıllık tarihinde video oyunları bir niş pazarından devasa bir küresel kültür ve ticaret endüstrisine dönüşmüştür. Yalnızca 2012 yılında, video oyunu endüstrisi küresel pazarda 67 milyar dolarlık bir hacme ulaşmıştır, ve 2017 yılında bu hacmin 82 milyar doları bulması beklenmektedir (Gaudiosi, 2012). Video oyunlarının diğer ortam türleri üzerindeki etkisi de giderek artmaktadır. Video oyunu başlıklarının film ve dizi uyarlamaları yapılmakta, çevrimiçi çokoyuncululu video oyunları her gün yüz milyonlarca kişi tarafından oynanmaktadır (Wolf, 2008). Bunlara karşın, video oyunları akademinin dikkatini yeni yeni çekmeye başlamıştır.

Video oyunu çalışmalarının en zorlu kısımlarından biri, alanın pek çok farklı disiplinin odağında olmasıdır; film teorisi, semiyotik, oyunbilim, anlatıbilim, benzetim, performans, edebiyat, estetik, psikoloji ve sanat tarihi gibi pek çok disiplin için içine girmektedir (Wolf ve Perron, 2003). Tek bir kuramın bütün video oyunlarını kapsamamasını beklemek gerçekçi olmayacaktır. Video oyunlarının daha zengin bir şekilde kavranması için, geniş bir izgeden farklı ama birbiriyle bağlantılı perspektiflerden yaklaşımlara ihtiyaç vardır (Nitsche, 2008). Bir diğer zorluk da bu karşılaştırmalı literatür hazırlanırken, video oyunu ortamının sürekli genişlemesi ve formların sürekli değişmeye devam etmesidir.

Video oyunu çalışmalarıyla ilgilenen mimarlar, öncelikle video oyunlarının mekansal niteliklerine ve bunun çağdaş mimari ile ilişkisi üzerine yapılabilecek çıkarımlara eğilimler. Diğer taraftan video oyunu tasarımcıları oyun mekanlarını tasarlarken, belli mimari nitelikleri amaçlanan etkileşim türlerini tetikleyecek şekilde kullanırlar. Pek çok video oyunu bölümü tasarımcısı, film yapımcıları gibi fiziksel mimariden ilham alırlar: Belli mekanlar ve kurguların izleyici -ya da oyuncuların-



algılarını geçmişe dönük olarak şekillendirmesinden faydalanırlar. Bu yüzden video oyunu tasarımı sadece “oyunun kuralları” ile değil, aynı zamanda “mekanın kuralları” ile de ilgilidir (Von Borries, Walz ve Böttger., 2007).

## 1.2. Yöntem

Bu çalışmada öncelikli olarak dikkat edilen üç nokta bulunmaktadır: İlki, mimari video oyunlarının bileşenlerinden yalnızca biri olduğu için, video oyunlarına salt varolan bir mimari çerçeveden yaklaşımdan kaçınmaktır. Video oyunu mekanlarında mimari deneyimin analizi, video oyunlarındaki mimari öğelerin bir okuması ve sınıflandırılmasından daha fazlasıdır. Yine de, örneğin, mimari tipoloji kuramlarının dikkate alınması, video oyunu kuramının perspektifini mimarlık bilgisiyyle genişletme açısından faydalı olabilir. İkinci nokta, video oyunları bileşenlerine indirgenemeyeceği için, analitik yaklaşım tümevarımcı değil tümdengelimci olmalıdır. Üçüncü nokta, tek bir kuram tüm video oyunları için genel geçer olamayacağı için çalışmanın kapsamındaki video oyunu türlerinin dikkatli belirlenmesidir.

Etkileşimli anlatılarda mekan ve zamanı analiz eden mevcut çerçeveler bulunmaktadır. Bu modeller çoğunlukla edebiyat ve sinema gibi anlatı türlerinden uyarlanmıştır. Bu çalışmada varolan bu modellerden esinlenerek, Gerard Genette, Christian Norberg-Schulz, Kevin Lynch ve Michael Nitsche gibi teorisyenlerin kuramlarını mimari bağlamda tamamlayıcı bir şekilde uyarlayarak, 3-boyutlu macera oyunlarının analizinde kullanılacak orijinal bir çerçeve önerilecektir.

İzlenecek yöntem beş aşamada özetlenebilir: [1] *Varolan çerçevelerin incelenmesi*. Anlatı ve mimarlık gibi çeşitli dallardan kuramlar ve modeller incelenecektir. [2] *Varolan modellerin eleştirisi*. Hibrid ve tamamlayıcı orijinal bir çerçeve oluşturmak için, varolan modellerin eksik, yetersiz ve kullanışsız yönleri, incelenen literatürde karşılaştırmalarla tartışılacaktır. [3] *Analitik bir çerçeve geliştirilmesi*. 3-boyutlu macera oyunlarında mekansal ve zamansal deneyimin incelenmesi için bir çerçeve geliştirilecektir. [4] *Piktografik görselleştirme*. Çerçevenin her kategori ve öğesi özgün ve akılda kalıcı piktogramlarla görselleştirilecek ve bu piktogramlar analizde arayüz görevi görecektir. [5] *Çerçevenin video oyunlarının analizinde kullanılması*. Çerçeve kullanılarak, *Prince of Persia: The Sands of Time* ve *Assassin's Creed: Revelations* oyunlarından iki bölümün analizi yapılacaktır.

## 2. Video Oyunlarında Mekân ve Zaman Çalışmalarının Geçmişi

Klasik masallar her zaman “evvel zaman içinde” başlar ve sıklıkla “çok uzak bir diyarda” diye devam eder. Bu başlangıç, hikayelerin iki tanımlayıcı öğesi olarak *zaman* ve *mekanı* öne çıkarır. Bridgeman’ın da dediği gibi, zamansal ve mekansal ilişkiler anlatıları algılamamızda esastır, ve tarih ve yer belirtmenin ötesinde bir rolleri vardır (2007). Durum, dijital anlatılar ve video oyunlarında da farklı değildir. Anlatı kuramında zamansallık, mekansallıktan daha fazla tartışılmıştır (Wei, Bizzochi ve Calvert, 2010). Ne var ki hikayelerin kurgusal olaylar dizisinde, bu olayların yer alacağı mekanlar gereklidir. Dijital anlatılar diğer anlatı türlerinden daha sarmalayıcı ve etkileşimli olduğu için, mekan esas olarak tanımlayıcı bileşenlerinden biri haline gelir. Murray, mekanın dijital anlatılardaki önemini ifade ederken, yeni dijital çevrelerin “gezinilebilir mekanları temsil güçlerine göre” karakterize edildiğini söyler (1988).

Mekan sadece hikaye olayları için yer sağlamakla kalmaz, oyuncuların zihninde çağrışımlar da yapar. Mekanların simgesel anlamları, izleyicilerin geçmiş deneyimlerine hitap ederek bir hikaye anlatımı aracı olmaya başlayabilir. Kevin Lynch’in dediği gibi “Hiçbir şey kendi başına deneyimlenmez, çevresiyle ve kendine yol açan olaylar dizisiyle, geçmiş deneyimlerin anılarıyla deneyimlenir” (1960). Henry Jenkins de video oyunlarında mekanın önemini vurgulayarak, video oyunu tasarımcılarını “hikaye anlatıcılarından çok, anlatı mimarları” olarak nitelendirir (2004). Dolayısıyla anlatılarda mekansallık ve zamansallık, tümleşik bir uzam-zaman bütünü olarak değerlendirilmelidir. Bu kısımda, anlatılarda mekan ve zaman çalışmalarının geçmişi üzerine bir literatür incelemesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

yapılacaktır. Bu çalışmaların pek azı dijital anlatılar için hazırlanmıştır, ama bunların dikkatli bir uyarlaması çalışmanın çerçevesini oluşturmada kullanışlı olacaktır.

### 2.1. Video Oyunlarında Mekân

Christian Norberg-Schulz, Heideggerci bir yaklaşımla, mimari mekanları iki gruba ayırır: [1] karakterinin doku, renk ve bitki örtüsü gibi niteliklerle tanımlandığı *doğal mekanlar*, ve [2] insanoğlunun doğayı kavrayışını ve biçimlendirme şeklini gösteren *doğal mekanlar*. Norberg-Schulz'a göre "[Mimariyi] inşa etmenin varoluşsal amacı, bir alanı yer haline getirmek, böylece verilen çevrede potansiyel olarak varolan anlamları açığa çıkarmaktır" (1980). İnsan yapımı mekanlar, doğal mekanlarla her zaman ilişki içindedir ve bu ilişki *vurgulama*, *tamamlama* ve *imgeleme* yollarıyla kurulabilir (a.g.e., 1980). Böyle bir yaklaşım, etraflıca bir mekan okuması ve kavrayışı gerektirir, böylece mekansal tanımlama ve algısal haritalama önemli kavramlar haline gelir (Nitsche, 2008).

Kevin Lynch, gözlemcilerin kent algılarının algısal haritalarının oluşturulması konusunda en etkili kitaplardan biri olan *The Image of the City* adlı çalışmasında, beş ortak eleman tanımlamıştır:

[1] *yollar* – doğrusal akslar, [2] *kenarlar* – yönlendirme özelliği olan sınır çizgileri, [3] *bölgeler* – karakteristik olarak farklılaşan görece geniş bölümler, [4] *düğüm*ler – odak noktaları ve kesişimler, ve [5] *nirengi noktaları* – referans noktası olarak da algılanan, ayrılan öğeler. Lynch'in haritalama elemanlarına göre mekansal bir strüktür, gözlemcinin pozisyonuna göre farklı şekillerde algılanabilir. Pek çok *bölgeden* oluşan bir kent, daha büyük bir haritada *düğüm* olarak algılanabilir. Benzer şekilde bir köprü, üzerinde yürüyen insanlar için *yol* olarak algılanırken, uzaktan gören biri için bir *nirengi noktası*, köprüden panorama fotoğrafı çeken biri için *düğüm* olarak algılanabilir.

Christopher Alexander *A Pattern Language* adlı eserinde 253 örüntüden oluşan bir model önermiştir (1977). Lynch'in algı haritaları için çıkardığı beş temel elemanın farklı kombinasyonları farklı örüntüler oluşturmaya açıkken, Alexander'ın çalışması ortaya çıkan örüntüleri mutlak bir şekilde sınıflandırmıştır. Bu anlamda Lynch'in modeli, daha üretken bir modeldir.

Mimari tasarım ve çizimler üzerine olan eserleriyle bilinen Frank Ching'in modeli, daha çok *biçim*, *mekan* ve *düzen*in görsel niteliklerine odaklanmıştır. Mekansal ilişkiler ve mekansal düzenleme için örnek geometrik şemalar sunan Ching (2007), düzen ilkelerini altı kategoride: [1] *Aks*, [2] *Simetri*, [3] *Hiyerarşi*, [4] *Ritm*, [5] *Datum* ve [6] *Biçimdeğiştirme*.

Ching'in ilke ve şemaları daha çok mekanların geometrik biçimlenmesi ve biçimdeğiştirmesiyle ilgiliyken, Lynch'in haritalama elemanları daha çok gezinime ve biçimlerin gözlemcinin algısında uyandırdığı zihinsel imgelere dayanır. Video oyunu mekanlarının analiz ve tasarımında iki yaklaşımın da kendince elverişli olduğu yerler vardır (Nitsche, 2008). Ching'in geometrik yaklaşımı bir video oyunu mekanının 3B nesnelere modellemesinde anlamlı olabilir. Lynch'in algısal yaklaşımı ise bir gözlemci tarafından deneyimlenecek sarmalayıcı ve çağrışımçı oyun mekanlarının tasarımı için daha fazla vaatte bulunmaktadır. Şekil 1, *Assassin's Creed: Brotherhood* oyunundan bir Roma panoramasının Ching ve Lynch'in modellerine göre incelemelerini karşılaştırmaktadır.

Nitsche (2008), video oyunları mekanları için üç farklı mekansal strüktür tipolojisi sıralar: [1] *Kulvar ve Raylar* – yönlendiren ve hareket tanımlayan akslar, [2] *Labirent ve Dehlizler* – görece az görsel ipucu taşıyan karmaşık izlekler, [3] *Arenalar* – etraflı çevrili açık strüktürler, ve [4] *Mekan Güdümü* – mekan güdümlü modelde, anlatı ve ilişki kurma imkanları doğrudan mekansal strüktürlerle sağlanır. Nitsche'nin modeli, video oyunları için tipolojik bir sınıflandırma yaratır. Mekanların işlevsel değerlerine önem verse de; modelde *düğüm*, *bölge* ve *nirengi noktaları* gibi algısal olarak ayrılan bazı mekanların karşılığı yoktur.



Şekil 1: Bir video oyunu mekanının Ching ve Lynch'in modellerine göre incelenmesi

Janet Murray (1997), *aracılık* kavramını tartışırken dijital anlatıların mekanlarını dijital labirentler olarak ele alır ve bunları ikiye ayırır: [1] çözülebilir *dehliz* – klasik anlatılardaki ilerleme yapısına sahip ve amaç odaklı ilerlenen mekanlar, ve [2] dolaşık *rizom* – doğrusal bir ilerleme değil “sonu ya da çıkışı olmayan” mekanlar. Murray’ın ayrımı biçimsellikten önce eylemsel bir ayrımdır, ama bu eylemsel yapı kaçınılmaz olarak hikaye mekanlarının görsel diline de yansır.

Anlatı teorisinde, mekansallık çoğunlukla hikayenin durağan bir bileşeni olarak kabul edilmiştir. Zoran (1984), uzamzamansal bir modeli esas almasıyla öne çıkan çalışmasında, yazılı anlatılarda mekan kurulumunu üç seviyede ele almıştır: [1] *Topografik seviyede* mekan durağan bir bileşendir. [2] *Kronotopik seviye*, mekana eylem ve hareketlerle yüklenen kurguyu ifade eder. [3] *Metinsel seviye*, mekana sözlü metinle yüklenen kurguyu ifade eder. Bu üç seviye, hikaye dünyasının okuyucunun zihninde yeniden kurulmasına aittir ve “birbirleri aracılığıyla, bir bütün olarak” algılanırlar (a.g.e.). Bu katmanlı uzamzamansal model dikkat çekicidir, fakat 1984’te yazılı anlatılar için hazırlanan bu model, video oyunlarına eksiksiz bir biçimde uygulanamaz. Nitsche’nin tipolojik modeliyle kıyaslandığında, ikisinin de hikaye mekanını okuyucunun zihnindeki bir yeniden kurulum olarak ele aldığını ve hikaye mekanına topografik olarak yaklaştıklarını görüyoruz. Fakat Zoran’ın modeli mekan ve zamanın devingen ilişkisine daha iyi odaklandığı halde, video oyunları bağlamına etkileşim ve mekan güdümlü *aracılık* açısından Nitsche’nin modeli kadar uygun değildir.

Literatürde varolan bu modeller incelendiğinde, video oyunları mekanının analiz ve yaratımında kullanılacak bir çerçevenin, mekanları uzamzamansal olarak ele alması ve şu niteliklere odaklanması gerektiğine karar verilmiştir: [1] *Mekansal* strüktürler, [2] *İşlevsellik*, [3] *Etkileşim* ve [4] *Görsel-ışitsel girdiler*.

## 2.2. Video Oyunlarında Zaman

Anlatı kuramında yaygın olan yaklaşım, zaman kiplerini ikiye bölmektir: [1] *Hikaye zamanı*, hikayenin olay ve eylemlerinin geçtiği zaman çizelgesini ifade eder. [2] *Söylem zamanı*, hikaye anlatılırken geçen zamanı ifade eder. Genette (1980) de bu zaman kiplerini kullanarak, anlatılarda dizimi incelerken beş kavramdan bahseder: [1] *Düzen* – olayların hikaye zamanında olma sırasıyla söylem zamanında anlatılma sırasının ilişkisi, [2] *Süre* – olayların hikaye zamanında gerçekleşme süreleriyle söylem zamanında anlatılma sürelerinin ilişkisi, [3] *Sıklık* – olayların hikaye zamanında kaç kez gerçekleştiği ve söylem zamanında kaç kez anlatıldığının ilişkisi, [4] *Ruh hâli* – hikayenin sözlü anlatımında, anlatıcının mesafesi ve perspektifiyle yaratılan ruh hâli, ve [5] *Ses* – hikayenin anlatıcısının kim olduğu ve nerede yer aldığı. Genette’in ilk üç kavramı, doğrudan anlatının zamansal boyutuyla ilgilidir. Wei ve diğerlerinin alıntıladığı üzere (Wei, Bizzocchi ve Calvert, 2010); David Herman, Genette’in ikideğerli bir zamansal kipe dayanan çalışmasının *düzen* bölümünü, *bulanık zamansallık* kavramını önererek genişletmiştir (Herman, 2002). Bu modelde, olayların *sıralı*, *karmaşık*, *çoklu* ya da *parçalı* bir düzende gerçekleşmesi mümkündür.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Jesper Juul (2011), bu zaman kipi ikililiğini video oyunlarına uyarlar: [1] *Oyun zamanı* – oyuncunun oyun oynarken harcadığı gerçek zaman, ve [2] *Kurgusal zaman* – oyun oynanırken kurgusal dünyada geçen zaman. Juul’ün zaman çerçevesinden faydalanarak, Michael Hitchens (2006) yeni bir model önerir: [1] *Oynama zamanı* – oyuncu tarafından gerçek dünyada harcanan zaman, [2] *Oyun dünyası zamanı* – oyun dünyasındaki kronolojik zaman, [3] *Oyun motoru zamanı* – oyun motorunun çalıştığı gerçek dünya zamanı, ve [4] *Oyun ilerleme zamanı* – oyundaki ilerlemenin soyut bir ölçüsü olan zaman. Zagal ve Mateas (2007) ise dört zamanlı bir model önerir: [1] *Gerçek dünya zamanı*, [2] *Oyun dünyası zamanı*, [3] *Koordinasyon zamanı* – yapay zeka ya da insan, birden fazla oyuncunun eylemlerini koordine eden olayların oluşturduğu zaman, ve [4] *Kurgusal zaman* – sosyokültürel etiketlerin oyundaki olaylar altkümelerine uygulanmasıyla oluşan zaman (örneğin oyundaki turların “gün” ya da “yıl” olarak adlandırılması).

Bu modeller karşılaştırıldığında, zamansal ikililiğe dayanan modellerin video oyunlarını tam olarak karşılamadığı görülmüştür. Çoklu zamansal kip kullanan modeller ise kendi içlerinde tutarlı görünmekle birlikte, zamansal sınıflandırmaları “görece rastgele” ve “yeterince açıklanmamış” olduğu için (Wei, Bizzocchi ve Calvert, 2010), video oyunu zamansallığı için genelgeçer kabul edilemezler. Genette’in düzen, süre ve sıklık gibi kavramları video oyunlarına özgü bir uzamzamansal model oluşturulması için elverişli görünmekle birlikte, tüm zamansal kipler video oyunları için yeniden tanımlanmalıdır. Ayrıca *aracılık*, esnek eylemsel zaman ve seçmeli olay düzeni gibi etkenler de yeni çerçeve hazırlanırken göz önünde tutulmalıdır.

### 3. Çerçevenin Geliştirilmesi

Önceki bölümlerde uzamzamansal yaklaşımın önemi ve alandaki ya da uyarlanabilecek mevcut çalışmaların özetine yer verildi. Bunlardan yola çıkarak oluşturulan analiz çerçevesi, mekansal ve zamansal karakteristikleri Tablo 1 ve Tablo 2’de görüldüğü gibi sıralamaktadır.

#### 3.1. Mekânsal Karakteristikler

Bu çalışmada mekansal karakteristikler için, dört katmanlı bir çerçeve kurgusu oluşturulmuştur: [1] *Mekansal Kurgu*, [2] *Mekansal İşlevsellik*, [3] *Etkileşimli Kurgu*, ve [4] *Duyumsallık*. Salt-strüktür seviyesinden başlayarak her katmanda bir öncekine göre daha fazla etkileşim ve algı öğeleri devreye girerek, sonunda katmanlar bir araya geldiğinde sarmalayan bir mekansal çevre oluştururlar.

*Mekansal Kurgu*, video oyunu mekanının strüktürel bileşenlerinin olduğu ilk katmandır. Bu katman, Zoran’ın terminolojisindeki *topografik seviyenin* karşılığı gibi düşünülebilir. Mekansal kurgu tipleri için hazırlanan modelde, Lynch’in algı haritalaması ve Nitsche’nin tipolojik modelleri esas alınmıştır. Mekansal kurgu tipleri, üç kısımda incelenir: [1] *Yollar ve İzler* – Yönlendirme özelliği olan çizgisel akslardan oluşur. Video oyunu mekanlarında A noktasından B noktasına olan hareket, yollar ve izlerin ayırıcı özelliğidir. Tipolojik olarak dar ve yol benzeri bir mekan tanımlar. Yürüme yolları, yarış pistleri, ve hatta havada yüzen izlekler örnek olarak verilebilir. Nitsche’nin *kulvar ve rayları* ile Lynch’in *yol ve kenarlarıyla* benzerlik gösterir. [2] *Bölge ve Platformlar* – Özellikleriyle ayrılan odak noktalarıdır ve genellikle *yollar ve izlerin* kesişiminde yer alırlar. Bir amaç yeri olmak, farklı bir ruh hali tanımlamak ya da bir oyun olayını tetiklemek, bölge ve platformların ayırıcı özelliğidir. Tipolojik olarak geniş ve genellikle açık bir mekan tanımlar. Nitsche’nin *arenalarından* farklı olarak salt görsel olarak açık bir mekan olmayıp, Lynch’in *bölge ve düğümlerinin* karakteristik kimliğini de taşır. [3] *Rizom ve Ağlar* – çoğunlukla *yollar ve izler* ve *bölge ve platformların* birleşim, kesişim ve çakışmasıyla oluşan karmaşık sahalardır. Oyuncunun önceden belirlenmiş bir hedefe ulaşmak için tamamladığı bir *dehliz* ya da açık uçlu, oyuncu güdümlü ve gelişken anlatılara uygun bir *rizom* yapısında (genellikle Devasa Çokoyunculu Çevrimiçi oyunlarda) olabilirler. Tipolojik olarak görsel ipuçları görece az olan labirent benzeri bir yer tanımlar ve oyuncuyu mekanı derinlemesine

keşfetmeye teşvik eder. Nitsche'nin *labirent ve dehlizlerine* benzer, ama Murray'in *dehliz ve rizomlarının* eylemsel yapılandırmalarını da kapsar.

*Mekansal İşlevsellik*, oyun mekanlarının işlevsel anlamının açığa çıktığı katmandır. Bu işlevler, mekanlara yüklenen anlamlarla ve oyuncunun mekandaki geçmiş deneyimleriyle sağlanabilir. Tamamen oyuncunun mekanı algısında temellenen bu katman, üç işlevsel anlama sahip olabilir: [1] Mekansal İticilik. [2] Mekansal Çekicilik. [3] Mekansal Bulmaca.

*Etkileşimli Kurgu*, oyuncunun mekanla etkileşiminin başladığı üçüncü katmandır. İkinci katmanla birlikte bu katman hem oyunsal hem de anlatsal niteliklerini doğrudan etkiler. Etkileşim biçimleri şöyle sıralanır: [1] *Karakter etkileşimi*, [2] *Nesne etkileşimi*, [3] *Gezinim*, ve [4] *Amaç ve Görevler*.

*Duyumsallık*, oyuncuların video oyununda avatar ya da personalar aracılığıyla içindelik gösterdiği dördüncü katmandır. Diğer katmanlardan farklı olarak bu seviye kağıt üzerinde ve temsillerle iyi ifade edilemez, içindelik gerektirir. Bu katmanda tanımlanan her öge detaylandırmaya açıktır.

### 3.2. Zamansal Karakteristikler

Zamansal karakteristikler için oluşturulan modelde, *hikaye zamanı* ve *söylem zamanı* kipleri [1] *oyun zamanı* ve [2] *hikaye zamanı* olarak yeniden tanımlanmıştır. Video oyunlarının etkileşimli dinamiği ve esnek eylemsel zamanı da düşünülerek bunlara [3] *kaydedilen aşama zamanı* – ayrı oyun hedeflerinin ilerleme aşamaları, ve [4] *impromptu zamanı* – oyuncu tarafından yaratılan hikayenin montajı kipleri de eklenmiştir. Bu anlatsal zaman şeması üzerinden, Wei, Bizzochi ve Calvert'in Genette'in modelini video oyunlarına uyguladıkları çalışma temel alınarak, dört zamansal karakteristik belirlenmiştir: [1] *Sekans Düzeni*, [2] *Anlatı Hızı*, [3] *Sıklık*, ve [4] *Öykü kurgusu*.

### 3.3. Piktografik Görselleştirme







Şekil 2: Piktogramların tasarımı

Çerçevdeki her karakteristiği karşılayan özgün ve akılda kalıcı bir piktogram tasarlanmıştır. Bu piktogramlar, video oyunlarının algısal haritası çıkarılırken analitik arayüz görevi görmektedir. Altıgen şeklindeki piktogramlar (Şekil 2) farklı yapılandırmalarda bir araya geldiklerinde yeni kombinasyonlar ve örüntüler oluşturmaktadır. Bu örüntülerin incelenmesi, analiz ve nihayetinde bir tasarım modeli oluşturma konusunda faydalı olabilecektir.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu





**Tablo 1:** Video oyunlarının mekansal karakteristikleri çerçevesi

		Oyun anlatısındaki işlevi	Oynanıştaki işlevi
	MEKANSAL KURGU	Yollar ve İzler Bölge ve Platformlar Rizom ve Ağlar	Hikaye kurgusunu etkiler Hareket ve eylemleri etkiler Yönlendirme örüntüsünün oluşturulmasını sağlar
	MEKANSAL İŞLEVSELLİK	Mekansal İtıcilik Mekansal Çekicilik Mekansal Bulmaca	Mekansal etkileri belirlemek Duyusal deneyimi güçlendirmek Mekanlara anlamlar atfetmek Gezimin şemaları oluşturmak Mekanla eylemsel ilişkileri yönlendirmek Mekanların keşfedilmesini teşvik etmek
	ETKİLEŞİMLİ KURGU	Karakter Etkileşimi Nesne Etkileşimi	Hikaye evrenini zenginleştirmek Hikayeleri geliştirmek Aracılığı arttırmak Oynanışı güçlendirmek ve zenginleştirmek Eylemsel olasılıklar yaratmak
		Gezininim	Hikaye kurgusunun yerini ve izleğini tanımlamak Bölümlerin gezinti şemalarını oluşturmak Kurgunun ana öğelerini mekanda konumlandırmak Oynanışta çeşitlilik sağlamak
		Amaç ve Görevler	Kurguyu oluşturmak Duyusal deneyimi güçlendirmek Mekanlara anlamlar atfetmek Aracılığı arttırmak Bölümlerin gezinti şemalarını oluşturmak Oynanışta çeşitlilik sağlamak
	DUYUMSALLIK	Perspektif (Kamera)	Oyuncunun aracılık düzeyini belirlemek Duyusal deneyimi güçlendirmek Sinesteziyi güçlendirmek Oyun mekanının devamlılığını sağlamak Oyuncunun görüş alanını belirlemek Oyuncunun mekan içindeliğini sağlamak Mekanda rehberlik etmek
		Renk Malzemesellik	Ruh halini ayarlamak Gerçekçiliği artırır Hikaye evrenini zenginleştirmek Sinesteziyi güçlendirmek Çevrenin karaktere karşı tutumunu, bölüm zorluğunu ya da bölümün kronolojik konumunu ifade etmek
		Kontroller ve Beden Hareketi	Aracılık ve etkileşimi arttırmak Mümkün olan hareketleri belirlemek
		Ses	Ruh halini ayarlamak Gerçekçiliği artırır Hikaye evrenini zenginleştirmek Çevreyle ilgili ipuçları vermek Çevrenin karaktere karşı tutumunu, bölüm zorluğunu ifade etmek Eylemlerle ilgili geribildirim sağlamak
		Arayüzler	Bilgilendirme sağlamak Kamera açılarını ayarlamak Oyuncu müdahale ve kontrollerini sağlamak Oyunu durdurmak Oyunun ayarlarını değiştirmek Bilgilendirme ve yönlendirme sağlamak

### 3.4. Örnek Bölümlerin Analizi

Hazırlanan çerçeve, öncelikle *Prince of Persia: The Sands of Time* oyunundan *At Last We're Here* ve *Assassin's Creed: Revelations* oyunundan *The Prince's Banquet* bölümlerinin analizlerinde kullanıldı. *PoP*, kapalı bir tarihi Hint sarayının oda ve avlularında geçen, ve nihai hedefi sarayın en yüksek kulesine ulaşmak olan bir aksiyon-macera oyunudur. *AC* ise açık-dünya denilen bir türdedir ve 16. yüzyıl Konstantiniyye şehri simülasyonudur. İkisi de tarihi kurgu türündedir, ama *PoP*'ta oyun içinde de hatalı hamlelerden sonra oyuncu iradesiyle zaman geri alınabilmektedir. Aralarındaki mekansal ve zamansal farklardan dolayı bu iki oyun seçilmiştir. Şekil 3'te eylemsel harita analizleri görülmektedir. Çerçevenin arayüz olarak uygulandığı gerçek zamanlı analizler video formatındadır. Sonunda çerçeve kullanılarak yazarın *THROWN* adlı video oyunu projesine bir bölüm tasarlanmış ve bu bölüm de analiz edilmiştir.

**Tablo 2:** Video oyunlarının zamansal karakteristikleri çerçevesi

		Başlıca biçimleri	Oyun anlatısındaki işlev	Oynanıştaki işlev		
	SEKANS DÜZENİ	Aracı Seçimi	Çeşitli hedef ve görevler arasından seçmek	Aracılığı arttırmak	Oyuncu etkileşimini arttırmak	
		Geridönüş	Diyalog, ara sahne, altyazı, karakterin bulunduğu metinler, sahne değişimi	Bilgi sağlamak Anlatıda çeşitlilik sağlamak		Oynanış mekaniği
		İleri-dönüş	Diyalog, ara sahne, altyazı, sahne değişimi	Bilgi sağlamak Anlatıda çeşitlilik sağlamak		Oynanış mekaniği
		Akroni	Yan görevlerin sıralanması Atlamalar	Hikayeyi geliştirmek Aracılığı arttırmak		Yan görevler sağlamak Alternatif oynanışlar sağlamak
	ANLATI HIZI	Sahne	Eşzamanlı zaman kipi	Gerçekçilik sağlamak	Gerçekçilik sağlamak	
		Özet	Ara sahne, seslendirme, altyazı, sahne değişimi	Özlu anlatı		Oyuncunun ilgisini uyanık tutmak
		Uzatma	Ara sahne, ağır çekim	Anlatıda çeşitlilik sağlamak		Oynanış mekaniği
		Eksilti	Ara sahne, seslendirme, altyazı, sahne değişimi	Özlu anlatı		Oyuncunun ilgisini uyanık tutmak
		Ara	Oryantasyon ara sahnesi Oyun molası	-		Oryantasyon Oyun menülerine giriş
	SIKLIK	Tekil	Bir kez olan olayın bir kez gösterilmesi	Güçlü anlatı	Oyuncunun ilgisini uyanık tutmak	
		Yinelemeli	Tekrarlayan olayın bir kez gösterilmesi	Özlu anlatı		Oyuncunun ilgisini uyanık tutmak
		Tekrarlamalı	Kaybedince görev tekrarlamak Baştan oynamak	Anlatıda çeşitlilik sağlamak		Zorluğu azaltmak Oyuncu becerilerini geliştirmek
		Çoklu	Bir oynanış motivinin tekrarlaması	Anlatıda çeşitlilik sağlamak		Oyuncu becerilerini geliştirmek
	ÖYKÜ YAPISI	Doğrusal Dallanan Geri kıvrılan Gelişken	Tüm oyunların hikaye kurgusunda görülür.	Anlatıda çeşitlilik sağlamak Aracılığı arttırmak	Alternatif oynanışlar sağlamak Oyuncu etkileşimini arttırmak	

**Şekil 3:** Prince of Persia: The Sands of Time ve Assassin's Creed: Revelations'tan bölümlerin analizi

## 4. Sonuçlar

Yapılan analiz sonucunda, anahtar olayları önceden belirlenmiş ve mekansal kurguları buna göre hazırlanmış olan video oyunlarının, küçük ölçekte *yollar ve izler* ve *bölge ve platformlardan* oluşan, büyük ölçekte ise *rizom ve ağlar* benzeri bir labirent yapısında olduğu görülmüştür. *Mekansal işlevsellik* ve *Etkileşimli kurgu*, mekanı dinamik bir bileşen haline getirmekte ve *Duyumsallık* araçları ile hikaye mekanının deneyimi *sarmalayıcı* olarak, *persona* aracılığıyla yaşanmaktadır. *Öykü yapısı*, deneyimlenen hikaye olaylarında oyuncunun etkileşim düzeyini belirlerken *sekans düzeni*, *anlatı hızı* ve *sıklık*, anlatının güçlendirilmesini ve çeşitlenmesini sağlamaktadır.

Bu çerçeve aracılığıyla yapılan okumalar, kavrayış ve yorumlar, video oyunu tasarımı sürecinde faydalı olabilir. Mimaride de bu çerçeve uyarlanarak teleolojik mekanlar ve hikaye-anı mekanları (örneğin Daniel Liebeskind'in Berlin Yahudi Müzesi) için bir tasarım ve inceleme aracına dönüştürülebilir. Piktografik çerçeve ilerleyen çalışmalarda geliştirilerek bir video oyunu tasarımı görselleştirme aracına dönüşebilir.

## KAYNAKLAR

- ALEXANDER, C., ISHIKAWA, S. & SILVERSTEIN, M., 1977. *A Pattern Language*, Oxford, UK: Oxford University Press.
- VON BORRIES, F., WALZ, S.P. & BÖTTGER, M., 2007. *Space Time Play: Computer Games, Architecture and Urbanism*, Basel: Birkhauser.
- BRIDGEMAN, T., 2007. Time and space. *The Cambridge Companion to Narrative*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 52–65.
- CHING, F.D.K., 2007. *Architecture: Form, Space, and Order* 3rd ed., Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- GAUDIOSI, J., 2012. New Reports Forecast Global Video Game Industry Will Reach \$82 Billion By 2017. *Forbes*. <http://www.forbes.com/sites/johngaudiosi/2012/07/18/new-reports-forecasts-global-video-game-industry-will-reach-82-billion-by-2017/> [Erişim tarihi: 10 Ocak 2013].
- GENETTE, G., 1980. *Narrative Discourse: An Essay in Method*, Ithaca, NY: Cornell University Press.
- HERMAN, D., 2002. *Story Logic: Problems and Possibilities of Narrative*, Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- HITCHENS, M., 2006. Time and computer games or “No, that’s not what happened”. *3rd Australasian Conference on Interactive Entertainment*. 44–51.
- JUUL, J., 2011. *Half-Real: Video Games between Real Rules and Fictional Worlds*, Cambridge, MA: MIT Press.
- LYNCH, K., 1960. *The Image of the City*, Cambridge, MA: MIT Press.
- MURRAY, J., 1997. *Hamlet on Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*, Cambridge, MA: MIT Press.
- NITSCHKE, M., 2008. *Video Game Spaces: Image, Play, and Structure in 3D Worlds*, Cambridge, MA: MIT Press.
- NORBERG-SCHULZ, C., 1980. *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*, New York: Rizzoli.
- WEI, H., BIZZOCCHI, J. & CALVERT, T., 2010. Time and Space in Digital Game Storytelling. *International Journal of Computer Games Technology*, 2010, 1–23.



WOLF, M.J.P., 2008. *The Video Game Explosion*, London: Greenwood Press.

WOLF, M.J.P. & PERRON, B., 2003. *The Video Game Theory Reader*, New York: Routledge.

ZAGAL, J.P. & MATEAS, M., 2007. Temporal Frames: A Unifying Framework for the Analysis of Game Temporality. *Situated Play, Proceedings of DiGRA 2007 Conference*. 516–522.

ZORAN, G., 1984. Towards A Theory of Space in Narrative. *Poetics Today*, 5(2), 309–335.

## Terimler Sözlüğü

İngilizce literatürden çevrilen bazı kavramların karşılığında kullanılan Türkçe sözcükler aşağıda verilmiştir.

<b>agency:</b>	Aracılık, mümessillik.	<b>narrative:</b>	Anlatı.
<b>digital:</b>	Dijital.	<b>navigable:</b>	Gezinilebilir.
<b>emergent:</b>	Gelişken.	<b>navigation:</b>	Gezinim.
<b>evocative:</b>	Çağrışımıcı.	<b>node:</b>	Düğüm.
<b>first person shooter:</b>	Birinci şahıs nişancı. Oyunu.	<b>pattern:</b>	Örüntü.
<b>framework:</b>	Çerçeve.	<b>phenomenology:</b>	Fenomenoloji.
<b>fuzzy:</b>	Bulanık. (Bkz. Fuzzy logic - Bulanık mantık)	<b>simulation:</b>	Benzetim.
<b>gameplay:</b>	Oynanış.	<b>space-time:</b>	Uzam-zaman.
<b>immersive:</b>	Sarmalayıcı, muhasır.	<b>spatiotemporal:</b>	Uzamzamansal.
<b>MMO:</b>	Devasa Çokoyunculu Çevrimiçi oyun.	<b>storytelling:</b>	Hikaye anlatımı.
<b>landmark:</b>	Nirengi noktası.	<b>syntax:</b>	Dizim.
<b>mode:</b>	Kip.	<b>virtual:</b>	Sanal.
<b>mood:</b>	1. Ahval. 2. Ruh hâli.		



## Mimarlıkta Allometri Üzerinden İlişkisel Biçimlenme

Elif Belkıs Öksüz<sup>1</sup>, Gülen Çağdaş

### Özet

*Biçim arayışında mimarlık, geçmişten bu yana, doğa ve doğal sistemlerden farklı yaklaşımlar üzerinden beslenmektedir. Ancak güncel tasarım çalışmalarında, bu yaklaşımlar, biçimden ziyade süreç odaklı, farklı teknik ve stratejilerle karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri, şüphesiz doğal sistemlerin karmaşık sistemleri elde etmedeki etkinliğinden kaynaklanmaktadır. Doğal sistemlerin sahip olduğu metabolik ve morfolojik süreçler farklı yönleriyle dijital medya sayesinde çok daha sistematik olarak mimari tasarıma adapte edilmektedir. Ancak morfojenetik tasarım üzerinden aranan mimari formun etkinliği, yalnızca belirme, örgütlenme ve büyüme gibi morfolojik süreçlerin modellenmesi ile değil, bu süreçlerde belirleyici rol oynayan bazı karakteristik kural ve davranışların uyarlanması gerektirmektedir. Böylesi bir tasarım yaklaşımı da ilişkisel bir biçimlenmeyi sunmaktadır. Bu kapsamda, biyolojik sistemlerde biçimlenmede belirleyici olarak rol alan bu kurallardan biri de boyut-oran ilişkisidir. Biyolojide bu boyut-oran ilişkisi, parça-bütün bazında allometri adı altında tanımlanmaktadır. Bu çalışmada da mimari biçimde belirleyici rol oynayan boyut/ölçek ilişkisi allometri adı altında tartışılmaktadır. Alometri, parça ve bütün arasında kontrollü ve etkili bir ilişki doğrultusunda büyüme ve biçimlenme ile ilgilenmektedir. Bu çalışma da, alometrik ilişkilerin mimarlıkta morfojenetik tasarımda heterojen sistemleri elde etmedeki önemini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, biçim ve oran ilişkisinin hesaplamalı tasarım sürecinde doğal sistemlere benzer biçimde, parça ve bütün çerçevesinde ele alınması önerilmektedir.*

Anahtar Kelimeler: dijital morfojenesis, allometri, yapı morfolojisi, ağ topolojisi.

### 1. Giriş

Biçim arayışında mimarlık, geçmişten bu yana, doğa ve doğal sistemlerden farklı yaklaşımlar ile beslenmektedir. Ancak güncel tasarım çalışmalarında, bu yaklaşımlar, biçimden ziyade süreç odaklı, farklı teknik ve stratejilerin uyarlanmasıyla karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri, şüphesiz doğal sistemlerin heterojen karmaşık sistemleri elde etmedeki etkinliğinden kaynaklanmaktadır. Doğal sistemlerin sahip olduğu metabolik ve morfolojik süreçler, farklı yönleriyle dijital medya sayesinde çok daha sistematik olarak mimari form üretim sürecine adapte edilmektedir. Mimari form da doğal form lara benzer biçimde, kendi metabolik ve morfolojik ilişkileri çerçevesinde biçimlenmektedir. Her iki sistem de karakteristik davranışları ve çevresel ilişkileri ile kendi heterojen karmaşıklığını, topolojik bir strüktürünü oluşturmaktadır. Bu bağlamda mimari formun etkinliği, yalnızca belirme, örgütlenme ve büyüme gibi morfolojik süreçlerin modellenmesi ile değil, bu süreçlerde belirleyici rol oynayan bazı karakteristik kural ve davranışların uyarlanması da beraberinde gerektirmektedir. Böylesi bir tasarım yaklaşımı da ilişkisel bir biçimlenmeyi sunmaktadır. Biyolojik sistemlerde ilişkisel biçimlenmeyi tariflemeye belirleyici olan bu kurallardan biri de boyut/oran ve ölçek ilişkisidir. Bu ilişkiler biyolojide *allometri* adı altında tanımlanmaktadır. Bu çalışmada da mimari biçimde belirleyici rol oynayan boyut/ölçek ilişkisi allometri adı altında tartışılmakta ve alometrik yaklaşımların hesaplamalı tasarıma uyarlanması ele alınmaktadır.

<sup>1</sup> e-posta adresi: elifb8807@gmail.com

## 2. Alometri Üzerinden İlişkisel Biçimlenme

Mimari form ya da organizasyonun elde edilmesinde, tasarımcının öngördüğü senaryo bağlamında ürettiği ya da sunduğu ilişkilerin etkin bir biçimde kurgulanması hedefe ulaşmada büyük önem taşır. Bu nedenle mimari morfoloji ve biyolojik organizasyonlara ait belirme, örgütlenme gibi fazlar ile eşleştirilmektedir. Mimarlık alanında da canlılara ait bu özellikleri farklı ölçeklerde ve sınırlamalarla gözlemlemek mümkündür. Kentsel tasarım ve mekân organizasyonunda farklı doku ya da formların ortaya çıkması ile doğal sistemlerin oluşmasında çeşitli benzerlikler yer almaktadır. Weinstock (2010), bu benzerliği şu şekilde açıklar: “Doğa ve uygarlıklara ait tüm formlarda, maddenin mekânda zaman içinde şeklini, davranış ve süregelişini ve nasıl oluştuğunu belirleyen organizasyonu ‘mimari’ mevcuttur.” Bu benzerlikten dolayı doğadaki karmaşık sistemlerin mimari tasarımda sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Aralarındaki farklılıklara ve zorluklara rağmen, biyoloji ve mimarlığın doğrudan birlikte ele alınması, karşılaştırılabilir ekolojik çözümlerin üretilmesinde etkilidir (Roudavski, 2007). Dolayısıyla, mimarlık ve canlı organizmalar arasındaki bu benzerlikleri göz önünde bulundurmamak, tasarımda sürdürülebilirlik ve etkinlik sağlamada farklı alternatiflerin üretilmesinde biyolojideki morfolojik evreleri model almak mümkündür (Öksüz, Çağdaş, 2013). Güncel mimarlıkta bu form üretim ya da arayış uygulamalarında dijital ortam ile birlikte farklı teknik ve stratejiler, doğal sistemleri anlamada ve etkinlik ve sürdürülebilirlik bağlamında karmaşık sistemleri tasarım sürecine adapte etmede kullanılmaktadır. Bu çalışmada da yapı, form üretiminde (biçimlenmede) yer alacak birimler arası ilişkiler, biyolojide yer alan ölçek ve oran ilişkisinin korunmasına yönelik bir yaklaşım ile ele alınmaktadır. Biyolojide bu özel boyut/oran ilişkisi alometri olarak tanımlanmaktadır.

### 2.1. Tasarımda Boyut/Oran İlişkisi Ve Alometri

Tasarım literatüründe oran/boyut arasındaki ilişkinin vurgulanması Galilei dönemine kadar dayanmaktadır (Steadman, 2006). Galilei parça bütün çerçevesi ait oransal ilişkinin arasındaki farklılıkları farklı canlılara ait kemik dokusu örneği üzerinden tartışmıştır (Şekil 1).



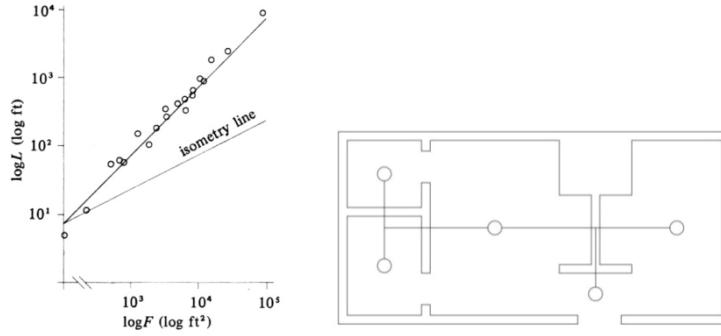
**Şekil 1:** Galileo Galilei'nin kemik dokusunun farklı iskeletlerde değişik boyut ve biçimleniş göstermesine ait çizimleri, Steadman, 2008.

Yapı morfolojisi için, Galileo'ya benzer biçimde Violette-le-Duc, mimarlıkta oranların belli biçimlerden değil, malzeme ve amaca cevap verme doğrultusunda ortaya çıktığını öne sürmüştür (Steadman, 2008). Bu yaklaşımı Violette-le-Duc şu şekilde açıklamıştır:

“Mimarlık sanatında şu formülü uygulamak mümkün değildir; 2'ye 4 ise 200'e 400; çünkü 4 metre uzunluğundaki kirişe 2 metre yükseklikte kolon kullanılıyorsa 200 metre yükseklik için 400 metre uzunluğunda kiriş kullanmak mümkün değildir. Ölçeği (modu) ve uslubu değiştirmek için, mimarın ölçeğin en genel tanımına uygun biçimde yöntem seçmesi gerekmektedir (Steadman, 2008, p.47-48).”



## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



**Şekil 4:** Yapı boyutunun değişmesi ile aynı organizasyonun etkinliğinin korunmasında ihtiyaç duyulan mekan boyutlarının belirli bir oran oluşturmasına bir örnek Steadman, 1983; orijinali için Bon, 1973.

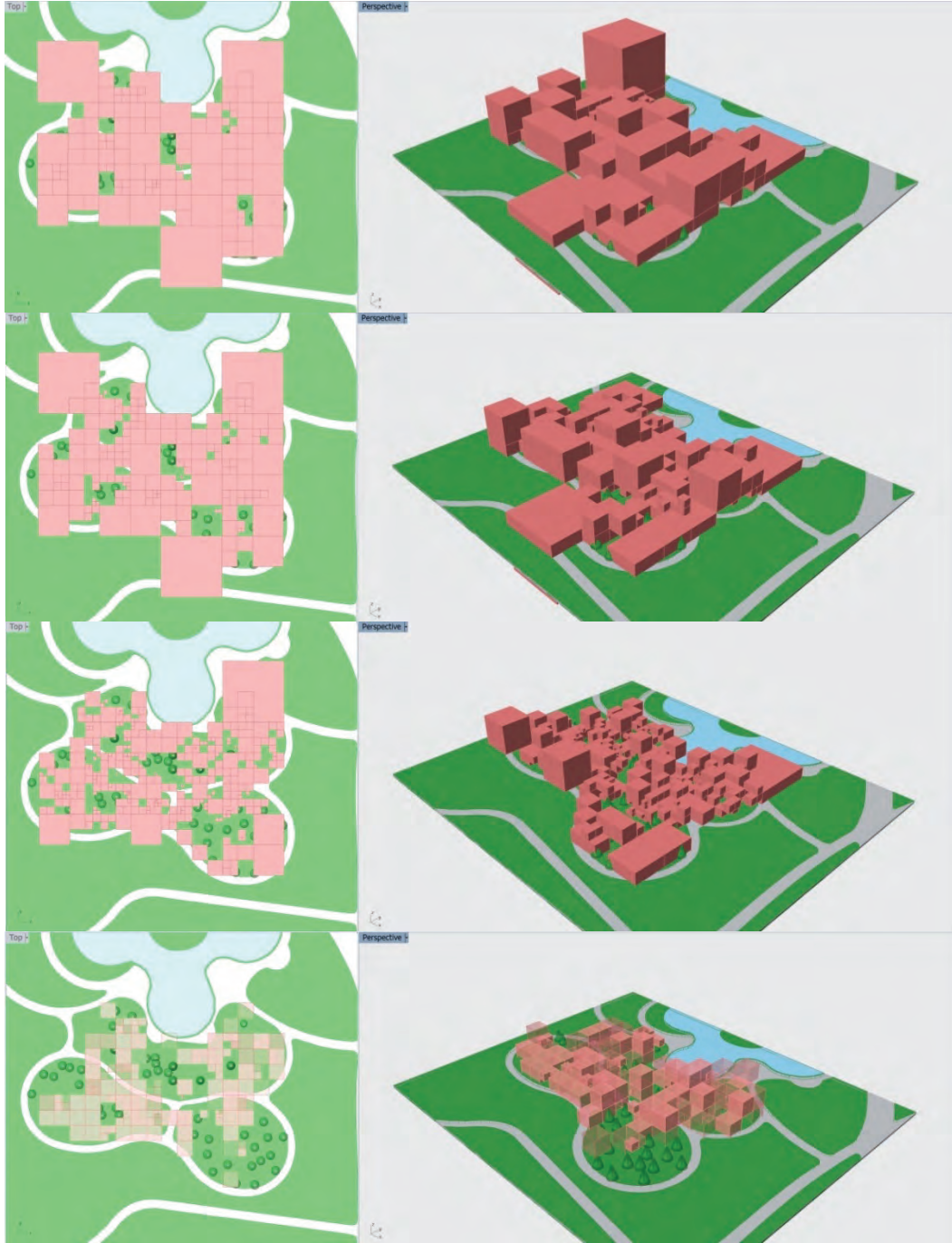
Steadman (1983), alometrik uygulamaların mimari morfolojideki önemini Ranko Bon'un çalışması üzerinden şu örneklemeyle açıklamaktadır; farklı ölçeklerde konut tasarımında ihtiyaç duyulan oda sayısı kullanım amacına göre şekillenirken, odaların genişlikleri konutların büyüklüğüne göre şekillenmektedir (Şekil 4). Özel bir kullanım programı olmadığı sürece, oda boyutları konutun büyüklük çerçevesine göre oluşturulmaktadır. Doğal sistemlerdeki gibi mimarlıkta alometri kavramı dikkate alındığında, her bir biriminin oluşmasında kullanım amacının ve birimlerin ilişkisinin bütün çerçevesinde değeri vardır. Bu bağlamda tasarım formuna hem parça-bütün işlevi hem de topolojik ilişkiler yön vermektedir. Kısaca, yapılar da doğal sistemler gibi hem topolojik hem de alometrik ilişkiler ile biçimlenmektedir (Öksüz, Çağdaş, 2013).

Son yıllarda ise tasarımda alometri, pek çok mimar ve kent plancısına, mimarlığı metabolik ve morfolojik değerler üzerinden konuşma imkanı sunmuştur ve bu kavram çoğunlukla kent ya da bina ölçeğinde yapı çevre üzerinden enerji kullanımı ve mekan dizimi üzerinden tartışılmaktadır. Ancak, biyolojide alometrinin biçimlenmeye olan niteliyici etkisi, literatür örneklerinden farklı olarak bu kavramı mimaride de yalnızca var olan mimari üzerinden değil, yeni ve etkin organizasyon ya da dokular elde etmede, süreç üzerinden konuşma ihtiyacını da beraberinde gerektirmektedir (Öksüz, Çağdaş, 2013). Bu değerleri ile alometrik kurallar, heterojen mekanların türetilmesine ait morfogenetik süreci kontrol etmede ve sınırlandırmada avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada da alometrik ilişkilerin, mimarlıkta dijital morfogenetik tasarım yaklaşımlarında karmaşık heterojen sistemleri elde etmedeki önemini ortaya çıkarmak amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, biçim ve oran ilişkisinin hesaplamalı tasarım sürecinde doğal sistemlere benzer biçimde, parça ve bütün çerçevesinde ele alınması önerilmektedir.

### 2.2. Dijital Morfogenesiste Alometri

Alometrik değerleri, biçim ve oranın korunduğu sürece herhangi bir hesaplamalı tasarım tekniği ya da stratejisi ile dijital morfogenesiste uygulamak mümkündür. Şekil 5-6'da yer alan çalışmada, topolojik ilişkiler dijital tasarım denemesi üzerinden farklı mekan programlarının bir arada değerlendirildiği, karma ve esnek kullanımlı bir mekan organizasyonu üretmek üzere hedeflenmiş; tasarım sürecinde bu ilişkiler alometrik bağlamda parça, bütün ve oran olarak tanımlanmıştır. Alometrik sınırlandırmaların biçim üretmedeki etkisi, farklı kullanıcı gruplarına ve kullanım programlarına yönelik bir form üretim çalışması olarak ilişkisel morfogenesiste bağlamında kullanılmaktadır. Bu dijital çalışmada alometrik kurgu, tümdengelim ve tümevarım bir yaklaşımla, ağ topolojileri ve mekansal veri strüktürleri üzerinden kurgulanmıştır (Şekil 5-6) (Öksüz, Çağdaş, 2013). Bu dijital tasarım tekniklerinin seçim nedeni alometrik ilişkilerin etkin bir biçimlenmenin uygulanabilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Tasarım aşamasında ağ topolojileri, yapı altbirimleri arasındaki organizasyon ilişkilerini üretmede ve yönlendirmede kullanılırken, mekansal veri strüktürleri, bu ilişkilere bağlı olarak altbirimlerin boyutlandırılmasında rol oynamış; üretilen alternatifler üzerinden seçim de mekansal oranlar üzerinden gerçekleştirilmiştir (Öksüz, Çağdaş, 2013). Çalışmanın sonunda elde edilen farklı mekan etkileşimleri ve boyutları, çalışma başında tanımlanan değerler ile yaklaşık sonuçları vermiştir.

Böylelikle önerilen tasarım senaryosuna ait mimari form, tanımlanan topolojik ilişkilerin sağladığı, ilişkisel bir biçimlenme ile parça/bütün çerçevesinde elde edilmiştir. Süreç sonunda üretilen her bir alt mekan, farklı komşuluk ilişkileri ve bütün içerisinde heterojen bir dağılım göstermektedir. (Şekil 5-6).



**Şekil 5:** Topolojik ilişkilerin tanımladığı Parça/bütün çerçevesinde morfojenetik sürece ait aşamalardan birer örnek, (Öksüz, Çağdaş, 2013).



**Şekil 6:** Alometri ve topolojik ilişkilerin tanımladığı parça/bütün çerçevesinde farklı kullanıcı gruplarına ait mekan dağılımı ve boyutlandırılması (Öksüz, Çağdaş, 2013).

### 3. Sonuçlar

Morfogenetik tasarım yaklaşımının yalnızca biçim üzerinden değil, aynı zamanda süreç bazında stratejik olarak da ele alınması hesaplamalı tasarım sürecinde ilişkisel bir biçimlenmeyi de beraberinde getirmektedir. Oran ve boyut ilişkilerine ait tasarım kurallarının tümünden gelim bir yaklaşım ile tanımlanması ve optimizasyonun tümevarım bir yaklaşımla gerçekleştirilmesi, biçimlenmenin parça-bütün ilişkisi çerçevesinde gerçekleşmesini önemli derecede desteklemektedir. Topolojik ilişkilerin biçimlenme sürecinde tanımlanmış olması ve bunun alometri ile belirli değerler aralığında sınırlandırılması yarı tahmin edilebilir bir tasarım süreci üretmektedir. Alometri gibi farklı biyolojik kuralların da biçimlenme sürecinde rol oynaması, süreç sonunda, topolojik ilişkilerin desteklediği ve yönlendirdiği, birimlere ait boyutların ve oransal ilişkilerin arzulan düzeyde elde etmeyi ve farklı varyasyonlar üretmeyi de mümkün kılmaktadır. Özellikle farklı program ya da kullanıcılarının ihtiyaç duyduğu tasarıma ait mekan organizasyonunun dağılımı, heterojen olarak parça/bütün ilişkisi çerçevesinde sağlanabilmekte ve mekan boyutları sahip oldukları topolojik ilişkiler bazında belirlenmektedir. Bu yönden, alometrik kuralların dijital morfogenesise yerleştirilmesi ile birimler arası ilişkilerin birbirlerinden bağımsız sistemler yerine bir arada değerlendirilmesi, biçimlenmeye sınırlayıcı bir yön vermeye, daha tahmin edilebilir vıytee etkin form elde etmeye imkan tanıyacaktır.



**KAYNAKLAR**

- BERTALANFFY, L. & NAROLL, R. S. 1956. "The principle of allometry in biology and the Social Sciences," *General Systems 1*, pp.76-89
- BRITANNICA. 2013. "Allometri", (<http://global.britannica.com/EBchecked/topic/1499967/allometry>), son erişim 24.10.2013
- BON, R. 1973. "Allometry in the Topologic Structure of Architectural Spatial Systems," *Ekistics*, 36 (215), pp. 270-276
- ÖKSÜZ, E. B., ÇAĞDAŞ, G. 2014. "Embedding Allometric Principles in Digital Morphogenesis," *2nd International Biodigital Architecture Conference*, June 4-6, 2014, Barcelona, Spain
- ÖKSÜZ, E. B. 2013. *Mimarlıkta Ağ Topolojileri ve Alometri Bağlamında Morfogenetik Tasarım*, Yüksek Lisans Tezi, Tez Dan. ÇAĞDAŞ, G., Prof., İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye
- ROUDAVSKI, S. 2007. Towards Morphogenesis in Architecture, *International Journal of Architectural Computing, Issue 01 volume 07*, pp. 345-374
- STEADMAN, P. 2008. "The Anatomical Analogy", *The Evolution of Designs Revised Edition*, Routledge, Revised Edition, pp. 31-53
- STEADMAN, P. 2006. "Allometry and Built Form: Revisiting Ranko Bon's work with the Harvard Philiomorphs," *Construction Management and Economics 24:7*, Routledge, London, pp.755-765
- STEADMAN, P. 1983. "Principles of Similitude," *Architectural Morphology*, Pion LTD, London
- VIOLETT-LE-DUC, E.E. Dictionnaire Raisonné de l'Architecture Française, 'Style' vol. 8, pp.483
- WEINSTOCK, M. 2010. Nature and Civilisation, *The Architecture of Emergence*, John Wiley&Sons, London, UK, pp.10-42

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

## Bir Kamusal Strüktür Olarak Pavyon Yapılarının Dijital Teknolojilerle Yeniden Biçimlenişi

Deniz Ayşe Yazıcıoğlu<sup>1</sup>

### Özet

*Bina ve kentsel tasarımın arakesitinde yer alan pavronlar, kamusal strüktür olarak mimarlık tarihinde önemli bir yere sahiptir. Pavyon kelimesinin kökeni latince papilio “kelebek” den türetilmiş olan fransızcadaki pavillon “çadır, gölgelik” teriminden gelmektedir ve hafif konstrüksiyonlu dekoratif bina, bahçeye inşaa edilmiş dinlenme evi ya da yaz evi anlamını taşır. Geçmişten bu güne pavyon yapılarının kullanım amacı buluşma, toplantı, tören ve konser alanı gibi farklı kamusal etkinliklerin gerçekleştirilmesine imkan verecek şekilde çeşitlenmiş olmasına rağmen çok fazla bir değişime uğramamıştır. Ancak mimari formları, gelişen bilgisayar teknolojileri sayesinde insanın yaratıcılığının çok ötesine geçerek bir evrimleşme süreci içerisine girmiştir. Bu bağlamda çalışmanın kapsam ve amacı; sayısal tasarım araçlarının sunduğu imkanlarla pavyon mimarisinde meydana gelen değişimlerin gerçek projeler üzerinden tespit edilerek tariflenmesi olarak belirlenmiştir. Tanımlanan bu kapsam ve amaç doğrultusunda çalışmanın metodolojisi olarak; sayısal tasarım araçları kullanılarak geliştirilmiş on farklı pavyon projesi incelenmiş ve sözkonusu bu projeler üzerinden bilgisayar teknolojilerinin mimari biçimlenişteki etkileri tariflenmiştir. Yapılan tüm incelemelerin sonucunda hesaplamalı bilmin araçları sayesinde tasarımcının kendi tasarım tekniklerini geliştirebildiği, tasarımın sanal ortamda deneyimlenmesinin mümkün olabildiği, bilgisayarın aritmetik yeteneğini kullanarak sonuç üreten algoritmaların oluşturulabildiği ve çevresel etkilere en üst düzeyde duyarlı yapıların inşaa edilebildiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak sayısal tasarım araçlarının kullanımıyla bu günkü pavyon mimarisinin geçmişteki örneklerinden tamamen farklı olarak hem form hem de ilave fonksiyonlar açısından bambaşka bir boyuta taşınabildiği görülmüştür.*

Anahtar Kelimeler: Sayısal tasarım, pavyon yapıları, dijital teknoloji

### 1. Giriş

Bina ve kentsel tasarımın arakesitinde yer alan pavronlar, kamusal strüktür olarak mimarlık tarihinde önemli bir yere sahiptir (Massey, 2006). Pavyon kelimesinin kökeni Latince papilio “kelebek” den türetilmiş olan Fransızcadaki pavillon “çadır, gölgelik” teriminden gelmektedir ve hafif konstrüksiyonlu dekoratif bina, bahçeye inşaa edilmiş dinlenme evi ya da yaz evi anlamını taşır. En erken kullanımı ise bir pavyonun altında oturmuş şekilde tasvir edilmiş olan Philip VI’ in temsil edildiği 1329 Fransız altın madalyonun ön yüzünde görülür. Özellikle Çin mimarisinde ise geleneksel anlayışın yoğun olarak okunduğu bu yapılar modernizm öncesinde toplumdaki sosyal ve kültürel yapıyı yansıtan önemli mimari öğeler olmuştur (Drew, 2009; Xie, 2013; Yli-Jokipii, 1999).

Pavyon tasarımı, 20. yüzyılda Mies van der Rohe tarafından geliştirilen ve rafine bir tasarım olarak çelik ile cam malzemenin kullanıldığı uygulamalara dönüşmüştür. Bunun en güzel örneği ise 1928-1929 yıllarında Barcelona sergisindeki Alman Pavyonu-Alman Endüstriyel Sergisi ve Elektrik Pavyonu olarak bilinen “Barcelona Pavyonu” dur. Kolonlarla desteklenen düz bir çatıya sahip yapının iç duvarları cam ve mermerden inşaa edilmiştir. Bu duvarların en belirgin özelliği yapıyı desteklemedikleri için hareket edebilir olmalarıdır. Ayrıca tasarımcının diğer eserlerinde gözlenen "boşluk, hacim ve uzay" kavramları pavyonda daha da belirgin hale gelmiştir. Pavyon tasarımına bir diğer önemli örnek ise 1949 yılında Connecticut eyaletinin New Canaan bölgesinde yapılmış olan ve “Cam Ev” adıyla anılan Amerikalı mimar Philip Johnson’ ın tasarımıdır. Philip Johnson eserinde

<sup>1</sup> e-posta adresi: denizayseyazicioglu@gmail.com; yazicioglude@itu.edu.tr, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Mies'in uygulamalarına benzer şekilde cam ve çeliği kullanılmıştır. Sadece banyo mekanına ait sınırlar tuğlayla belirlenmiştir. Yapı "minimal taşıyıcı, geometri, oran, şeffaflık ve yansıtma" kavramları üzerinde ilginç denemelerin olduğu bir proje niteliğindedir. Philip Johnson' un bu pavyonu tasarlarırken ki ilham kaynağı ise 1920' li yıllardaki Alman mimarların ortaya attığı "Glasarchitektur" yani cam mimarisidir. Söz konusu tasarım fikrine göre yapının çevresindeki doğa, yapının içinde adeta duvar kağıdı işlevini görür. Bu döneme ait tasarımlarla pavyonlar, modern mimarinin önemli temsil araçlarından biri haline gelmiş ve daha da genel anlamıyla dünyada sergileme yapıları olarak tanımlanmaya başlanmıştır (Wikipedia, 2014a; Wikipedia, 2014b).

O günden bu güne pavyon yapılarının kullanım amacı buluşma, toplantı, tören ve konser alanı gibi farklı toplumsal etkinliklerin gerçekleştirilmesine imkan verecek şekilde çeşitlenmiş olmasına rağmen çok fazla bir değişime uğramamıştır (Parker, 2004; Gustchow, 2006). Ancak mimari formları, gelişen bilgisayar teknolojileri sayesinde insanın yaratıcılığının çok ötesine geçerek sıra dışı bir evrimleşme süreci içerisine girmiştir. Pavyonlar, bu tasarım araçlarıyla artık disiplinler arası çok boyutlu düşüncenin belli algoritmalar üzerinden modellendiği eserler haline gelmeye başlamıştır. Bunun nedeni Lee ve diğ.(2013)' nin de ifade ettiği gibi dijital teknolojilerin gizli kalmış yaratıcılığı ortaya çıkartmada önemli birer araç olmaları ve çeşitli script dilleriyle tasarımcıların form arayışlarını kendi yaratıcılıklarının ötesine taşıyabilmeleridir. Ayrıca Aish ve Woodbury (2005), parametrik tasarım araçları sayesinde çeşitli kısıtlamalar üzerinden çok sayıda çözüm alternatiflerinin üretilebildiğini vurgulamaktadır. Carlos (2011) ise dijital teknolojilerle tasarım girdilerinin birbirleriyle olan ilişkilerini geometrik biçimleniş üzerinden keşfetmenin mümkün olduğunu söylemektedir. Turrin ve diğ.(2011) tüm bu düşünceleri destekler şekilde parametrik modelleme ve genetik algoritmalarla kompleks formlara sahip farklı tasarım çözümlerinin oluşturulabileceğini ifade etmektedir. Ayrıca bilgisayar teknolojileri sayesinde dijital malzemelerin keşfedilmesi ve bu malzemelere ait performansların sayısal ortamda denenmesi mümkün olabilmektedir. Hanna ve Turner (2006)' in çalışmasında da sayısal tasarım araçlarıyla kendi kendini türeten modellerin geliştirilmesine ait değişik tekniklerin ortaya konulabileceği vurgulanmaktadır. Literatürdeki bu ifadelere benzer şekilde birçok farklı kaynaktan da dijital teknolojilerin mimari tasarımla ilgili form ve fonksiyon arayışında önemli değişimlere neden olabilecek potansiyele sahip araçlar olarak kabul edildikleri görülmektedir.

## 2. Amaç ve Methodoloji

Çalışmanın kapsam ve amacı; sayısal tasarım araçlarının sunduğu imkanlarla pavyon mimarisinde meydana gelen değişimlerin gerçek projeler üzerinden tespit edilerek tariflenmesi olarak belirlenmiştir. Tanımlanan bu kapsam ve amaç doğrultusunda çalışmanın methodolojisi olarak; sayısal tasarım araçları kullanılarak geliştirilmiş on farklı pavyon projesi incelenecek ve sözkonusu bu projeler üzerinden bilgisayar teknolojilerinin mimari biçimlenişteki etkileri tariflenecektir.

## 3. Sayısal Tasarım Araçları Kullanılarak Geliştirilen Pavyon Projelerinin İncelenmesi

Sayısal tasarım araçları kullanılarak geliştirilmiş olan on farklı pavyon projesinin incelenmesi sonucunda elde edilen bilgiler özet bir biçimde aşağıdaki gibi sunulmuştur.

### 3.1. Pavyon Projesi I

Yale Üniversitesi' nin bir geleneği olan Uluslararası Sanat ve Fikir Festivali' ne katılmak amacıyla gerçekleştirilmiş olan "Assembly One Pavilion" isimli proje, Yale mimarlık öğrencileri David Bank, John Taylor Bachman, Rob Bundy, Raven Hardison, Zac Yığınlar, Matt Hettler, Jacqueline Ho, Nicholas Hunt, Seema Kairam, John Lacy, Amy Mielke, Veer Nanavatty ve Eric Zahn tarafından tasarlanmış ve inşaa edilmiştir (Resim 1-2). Bilgisayar teknolojileri kullanılarak elde edilmiş olan

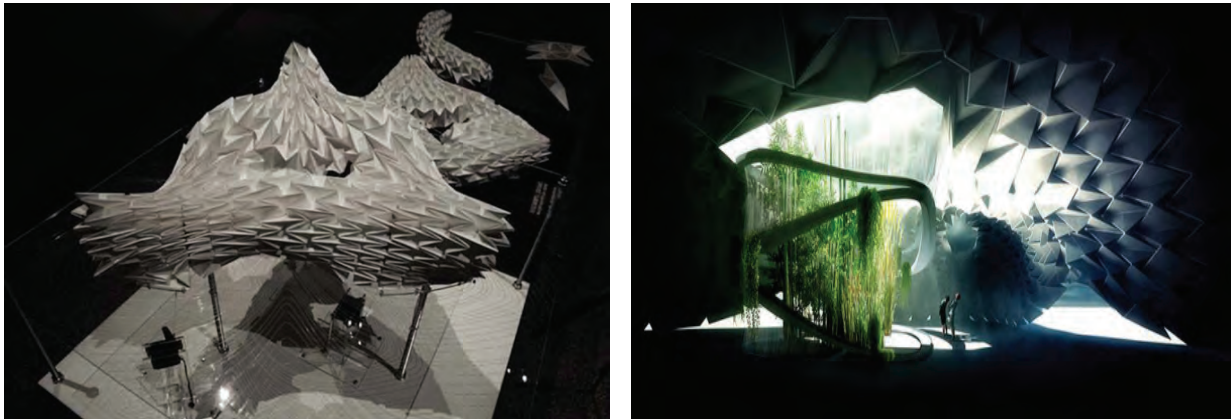
geometri, iki yüzü farklı renkte boyanmış alüminyum malzeme kullanılarak üretilmiştir. Kütlelin kıvrımlı formu aynı boyutlara sahip ancak farklı açılarla birleşen çokgenlerin biraraya gelmesiyle oluşmaktadır. Bu karmaşık geometriyi oluşturan her bir alüminyum parça ileri teknolojiler sayesinde sıfır hatayla üretilmiş ve monte edilmiştir. Proje, mimari malzemelerin değişik biçimlerde kullanımına örnek olarak gösterilebilecek 300 m<sup>2</sup> taban alanlı yapısal bir çözümlerdir. Bu yapının en önemli özelliklerinden biri ise kolaylıkla demonte edilmesi ve çok az yer kaplayacak şekilde depolanabilmesidir. Pavyonun bu özelliği ile ilgili en uygun çözüme ulaşılabilmesi amacıyla dijital ortamda farklı ağ yapıları denenmiş ve nihai olarak 1000' den fazla alüminyum panelden oluşan forma ulaşılmıştır. Seçilmiş olan malzemenin hafifliği ise yapının montajının kolay olmasını sağlamaktadır (Rosenfiled, 2012).



**Resim 1-2:** Pavyon Projesi I

### 3.2. Pavyon Projesi II

“The Breathing Shelter” isimli pavyon, Viyana Üniversitesi Uygulamalı Sanatlar Enerji ve Tasarım Stratejileri Bölümlerinin ortak çalışması olarak yapılmıştır (Resim 3-4). Projenin tasarımcıları ise Rhina Portillo ve Matthias Urschler dir. Yapı, farklı iklim koşullarına uyum sağlayacak şekilde kurgulanmıştır. Bu nedenle başlıca özelliği değişebilen esnek bir forma sahip olmasıdır. Bu amaçla parametrik tasarım araçları sayesinde kinetik bir model olarak biçimlenecek şekilde form arayışına gidilmiştir. Pavyon, iç hava sıcaklığını dengede tutabilmek için hava akımını kontrol edecek biçimde formunu interaktif bir biçimde değiştirir. Bu nedenle, hava akımı ile etkileşim için bir yaz, bir de kış modu vardır. Kabuktaki kıvrımlar açılıp kapanarak hava hareketlerini kontrol etmektedir. Ayrıca bu form sayesinde bina ısıyı korumak amaçlı kışın büzülerek hacmini küçültür, yazın ise bunun tam tersini yaparak genişler (Bojovic, 2014).



**Resim 3-4:** Pavyon Projesi II

### 3.3. Pavyon Projesi III

“Meteosensitive Pavilion” isimli yapının tasarımındaki temel amaç, iklime duyarlı bir mimari kabuk çalışması olarak tariflenebilir. Birbirinin üzerine bindirilmiş yüzeylerden oluşan proje, ahşap malzemeden yapılmıştır (Resim 5-6). Havadaki nem oranına bağlı olarak ahşap diyaframlar açılıp kapanarak ortamdaki iç hava kalitesini korur. Tasarım sürecinde bu malzemenin doğasına ait teknik özellikler dijital ortamda sayısallaştırılmış ve bu matematiksel değerler üzerinden modelleme yapılmıştır. Bu şekilde mekanik ya da elektronik kontrol gerektirmeyen ve enerji tüketimine engel olan bir iç hava nem dengeleyici kabuk elde edilmiştir. Pavyonu meydana getiren modüler kontroplak levhaların elastik davranışından faydalanılarak konik yüzeyler oluşturulmuştur. Her modül dijital veriler üzerinden otomatik olarak kesilmiş ve duyarlı diyaflar daha sonra iç kısımlarına yerleştirilmiştir. Bu diyaframlar çevre ile sürekli etkileşim içerisinde çevresel nem oranına göre geri bildirimde bulunur. Bu şekilde kabuk nem değişikliklerine doğrudan yanıt verir (Bojovic, 2013a).



Resim 5-6: Pavyon Projesi III

### 3.4. Pavyon Projesi IV

"Floatastic" yüzdürme yoluyla dengenin kurulmasına yönelik bir pavyon projesidir (Resim 7-8). Yapı, New Haven ve Connecticut'daki düğün törenlerinde kullanılmak amacıyla Qastic Lab tarafından tasarlanmıştır. Bilgisayar kullanılarak helyum gazı yardımıyla kendi ve üzerindeki tül kumaşların yükünü taşıyabilecek biçimde havada yüzebilen bir form tasarlanmıştır. Tasarım süreci boyunca helyum gazının kaldırma kapasitesi ve yükler arasındaki ilişki tekrar tekrar test edilmiştir. Ayrıca bu formun rüzgar, yağmur gibi çevresel etkilere karşı davranışı da yine dijital ortamda sorgulanmıştır (Bojovic, 2013b).



Resim 7-8: Pavyon Projesi IV

### 3.5. Pavyon Projesi V

Los Angeles-based DOSU stüdyo mimarlık tarafından tasarlanan "Bloom" isimli pavyon zamana bağlı ısı değişimini endeksleyen bir enstrüman gibi çalışmaktadır (Resim 9-10). Bu yapısal yenilik çevreye duyarlı kabuk niteliğindedir. Tasarım sürecinde temel yapı malzemelerinin çevreye tepki vermesine odaklanılmıştır. Pavyonu oluşturan kabuğun dramatik formunu meydana getiren parçalar dijital olarak üretilmiştir. Ayrıca bu metal kabuğun ısının etkisiyle zaman içerisinde yavaşça biçimleneceği de gözönünde bulundurulmuştur. Formu oluşturan duyarlı yüzey 14.000 adet akıllı termo-metalden oluşmakta ve birbirine kısmen değmektedir. Kabuğun yüzeyine güneş nüfus ettiğinde yüzeydeki sıcaklık belirli bir yüksekliğe ulaşmakta ve her parça kendiliğinden bükülmektedir. Bu şekilde dijital teknolojiler ve gelişmiş üretim teknolojileri sayesinde malzemenin kendi doğasından kaynaklanan özellikleri en üst düzeyde kullanılmıştır (Dosu, 2014).



Resim 9-10: Pavyon Projesi V

### 3.6. Pavyon Projesi VI

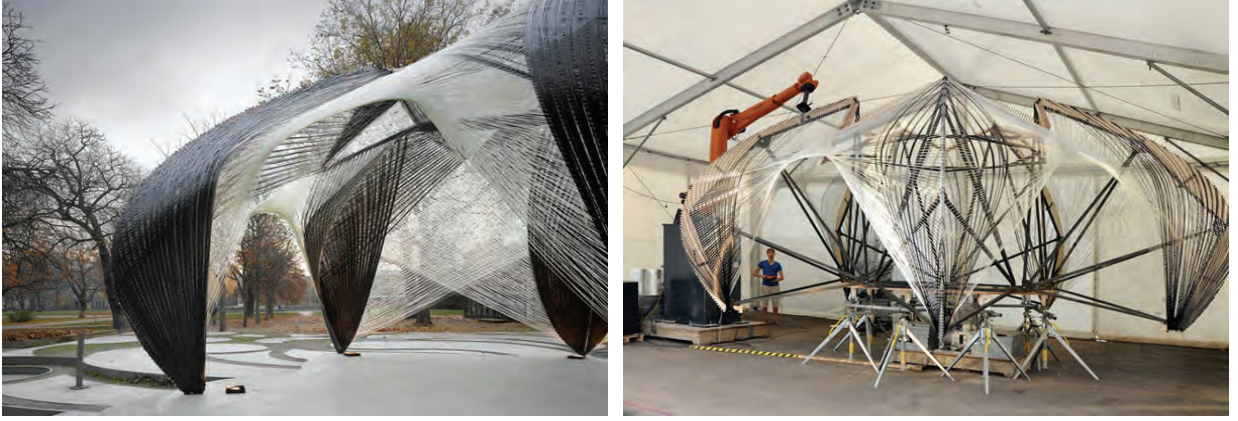
Salzburg'daki müzik festivallerinde kullanılmak amacıyla Soma Mimarlık tarafından tasarlanmış çağdaş bir pavyondur (Resim 11-12). Ancak yapının inşaatı tamamlandıktan sonra farklı bienallere de ev sahipliği yapmıştır. Pavyon kendi işlevini yerine getirmenin yanında sıradışı formuyla da ilgi çekerek davetkar bir duruş sergiler. Projenin tasarım sürecinde belirli bir formun sayısal ortamda yüzlerce kez tekrar edilmesi sonucu kütleli nihai biçimine ulaşılmıştır. Uygulama aşamasında ise aynı uzunluktaki alüminyum profiller biraraya getirilmiştir. Bu profiller gündüz ışığının geliş yönüne bağlı olarak gün boyunca interaktif bir biçimde hareket ederek kabuğun ana biçimini değiştirir ve bu yolla ziyaretçilerine farklı deneyimler yaşatır (Bojovic, 2013c).



Resim 11-12: Pavyon Projesi VI

### 3.7. Pavyon Projesi VII

Stuttgart Üniversitesi Bilgisayarla Tasarım Enstitüsü ile Bina Yapıları ve Yapısal Tasarım Enstitüsü'nün ortak çalışması olan disiplinlerarası bir projedir (Resim 13-14). Bu proje kapsamında mimaride yeni tektonikler sorgulanmış ve elde edilen model tamamen robotik yapım teknolojisiyle üretilmiştir. Pavyonu oluşturan kabuk cam ve karbonfiber kompozitlerden oluşmaktadır. Tasarım sürecinde biyo-mimetrik tasarım stratejileri ve yeni robotik üretim süreci arasındaki ortak ilişkinin sonuçları sorgulanmıştır. Mimarideki bu yeni yapı paradigması omurgasız ve eklem bacaklı böceklerin exoskeleton morfolojisi ilkeleri esas alınarak oluşturulmuştur. Proje kapsamında fiber takviyeli kompozit malzeme, bir biyolojik modelin morfolojisine uygun şekilde modellenerek üretilebilmiştir. Bu kompozit malzeme sayesinde dört milimetre kalınlığında ve sekiz metre yüksekliğinde bir kabuğun çevresel etkilere karşı yüksek performans göstermesi mümkün olabilmıştır. Biyologlarla bilgi paylaşımının olduğu pavyon projesinde ıstakozun kabuğundaki farklı kalınlıklar, eğimler ve düzenlemeler esas alınmış ve tüm bu veriler kullanılarak özellikle malzeme tasarımı bilgisayar ortamında farklı simülasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir (Bojovic, 2013d).

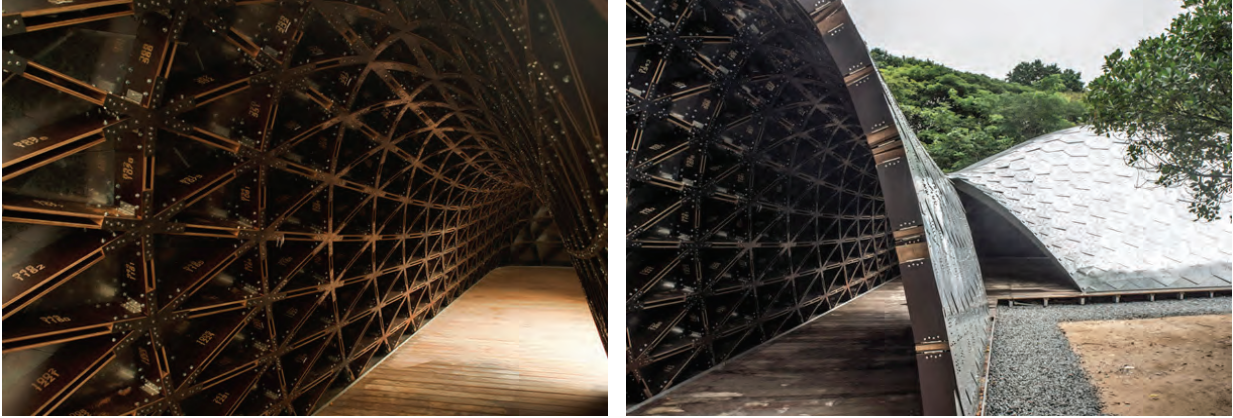


**Resim 13-14:** Pavyon Projesi VII

### 3.8. Pavyon Projesi VIII

Galvenizli çelik levha ile kaplanmış olan pavyon yapısı, Singapur Üniversitesi'nin Dover Kampüsü'nde eğimli çim bir alan üzerine inşaa edilmiştir (Resim 15-16). Cirt Form Lab ve ARUP işbirliğinde gerçekleştirilen formun iskeleti ahşaptan üretilmiştir. Tüm kabuk kuzey ekspres yolundan gelen gürültüyü kesecek biçimde ses izolasyonu sağlamaktadır. Tasarımda temel amaç kolon, kiriş ve düşey bölücü elemanların olmadığı bir form oluşturmaktır. Bu nedenle bilgisayar ortamında kendi kendisini taşıyabilen parametrik bir model geliştirilmiştir. Karmaşık formu oluşturan parçalar ise CNC teknolojisi kullanılarak hatasız bir biçimde kesilmiştir. Bu parçaların montajında dijital model üzerinden elde edilmiş olan üç boyutlu bir harita esas alınmıştır. Ayrıca pavyon 2 yıl sonra demonte edilerek geri dönüştürülecek şekilde kurgulanmıştır (Bojovic, 2013e).

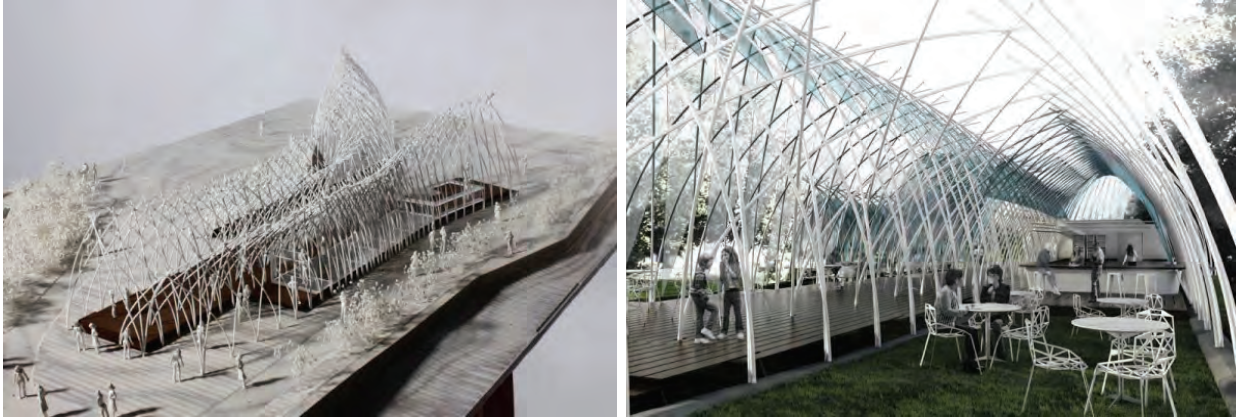




Resim 15-16: Pavyon Projesi VIII

### 3.9. Pavyon Projesi IX

Appareil ve Edouard Cabay, Elena Poropat, Julie Soulat , Chartotte ARRES ve Alexandre DÜBÖR ekibi, Belçika'nın Mons şehri için "Naves" isimli Pavyonu tasarlamışlardır (Resim 17-18). Bu projede, mimaride hafiflik ve şeffaflık kelimeleri sorgulanmıştır. Bu amaçla gotik anlayışla inşaa edilmiş olan kiliselerin iskelet yapısı esas alınmış ve ışığın bu iskelet yapı üzerinde yaratacağı etkiler bilgisayar ortamında test edilmiştir. Formu oluşturan karmaşık geometrideki gotik kemerlerin meydana getirdiği ağ örgüsü yapının maksimum geçirgenliğe ve minimum ağırlığa sahip olmasını sağlamıştır. Teknolojik sistemlerin avantajları sayesinde projede kullanılan malzemeler optimize edilebilmiştir. Bu şekilde boş kesitli cam fiber tüplerin yapının kavisli formunun gerektirdiklerini en iyi biçimde karşılaması mümkün olabilmıştır. Yapı, etrafında yer alan bitki örtüsü içerisinde hoş bir geçiş sağlar . Pavyon içerisindeki farklı bölgeler kemerlerdeki diziliş değişimleriyle hissedilir ve bu yolla ziyaretçiler buldukları alanı diğerinden kolaylıkla ayırır (Cohan, 2013).



Resim 17-18: Pavyon Projesi IX

### 3.10. Pavyon Projesi X

“Silk Pavillon” isimli proje temelde robot dokuma sistemi kullanılarak üretilmiş bir yapıdır (Resim 19-20). Tasarım ekibi bu projede ipek böceğinin kendi kozasını oluştururken kullandığı malzeme ve örme biçimini esas almıştır. Ağ oluşturulan birleşim kısımları ise CNC ile üretilmiş olan 26 çokgen panelden meydana gelmektedir. Pavyonun formu elde edilirken bilgisayar ortamında farklı algoritmalar denenmiştir. Uygulama aşamasında ise 6.500 adet ipek böceğinin bilinçli olarak boş

birakılmış olan liflerin arasını doldurması sağlanmıştır. Bu proje tasarımcı, malzeme mühendisi ve bizzat doğanın iş birliğiyle gerçekleştirilmiş sıradışı bir uygulamadır (Metalocus, 2013).



Resim 19-20: Pavyon Projesi X

### 4. Pavyon Projelerinin Mimari Biçimlenişlerinde Sayısal Tasarım Araçlarının Yarattığı Etkiler

Yapılan tüm incelemelerin sonucunda dijital teknolojilerin sunduğu imkanlar sayesinde değişik iklim koşullarına uyum sağlayarak kinetik olarak hareket edebilen ve iç mekan sıcaklığını dengeleyecek hava akımlarını oluşturan tasarımların; doğal malzemenin kapasitesini en üst düzeye çıkartarak neme karşı duyarlı elastik davranış gösterebilen kabukların; yüzdürme yöntemiyle çevresel yüklerin etkisini taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde yeniden sorgulayan biçimlerin ve birbirinden tamamen farklı binlerce parçadan oluşan tasarımların sorunsuzca hayata geçirilebildiği görülmüştür. Ayrıca sayısal tasarım araçları kullanılarak tek bir biçimin tekrarından oluşan karmayış formlar; omurgasız canlıların dış kabuk morfolojisine ait ilkeleri model alan dört milimetre kalınlığında ve sekiz metre yüksekliğinde yapılar tasarlanabilmiştir. Tüm bunlara ilave olarak incelenen pavyon projelerinde bilgisayar aracılığıyla sayısal üç boyutlu haritaların oluşturulabildiği ve bu haritalar sayesinde üç bin benzersiz kontrplak ve altı yüz sac metal parçanın en az maliyetle üretilerek monte edilebildiği anlaşılmıştır. Ayrıca bu teknolojilerin sunduğu imkanlarla geçmişe ait formların oluşturulması aşamasında kullanılan matematiksel ilişkilerin keşfedildiği ve bu ilişkiler üzerinden sınırsız sayıda modellemenin yapılabildiği; iç ve dış yüzeyler arasındaki ilişkiyi neo organik mimariyi kullanarak çözümlen yapısal elemanların bir doku tabakasına dönüştürülebildiği; gündüz ışığından faydalanarak iç hava kalitesi koruyabilen ekolojik tasarımların gerçekleştirilebildiği görülmüştür.

### 5. Sonuçlar

Çalışma kapsamında pavyon projeleri üzerinde yapılan tüm bu ve benzeri tespitlerin sonucunda hesaplamalı bilmin araçları sayesinde tasarımcının kendi tasarım tekniklerini geliştirilebildiği, tasarımın sanal ortamda deneyimlenmesinin mümkün olabildiği, bilgisayarın aritmetik yeteneğini kullanarak sonuç üreten algoritmaların oluşturulabildiği ve bu bağlamda çevresel etkilere en üst düzeyde duyarlı pavyon yapılarının projelendirilerek inşaa edilebildiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu mimari eserlerin uygulanması aşamasında sayısal ortamda geliştirilmiş hibrit malzemelerin kullanıldığı, bu malzemelere ait performansların test edilebildiği ve özgün üretim sistemlerinin geliştirilebildiği ortaya konulmuştur. Çalışma kapsamındaki incelemelerin bir diğer sonucu olarak üretici yazılımlar sayesinde sanal ortamda modellenmiş soyut pavyon formlarının hızlı prototiplerle gerçek tasarımlara dönüştürülebildiği; doğadaki varlıkların fiziksel ve biyolojik kabiliyetlerinin matematiksel olarak modellenilebildiği; çeşitli kısıtlamalar üzerinden aynı hiyerarşik ve geometrik ilişkilerle kurulmuş sistemlerle tasarımın tekrar tekrar farklı şekillerde üretilebildiği anlaşılmıştır.

Tüm bunlara ilave olarak dijital teknolojiler sayesinde farklı bilim dallarına ait veri ve kısıtlamaların tasarım sürecinde kullanılabilirdiği; formların taşıyıcılıklarının yeniden keşfedildiği ve bu araçlar sayesinde kompleks geometriye sahip tasarımların ifadesinin ve uygulanabilirliğinin mümkün olduğu anlaşılmıştır. Sonuç olarak sayısal tasarım araçlarının kullanımıyla bu günkü pavyon mimarisinin geçmişteki örneklerinden tamamen farklı olarak hem form hem de ilave fonksiyonlar açısından bambaşka bir boyuta taşınabildiği tespit edilmiş ve bu tespit gerçek projeler üzerinden ortaya konulmuştur.

## KAYNAKLAR

- AISH, R. ve WOODBURY, R. 2005. Multi-level Interaction in Parametric Design, *Smart Graphics-Lecture Notes in Computer Science*, 3638, pp.151-162.
- BOJOVIC, M. 2014. Form-Finding / The Breathing Shelter, <<http://www.evolo.us/architecture/form-finding-the-breathing-shelter/>>, Erişim tarihi: 13 Mart 2014.
- BOJOVIC, M. 2013a. Novel Mode Ff Climate-Responsive Architecture / HygroSkin- Meteosensitive Pavilion, <<http://www.evolo.us/architecture/novel-mode-ff-climate-responsive-architecture-hygroskin-%E2%80%93-meteosensitive-pavilion/>>, Erişim tarihi: 17 Mart 2014.
- BOJOVIC, M. 2013b. Floatastic: Helium Filled Floating Pop-Up Assemblage / Qastic Lab, <<http://www.evolo.us/architecture/floatastic-helium-filled-floating-pop-up-assemblage-qastic-lab/>>, Erişim tarihi: 29 Mart 2014.
- BOJOVIC, M. 2013c. Repetitive Assemblage In Salzburg / Temporary Art Pavilion By Soma Architecture, <<http://www.evolo.us/architecture/repetitive-assemblage-in-salzburg-temporary-art-pavilion-by-soma-architecture/>>, Erişim tarihi: 23 Mart 2014.
- BOJOVIC, M. 2013d. Researching New Tectonic Possibilities In Architecture / Robotically Fabricated Pavilion In Stuttgart, <<http://www.evolo.us/architecture/researching-new-tectonic-possibilities-in-architecture-robotically-fabricated-pavilion-in-stuttgart/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- BOJOVIC, M. 2013e. City Form Lab Designed Grid-Shell Pavilion For Singapore University, <<http://www.evolo.us/architecture/city-form-lab-designed-grid-shell-pavilion-for-singapore-university/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- CARLOS, B. 2011. "Parametric Affordances: What? When? How?", In Integration through Computation: Proceedings of the 31st Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA). ACADIA. Calgary/Banff, Canada: The University of Calgary, pp.203-207.
- COHAN, J. 2013. Naves Pavilion for Mons, Belgium | Capital of Culture 2015, <<http://www.evolo.us/architecture/naves-pavilion-for-mons-belgium-capital-of-culture-2015/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- DOSU. 2014. Bloom, <<http://www.dosu-arch.com/bloom.html>>, Erişim tarihi: 29 Mart 2014.
- DREW, P. 2006. A Conundrum In Time: Medieval and Modern Pavilions, *Architectural Theory Review*, 11:2, pp.53-65.
- GUTSCHOW, K.K. 2006. From Object to Installation in Bruno Taut's Exhibit Pavilions, *Journal of Architectural Education*, 59:4, pp.63-70.
- HANNA, S. ve TURNER, A. 2006. Teaching Parametric Design in Code and Construction, *Sigradi-Education and Desarrollo Academico*, pp.158-161.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

- LEE, J.H., GU, N., OSTWALD, M.J ve JUPP, J. 2013. Understanding Cognitive Activities in Parametric Design, *Global Design and Local Materialization, Communications in Computer and Information Science*, 369, pp.38-49.
- MASSEY, J. 2006. Buckminster Fuller's cybernetic pastoral: the United States Pavilion at Expo 67, *The Journal of Architecture*, 11:4, 463-483.
- METALOCUS. 2013. The Silk Pavilion by Mediated Matter Group. MIT Media Lab, <<http://www.metalocus.es/content/en/blog/silk-pavilion-mediated-matter-group-mit-media-lab>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- PACKER, R. 2004. The Pavilion: Into the 21st Century: a space for reflection, *Organised Sound*, 9, pp.251-259
- ROSENFELD, K. 2012. Assembly One Pavilion / Yale School of Architecture Students, <<http://www.archdaily.com/250097/assembly-one-pavilion-yale-school-of-architecture-students/>>, Erişim tarihi: 13 Mart 2014.
- TURRIN, M, BUELOW, P.V. ve STOUFFS, R. 2011. Design Explorations of Performance Driven Geometry in Architectural Design Using Parametric Modeling and Genetic Algorithms, *Advanced Engineering Informatics*, 25, pp.656-675.
- VİKİPEDIA.2014a. Cam Ev, <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Cam\\_Ev](http://tr.wikipedia.org/wiki/Cam_Ev)>, Erişim tarihi: 7 Mart 2014.
- VİKİPEDIA.2014b. Ludwig Mies van der Rohe, <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Ludwig\\_Mies\\_van\\_der\\_Rohe](http://tr.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Mies_van_der_Rohe)>, Erişim tarihi: 7 Mart 2014.
- XİE, İ. 2013. Transcending the limitations of physical form: a case study of the Cang Lang Pavilion in Suzhou, China, *The Journal of Architecture*, 18:2, pp. 297-324.
- YLİ-JOKİPİİ, P.1999. The Cultural Geography of the Summer Dance Pavilions of Ostrobothnia, Finland, *Journal of Cultural Geography*, 18:2.

## RESİM KAYNAKLARI

- Resim 1.** EVOLO, 2014a. Assembly One Pavilion / Yale School Of Architecture Students, <<http://www.evolo.us/architecture/assembly-one-pavilion-yale-school-of-architecture-students/>>, Erişim tarihi: 11 Mart 2014.
- Resim 2.** EVOLO, 2014b. Assembly One Pavilion / Yale School Of Architecture Students, <<http://www.evolo.us/architecture/assembly-one-pavilion-yale-school-of-architecture-students/>>, Erişim tarihi: 11 Mart 2014.
- Resim 3.** EVOLO, 2014c. Form-Finding / The Breathing Shelter, <<http://www.evolo.us/architecture/form-finding-the-breathing-shelter/>>, Erişim tarihi: 13 Mart 2014.
- Resim 4.** EVOLO, 2014d. Form-Finding / The Breathing Shelter, <<http://www.evolo.us/architecture/form-finding-the-breathing-shelter/>>, Erişim tarihi: 13 Mart 2014.
- Resim 5.** EVOLO, 2014e. Novel Mode Ff Climate-Responsive Architecture / HygroSkin- Meteosensitive Pavilion, <<http://www.evolo.us/architecture/novel-mode-ff-climate-responsive-architecture-hygroskin-%E2%80%93-meteosensitive-pavilion/>>, Erişim tarihi: 17 Mart 2014.
- Resim 6.** EVOLO, 2014f. Novel Mode Ff Climate-Responsive Architecture / HygroSkin- Meteosensitive Pavilion, <<http://www.evolo.us/architecture/novel-mode-ff-climate-responsive-architecture-hygroskin-%E2%80%93-meteosensitive-pavilion/>>, Erişim tarihi: 17 Mart 2014.
- Resim 7.** EVOLO, 2014g. Floatastic: Helium Filled Floating Pop-Up Assemblage / Qastic Lab, <<http://www.evolo.us/architecture/floatastic-helium-filled-floating-pop-up-assemblage-qastic-lab/>>, Erişim tarihi: 29 Mart 2014.

- Resim 8.** EVOLO, 2014h. Floatastic: Helium Filled Floating Pop-Up Assemblage / Qastic Lab, <<http://www.evolo.us/architecture/floatastic-helium-filled-floating-pop-up-assemblage-qastic-lab/>>, Erişim tarihi: 29 Mart 2014.
- Resim 9.** EVOLO, 2014i. Bloom By DOSU Is Environmentally Responsive Installation, <<http://www.evolo.us/architecture/bloom-by-dosu-is-environmentally-responsive-installation/#more-27576>>, Erişim tarihi: 22 Mart 2014.
- Resim 10.** EVOLO, 2014j. Bloom By DOSU Is Environmentally Responsive Installation, <<http://www.evolo.us/architecture/bloom-by-dosu-is-environmentally-responsive-installation/#more-27576>>, Erişim tarihi: 22 Mart 2014.
- Resim 11.** EVOLO, 2014k. Repetitive Assemblage In Salzburg / Temporary Art Pavilion By Soma Architecture, <<http://www.evolo.us/architecture/repetitive-assemblage-in-salzburg-temporary-art-pavilion-by-soma-architecture/>>, Erişim tarihi: 23 Mart 2014.
- Resim 12.** EVOLO, 2014l. Repetitive Assemblage In Salzburg / Temporary Art Pavilion By Soma Architecture, <<http://www.evolo.us/architecture/repetitive-assemblage-in-salzburg-temporary-art-pavilion-by-soma-architecture/>>, Erişim tarihi: 23 Mart 2014.
- Resim 13.** EVOLO, 2014m. Researching New Tectonic Possibilities In Architecture / Robotically Fabricated Pavilion In Stuttgart, <<http://www.evolo.us/architecture/researching-new-tectonic-possibilities-in-architecture-robotically-fabricated-pavilion-in-stuttgart/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- Resim 14.** EVOLO, 2014n. Researching New Tectonic Possibilities In Architecture / Robotically Fabricated Pavilion In Stuttgart, <<http://www.evolo.us/architecture/researching-new-tectonic-possibilities-in-architecture-robotically-fabricated-pavilion-in-stuttgart/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- Resim 15.** EVOLO, 2014o. City Form Lab Designed Grid-Shell Pavilion For Singapore University, <<http://www.evolo.us/architecture/city-form-lab-designed-grid-shell-pavilion-for-singapore-university/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- Resim 16.** EVOLO, 2014p. City Form Lab Designed Grid-Shell Pavilion For Singapore University, <<http://www.evolo.us/architecture/city-form-lab-designed-grid-shell-pavilion-for-singapore-university/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- Resim 17.** EVOLO, 2014r. Naves Pavilion for Mons, Belgium | Capital of Culture 2015, <<http://www.evolo.us/architecture/naves-pavilion-for-mons-belgium-capital-of-culture-2015/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- Resim 18.** EVOLO, 2014s. Naves Pavilion for Mons, Belgium | Capital of Culture 2015, <<http://www.evolo.us/architecture/naves-pavilion-for-mons-belgium-capital-of-culture-2015/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- Resim 19.** EVOLO, 2014t. Silk Pavilion: An Outcome Of Computational Form-Finding At MIT Lab, <<http://www.evolo.us/architecture/silk-pavilion-an-outcome-of-computational-form-finding-at-mit-lab/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.
- Resim 20.** EVOLO, 2014u. Silk Pavilion: An Outcome Of Computational Form-Finding At MIT Lab, <<http://www.evolo.us/architecture/silk-pavilion-an-outcome-of-computational-form-finding-at-mit-lab/>>, Erişim tarihi: 27 Mart 2014.



## Hesaplanabilirin Ötesi Olarak Mekân

Kadir Öztürk<sup>1</sup>, Fehmi Doğan<sup>2</sup>

### Özet

*Hesaplamalı tasarım çağdaş mimarlık pratiğinin ve teorisinin en tartışılan konulardan biri olmuştur. Hesaplamalı tasarım, tasarım sürecini şeffaflaştıran ve mekân gibi mimari tasarımın kurucu bileşenlerini belirginleştiren algoritmik düşünce ile yakından ilişkilidir. Hesaplamalı tasarım pratiği kendini uygulanabilirlik ve inşa edilebilirlik konularında kanıtlamıştır ancak, kavramsal olarak mekânın komut dizimiyle tanımlanması henüz yeterince irdelenmemiştir. Bu açıdan bakıldığında, mimarinin yeni hesaplama paradigması içerisinde mekân anlayışının kavranmasına yönelik araştırmalar eksik kalmaktadır. Hesaplamalı tasarım pratikleri, kesin ve iyi tanımlanmış kuralları, kodları ve parametreleri zorunlu kılan algoritmik sistemlere dayanır. Bu yazının amacı hesaplamalı tasarım pratiğinde mekânın kurgulanmasını tartışmaya açmaktır çünkü hesaplamalı düşünce sistemi mimaride mekân anlayışını kökten değiştirmiştir. Mekân, hesaplamalı tasarım pratiğinde algoritmik yöntemlerin hesaplanabilir parametreleri ile somutlaşır. Bu yazıda Sayısal Tasarım yaklaşımlarında mekân kavramının hesaplanabilir bir olgu olarak kabul edilmesi 'Hesaplanamaz olarak Mekân', 'Deneyim olarak Mekân' ve 'Betimlenemez olarak Mekân' başlıkları altında tartışmaya açılmıştır. Bu tartışma hesaplamalı tasarım pratiğinde mekânın kurgulanmasındaki mimari parametreleri aydınlatılabilir. Tartışmanın sonunda mekânı oluşturan hesaplanabilir bileşenlerin yanı sıra yeni eğilimler, görüşler veya noktalar ortaya çıkabilir.*

Anahtar Kelimeler: Mekân, hesaplama, parametrize etme, hesaplanamazlık, deneyim, betimlenemezlik.

### 1. Giriş

Mekân kavramı felsefe, sanat ve bilim disiplinlerince değişik yaklaşımlarla ele alınmış ve farklı tanımlamalar getirilmiştir. (Kılıç, 2011:1) Mimaride ise mekân kavramı düşünsel, sanatsal ve bilimsel tartışmaların kesişiminde cisimleşmektedir. (Özer, 1986/2004: 180) Son zamanlarda ise toplumsal ve sosyolojik tespitler ışığında getirilen açıklamalar mekân kavramının anlayışını yeni mecralara taşımıştır. (Avar, 2009) Mimarlık mekân yaratma sanatı olarak tüm bu disiplinlerle etkileşim içerisinde yeni düşünme alanları tanımlamaktadır (Özer, 1986/2004: 173).

Birçok tasarımcıya göre mekân, mimariyi oluşturan bileşenlerin başında gelir. (Zumthor, 1998/2006: 21) Ancak çağdaş mimarideki sayısal tasarım yaklaşımlarında mekân mimarinin ana bileşeni olmaktan çok üretilen mimari nesnenin yan ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Mimari nesne genellikle yüzey, kabuk, kitle, birim, parça, sistem detayı gibi fiziksel somut objelerden oluşarak mimari formun oluşumuna ve üretimine yönelik nasıl sorularını açıklamaktadır. Kimi mimari nesne merkezli tasarım yaklaşımlarında sadece nesnelere kurgulandığından işin sonunda mekân başrolü kaybederek nesnelere arasında kalan ve kendiliğinden ortaya çıkan bir oluşum olarak sunulmaktadır. Bu yazıda Sayısal Tasarım yaklaşımlarında mekân kavramının hesaplanabilir bir olgu olarak kabul edilmesi 'Hesaplanamaz olarak Mekân', 'Deneyim olarak Mekân' ve 'Betimlenemez olarak Mekân' başlıkları altında tartışmaya açılmıştır.

Mimarlık tarihinde mekân anlayışında yaşanan köklü değişikliklerden biri Rönesans'la gerçekleşmiştir. (Unwin, 2007) Orta Çağ'da üretilen mimari eserlerin çoğunun üretiminde belge, çizim, resim vs. yerine farklı temsil yöntemleri kullanıldığından ve bilginin kapalı sistemleri içinde kaldığı lonca organizasyonları tarafından inşa edildiğinden elimize ulaşan veriler kısıtlıdır. Rönesans

<sup>1</sup> e-posta adresi: kadirozurkarchitecture@gmail.com, İYTE Mimarlık Fakültesi

<sup>2</sup> e-posta adresi: fehmidogan@iyte.edu.tr, İYTE Mimarlık Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

ile birlikte yaşanan düşünce değişikliğinin mimariye yansıyan belki de en önemli ürünü perspektiftir. (Jay, 1988: 3) Perspektif başlı başına bu dönemde yaşanan düşünsel değişikliği temsil eder. Mekân kavramının tohumları metodolojik bilgi üreten akademilerin kurulduğu Rönesans'ta atılmıştır. (Carpo, 2011) İnsan ve mekân ilişkisinin perspektif kuralları ile yeniden kurgulandığı dönemde tasarımcı da bireyselleşerek öne çıkmıştır. (Kostof, 1977/2000: 59) Rönesans'tan günümüze ulaşan çizim, metin, resim vs. gibi dokümanlar mekânı oluşturan bileşenleri tespit etmeye ve çağın düşünce sistemini analiz etmeye olanak sağlamaktadır.

Mekân anlayışında yaşanan köklü değişikliklerden bir diğeri de Modernizm'le yaşanmıştır. (Frampton, 1980/2007: 8) Mekân her ne kadar kadim bir olguymuş gibi anılsa da aslında Modernizm'in 20. yy dönümünde mimarlara armağan ettiği bir tabudur. (Forty, 2000). Mekân katı ve cansız bir kavram değildir. (Avar, 2009) Her çağ ve tasarımcı kendi mekân anlayışını oluşturur. Örneğin Modernizm'in en önemli mimarlarından biri olan Le Corbusier'nin Villa Fallet (1905), Villa Savoye (1931) ve Philips Pavyonu (1958) gibi eserlerini incelediğimizde mekân anlayışındaki ve onu kurgulayışındaki değişimi okuyabiliriz. Villa Fallet'de Corbusier Romantizm ve Klasisizm etkilerinden vazgeçmede henüz çok cesur değildir. Villa Savoye ise O'nun Modern Mimarlık'ın reçetesi olarak sunduğu beş maddesini en yalın ve olgun ifadesiyle hayata geçirdiği eseridir. Villa Savoye ile Modern Mimarlık literatürünün en bilinen aforizmalarından birini söyler, 'Ev yaşamak için bir makinedir!'. (Hillier, 1996: 292) Philips Pavyonu ise 1958 Brüksel Expo'su için geçici olarak inşa edilmiştir. Hiperbolik paraboloid yüzeylerden oluşan yapı Corbusier'nin ofisinden çıkmış olsa da Iannis Xenakis'in tasarımdaki etkisi bilinmektedir. (Kıyak, 2003: 162) Corbusier mekânı ruhani (Şentürk, 2011) bir tınıda tanımlanamaz ve tarif edilemez bir kavram olarak açıklamıştır. Kıyak'a göre Philips Pavyonu Corbusier'nin kendi tanımladığı ruhani mekân arayışının ürünüdür (2003: 164).

Hesaplamalı düşünce sistemiyle gerçekleşen dönüşüm çağımızın düşünsel devrimidir. (Perez-Gomez ve Pelletier, 1992: 20) Hesaplamalı düşünce sisteminin her şeye nüfuz eden doğası, mimarlık disiplininin de düşünce sistemini yeniden yorumlamasına neden olmuştur. (Bundy, 2007) Hatta bazıları 1990'ların ortalarına gelindiğinde mimarlık ortamının ana akım sitilini Sayısal Tasarım yaklaşımlarının oluşturduğunu iddia etmişlerdir. (Schumacher, 2009) Hesaplamaya dayalı düşünce sistemi ile yaşanan köklü değişiklik mekânı algılama biçimimizi, mekânı temsil edişimizi ve zihnimizdeki mekân imgesini yeniden değiştirmiştir. (Burry, 2011: 8) Değişen düşünce sistemiyle mekân parametrize edilerek tanımlanabilir, çözülebilir ve hesaplanabilir bir olgu olarak kabul edilmiştir. Ancak mekânın önemi, nasıl ele alınabileceği ve onu oluşturan bileşenlerin neler olduğu Sayısal Tasarım yaklaşımlarında yeterince tartışılmamıştır. Bu tartışma hesaplamalı tasarım pratiğinde mekânın kurgulanmasındaki mimari parametreleri aydınlatılabilir. Tartışmanın sonunda mekânı oluşturan hesaplanabilir bileşenlerin yanı sıra yeni eğilimler, görüşler veya noktalar ortaya çıkabilir.

## 2. Hesaplanamaz Olarak Mekân

Sayısal Tasarım yaklaşımlarında mekânın hesaplanamazlığı mimari verinin nümerik olmayışı sebebiyle bilgisayar bilimleri açısından, mekânın hesaplanabilirliği ise çözümçülük düşüncesinin temelindeki teknokratik anlayış nedeniyle de mimari açıdan ele alınmıştır.

Hesaplama ve tasarım kavramları farklı yaklaşımlarla farklı kavrayış biçimleriyle kesişmekte ve kullanım biçimlerine göre mimari anlamda farklı birleşim senaryoları ortaya çıkmaktadır. (Kotnik, 2010: 7) Kotnik bu senaryoları temsili, parametrik ve algoritmik olarak üç ana başlığa ayırmıştır. (2010: 8) Hesaplamalı tasarımı temsil yöntemi olarak gören yaklaşımlar elektronik çizim makineleri oluşturma seviyesinde kurulan bir ilişkiden öte geçememişlerdir. (Kotnik, 2010: 8) Parametrik yaklaşımlar ise bir adım daha ileri giderek tasarımı oluşturan değişken bileşenleri listelleyip girdi ve çıktı ilişkisi bağlarını kurarak sistemlerini oluşturmuşlardır. (Kotnik, 2010: 8) Algoritmik seviyede odaklanılan nokta veriyi matematiksel, analitik ve geometrik operasyonlar ile manipüle eden ve mimari varlıklara dönüştüren hesaplamalı tasarım mantığının geliştirilmesidir. (Kotnik, 2010: 9) Hesaplamalı Tasarım Teorisi bugün geldiği noktada algoritmalara dayanan problem çözüm



stratejilerini tasarım yöntemi olarak benimser. Algoritmalar belirli bir problemin çözümüyle ilgili olarak izlenecek yolun adım adım tanımlandığı yönergelerdir. Parisi algoritmaları hem soyut hem de gerçek bilgi nesnelere olarak tanımlar. (Parisi, 2013: 6) Bu açıdan bakıldıklarında algoritmalar mekân üretebilen kavramsal makineler (Aktaran: Parisi, 2013: 11) olarak nitelendirilebilirler. Algoritmik mimarlık da mekânı oluşturan kurallar bakımından soyut, kuralların ürettiği mekân bakımından ise somuttur. (Parisi, 2013: 6) Parisi hesaplamalı tasarımın problemleri bir şekilde tahmin etme mantığını ve olasılıkları hesaplamayı benimsediğini ve zaman - mekânsal deneyimin özgünlüğünü ifade edemediğini belirtmektedir. Hesaplamalı Tasarım yaklaşımları geçmiş olayları veri kabul ettiğinden gelecekte farklı bir şey olamayacağı yani geçmişin tekrarlayacağı bir gelecek öngörür. (Parisi, 2013: 13) Algoritmalarından oluşan sistemler yardımıyla tahmin edilebilir ve hesaplanabilir sınırları içerisinde gerçekleşebilecek her olasılık hesaplanabilir. Ancak algoritmaların işleyemediği verilerle ilgili sonuç alınıp alınmayacağı Sonlanma Problemi olarak ortaya çıkmıştı.

Alan Turing'e göre bilgisayarlar kendilerine verilen eksik ya da hesaplanamaz olan girdileri işleyip bir çıktı veremez. Alınan verinin eksik ya da hesaplanamaz olduğuna karar verebilecek sistemin de yine algoritmalarından oluşacağı düşünüldüğünde sistem çıktı olarak yanlış sonuç verecek ya da sonsuz döngüye düşüp cevap veremeyecektir (Arkayın, 2014).

Nümerik değerlere dönüştürülemeyen, dijitalleştirilip parametrize edilemeyen değerlerin hesaplamalı sistemler içerisinde işlenmesi ve çıktıya dönüştürülmesi mümkün değildir. (Parisi, 2013: XVIII) Mekân kavramının tanımlanabilir fiziksel parametrelerinin yanında sayısal olarak tanımlanamayan, fiziksel olmayan, deneyime dayalı olguları da olduğu hesaplamalı tasarım araştırmacılarınca hatırlanmalıdır. (Psarra, 2009: 233) Hesaplamalı teknolojilerin mimarlık disiplinine getirdiği düşünsel ve biçimsel yenilikler olmasına rağmen mekân kavramının zenginliğinin ve derinliğinin tümüyle keşfedilebilmesi açısından bakıldığında teknik sınırların genişlediği fakat yeni sınırların içerisinde kaldığı bilinmelidir.

Evgeny Morozov kitabında tasarım kuramcısı Michael Dobbins'e referans vererek çözümçülük (solutionism) kavramını ortaya atar. (2013: 5) İnternet ve toplum ilişkisi üzerine eleştirilerinde teknokrasiyi ve teknokratları hedef alır. Bilgi Çağı'nda sosyal ilişkiler, kapitalizm, mahremiyet konuları hakkında tespitler yapar. Morozov çözümçülüğü tüm sorunların bir çözümünün olduğu ve teknoloji sayesinde hemen çözülebileceğine olan inanç olarak açıklar. (Coşkunoğlu, 2013) Çözümçülük düşüncesi teknoloji kökenli düşünce sistemlerine dayanmaktadır. Çözümçüler olguların neden ve nasıl oluştuğunun kaynağını anlamaya çalışmaktansa, daha soru bitmeden çözümü aramaya başlamaktadır. (Morozov, 2013:6) Sayısal Tasarım yaklaşımları ellerindeki teknolojik yetenek ve kapasite ile Morozov'un çözümçülük eleştirisine paralellikler göstermektedir. Kimi zaman mimarinin mekâna ilişkin kavramsal soruları atlanıp, tasarım sorunu teknokratik bir tavır ile ele alınmaktadır. Mekânın çözülmesi gereken problem olarak ele alınması hem eldeki teknolojik altyapının tasarımcının düşünsel anlamda zenginleşmesine hem de tasarlanan mekâna yönelik kavramsal altyapının zenginleşmesine engel olabilir.

Sayısal Tasarım yaklaşımlarında mekânın sadece hesaplanabilir bir kavram olarak ele alınması bilgisayar bilimleri teorileri açısından çelişkiler içermekle birlikte mimarlık pratiğinin kavramsal potansiyelinin Sayısal Tasarım yaklaşımları ile artırılması açısından daha fazla önemsenmelidir.

### 3. Deneyim Olarak Mekân

Sayısal Tasarım yaklaşımlarında mekânsal deneyimin hesaplanamazlığı mekâna yönelik farklı anlayışlar ve kurgular açıklanarak ele alınmıştır.

Mekân kavramının bilimsel yöntemlerle yapılan tanımları daha çok fizik ve matematik disiplinlerinin teorilerine dayanmıştır. Felsefe disiplini içerisinde yapılan mekân tanımları ise bilişsel aktivitenin gerçekleştiği alanı açıklamayı hedef alırlar. Sosyoloji disiplininin getirdiği açılımlar da mekânın üretim sürecindeki insan – mekân ilişkisinin karşılıklı etkileşimini gündeme getirmiştir. (Hillier ve Hansen, 1984: 26) Ancak mimari anlamda mekân kavramı fiziksel, matematiksel, bilişsel ve sosyal disiplinlerin hepsinin kesişiminde hepsinin etkisi altındadır.

Le Corbusier Modülör'unda ruhani mekân (ineffable space) kavramını açıklar. (1954/2000: 32) Şentürk (2011: 389) ruhani mekân tanımını şöyle alıntılar: “Sonra dipsiz bir derinlik açılır, tüm duvarlar yıkılır, tüm diğer var oluş kaçmaya zorlanır ve ifade edilemeyen mekân mucizesi elde edilir. İnanç mucizesini tecrübe etmedim, ama ifade edilemeyen mekân mucizesini sık sık bildim, plastik heyecanın kutsiyetini.” Corbusier'nin mekânı ifade ediş biçiminden mekân anlayışını deneyim üzerinden kurguladığı anlaşılmaktadır. Mekânsal deneyimin özgünlüğü ve biricikliği yüceltilmiştir. Mekânın deneyimi Corbusier'de hareket üzerinden kurgulanır. (Hillier, 1996: 292) Mekânsal deneyimi birbiri ardına akan görüntü sekansları olarak düşünür. Bu düşüncesinde sinemada Eisenstein'in kullandığı montaj tekniğinin etkileri görülmektedir. (Kıyak, 2003: 163) Bu bağlamda Villa Savoye ve Philips Pavyonu birey – mekân – zaman açısından deneyimin kurgulandığı örneklerdir.

Henri Lefebvre ise mekân kavramını algılanan – fiziksel, tasarlanan – düşünsel ve yaşanan – sosyal olarak üç ana bileşen üzerinden kurgulamıştır. (Avar, 2009) Algılanan – fiziksel mekân gündelik hayatın sürdüğü içinde bulunduğumuz mekândır. Mekân, hem tasarlayan hem tasarlanan açısından bakıldığında bu karşılıklı etkileşim ortamında algılanır. Bu çerçevede düşündüğümüzde mekân edilgen olarak tasarlanan olduğu kadar tasarlayana da tasarladığından bir etken olarak tasarıma katılır. İkinci olarak, Lefebvre mekânın temsilleri dediği tasarlanan – düşünsel mekânı açıklar. Burası eğitim almış profesyonellerin düşlerinin gerçekleştiği yerdir. Tasarlanan mekân her halükarda tasarımcının bakış açısını ve dünya görüşünü yansıtacağından toplumu hem baskılayıp kontrol eden hem de toplum tarafından baskı gören ve kontrol edilendir. Sistem üçüncü dayanağı olan yaşanan – sosyal mekân ile kendini tamamlar. Lefebvre temsil mekânları olarak tanımladığı bu olguyla mekânın somut veya soyut olmayan çeşitli şifreleri olduğunu, bu şifrelerin deneyime dayandığını ve ancak ortak düşünebilen, benzer geçmişe sahip insanlarca çözümlenebileceğini savunur. Yaşamı içeremeyen matematiksel ve fiziksel mekân tanımları Lefebvre açısından eksiktir. Sosyal yaşamı içinde barındıran mekân sosyal bir üründür ve durağan değildir. Sosyal yaşamın getirdiği tercih mekanizmaları ile oluşan karşılıklı etkileşim ve dinamik ilişkiler sayesinde oluşan örüntüde mekân kendini yeniden üretir (Lefebvre, 1991).

Mekân deneyiminin hesaplanamazlığı Sayısal Tasarım yaklaşımlarında da devam eder. Gerek sosyal yaşam açısından gerekse de birey – mekân – zaman biricikliği düşünüldüğünde deneyim kavramının hesaplanabilir sistemler içerisinde tanımlanması zordur.

Sosyal hayatta bireyin özgür iradesini ve karar verme süreçlerini hesaplamaya yönelik kurgulanan kurallar ve modeller bazı çerçeveler tanımlasa da bu çalışmalar hayatın sürprizleri ve renkleri karşısında hala yapay kalmaktadırlar. Gerçek yaşamın sürprizleri hesaplamalı düşüncenin içermeye çalıştığı rastgelelik kavramından daha derindir. Sürpriz kavramı tanımlanmış ve kuralla bağlanmış rastgelelikten daha çok tanımsız ve kuralsız ortaya çıkan gelişigüzeğe yakındır. Gerçek hayatın sürpriz etkilerine verilen özgür tepkiler sırasında bireysel ve sosyal özgeçmişler farklılıklar yaratır. Mekân deneyimini farklı bir yoldan yaşatmayı hedefleyen bazı araştırmacılar da sanal çalışmalar yürütmektedir. Sanal mekân deneyimine imkân veren görsel, işitsel hatta dokunsal teknolojilerdeki gelişmelere ve hepsinin önemine rağmen mekânın zamansallığı içinde bireysel deneyim anlık, kişisel

ve varoluşsal olarak eşsizdir. Söz konusu teknolojiler her ne kadar gerçeğe en yakın temsili sağlayacak mekanizmaları geliştirmeye çalışsalar da temsil etmenin doğasında olan indirgeme ve soyutlama olmadan temsilin eksiz gerçekleşmesi mümkün değildir. Mekânsal deneyimin çok bilinmeyenli doğası onu hesaplanamazlığa yaklaştırır.

#### 4. Betimlenemez Olarak Mekân

Hesaplama düşünce sistemlerinin kökeni bilgisayar bilimlerine uzanmaktadır. Bilgisayar bilimleri insan – bilgisayar iletişimini çeşitli diller ile sağlarlar. Bu diller makinelerin işleyebileceği yapılardan insanların anlayabileceği yapılara farklı seviyelerde olmaktadır. Bilgisayarlarla insanların iletişimi bu programlama dilleri üzerinden yürütülür. Konuşma dilinde olduğu gibi her bilgisayar dili de belirli mantıksal ve yapısal kurallar üzerine inşa edilmiştir. Sayısal Tasarım yaklaşımları kendilerini bu dil içerisinde konumlandırarak mekânı bazı programlama dilleri ve komut dizimleri içerisinde oluştururlar. Bilgisayar ve programlama dilleri konuşma dilimize göre daha genç, kıvrımsız ve basmakalıptır. Konuşma dilinin anlamsal ve sözdizimsel zenginliğine karşılık bilgisayar dili işlemsel açıdan yüksek kapasiteye sahiptir. Bu noktadan hareketle Sayısal Tasarım yaklaşımlarında mekânı oluşturan bileşenler dilin içerisinde aranabilir.

Paul Coates doğal ve yapay olmak üzere iki çeşit dil olduğunu ve metinlerden oluşan algoritmaların söz konusu yapay dillerden birinin içerisinde yazıldığını belirtir. (2010: 2) Chomsk'ye göre dilin grameri içerisinde sözdizimsel olarak doğru olan tüm olasılıklar üretilebilir. (Coates, 2010: 2) Metinlerin sözdizimsel olarak doğru olması anlamlı ifadeler oluşturduğunun garantisini vermez ancak sözdizimi açısından yanlışlıklar barındıran metinler anlamlı ifadeler oluşturabilir. (Coates, 2010: 2) Coates'e göre dilin iki avantajı vardır. Bunlardan ilki sonsuz sayıda sözdizimsel olarak doğru sözler oluşturması, ikincisi ise kendini yineleyerek yeni sözler oluşturabilmesidir. (2010: 3) Coates mimari mekânı bilim ve sanat ara kesitinde geometri ve ilingeler tabanlı olarak dilin içerisinde yazılan algoritmalar üzerinden programlamıştır. (2010: 1)

Dil felsefesi dil – dünya ve dil – zihin arasındaki ilişkinin dil üzerinden kurgulandığından hareketle dili sorgular. (Aysever, 2003: I) Wittgenstein'in dil felsefesi iki dönemden oluşmaktadır. İlk dönemde günlük dilin çokanlamlı yapısı içerisinde doğru soru sorma ve cevap almanın imkânsızlığı üzerine düşünür. (Aysever, 2003: I) Wittgenstein felsefesinde dil hakkında üzerine konuşulamayan konusunda susulmasını ve söylenebilir olanın sınırları olduğu aforizmasına vardırır. (Çeviren: Aruoba, 2006) Murat Güvenç bu düşüncenin 'Söylenebilirin ötesinde bir şey yoktur.' olarak yorumlanmasının 'Ben dünyayı kendi sözcük dağarcığıma indirgemek istiyorum.' sonucuna varacağı tehlikesini öngörür. Bu öngörüden hareketle kelime hazinemizi genişletip yeni söyleyebildiklerimizi arttırırken, daha az kullanılan kelimelerimizi tedavülden kaldırıp eskiden konuşabildiklerimizi unutmak da benzer kısırlaşmayı ortaya çıkarabilir. Hesaplama tasarımının mimarlıkta biçimsel ve düşünsel dilin sınırlarını değiştirdiği gerçeğine karşın bu sınırların genişleyip derinleştiği mi yoksa daralıp sığlaştığı mı sorgusunun sürekli tekrarı söz konusu kısırlaşmaya engel olabilir. Ancak söylenebilirin sınırlarının olması her şeyin söylendiğini ya da söylenebilirin ötesinde bir şey olmadığını bildirmez. (Güvenç, 2013) Mimaride estetik, güzellik, duygu, değerler, deneyim gibi olguların mekânın kurgulanmasında hesaplanabilirin ötesinde olduğu çıkarımı yapılabilir. Bu noktadan bakıldığında söylenebilirin sınırlarının olduğu gibi hesaplanabilirin de sınırları vardır.

Derrida dil felsefesinin günümüzde tartışmaları süren önemli düşünürlerinden biridir. Derrida'ya göre dil konuşan kişinin bir işlevi değildir ancak konuşan kişi dilin bir işlevi olduğunu söylemektedir. (Aysever, 2003: IV) Aysever'e göre Derrida dil ve anlam kavramlarını konuşan açısından değil dinleyenin durduğu noktadan bakarak incelemektedir. (2013: IV) Derrida'nın dil felsefesinde anlatma değil anlama kuramı geliştirdiği düşünülmektedir. (Aysever, 2003: IV) Aysever anlama ile anlatmanın, konuşan ile dinleyen kişilerin 'söz' ortamında kurdukları birbirinden ayrılmaz iki parçadan oluşan karşılıklı ilişkisi olduğunu açıklar. Eğer ortada bir 'söz' varsa onu üreten ve anlatmaya çalıştığı bir şey olması gerekir; konuşan ve onun anlatma yönelimi yok sayıldığında ortaya çıkan şey güdüldür. Eğer ortada bir 'söz' varsa, onun hedeflendiği bir dinleyen ve onun 'söz'den bir

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

şey anlama amacı olması gerekir; dinleyen ve anlama amacı yok sayıldığında da ortadaki şey yine gürültüdür. (Aysever, 2003: IV)

Sayısal Tasarım yaklaşımlarında mekânın betimlenemezliği kavramı bilgisayar dili ile mekân oluşturma sırasında kurulan ilişkileri anlamada farklı açılımlar getirebilir. Üretilen mimari ürünün yani sözün sözdizimsel doğruluğunun yanı sıra anlamsal değeri de en az sözdizimsel doğruluk kadar önemlidir. Üretilen her söz yani mimari ürün sırf sözdizimi açısından doğru olduğu için kabul görmemelidir. Dilin gramerine uygun üretilen yığın içerisinde gürültü ile anlamlı söz aynı şekilde değerlendirilmemelidir. Rastgele her şeyi söyleyip söylenenlerin içerisinde anlamlı olanları ayıklamaya çalışmaktansa, dil içerisinde neyi söylemeye çalıştığımızı anlamaya çalışmak mimarlık pratiğinde yeni anlayışlar ortaya çıkarabilir. Günümüz pratiğinde Sayısal Tasarım yaklaşımları daha çok bilgisayar dilinin sınırları içerisinde bir şey anlamaya değil anlatmaya çalışmaktadır. Ancak mekânı oluşturan bileşenleri anlamaya yönelecek yaklaşımlar mimari açıdan anlamlı sözler üretebileceklerdir. Betimlenemeyenin üzerine söylenen her sözün gürültü olmasına rağmen mimarlık pratiği mekânı anlamaya ve anlatmaya devam etmelidir.

## 5. Sonuçlar

Bu yazıda Sayısal Tasarım yaklaşımlarında mekân kavramının hesaplanabilir bir olgu olarak kabul edilmesi ‘Hesaplanamaz olarak Mekân’, ‘Deneyim olarak Mekân’ ve ‘Betimlenemez olarak Mekân’ başlıkları altında tartışmaya açılmıştır. Hesaplamalı düşünce sistemlerinde hâkim olan çözümlemeci bakış açısı mekânı parametrize edilebilir, tanımlanabilir ve hesaplanabilir bir olgu olarak kabul etmektedir. Hesaplamalı tasarım pratiğinde mekânı kurgularken kullanılan hesaplanabilir mimari parametrelerin aydınlatılabileceği düşünülmektedir. Yazıda mekânı oluşturan hesaplanabilir bileşenlerin yanı sıra hesaplanabilirin ötesinde kavramlar, görüşler veya noktalar olabileceği açıklanmıştır. Hesaplanamazlık kavramının bilgisayar bilimleri içerisinde Sonlanma Problemi olarak ortaya konduğu ve mekânı çözümcülük zihniyetiyle düşünmenin onu derinlemesine anlamayı zorlaştıracağına değinilmiştir. Mekânsal deneyimin bedensel özgünlüğü ve sosyal belleği oluşturmaya açısından da hesaplanamaz olduğu belirtilmiştir. Mekânın betimlenemezliği dil felsefesi üzerinden bilgisayar diline paralellikler kurarak hesaplanamazlık kavramı irdelenmiştir.

Düşünce sisteminde ve mimarlık pratiğinde yaşanan köklü değişikliklerin mekân anlayışında da köklü değişikliklere yol açtığı Mimarlık Tarihi boyunca deneyimlenmiştir. Ancak hesaplamalı düşünce sisteminin mimarideki açılımlarında mekâna yönelik kavramsal arayışlar yeterince gözlenmemiş, mekân sayısal mimarlıkla kurgulananın bir ürünü olarak kalmıştır.

## KAYNAKLAR

- ARKAYIN, Y. 2014. Sonlanma Problemi. ODTÜ Bilgisayar Topluluğu, e-bergi. [ Elektronik Kaynak, Erişim: 03.06.2014, <http://e-bergi.com/2014/Mart/sonlanma-problemi> ]
- AVAR, A. A. 2009. Lefebvre’in Üçlü – Algılanan, Tasarlanan, Yaşanan Mekân –Diyalektiği. *Dosya 17*, 7-16. [ Elektronik Kaynak, Erişim: 03.06.2014, <http://www.mimarlarodasiansankara.org/dosya/dosya17.pdf> ]
- AYSEVER, R. L. 2003. Dil Felsefesinin Geleceğine Bir Bakış. *H.Ü. Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 20:2, 127-140.
- BUNDY, A. 2007. Computational Thinking is Pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing*, 1 (2), 67-69.
- BURRY, M. (2013). Scripting Cultures. *Scripting Cultures: Architectural Design and Programming*. AD Primers, Wiley.
- CARPO, M. 2011. Architecture and the Identical Copy: Timelines. *The Alphabet and the Algorithm*. MIT Press.
- COATES, P. 2010. Introduction: Falling Between Two Stools. *Programming.Architecture*. Taylor & Francis.

- COŞKUNOĞLU, O. 2013. Kitaplar ve Kaçırduğumuz Gündem. [ Elektronik Kaynak, Erişim: 03.06.2014, <http://www.bthaber.com/kitaplar-ve-kacirdigimiz-gundem/> ]
- FORTY, A. 2004. *Space. Words and Buildings: A Vocabulary of Modern Architecture*. Thames & Hudson.
- FOUNDATION Le CORBUSIER 2014. Works, Architecture, Buildings & Projects List. [ Elektronik Kaynak, Erişim: 03.06.2014, <http://www.fondationlecorbusier.fr> ]
- FRAMPTON, K. 1980/2007. Introduction. *Modern Architecture: A Critical History*. Thames & Hudson.
- GÜVENÇ, M. 2013. Tarih Vakfı Konuşması. [ Elektronik Kaynak, Erişim: 03.06.2014, <http://www.mimarizm.com/kentintozu/Makale.aspx?id=2443&sid=609&SubID=588> ]
- HILLIER, B. & HANSEN, J. 1984 / 2005. The problem of space. *Social Logic of Space*. Cambridge University Press.
- HILLIER, B. 1996 / 2007. The metaphor of the machine and the paradigm of the machine. *Space is the machine*. [Elektronik Sürüm] Space Syntax.
- JAY, M. 1988. Scopic Regimes of Modernity. *Vision and Visuality*. Bay Press.
- KILIÇ, E. 2011. *Aristoteles ile Farabi'nin Mekan Anlayışlarının İncelenmesi*. İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. 1-7.
- KIYAK, A. 2003. Describing the Ineffable: Intellectual Montage and La Poème Electronique. *Medium Architectur: Zur Krise der Vermittlung*, 2, 160-165.
- KOSTOF, S. 1977/2000. The Architect in the Middle Ages, East and West. *The Architect: Chapters in the History of the Profession*. University of California Press.
- KOTNIK, T. 2010. Digital Architectural Design as Exploration of Computable Functions. *International Journal of Architectural Computing*, 8:1, 1-16.
- LE CORBUSIER 1954 / 2000. Chapter 2: Chronological Review. *Modulor*. Springer. [ Elektronik Kaynak, Erişim: 03.06.2014, <http://books.google.com.tr> ]
- LE CORBUSIER 1948 / 2003. Ineffable Space. *New World of Space*. Reynal & Hitchcock. [ Elektronik Kaynak, Erişim: 03.06.2014, <http://www.unz.org/Pub/Horizon-1948oct-00279> ]
- LEFEBVRE, H. 1991 / 2007. Plan of the Present Work. *The Production of Space*, Blackwell Publishing.
- MOROZOV, E. 2013. Solutionism and Its Discontents. *To Save Everything, Click Here: The Folly of Technological Solutionism*. [ Elektronik Kaynak, Erişim: 03.06.2014, <http://books.google.com.tr> ]
- ÖZER, B. 1986/2004. Mimari Kavramının Tanımı ve Sınırları Üzerine. *Kültür Sanat Mimarlık*. Yapı Yayıncılık.
- PARISI, L. 2013. Incomputable Objects in the Age of the Algorithm. *Contagious Architecture: Computation, Aesthetics, and Space*. MIT Press.
- PEREZ-GOMEZ, A. & PELLETIER, L. 1992. Architectural Representation Beyond Perspectivism. *Perspecta*, 27, 20-39.
- SCHUMACHER, P. 2009. Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design. *Architectural Design*, 79:4, 14-23.
- PSARRA, S. 2009. The Formation of Space and Cultural Meaning. *Architecture and Narrative: The Formation of Space and Cultural Meaning*. Routledge. [ Elektronik Kaynak, Erişim: 03.06.2014, <http://books.google.com.tr> ]
- ŞENTÜRK, L. 2011. Ruhani Mekân: Le Corbusier'ye Göre Kent. *Sosyoloji Dergisi*, 3:22, 383-393.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

UNWIN, S. 2007. Analysing Architecture Through Drawing. *Building Research & Information*, 35(1), 101-110.

WITTGENSTEIN, L. 1933. Tractatus Logico-Philosophicus (Çev. ARUOBA, O.). Metis, 2006.

ZUMTHOR, P. 1998/2006. Composing in Space. *Thinking Architecture*. Birkhauser.

## Kullanıcı Hareketlerinden Etkilenen Kamusal Alanların İnteraktif Bir Haritayla Yoğunluk Analiz Diyagramları

Merve Taşlıoğlu<sup>1</sup>

### Özet

*Bütünleşik tasarım süreçlerinde farklı disiplinler arası bilgilerin kullanılmasına olanak sağlayan, farklı amaçlara yönelik üretilen dijital araçların beraber kullanımları, tasarım süreçlerinin temsilinde odak noktası haline gelmiştir. Yeni yaklaşımlar veya daha önceden olanakların kısıtlılığı nedeniyle uygulama alanı bulamamış fikirler sayısal tasarım araçları yardımıyla gündeme gelmektedir. Tasarımcının kullandığı araçları geliştirmesi ve onların potansiyellerini keşfetmesi, yaratıcı süreçte tasarımcıya avantaj sağlayacak önemli bir unsurdur. Çalışmada sayısal tasarım araçlarının süreçte yarattığı değişimler ve sonuçları, tasarımcının süreç içinde aldığı roller bağlamında değerlendirilmektedir. Her tasarımın kendi içerisinde sistematik bir kurgusu vardır. İster kent içinde küçük ölçekli bir tasarım olsun, ister kentsel tasarım gibi büyük ölçekli bir çalışma olsun, incelendiği zaman o matematiksel alt yapıyı ve tasarımdaki etkisini görebiliriz. O yüzden bu kurgu kolayca tekrarlanabilir dinamik etkenlerle yapılırsa; zihinde oluşturulan bir ingenin somutlaştırılma aşaması bir o kadar kolay ve doğru veriler çerçevesinde gerçekleştirilmiş olur. Dinamik tasarım aracı olarak kullandığımız bu diyagramlar, verinin dönüştürülmesi sürecinde bir üretken sistem modeli olarak ortaya çıkarılmıştır.*

Anahtar Kelimeler: Dinamik süreç, sayısal tasarım araçları.

### 1. Giriş

Kamusal alanlar, kent için önemli toplanma noktalarıdır ve bu alanlar tanımlı boşluklardan oluşmak zorunda değildir. Tasarlanmış bir mekanın uzantısı yada planlanmamış bir şekilde kullanıcıların ihtiyaçlarına göre biçimlenmiş olabilir. Şehir merkezleri, deniz kenarları, parklar, tarihi alanlar, insan yoğunluğunun fazla olduğu havaalanları, metro giriş-çıkışları, tren istasyonları, toplu taşıma yolları, stadyumlar ve kültür merkezleri (müzeler, sinemalar, tiyatrolar vb.) gibi tüm kamusal alanlar için kullanıcı hareketinin fazla olduğu mekanlar aynı zamanda sosyal etkileşimi arttırmaya da katkıda bulunurlar.

Tasarım sürecinde göz ardı etmememiz gereken hatta başlangıç aşamasında tasarımcının projesinin şekillenmesine yardımcı olan en önemli konulardan birisi de, kullanıcı-mekan ilişkisine ait dinamiklerin ortaya çıkartılmasıdır. Bu bağlamdan kopmamak için yapılan kentsel analizlerde kullanıcı yoğunluklarını saptamak ve grafiksel anlatımı güçlendirmek amacıyla, interaktif bir haritayla kent ölçeğinde dinamik veriler alınarak kullanıcı hareketlerinin simülasyonu yapılmıştır. Bu çalışma, bir sayısal tasarım aracı olan Java tabanlı Processing ortamında yazılmıştır. Dinamik etkenler ve çevresel verilerle birlikte hem tasarımcıya hem de mimarlık eğitimi alan öğrenciler için tasarlanacak olan projeye esnek ve üretken olabilme imkanı sunar.

<sup>1</sup> e-posta adresi: mervetaslioglu@gmail.com, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim Yüksek Lisans Programı

## 2. Dinamik Tasarım Aracı Olarak Diyagram

### 2.1. Diyagramın Tanımı

Sözlük anlamına baktığımızda Fransızca kökenli bir kelime olan diyagram, herhangi bir olayın değişimini gösteren grafik olarak açıklanır. Mimari temsil anlamında bakacak olursak, diyagramlar tasarım sürecinde geliştirilen senaryoyla ilgili düşüncelerin simgeleştirmesidir. Senaryoda içerisindeki değişkenler; zaman ve olaylara bağlı olarak değişen yoğunluk, yayılma ve yönelme ile ilgili biçimsel ve fonksiyonel eylemlerden oluşur.

Felsefe alanında yapılan çalışmalara baktığımızda ise diyagrama yönelik yapılan tanımlamaların yorumlanarak mimarlığın teorik ve pratik analiz sürecine çeşitli açılımlar getirdiğini görmekteyiz. Gilles Deleuze-Felix Guattari ve Jacques Derrida'nın diyagram üzerine olan söylemlerini bu açıdan değerlendirmek mümkündür. Diyagramı bir soyut makine olarak niteleyen Deleuze tanımlamasını şu şekilde ifade etmektedir: "Soyut bir makine fiziki ve maddi değildir, bunun ötesinde simgesel ve diyagramatiktir. Madde ile değil durumla, form ile değil fonksiyonla işler. Diyagramatik ya da 'soyut makine' reel olanın temsilini değil buna nazaran oluşmakta olan yeniyi, yeni bir gerçekliği inşa eder (Deleuze, 1993)."

Diyagramın yeniyi ortaya çıkarma yetisine değinen Deleuze bu fikir alt yapısını Fransız filozof Henri Bergson'a dayandırır. Döneminin mevcut bilim anlayışının yeniyi düşünme yetersizliğini dile getiren Bergson, geçmişte tanımlanmış ve önceden belirlenen olasılıkların gerçekleştiği bir geleceğin yenilikçi olmasının mümkün olamayacağını belirtmiştir. Deleuze'ün tanımlamalarına göre diyagram özü itibarıyla görsel bir temsil aracı değil, soyutlamadan öte olasılıkların deneysel fikir alt yapısını ve yeniyi araştıran bir araçtır. Diyagramı resimdeki alanlar, çizgiler ve lekelerin işleyen grubu olarak nitelendirir (Deleuze, 1993).

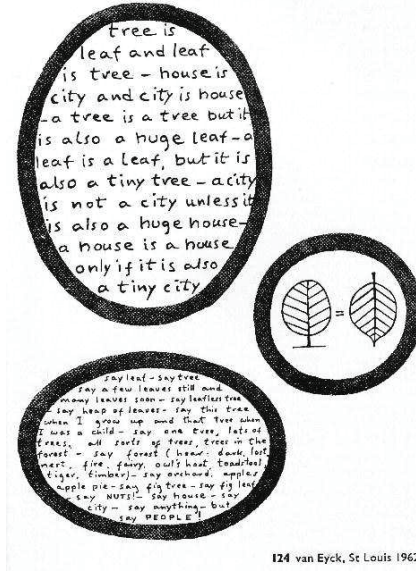
### 2.2. Kent ve Analiz Diyagramları

Aldo Van Eyck "A City is a Tree" adlı makalesinde kenti ucu açık büyüme olanakları olan bir kök-ağaç diyagramı olarak tarif eder. Dönemin yaygın bir eğilimi olarak tüm mimarlar kentin mimari bir edim olarak süratle tasarlanması konusunda çeşitli reçeteler üretmektedir. Van Eyck ve üyesi olduğu Team X grubu da kentler için benzer çareler araştırmaktadır. Modernizme ve yapmaya olan güvenin henüz yerle bir olmadığı bu zaman aralığında Alison - Peter Smithson ve Aldo Van Eyck Team X içinde birbirinden farklı iki yaklaşımı benimserler. Yaklaşımları birbirinden farklı da olsa kentin ifade aracı ikisi içinde diyagramlardır. (Şekil 1)

Allen'a (1998) göre diyagramlar şemadan, tiplerden, biçimsel anlatımlardan farklıdır, yapılacak hareketler için açıklamalardan ibarettir, mümkün olan yapılandırmalar için bütüncül bir tanımdır. Allen, mimarlığın dışındaki bilginin mimari tasarıma girişi sürecinde, grafik biçimin ve grafik dönüşümün esas olduğunu ve bu nedenle mimarlığın dışındaki tüm iletişimin bu tür bir grafik dönüşüm ile mimari sürece dahil olabileceğini belirtmektedir.

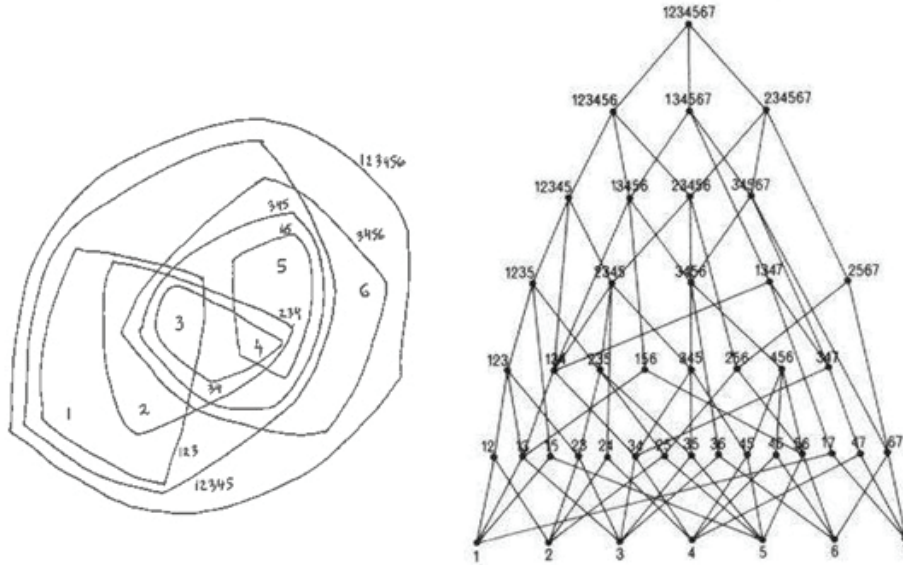
Diyagramlar mimarlığın modern zamanlarda araçsallaşmasının ve bu sürecin toplumsal, ekonomik, politik gereksinimler ve akılcı yöntemlerle elde edilen bilimsel ilkeler üzerinden meşrulaştırılmasının başlıca aktörü olmuştur. Diyagramın neredeyse her role bürünebilen arada olma karakteri bu görevi yerine getirebilmesinde başlıca etkidir. Anthony Vidler, ütopya için en uygun dillerden birinin diyagram olduğunu savunur, diyagram şematik olduğu için inşa edilemez ve "O an için, en saf haliyle hayaldir." (Vidler, 1999)





Şekil 1: Aldo Van Eyck, Kentin ağaçla özdeşliği diyagramı

Yapısalcı dönemde olumlu özellikleriyle kullanılan ağaç metaforu/diyagramı postyapısalcı eleştiride olumsuzlaştırılarak sabit, değişmez, belirli, statik, kapalı, hiyerarşik, katmanlaştırıcı sistematiği ifade eden bir araç olarak görülmüştür. Bu değişimi başlatan ilk akademik tepki Christopher Alexander tarafından yazılan 1965 tarihli “A City is Not A Tree” (Şehir Bir Ağaç Değildir) isimli makaledir. Alexander mimari ve kentleşme alanında bilimsel analizle içgüdüsel deneyimin bir bileşkesi olarak tanımlanabilecek, insanın ihtiyaç ve beklentilerine yatkın alternatif bir yaklaşım tarzı benimsemiştir. İki bölüm olarak yayımlanan bu makale ağaç ve yarı-kafes şekillerinin mantığını ve olanaklarını açıklar. Yarı-kafes sistem ağaç siteme göre daha duyarlı, daha yoğun ve karmaşık ilişkileri ifade edebilir. Ağaç metaforunun tanımladığı kök-ağaç kuramı kök-sap olarak ifade edilen Deleuzeyen mantığa ters düşmektedir. (Şekil 2)

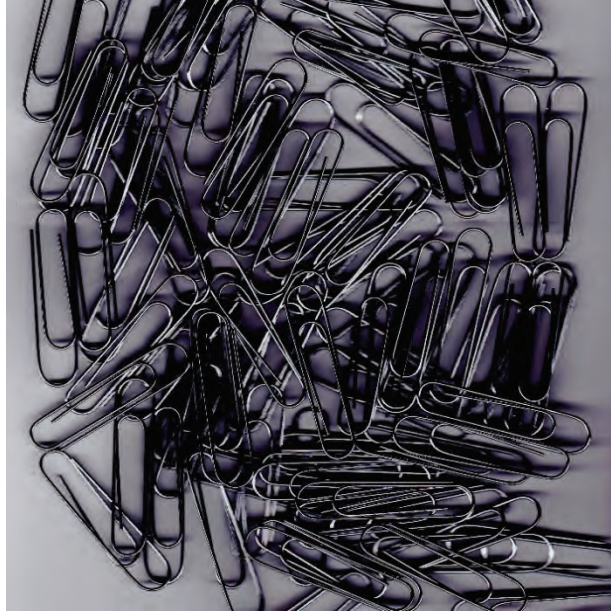


Şekil 2: Cristopher Alexander, Ağaç ve Yarı Kafes Model Diyagramları

### 3. Kullanıcı Hareketlerinin Simülasyonu

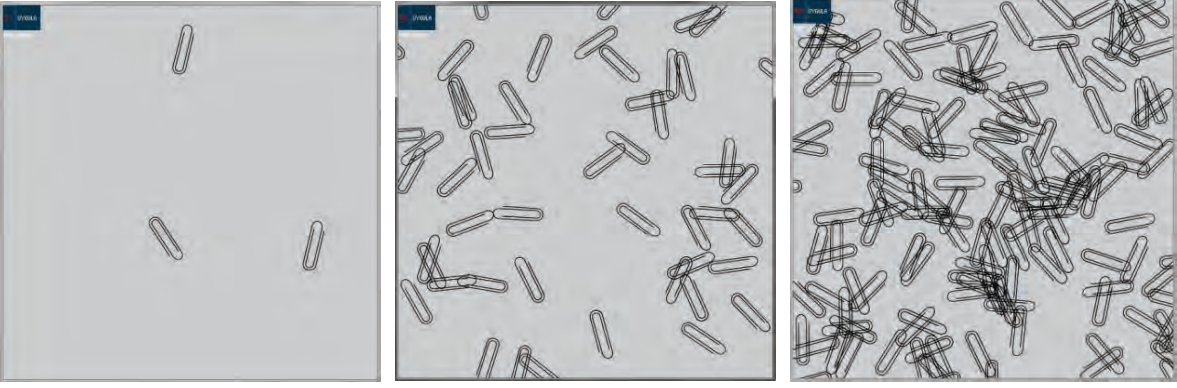
#### 3.1. Fotogram Çalışmasının Sayısallaştırılması

Fotogram tekniği kullanılarak hazırlanan “Paperclip” adı verilen bu çalışma (Şekil 3) Processing ortamında geliştirilerek, üretken sistemler için yeni gösterim yollarının kullanılabilceği bir grafiksel anlatım tekniğinin temelleri oluşturulmuştur. Bu çalışmanın amacı dinamik gösterimler ile birtakım analizler yaparak tasarım aşamasında yapıları sunma ve bu temsili bir tasarım aracı olarak kullanmaktır.

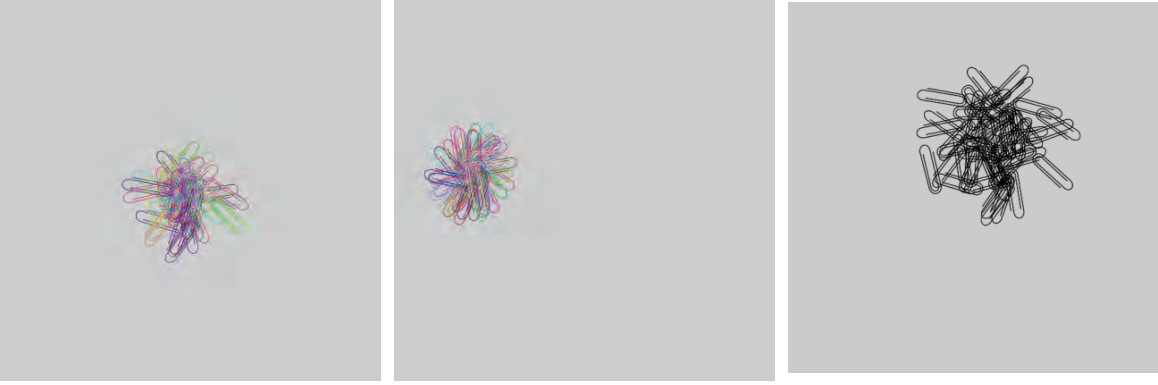


Şekil 3: Fotogram çalışması “Paperclip”

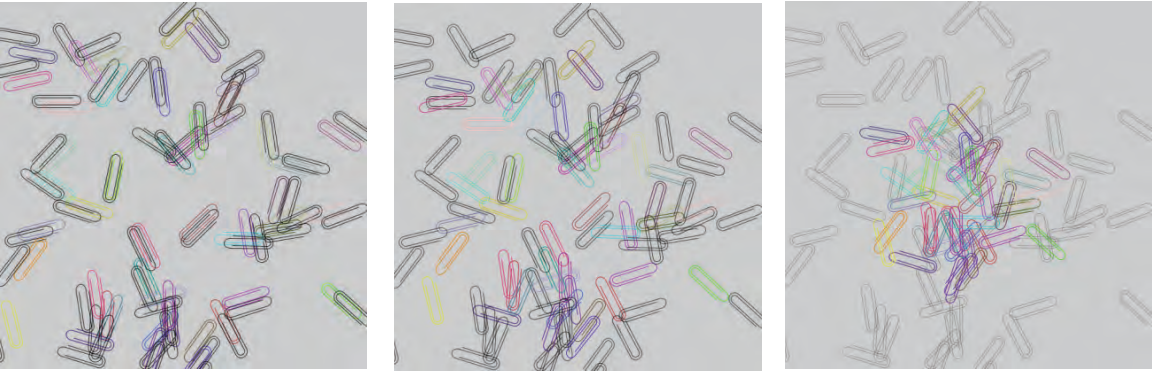
Çevresel etmenlerle birlikte bir alan tanımlanır ve bu alanda kullanıcıyı temsil eden bir obje oluşturulur. Objelerin sayısını tanımlanan alana göre kullanıcı belirler (Şekil 4). Belirlenen objeler birtakım hedeflere ulaşmaya çalışırlar. Alan içerisinde tanımlı bölgeler çeşitli mekânları temsil eder. Her mekân, farklı özelliklere sahiptir ve farklı çekim kuvveti barındırır (Şekil 5). Objeler ilgili oldukları alana göre dağılım gösterirler. Hareket etmeye başladıkları anda başlangıçtaki izlerini bırakırlar. Bu izler, objelerin mekânlara göre gösterdiği farklı dağılımları ve yoğunluklarını izlemeye olanak tanır (Şekil 6).



Şekil 4: Paperclip çalışması, obje sayısı



Şekil 5: Paperclip çalışması, mekanlara göre çekim kuvvetleri



Şekil 6: Paperclip çalışması, başlangıç konumlarındaki izleri

### 3.2. Simülasyon Aşaması

Paperclip çalışmasını kentsel ölçekte bir tasarıma entegre edebilmek için yeni bir program geliştirilmiştir.

Programın çalışma biçimi şu şekildedir:

- İnteraktif bir harita üzerinde, başlangıç noktası olarak sabit bir koordinat girilerek çalışılacak bölge seçilir.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

- Seçilen bölge içerisinde, önceki programdan farklı olarak kullanıcıyı temsil eden araç objesi yerine klavye tuşları yardımıyla başlangıç noktalarına insan ve araç çizdirilir.
- Başlangıç noktalarından varılması hedeflenen kamusal alanlara doğru istenilen doğrultularda yollar tanımlanır.
- İnsan ve araçların konumlarını ve sayılarını kullanıcı belirler. Çizilmiş olan objeler kendilerine en yakın yolu seçerek hedefe ulaşmaya çalışırlar. İzleyecekleri yol konumlarına veya tanımlanan bölgelere göre değişiklik göstereceği için her seferinde değişebilir durumdadır.
- Araç hızı her zaman insan hızından daha fazladır. Objeler türlerinin hızlarını kendi içlerinde de değişiklik göstermektedir.

Yukarıda anlatılan özellikler kullanılarak senaryo oluşturulur. Geliştirilen bu program ile hazırlanan senaryolar simüle edilir.

### 3.3. Programın Kullanımı

Programın kullanımı şu şekildedir:

- Program arka planda interaktif bir harita çalıştırmaktadır. Bu harita belirli bir konumdan açılır ve istenilen herhangi bir konuma mouse ile sürükleyerek getirilebilir.
- Açılan pencerenin sol üst köşesinde yön verme (sağ, sol, yukarı, aşağı) ve zoom (yakınlaştır, uzaklaştır) tuşları bulunmaktadır. Kullanıcı bu tuşlar yardımı ile haritayı istediği konuma getirebilir. Aynı işlemler mouse ile de yapılabilmektedir. Mouse ile sürükleyerek istenilen konum veya mouse tekerleği kullanılarak da yakınlaşma/uzaklaşma işlemleri yapılabilmektedir.
- İnteraktif haritada 20 zoom seviyesi bulunmaktadır. Seviye 1 dünya görünümünü, seviye 20 ise en detaylı sokak görünümünü temsil eder. Program zoom seviyesi olarak 17. seviyeden açılmaktadır.
- Haritanın sağ alt köşesinde haritanın bulunduğu konumun enlem ve boylam cinsinden değeri, haritanın sol alt köşesinde ise mouse imlecinin konumunun enlem ve boylam cinsinden değerleri bilgi amaçlı yer almaktadır.
- Simülasyon ortamını hazırlamak için klavye tuşları kullanılır. Önceden bahsedildiği gibi programa iki çeşit obje tanımlanabilmektedir. Harita üzerine araç objesi yerleştirmek için mouse istenilen konuma getirilir ve 'C' tuşuna basılır. Araçlar istenilen alanlara, gerekli görülen sayıda yerleştirilebilir. Harita üzerine insan objesi yerleştirmek içinse mouse istenilen konuma getirilir ve 'P' tuşuna basılır. Aynı şekilde, istenilen alanlara, istenilen sayıda yerleştirilebilir.
- Objelerin simülasyon sırasında erişmeleri gereken hedefleri mouse yardımı ile belirlenir. Mouse ile tıklanan noktalar sayesinde izlenecek yol çizilir. Yolun en son noktası hedef noktası olarak kabul edilir. Bir yol istenilen sayıda noktanın birleşiminden oluşabilir ve istenilen sayıda farklı yol oluşturulabilir.
- Birden fazla yol tanımlanabilmesi için ekranın sol üst kısmında yer alan "Yeni yol" butonu kullanılır. Bu butona basıldığında mevcut çizilmiş olan yol tamamlanır, son noktası hedef noktası olarak ayarlanır ve program yeni yol için nokta çizimine uygun hale getirilir.
- Bütün girdiler ekrana çizdirildiğinde simülasyonun başlaması için programın sol üst kısmında bulunan "Başlat" butonuna basılır.
- Simülasyona başlat komutu verildiğinde her nesne için kendisine en yakın yol hesaplanır ve her nesne bulunan yolu kendisine hedef olarak alır.

- Objeler hedeflerine doğru hareket etmeye başladıklarında hızları kendi aralarında farklılık gösterir ve her obje rastgele sapma oranları ile hareket eder.
- Simülasyon her obje hedefine eriştiğinde tamamlanır. Objeler hedeflerinin etrafında toplanırlar.
- İstenilen zamanda simülasyon sıfırlanabilir. Programı tekrar açıp kapatmaya gerek kalmadan yeni bir senaryo tanımlanabilir. Ekranın sol üstünde bulunan “Temizle” butonuna basıldığında bütün yol, araba ve insan nesnelere silinir ve herşey en baştan başlayacak duruma gelir.
- İstenilen zamanlarda klavyenin ‘S’ tuşuna basıldığında ekran görüntüsü alınır ve programın çalıştığı klasöre kaydedilir. Belirli zaman aralıklarında görüntüler kaydedilerek gelişim izlenebilir.
- Bu değişikliğin izlenebilir olması programın kullanıcılarının farklı diyagramlar oluşturarak analizler yapmasına olanak sağlar.



Şekil 7: InteractiveMap çalışması, simülasyon aşamaları

Kent içinden farklı kamusal alanlar seçilerek, kullanıcı yoğunluk analiz diyagramları geliştirilen bu programla örnek bir çalışma yapılmıştır. Daha sonraki zamanlarda ise çalışma 3. boyuta taşınabilir, tasarımcılar ve öğrenciler için modelleme programlarına entegre bir çalışma alanı oluşturulabilir. Form üretme, hacim ilişkileri, mekan kurguları gibi tasarım aşamasındaki çok seçenekli kısımlarda, tasarımcının kendine bir yol belirlemesi için kullanıcı hareketlerinin analizi kamusal alanlar dışında farklı çalışma ortamlarına da dahil edilebilir. Dolayısıyla sadece kullanıcı hareketleri değil, mimari tasarım ile ilgili birçok aşamalar; form üretme, analiz yapma, gösterim metodu, diyagram geliştirme ve bunun gibi düşünce yöntemleri programlara eklenebilir.

### 4. Sonuçlar

Sayısal ortamda tasarım, mimarinin statik olma kavramını değiştirerek, mimarlık ve mekanın birbirleriyle olan etkileşimi üzerinde değişikliğe yol açmıştır. Mimarlık tanımı dijital ortamda tasarımı da içermeye başlayınca “mekan” ve “kullanıcı” arasındaki ilişki de belli değişimler göstermektedir. Bu ilişki hem mekanın hem de kullanıcının hareketli olduğu yeni bir mekan algısı ve anlayışını doğurmuştur. Sonuç olarak, günümüzde dijital tasarımın araçları yalnızca yardımcı bir araç rolü üstlenmekten çıkmış, mimari temsil biçimlerinde ve mimari çalışmalarda önemli bir temsili odak noktası olmaya başlamıştır.

Dijital sembollerle temsil edilerek tasarım ürününe ait tanımların oluşturulmasında iki boyutlu düzlemler üzerindeki temsil biçimlerine benzerliği nedeniyle, dijital ortamda temsil, teknolojinin ilk evrelerinde tasarım sürecinde en etkin rol oynadığı alandır (Kolarevic, 2003). Alışlagelmiş yöntemler dışında, farklı gösterim biçimlerine olanak sunması, bu araçların tasarım sürecine olan katkıları sonuç ürünlerle ortadır. Mimari sunum yöntemlerindeki bu değişim ve gelişim, Branko Kolarevic'in “Computing the Performative in Architecture” adlı makalesinde şu şekilde vurgulanmıştır: “Bir çok performans dayalı tasarım üretmeyi sağlayan araç çözüm kümesi için yüksek çözünürlükte zengin bir çözüm uzayı sağlamaktadır; ancak bazı durumlarda çok katmanlı hale gelerek tasarım girdilerini eşleştirmektedirler. Özel bir projenin farklı performans değerlerini belirlerken ve hedefleri seçerken karşılıklı çakışan ve birbirine ters olan değerler tasarımların yaratıcı ve verimli olan tarafını güçlendirmektedir” (Kolarevic, 2003).

### KAYNAKLAR

ALLEN, S., 1998. Diagrams Matter. *Diagram Work*, Any, 23.16.

DELEUZE, G., 1993. The Diagram. Columbia University Press, 193-199.

JENCKS, C & KROPF K., (1997), Aldo Van Eyck, 1962 Team 10 Primer, Theories and Manifestoes of Contemporary Architecture, Wiley Academy.

JENCKS, C & KROPF K., (1997), Christopher Alexander, A City Is Not A Tree ,1965 , Theories and Manifestoes of Contemporary Architecture, Wiley Academy.

KOLAREVIC, B., 2003. Architecture in The Digital Age: Design and Manufacturing, New York, NY: Spoon Press, c2003

KOLAREVIC, B., (2003). Computing the Performative in Architecture. In Proceedings of the 21th eCAADe Conference: Digital Design. Graz, Austria (pp. 17-20).

## Havalimanı Terminal Binası Dolaşım Alanlarında Yaşlı Hareketlerinin Simülasyonu

İlker Erkan<sup>1</sup>, Ali Tolga Özden<sup>2</sup>, Hasan Haştemoğlu<sup>3</sup>

### Özet

*Yaşlı insanların (65 yaş ve üzeri) sayılarının nüfus içinde hızla artmasının, yaya trafiğini etkileyeceği düşünülmektedir. Yaşlıların değişen fiziki koşulları, hareket kabiliyetlerinin azalmasına ve dolayısıyla hızlarının düşmesine neden olmaktadır. Çalışmada, yaşlı kompozisyonunun artması durumunda, mekanlardaki hizmet düzeyini yaya akışına bağlı olarak test edebilen bir model oluşturulmuş ve PTAA adı verilen yazılıma dönüştürülmüştür. Literatüre PTAA olarak giren model, sürekli güncellenebilir yapısı ve kullanıcı kolaylığı yanında yaşlı yaya simülasyonu alanında sağlayacağı katkı ile de önemli görülmektedir. Yazılım, Ankara Esenboğa Havalimanı Terminal Binasında yapılan gözlemler, video çekimleri ve anketler ile oluşturulan modelin girdilerini ve mevcutta yapılan birçok araştırmanın temel verilerini içermektedir. Model, ortalama hız ve yaşa bağlı veriler üzerinden mevcut çalışmaların kabullülerine dayandırılarak, yaklaşık 990 yaşlı yolcu analizinden algoritma kurmuştur. Model sonuçlarında, yaşlı kompozisyonunun arttığı durumlarda hizmet düzeyi verilerinin değiştiği hatta beklenenin aksine saplamalar olduğu görülmüştür. Model, sadece havalimanı terminal binalarında değil, yaşlıların yoğun olarak bulunduğu diğer (yoğun şehir sokakları, alışveriş merkezleri vb.) mekanlarda da analiz yapabilmeye yeteneğine sahiptir.*

Anahtar Kelimeler: Yaya Hareketleri, Yaşlı Hareketleri, Simülasyon, PTAA Modeli

### 1. Giriş

OECD (2001) raporuna göre, 2030 yılında her dört kişiden birinin 65 yaş ve üzeri olacağı öngörülmektedir. Bu öngörüye ek olarak yaya tesislerini kullanan kişilerin de “yaşlanacağı” ve bu anlamda kalabalıkların da yaş ortalamalarının artacağı düşünülebilir. Yayaların kapasite analizi ve hareketlerinin takip edilmesi özellikle son yılların popüler konularındandır. Yaya trafik analizi, bilinen kapasite analizlerinden farklıdır. TRB'nin (2000) yol kapasite analizi düşünüldüğünde, araçların temel hareketleri ve nitelikleri oldukça benzerlikler içermektedir. Ancak, yayaların kapasite analizi düşünüldüğünde, durum farklıdır. Çünkü heterojenlik içeren kalabalıkların analiz edilmesi diğer kapasite analiz girdileri düşünüldüğünde daha karmaşıktır. Kalabalıkların farklı özellikteki kişilerden oluşması sebebiyle analizi güç olup farklı değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu yöntemlerin en yaygın olanı mikro simülasyon yöntemleridir. Mikro simülasyon yöntemleri sayesinde normal zamanda yapılması ya da denenmesi güç varsayımlar simülasyon ortamında oluşturulup, test edilebilmektedir. Artan popüleritesine rağmen mikro simülasyon yöntemlerinde hazır yazılımsal paketler mevcuttur (VISSIM, Legion, Suystematica, Sim-Tread, Oasys vb.). Bu yazımların test ettikleri veriler bazı durumlarda sorun yaratabilmektedir çünkü her bir programın kabulü farklıdır (Jelic vd., 2012). Bu yüzden çalışma, kendi modelini oluşturup, yeni bir yazılım üretmiştir. Üretilen yazılımın, özellikle ülkemizde daha önceden analiz edilmemiş olan yaşlı hareketlerinin ve hızlarının etkisini belirlemede önemli rol oynayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda yapılacak olan benzer çalışmalara temel olabilecek niteliktedir. "Pedestrian Traffic Analysis for Architecture" (PTAA) olarak adlandırılan model ve yazılım da sürekli gelişen ve değişen verilerin eklenerek güncellenebilmesi en büyük avantajlardan biridir.

<sup>1</sup> ilkererkan@sdu.edu.tr, SDÜ Mimarlık Fakültesi

<sup>2</sup> bentolga@gmail.com, SDÜ Mimarlık Fakültesi

<sup>3</sup> hasanhastemoglu@sdu.edu.tr, SDÜ Mimarlık Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

İnsanların yürüyüş davranışı ve hareketleri mekanların şekillenmesinde önemli rol oynar. Yaya hareketlerinin etkisini araştıranların başında olan Fruin (1971) hizmet düzeyi kavramını ortaya atmış, mekan düzenlemesini farklı bir şekilde yorumlamıştır. Fruin'in (1971) belirlediği hizmet düzeyi kavramında A'dan F'ye kadar mekanlara derecelendirme yapılır (A, en iyi; F, sistem çalışmaz). Yayaların kullandıkları mekanları kategorize eden hizmet düzeyi yaklaşımını, Kittelson (2003) tasarım kurgusu olarak kabul etmiştir.

Yaya trafiği ve akımı ile ilgili tüm modeller, “çevresel faktörler”, “trafik akım karakteristikleri”, “kişilerin fiziksel kompozisyonları” ve “bölgesel etkiler” gibi verileri dikkate almak durumundadır (Ye vd., 2008). Ancak, yukarıda bahsedilen hazır yazılımlar “genel amaçlı” yazılımlar olup, Ye (vd. 2008) bahsettiği faktörleri göz ardı edebilmektedir. PTAA modelinin geliştirilmesinin nedeni söz konusu faktörleri göz önüne alması ve modele temel olarak güncel gözlem ve verilerin yanında mevcut çalışmaların girdilerini de eklemesidir.

Genellikle mimarlar/mühendisler yaya akımı simülasyon modellerinde çoklu regresyon modellerini kullanmaktadır (Virklar ve Elayadath, 1994). Fakat çoklu regresyon modellerinin bazı verileri tek taraflı analiz etmesinden dolayı özellikle son dönemlerde regresyondan farklı yaklaşımlar denenmeye başlanmıştır. Yürüme hızı ve yoğunluk arasındaki ilişkiyi tanımlayabilmek için tekli ve çoklu fonksiyonlar ile çoklu diziler oluşturulmuştur (Drake vd., 1967). Weidmann (1993) yaya akım trafiği için “S eğrisi” modeli önermiş, modelde, doğrusal olarak hız yoğunluk ilişkisini test edebilmiştir. Bunların yanında seyahat süresinin, yaya akım hızına etkisini inceleyen modeli 2001 yılında Cascetta önermiştir. BPR (1964) seyahat sürelerinin yaya hızına etkisini inceleyen modeli araştırma için benimsediğini belirtmiştir. Ayrıca, Helbing ve Molnar (1995) kurguladıkları “Sosyal Kuvvet Modeli”nde farklı tipteki yayaların özelliklerini analiz edebilmektedir.

Tablo 1 yazarların kullandıkları hız-yoğunluk ilişkilerinin matematiksel formülasyonu özetini göstermektedir.

**Tablo 1: Hız-Yoğunluk İlişkisinin Matematiksel Formül Özeti**

Çalışma	Matematiksel Formül
Greenshields (linear)	$[V(p)] = v_f + B(p)(t)$
Underwood	$[V(p)] = v_f e^{(-p)(t)/(p/\sqrt{v})}$
Greenberg	$[V(p)] = c \ln(p_j / p(t))$
Bell	$[V(p)] = v_f e^{Bp(t)^2}$
Drake	$[V(p)] = v_f e^{-0.8p(t)^2}$
Kladek	$V = v_f (1 - e(-\gamma(\frac{1}{p} - \frac{1}{p_f})))$

Yaya hareketlerinin mikro simülasyon çalışmaları başlıca temel diyagramları, en yüksek akım oranı, serbest akım oranı, sıkışıklık yoğunlukları, kişisel kompozisyon farklılıklarını kaynak olarak kullanır (Chattaraj vd., 2009). Kimi çalışmalar ise, yaya kompozisyonlarının (öğrenci, turist vb.) tek yönlü akış, çok yönlü akış, durumlarını da test etmek için bazı modeller geliştirmiştir (Fitzpatrick vd., 2006; Helbing vd., 2007)

### 1.1. Yaya Hareketleri ve Yaya Akım Modelleri

Kalabalıklar, farklı insan popülasyonunun olduğu yoğun insan grupları olarak tanımlanabilir. Farklı özellikte ve fiziksel yapıdaki birçok insanın hareketi kalabalık hareketini de etkiler niteliktedir. Kalabalıkların homojen dağılım göstermesi beklenmez. Yani aynı insan karakteristiklerinin bir arada

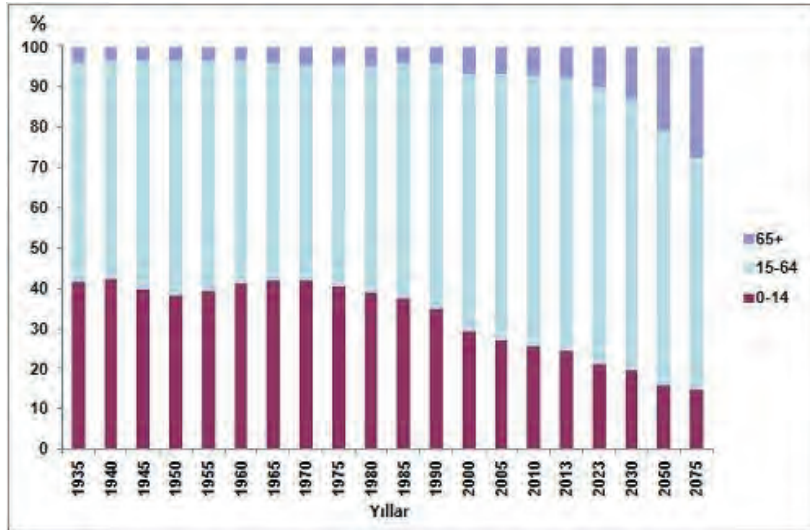


olması ya da aynı hareketi yapması doğal bir durum değildir. Aynı zamanda farklı yaya karakteristiklerinin analiz edilmesi mekanın kurgusu açısından oldukça önemlidir (Erkan, 2012).

TRB (2000) yaşlı yayaların genel orana göre kalabalıkların %20'sini işgal ettiğini belirtmiştir. Pheasant ve Haslegrave (2006) bu oranın %30'lara çıkabileceğini savunmuştur. TRB (2000) yaşlıların kalabalık içindeki oranını incelemiş ve 0 ile 20 arasında bir yüzdelik dilimde yer almaları durumunda ortalama hız değerinin 1.2 m/sn, %20'den fazla bir dilimde yer aldıklarında ise 1 m/sn olarak kabul edilmesini önermektedir. Teknomo (2002) mikro simülasyon çalışmasında, yaşlı oranının artışında hızın logaritmik olarak azalacağını belirtir. Pauls (2008) yaşlıların ve obezlerin özellikle yaya kaldırımlarında ve toplu mekanlarda dönüşlerdeki ve dar geçitlerdeki yavaş reflekslerinden dolayı genel yürüyüş hızını etkilediklerini, bu nedenle özellikle yaşlıların kullanma ihtimali fazla olan kaldırım gibi kamuya açık mekanların tasarlanmasında daha esnek olunması gerektiğini belirtir. Bununla birlikte Lovas (1994) yürüme hızını etkileyen faktörleri, “kişisel” ve “durumsal” faktörler olarak ikiye ayırmıştır. Buna göre, kişisel faktörlerde, grup verilerinin ortalama ve standart sapma değerlerine göre hızlar belirlenirken, durumsal faktörlerde ise grubun yolculuk amacına (seyahat etme şekline) göre hız verisi tespit edilmelidir. Hughes (2002) çoklu yaya grupları için, hidrodinamik akış ile ilgili model oluşturmuş ve bu anlamda yaya hızlarının önemini belirtmiştir.

## 2. Yaş Popülasyonu ve Türkiye

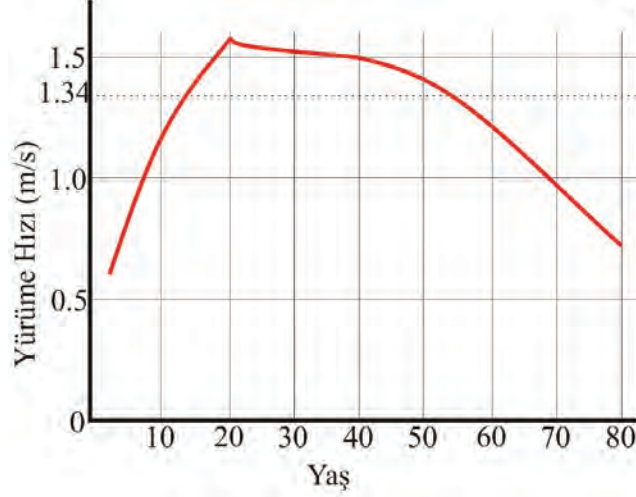
Dünya popülasyonu sürekli bir artışı göstermektedir. Avustralya İstatistik Bürosu (ABS, 2009) yaptığı araştırmada dünya popülasyonunda yaşlı sayısının hızla arttığını belirtmiştir. OECD 2030 raporuna göre, yaşlılar üzerinde kademeli olarak yıldan yıla bir artış olduğunu ve 2030 yılında özellikle batıda her 4 kişiden birinin 65 yaş ve üstü olacağını belirtmiştir (OECD, 2001). Yaşlı (65 ve daha yukarı yaş) nüfus oranı 2013 yılında %7,7 iken nüfus projeksiyonlarına göre 2023 yılında %10,2, 2050 yılında %20,8, 2075 yılında ise %27,7'ye yükseleceği tahmin edilmektedir (TÜİK, 2013). En yüksek yaşlı nüfus oranına 2012 yılında sahip olan ilk üç ülke sırasıyla %24,4 ile Japonya, %21,1 ile Almanya ve %20,8 ile İtalya'dır. Birleşmiş Milletlerin tanımına göre bir ülkedeki yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranının %8 ile %10 arasında olması o ülke nüfusunun “yaşlı”, %10'un üzerinde olması ise “çok yaşlı” olduğu anlamına gelmektedir. TÜİK (2013) nüfus projeksiyonlarına göre Türkiye'nin yaşlı nüfus oranının 2023 yılında %10,2'ye yükseleceği ve “çok yaşlı” nüfuslu ülkeler arasında yer alacağı tahmin edilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1: Yaş Grubuna Göre Nüfus Oranı (TÜİK, 2013 Nüfus Projeksiyonları, 2023-2075)

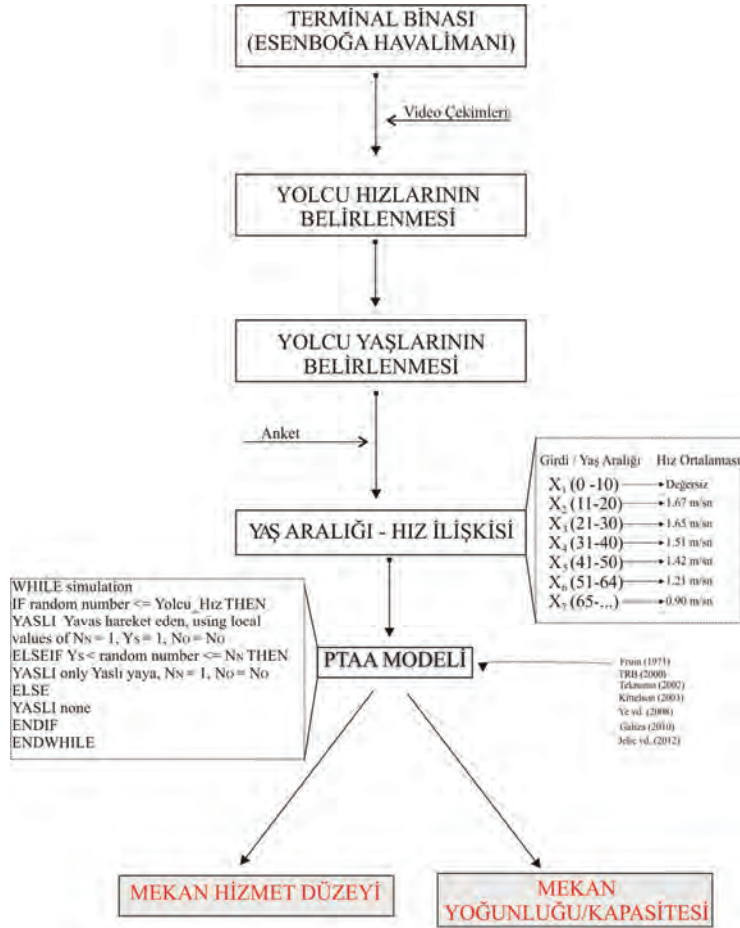
### 2.1. Yaş ve Yürüme Hızı

İnsan hareketleri incelendiğinde, belirli hareketleri yapabilme yeteneği gün geçtikçe azalmaktadır. Buna bağlı olarak da insanların hareket yönü, şekli ve davranış biçimi değişebilmektedir (Kirchner vd 2003). Normal yaya yürüme hızını etkileyen birçok faktör vardır. Buchmueller ve Weidmann (2006), çalışmalarında yaya yürüme hızının fiziksel yetenekler ve yaşla ilgili olduğunu belirtirler. Birçok çalışma normal yayaların yaşlı yayalara göre daha fazla yürüme hızına sahip olduklarını işaret eder (Fitzpatrick vd. 2006; Montufar vd. 2007; Yanagisawa ve Nishinari, 2007). Aynı zamanda Weidmann (1993) insanların ilk 20'li yaşlarda fiziksel kapasitelerini bütünüyle (%100'lere kadar) kullanabildiklerinden en yüksek hıza ulaşabildiklerini ve özellikle 40'lı yaşlardan sonra da hızlarının düşüşe geçtiğini belirtmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Yaşa Bağlı Olarak Hız Değişimi (Weidmann, 1993)

Austrroads'un 1995 yılında yaptığı çalışmada Avustralya'daki yaşlıların ortalama yürüme hızı 1.13 m/sn olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de yaşlı yürüme hızına bağlı olarak yürütülmüş benzer nitelikte bir çalışma yoktur. Ancak Erkan (2012) yaklaşık 30000 yolcu üzerinden yaptığı analiz çalışması içerisinde yaklaşık olarak 4300 farklı yaşlı (65 yaş ve üstü) yolcuyla yaptığı çalışmada ortalama hızı 0.88 m/sn olarak belirlemiştir. Buradan hareketle bu çalışmanın saha ayağını oluşturan alan olan, Esenboğa Havalimanı Terminal binası yolcu sirkülasyon alanında yazarlar tarafından belirlenen ve yaklaşık olarak 990 yaşlı yolcu üzerinde yapılan çalışmada, yaşlı yürüme hızları modele girdi olarak tanımlanmış ve ortalama olarak 0.90 m/sn alınmıştır. Diğer yolcuların yaşa bağlı hızları modele ayrıca eklenmiştir. Kurulan modelin algoritması Şekil 3'de kısaca belirtilmiştir.



Şekil 3: PTAA Model Algoritması

Model ile ilgili yaşlı hareket kodları çok temel olarak Şekil 3’de gösterilmiştir. Model algoritmasında görüldüğü gibi önemli iki veri 'yolcu yaşları' ve 'yolcu hızlarıdır'. Bu iki girdi modelin temel ayaklarını oluşturmaktadır.

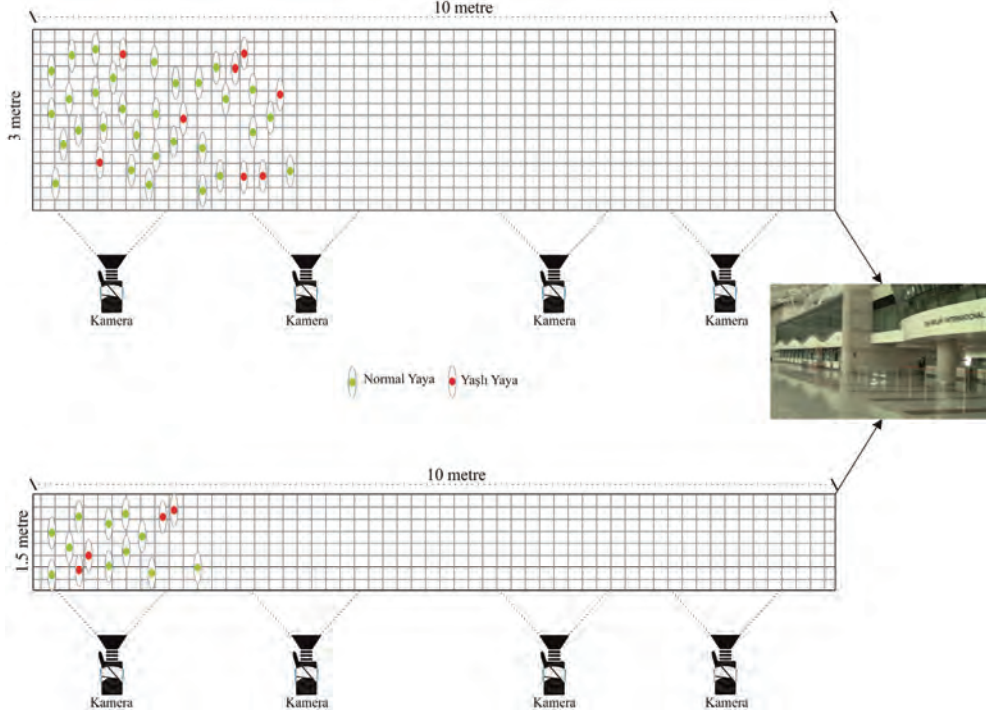
### 3. Yaya Hareketleri İçin Yeni Mikro-Simülasyon Yöntemi: Ptaa

Yaya hareketlerinin incelenmesinde öne çıkan birçok yazılım mevcuttur. Bu yazılımların ortak özelliği mikro seviyede (bilgisayar ortamında) analiz yapabilmesidir. Varsayımsal olarak çalışan bu programların temeli makro-simülasyon girdilerine (verilerine) dayanmaktadır. Yani makro seviyede yapılacak olan gözlemler, veriler (anketler, sayımlar vb.) eşliğinde oluşturulan algoritmayla model kurulur, kurulan bu model bilgisayar ortamına aktarılıp analizler gerçekleştirilir. Sosyal Kuvvet Modeline dayanılarak oluşturulan ve PTV (2009) tarafından geliştirilen VISSIM yazılımı mikro-simülasyon yazılımları içinde iyi bir örnektir. Ancak, her yazılımda olduğu gibi VISSIM’de de bazı eksiklikler göz çarpmaktadır.

Mikro simülasyon yazılımların ortak özelliği, gerçek hayatta gerek "maliyet açısından", gerekse "gerçekleştirilebilirlik" açısından zor görünen birçok vakayı gerçekleştiriyor olabilesidir. Mevcutta bulunan yazımlardaki en önemli problemlerden biri ara yüzlerinin hem kullanıcı odaklı olmaması hem de analiz yeteneklerinin kısıtlı olmasıdır. Bunun sebebi önceden belirtildiği gibi temel model girdilerinin çok genel olmasıdır. Buradan hareketle yaya hareketlerini analiz edebilecek yeni bir mikro simülasyon modeli ve yazılımı geliştirmek temel amaçtır.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Esenboğa Havalimanı yolcu sirkülasyon alanında oluşturulan platformlar sayesinde yolcuların hareketleri izlenmiştir. Bu platformlardan biri 1.5 metre eninde, diğeri ise 3 metre enindedir. Yolcuların akışları buradan geçecek şekilde tasarlanmıştır. Bu tasarım, Esenboğa Havalimanı yetkililerinin izniyle gerçekleştirilmiş olup, yolcuların bu deneysel çalışmadan haberleri yoktur. Bununla birlikte gözlemler sonucu “yaşlı” olabileceği tespit edilen yolcuların yaşları sorulmuş 65 yaş ve üstü kişiler not edilmiştir. Oluşturulan platformu cepheden görebilecek 4 adet, plan düzleminden görebilecek ise 1 adet kamera yerleştirilmiştir. Yerleştirilen kameralar yolculardan gizlenmiştir. Söz konusu deney düzeneği Şekil 4’de gösterilmektedir.



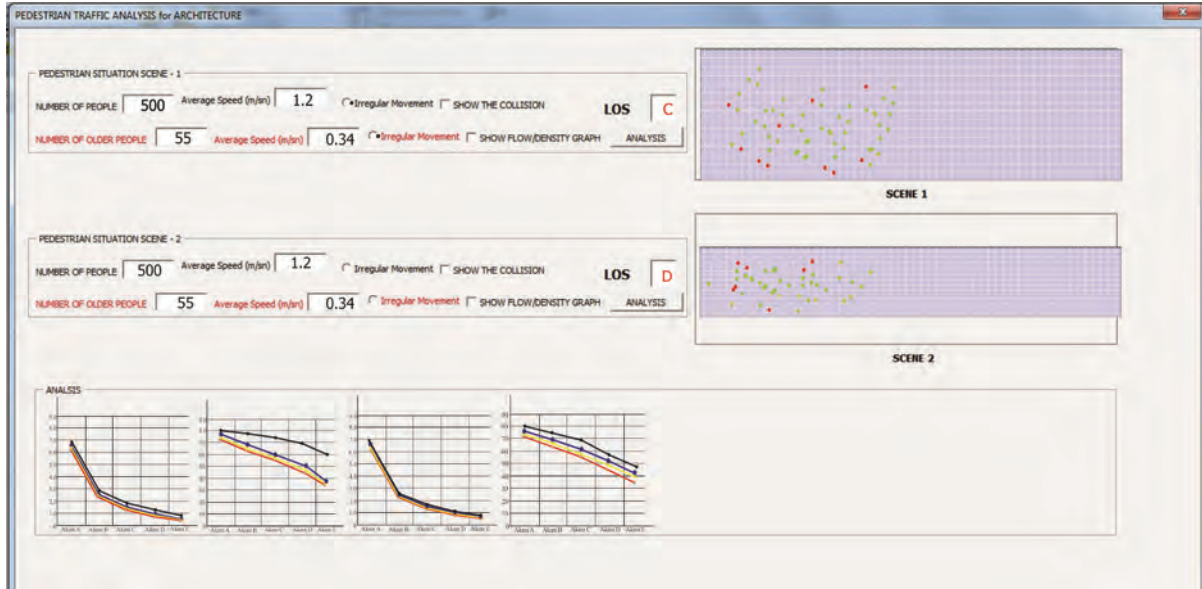
Şekil 4: Deneysel Düzeneği (Esenboğa Havalimanı Sirkülasyon Alanı)

Oluşturulan model için çalışma ilk olarak yayaaların (hem normal hem de yaşlı) hareketlerinin gözlenmesiyle başlamıştır. Gözlemlerde yaya akışları ve durma yerleri belirlenmiştir. Kamera kayıtları ile platforma giren tüm yayaaların hızları tek tek tespit edilmiştir. Platform yolcu hareketlerini daha iyi gözlemleyebilmek için, simülasyon ortamında “karelere” bölünmüştür. Oluşturulan model MATLAB, C++ ve Visual Basic ile yazılıma dönüştürülmüş ve kurulan modele PTAA (Pedestrian Traffic Analysis for Architecture) adı verilmiştir. Yazılımın en temel özelliği, trafik akışında yaşlı yolcu sayısının oranında artışın özellikle yaya bileşimlerine olan etkisini değerlendirmek için kullanılması açısından bir ilktir. Fruin (1987) yaptığı çalışmada gerçek veriler toplayarak kaldırımlar üzerinde hareket eden yayaaların hareket bilgilerini toplamıştır. Ek olarak yaşlı insanların artan oranda etkileri ve Hizmet Düzeyi (Level of Service-LOS) özellikleri Kittelson’un 2003 yılında yaptığı çalışma ile mukayese edilmiştir.

PTAA, sosyal güç modeli olarak adlandırılan ve ilk olarak Helbing ve Molnar’ın 1995 yılında yaptıkları çalışma ile yayaaların skolastik davranış modellerini ortaya atan model temel alınarak geliştirilmiştir. Bununla birlikte Fruin (1971), TRB (2000), Teknomo (2002), Kittelson (2003), Ye vd. (2008), Nagatani (2002) ve Jelic vd. (2012) çalışmalarının ortak girdileri de modele eklenmiştir.

Yayaaların etkileşimi sırasında, yolculuk süresini en aza indirmek ve yaya akışını engelleyebilecek karşılıklı çatışmaların toplam sayısını azaltmak için farklı kompozisyonların bir dizi oluşturması düşünülmektedir.

Her modelde olduğu gibi, bu modelin de belli kısıtları vardır. Modelin girdilerinde, belirlenen alan içinde hiçbir şekilde tefriş ve engelleyici (çöp bidonu, saksı vb.) bulunmadığı kabul edilmiştir. Yolcuların belirlenen alan içinde durmadıkları, sürekli hareket halinde oldukları düşünülmüştür. Yolcuların hızlarını kısıtlayıcı (el bagajları vb.) bazı etmenler yok sayılmıştır. Çünkü Erkan (2012)'ye göre yolcuların el bagajları normal hızda seyreden yolcuların hareketlerini kısıtlamakta hatta hızlarını düşürmektedir. Tasarlanan yazılımın arayüzü Şekil 5’de görüldüğü gibidir.



Şekil 5: PTAA Arayüzü

### 3.1. Model Girdileri ve Kabulleri

PTAA modelinde, yaya akış yönü “tek yönlü” kabul edilmiştir. Yürüyüş alanları ve geometrileri karesel (gridal) olarak tanımlanmıştır. Farklı yaya tiplerinin özellikleri ve yaya geometrileri (yaya yürüme aksları) eklenmiştir. Mikroskobik yaya akışlarında dikkatle durulması gereken konulardan biri, ayrı ayrı toplanan farklı yolcu tiplerinin belirlenmesi ve onların diğer gruplarla birleştirilebilmesidir. PTAA için, yaya kompozisyonunun etkileri düşünüldüğünde, farklı yaya karakterlerini analiz etmek için uygun bir model olduğu düşünülmektedir.

Kurulan iki set Simülasyon modeli için iki farklı yaya tipi analiz edilmiştir:

- Normal Yayalar
- Yaşlı Yayalar

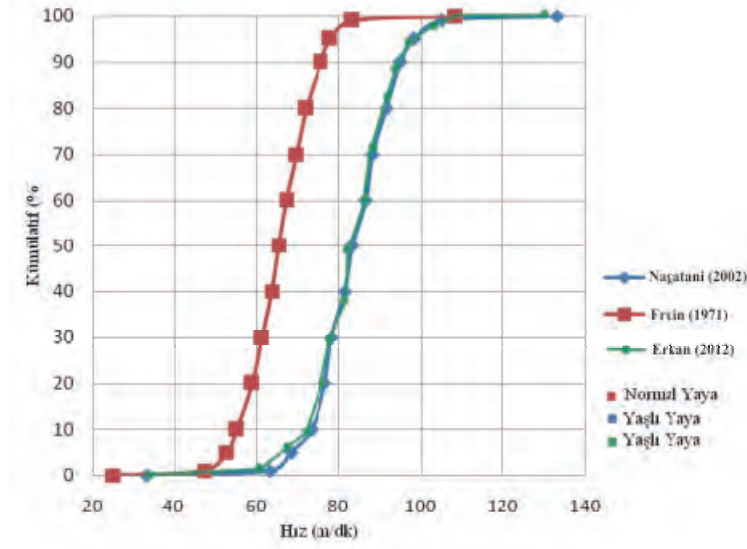
PTAA model girdileri için iki farklı yaya tipi özellikleri dikkate alındığında söz konusu yazılıma girecek olan temel iki girdi; vücut ölçüleri ve bireysel hızlar olarak belirlenmiştir. Her yolcunun verisi ayrı olarak yazılıma girilmiştir ( Şekil 6).

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Ped. No	Ped. Age	Avg. Spd (m/sn)
1	43	1.42
2	34	1.41
3	21	1.55
4	22	1.52
5	21	1.61
6	60	0.87
7	71	0.43
8	41	1.21

Şekil 6: PTAA Yolcu Yaş-Hız Girdi Ekranı

Fruin (1971)'in önerdiği normal ve yaşlı yaya hızları kabulü üzerinden başlatılan model, Nagatani (2002) ve Erkan'ın (2012) yürüttüğü arazi çalışmaları ile desteklenerek PTAA modeli kurulmuştur (Şekil 7).



Şekil 7: PTAA Modeli'nin Kümülatif Yürüme Hız Dağılımı Girdileri

Nagatani (2002) ve Erkan (2012) çalışmalarındaki modeller birbirine çok yakındır. Bu yüzden son çalışma olan Erkan (2012) verileri kabul edilmiştir. Buchmueller ve Weidmann (2006)'a göre, yaşlı ve normal yayalar için ortalama vücut büyüklükleri aynıdır. Bu yüzden vücut büyüklükleri bakımından her iki gruba da girdi olarak eşit koşullar yüklenmiştir.

Yürüyüş yolları için Tablo 2'deki farklı Hizmet Düzeyi verileri tanımlanmıştır. Tablo aynı zamanda, farklı hizmet düzeyi değerleri için yaya alanları, ortalama hızlar, akım oranı, hacim-kapasite ilişkisini

İçermektedir. Orta değer akım hızları modele girdi olarak eklenerek, yaya alanı ve ortalama hız modele ilişkilendirilmiştir. Kittelson (2003) değerleri kullanılırken, Hizmet düzeyi yaya bileşim etkisini değerlendirmek için bir temel olmuştur. Modelde Birim genişlik başına akım hızları Kittelson (2003) tarafından tanımlanan değerlerin orta değeri olarak kabul edilmiştir. Bu değerler Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2:** Yürüyüş Alanları için Hizmet Düzeyi Değerleri (Kittelson 2003)

Hizmet Düzeyi	Yaya Alanı (m <sup>2</sup> /kişi)	Beklenen Akımlar ve Hızlar		
		Ortalama Hız (m/dk)	Birim genişlik Başına Akım (kişi/m/dk)	Hacim/Kapasite
A	>3.3	79	0-23	0.0-0.3
B	2.3-3.3	76	23-33	0.3-0.4
C	1.4-2.3	73	33-49	0.4-0.6
D	0.9-1.4	69	49-66	0.6-0.8
E	0.5-0.9	46	66-82	0.8-1.0
F	<0.5	<46	Değişken	Değişken

Her iki örneklem için kullanılan birim genişlik başına akım hızları Kittelson (2003)’de tanımlanan aralıklar için Tablo 3’de gösterilmiştir. Model sonuçları (ortalama hız ve yaya alanı) Kittelson (2003) verileri dikkate alınarak incelenmiştir.

**Tablo 3:** Model Girdilerinde Birim Başına Akım (Kişi/metre/dakika)

	Hizmet Düzeyi A	Hizmet Düzeyi B	Hizmet Düzeyi C	Hizmet Düzeyi D	Hizmet Düzeyi E
Tablo 1 (Düşük)	0	23	33	49	66
Örneklem 1 (Genişlik 1.5 m)	12	28	41	57	74
Örneklem 2 (Genişlik 3 m)	12	28	41	57	74
Tablo 1 (Yüksek)	23	33	49	66	82

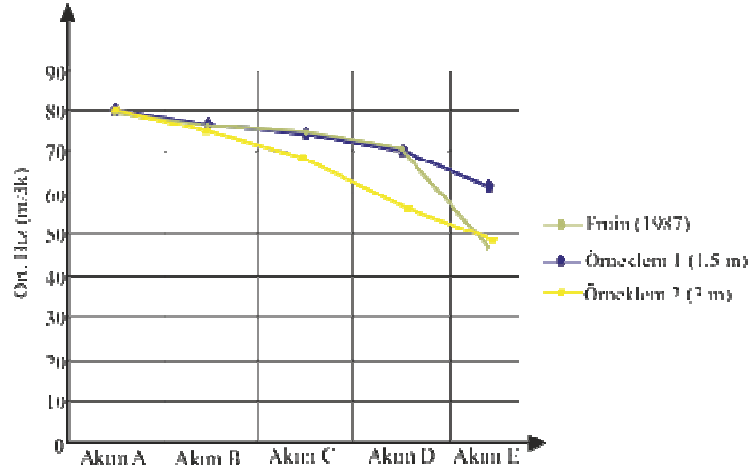
Kurulan simülasyon modeli aynı zamanda hizmet düzeyi metrekarelerini de ölçülebilir niteliktedir. Kurulan her iki model için hizmet düzeyi değeri Tablo 4’de görülmektedir.

**Tablo 4:** Hizmet Düzeyi Verileri (m<sup>2</sup>/kişi)

	Hizmet Düzeyi A	Hizmet Düzeyi B	Hizmet Düzeyi C	Hizmet Düzeyi D	Hizmet Düzeyi E
<b>Tablo 1 (Düşük)</b>	<b>3.3</b>	<b>2.3</b>	<b>1.4</b>	<b>0.9</b>	<b>0.5</b>
<b>Örneklem 1 (Genişlik 1.5 m)</b>	<b>6.8</b>	<b>2.8</b>	<b>1.8</b>	<b>1.2</b>	<b>0.8</b>
<b>Örneklem 2 (Genişlik 3 m)</b>	<b>6.6</b>	<b>2.6</b>	<b>1.7</b>	<b>1.0</b>	<b>0.7</b>
<b>Tablo 1 (Yüksek)</b>	<b>-</b>	<b>3.3</b>	<b>2.3</b>	<b>1.4</b>	<b>0.9</b>

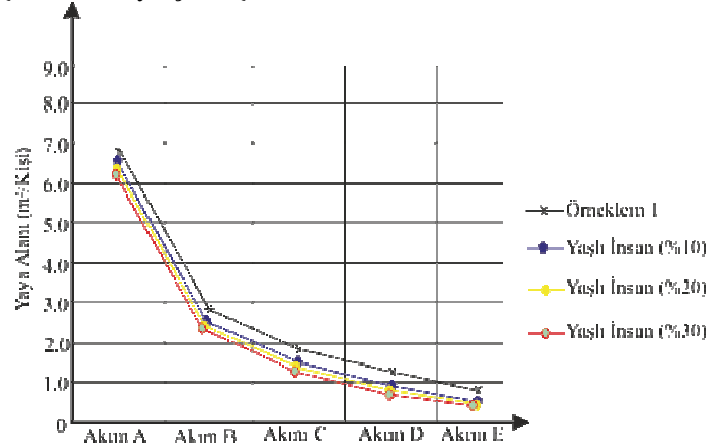
### 3.2. Bulgular

Her iki örneklem ve Fruin (1987) ortalama hız verileri karşılaştırıldığında Şekil 8 ortaya çıkmaktadır.



**Şekil 8:** Fruin ve örneklemelerin Ortalama Hız Değerleri

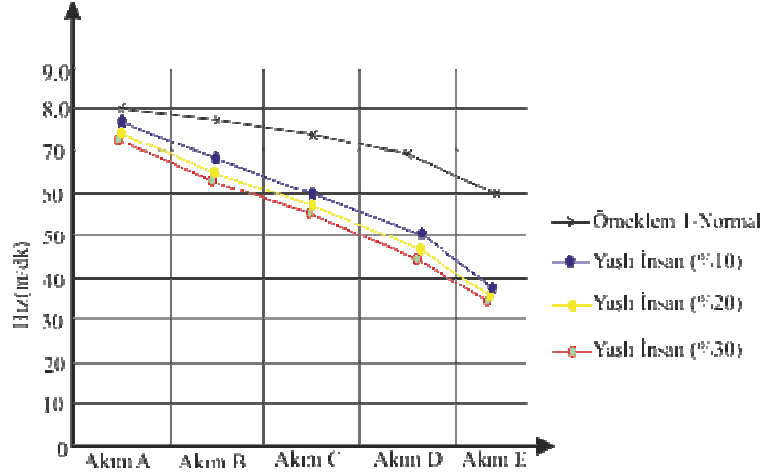
Örneklem 1 olarak adlandırılan 1.5 metre eninde ve 10 metre genişliğindeki platformda %10'u, %20'si ve %30'u yaşlı olmak üzere sürekli artan yaşlı oranı üzerinde analizler yapılmıştır. PTAA model çıktısı olarak Şekil 9 ortaya çıkmıştır.



**Şekil 9:** Farklı Akımlara Göre Ortalama Yürüyüş Hızı Normal ve Yaşlı Dağılımı (Örneklem\_1)



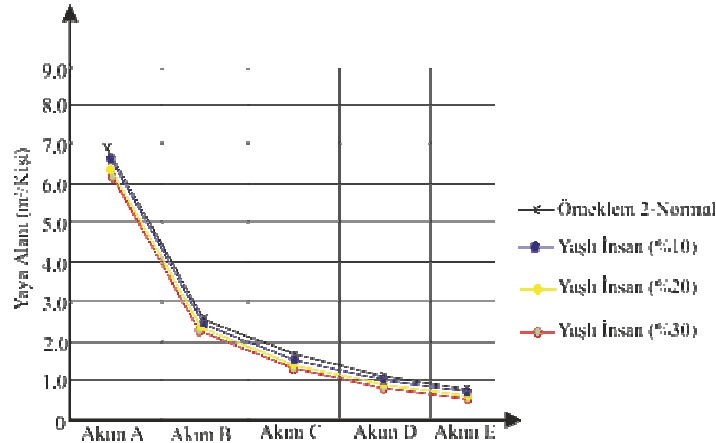
Aynı akım aralığında yaşlı oranı arttıkça yayalar için kullanım alanı düştüğü saptanmıştır. Bununla birlikte özellikle akımın D ve E seviyelerinde yaşlı oranının artması akımın belirli bir noktada kilitlenmesi anlamını taşıdığı görülmüştür. Yani %30 yaşlı oranı üstünde akımın E seviyesinden yukarı çıkabileceği beklenmemektedir. Şekil 10 yaşlı oranının artması durumunda ortaya çıkan hız dağılımını göstermektedir. Benzer alanda, yaşlı oranının artması hızı oldukça düşürmektedir.



Şekil 10: Ortalama Yürüyüş Hızları (Örneklem\_1)

Akım E incelendiğinde normal hız 60 m/dk iken %30 yaşlı oranı sisteme girdiğinde neredeyse %50'lik bir hız azalması meydana gelmektedir.

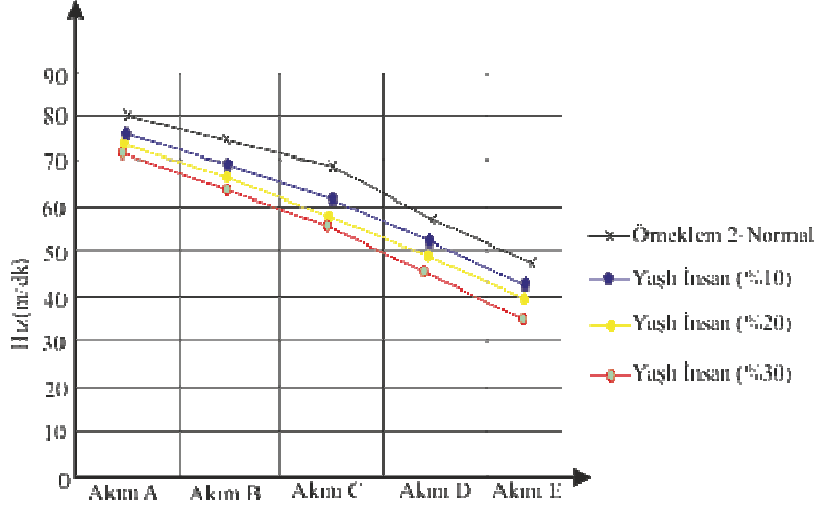
Örneklem 1 için yapılan tüm analizlerin aynısı Örneklem 2 için de yapıldığında Şekil 11 bulunmuştur.



Şekil 11: Farklı Akımlara Göre Ortalama Yürüyüş Hızı Normal ve Yaşlı Dağılımı (Örneklem\_2)

Yaşlı yayalar, özellikle Örneklem\_2'de (3 metre eninde) diğer yayaların önünde engel olmakla birlikte diğer yayalar kendilerine geniş alan buldukları için yaşlı yayaları geçebilmektedir. Şekil 12 Örneklem 2 için hız dağılımını göstermektedir.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 12: Ortalama Yürüyüş Hızları (Örneklem\_2)

## 4. Sonuçlar Ve Tartışma

Simülasyon yaya hareketlerinin analiz edilmesinde çok güçlü bir yöntemdir. Yaşlı yaya kompozisyonunun normal yaya dağılımlı bir mekanda etkisi bu çalışmada araştırılmıştır. Yaşlı yaya kompozisyonunun artması ortalama hız ve kullanılabilir mekanların azalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte hizmet düzeyinde anlamlı bir kayma olduğu, özellikle yaşlı oranının fazla olduğu zamanlarda düşük hizmet düzeyi verisine kaydığı görülmüştür. Yaşlı yoğunluğu arttıkça hızın azaldığı özellikle dar alanda yolcuların hareketlerinin kısıtlandığı görülmüştür. Ayrıca, ortalama hız ve mekan kullanımındaki azalma, geniş alana göre dar alanda daha çoktur. Bununla birlikte geniş alanda yaşlı oranının en yoğun olduğu durumda, dar alana göre diğer yolcuların hızlarını artırıp yaşlı yolcuları hızla geçtiği gözlemlenmiştir. Bu durum mekanın eninin (genişliğinin) önemini ortaya koymaktadır. PTAA modelinin en önemli yanı, olası yaşlı yaya artış durumlarını tahmin edebilmesi ve yaşlı oranı arttığında oluşabilecek hizmet düzeyini tanımlayabilmesidir. Bu durum, tasarımcıya kolaylık sağlayacaktır. Yaşlı oranının artması hizmet düzeyi değerlerinde beklenmeyen değişimlere neden olmaktadır. Bulgular, hizmet düzeyi değerinin normal yaya durumunda A olduğu bilindiği anda, yaşlı oranının %30'a çıktığı durumda birden C düzeyine düştüğü hatta D için sınır teşkil ettiği saptanmıştır. Bu durum özellikle ulaştırma yapıları için istenmeyen bir özelliktir. Hizmet düzeyinin önceden tahmin edilebilir olması ve bu tahminin gerçekçi olması beklenmektedir.

Çalışma, yaşlılar için yeni mekanlar üretme ya da onların farklı yerlere yönlendirmesi üzerinde durmamaktadır. Aksine, yaşlı popülasyonun arttığı durumlarda mekanların iyileştirmesini yapabilecek bir model ortaya atmakta, modeli de yazılımla desteklemektedir. Model, sadece ulaştırma yapılarında değil yaşlı popülasyonun faydalanabileceği/uğrayabileceği her alanda kullanılabilir. Alış-veriş merkezleri, huzurevleri, tren istasyonları gibi mekanlarda da uygulanabilecek model önerisi, gelecekte "kamera ile yakalama/kaydetme" (camera-detection) yöntemiyle yolcuların anlık hızlarını tespit eden bir sistemle pekiştirilip kamera görüntüsünden yayaların hızlarını bulmaktan daha kolay bir yöntemle geliştirilebilir.

## Teşekkür

Çalışmalarımızda bize destek oldukları ve her türlü kolaylığı sağladıkları için Esenboğa Havalimanı Başmüdürlüğü ve değerli çalışanlarına, teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- ABS. 2009. Population by Age and Sex, Australian States and Territories, Jun 2009.
- AUSTROADS.1995. *Guide to Traffic Engineering Practice, Part 13 – Pedestrians*, Sydney, Australia, Austroads.
- BPR. 1964. Traffic Assignment Manual. US Department of Commerce Urban Planning Division, Washington DC.
- BUCHMUELLER, S. VE WEIDMANN U. 2006. Parameters of Pedestrians, Pedestrian Traffic Walking Facilities. IVT-Report Nr. 132, *Institute for Transport Planning and Systems*, Swiss Federal Institute of Technology Zurich.
- CASCETTA E. 2001. Transportation System Engineering: Theory and Methods. Springer.
- CHATTARAJ, U., A. SEYFRIED, P. CHAKROBORTY, R. CARVALHO, L. BUZNA, F. BONO, E. GUTIERREZ, W. JUST, D. ARROWSMITH ve G. GHOSHAL. 2009. Comparison of Pedestrian Fundamental Diagram Across Cultures. *Arxiv preprint arXiv:0903.0149*.
- DRAKE, J. J. ve MAY A. 1967. A statical analysis of speed-density hypotheses. *Venicular traffic science:proceedings:112*.
- ERKAN, I. 2012. Küçük Ölçekli Havalimanlarında Terminal Fonksiyonlarının Düzenlenerek Kapasitenin İncelenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Doktora Tezi.
- FITZPATRICK, K., BREWER, M. A. ve TURNER, S. 2006. Another look at pedestrian walking speed. *Transportation Research Record*, 21-29.
- FRUIN, J.J. 1971. Designing for pedestrians: a level-of-service concept. *Highway Research Record* 355, 1–15.
- FRUIN, J. J. 1987. Pedestrian planning and design. Elevator World Inc., Alabama, LIB. CON 70-159312.
- GALİZA, R. J., FERREİRA L.,ve CHARLES P..2010. Apples and Oranges: Exploring the Effects of 15 Composition on Pedestrian Flow. presented at Australisian Transport Research Forum.
- HELBING, D., ve MOLNAR P. 1995. Social Force Model for Pedestrian Dynamics” *Physical Review E*:51: 4282-4286.
- HELBING, D., A. JOHANSSON ve H. Z. AL-ABIDEEN 2007. Dynamics of crowd disasters: Anempirical study. *Physical review E* 75(4): 46109
- HUGHES, R. L. 2002. A continuum theory for the flow of pedestrians. *Transportation Research Part B*: 36(6): 507-535.
- JELIĆ , A., APPERT-ROLLAND, C., LEMERCIER, S., PETTRÉ, J. 2012. Properties of pedestrians walking in line: fundamental diagrams. *Phys. Rev. E* 85, 036111.
- KIRCHNER, A., KLÜPFEL, H., NISHINARI, K., SCHADSCHNEIDER, A., SCHRECKENBERG, M. 2003. Simulation of competitive egress behavior: comparison with aircraft evacuation data. *Physica A*, 324-689.
- KITTELSON ve ASSOCIATES. 2003. Transit Capacity and Quality of Service Manual- TCRP Report 100 2nd Ed.Washington DC.

### VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

- LOVAS, G. G. 1994. Modeling and simulation of pedestrian traffic flow. *Transportation Research Part B* 28(6): 429-443.
- MONTUFAR, J., ARANGO, J., PORTER, M. ve NAKAGAWA, S. 2007. Pedestrians' Normal Walking Speed and Speed When Crossing a Street. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* :90-97.
- NAGATANI, T., 2002. The physics of traffic jams. *Rep. Prog. Phys.* 65, 1331.
- OECD. 2001. Ageing and transport: Mobility needs and safety issues. *Organization for Economic Co-operation and Development*:131.
- PAULS, J. 2008. Demographic Changes Leading to Deterioration of Pedestrian Capabilities Affecting Falls Safety and Crowd Movement Performance Including Facility Evacuation. TRB Annual Meeting.
- PHEASANT, S. VE HASLEGRAVE C. M. 2006. *Bodyspace:Anthropometry, Ergonomics and the design work*, CRC.
- PTV, A. G. 2009. VISSIM pedestrian Website.
- TEKNOMO, K.. 2002. Microscopic Pedestrian Flow Characteristics: Development of an Image Processing Data Collection and Simulation Model. Department of Human Social Information Sciences. Tohoku, Tohoku Universitesi. Doktora Tezi: 141.
- TRB. 2000. *Highway Capacity Manual 2000*. Washington, DC, Transportation Research Board, National Research Council.
- TUIK. 2013. Türkiye İstatistik Kurumu. İstatistiklerle Yaşlılar Raporu.
- TUIK. 2013. Türkiye İstatistik Kurumu. Nüfus Projeksiyonları, 2023-2075.
- YANAGİSAWA, D., NİSHİNARİ, K.. 2007. Mean-field theory for pedestrian outflow through an exit. *Phys. Rev. E* 76, 061117.
- YE, J. CHEN, X., YANG, C., WU, J. 2008. Walking Behaviour and Pedestrian Flow Characteristics for Different Types of Walking Facilities. *Transportation Research Board*.
- VIRKLER M., ve ELAYADATH S. 1994. Pedestrian Speed-flow-density relationships. *Transportation Research Record*. 1438.51-58.
- WEIDMANN, U. 1993. *Transporttechnik des Fussgänger - Transporttechnische Eigenschaften des Fussgängerverkehrs*, German, ETH

## Kullanıcı Odaklı Bisiklet Yolu Güzergahı Belirlenmesi İçin Karar Destek Modeli Önerisi

Ayşe Çolakoğlu<sup>1</sup>, Gizem Küçükpehlivan<sup>2</sup>

### Özet

Ülkemizde, motorlu taşıt odaklı bir ulaşım politikası izlenmesi nedeniyle bisiklet yaygın bir ulaşım aracı olarak kullanılamamaktadır. Bisiklet yolu güzergahının belirlenmesi, bisiklet kullanımının yaygınlaşması açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bisiklet yolları için güzergah belirleme sürecinde karar vericiler, çalışılan alanın fiziki ve sosyal şartları, bisiklet yolu tasarım ölçütleri, kullanıcı tercihleri, mevcut ulaşım sistemiyle bütünleştirilebilmesi gibi birçok kriteri göz önünde bulundurmaktadırlar. Bu süreç, hem farklı uzmanlık alanlarından kişilerin bilgisini, hem de birçok verinin sentezlenmesini gerektiren çok katmanlı bir süreçtir. Bu çalışmada, bisiklet yolları için güzergah belirlenmesini sağlayacak bir karar destek modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, bisiklet yolu güzergahı belirlenmesi için gerekli olan tasarım kriterleri incelenmiş, modelin kavramsal çerçevesi oluşturulmuş ve Bursa ili, Nilüfer ilçesi özelinde modelin uygulanabilirliği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bisiklet yolu güzergahı, karar destek modelleri, coğrafi bilgi sistemleri, çok ölçütlü karar verme analizi

### 1. Giriş

Bisiklet, enerji verimliliği, çevre dostu olması ve toplu taşımayla uyumluluğu gibi özellikleri nedeniyle, önemli bir ulaşım türü olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde gerek altyapı yetersizliği, gerekse de motorlu taşıt ulaşımına verilen önemin fazla olması nedeniyle, bisiklet kullanım oranları oldukça düşüktür. Bisiklet yolu güzergahının belirlenmesi ise, planlanan bisiklet yolu ulaşım sisteminin mevcut ulaşım sistemiyle bütünleştirilebilmesi ve bisiklet kullanımının yaygınlaşması açısından önemli bir rol oynamaktadır. Güzergah belirleme sürecinde, bisiklet yollarının ulaşım sistemi dahilinde tasarlanması, bisiklet tasarım ölçütlerinin belirlenmesi, çalışılacak bölgenin fiziki ve sosyal şartlarının incelenmesi ve bisiklet kullanıcılarının ihtiyaçlarının tespit edilmesi gerekmektedir.

Bisiklet yolu güzergahları ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, alternatif güzergahların önceden belirlendiği ve belirlenen tasarım kriterleri doğrultusunda en uygun yolun hesaplanıp, bisiklet yolu olarak seçildiği görülmektedir. Örneğin, Gold (1980), Santa Barbara kentinde (A.B.D.) konut, okul ve dinlenme-eğlence alanları arasında bisikletli bağlantı sistemini tasarlarken, belirlediği alternatif yollar arasından en uygun bisiklet yolu güzergahını bulmaya çalışmıştır. Bu amaçla, bisiklet sürüş güvenliği, donatı, çevre niteliği ve kullanıcı özelliklerini içeren 12 değerlendirme ölçütü belirlenmiş ve seçeneklere her özellik için 1 ile 6 arasına değişen değerler (puanlar) vermiştir. Seçeneklerin 12 ölçüte göre aldıkları değerler toplamı, bisiklet yolu olabilme potansiyellerinin ölçüsü olarak öncelik sıralamasını belirlemiştir.

Günümüzde neredeyse her alanda karar verme süreci karmaşık hale gelmiştir. Karar alma süreçlerinde karşılaşılan en büyük problem, toplanan birçok veri içerisinden anlamlı sonuçlar çıkarmakta ve yorumlamakta karar vericilerin zorlanmasıdır. Bu problemi çözmek için karar destek sistemleri

<sup>1</sup>e-posta adresi: ayse.colakoglu@gmail.com, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim Yüksek Lisans Programı

<sup>2</sup> e-posta adresi: gizemkucukpehlivan@gmail.com, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

geliştirilmektedir. Karar destek sistemleri, karmaşık problemleri çözümlmek için, uzman bilgisi, bilgi teknolojisi ve yazılımın etkileşimli olarak bütünleştirildiği sistemler olarak yorumlanabilir. Coğrafi bilgi sistemleri ise, karmaşık problemlerin çözülmesinde mekana dair geometrik veya sözel verilerin elde edilmesi, depolanması, işlenmesi, sorgulanması, veriden bilgi edilmesi, bilginin sunulması, gibi fonksiyonları yerine getirir. Yer seçimi, güzergah belirlenmesi, bölge planlaması, afet yönetimi gibi birden fazla farklı derecelerde öneme sahip ölçütlerden seçenekler belirleme ve belirlenen seçenekler arasından en iyi olanın seçilmesi gerektiği durumlarda CBS etkin olarak kullanılmaktadır.

Yapılan araştırmalarda, mevcut bisiklet yolları için seyahat rotası öneren modeller geliştirildiği fakat yeni bisiklet yollarının tasarımı ve güzergahlarının belirlenmesi için öneri oluşturan bir model olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada, coğrafi bilgi sistemlerinde çok ölçütlü karar verme analizleri de kullanılarak bisiklet yolu güzergahı belirleyen bir karar destek modeli oluşturulması hedeflemiştir. Çalışmanın ilk bölümünde, bisiklet yolu tasarım ilkeleri ve fiziksel ölçütler incelenmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde modelde kullanılacak güzergah belirleme kriterleri tespit edilerek, modelin kavramsal çerçevesi oluşturulmaktadır. Çalışmanın son bölümünde ise, geliştirilen modelin Bursa ili, Nilüfer ilçesinde uygulanması tartışılmaktadır.

## 2. Bisiklet Kullanımı ve Bisiklet Yolu Tasarım İlkeleri

Genel olarak bisiklet kullanımı, ulaşım ve rekreasyonel amaçlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ulaşım amaçlı bisiklet yolculuklarında kullanıcı varmak istediği noktaya en kısa yoldan ulaşmayı hedefler. Rekreasyonel amaçlı bisiklet yolculuklarında ise kullanıcıların herhangi bir zaman kısıtlaması yoktur. Bu amaçlı bisiklet kullanımlarında bisiklet yolu sisteminin ve güzergahın görsel açıdan rahatlatıcı ve dinlendirici olması önemlidir. Sistem ne kadar cazip olursa bisiklet kullanımı da o derecede artar ve daha uzak mesafelere yolculuklar yapılabilir.

### 2.1. Bisiklet Yolu Tasarım İlkeleri

Bisiklet yolu güzergahının seçimi kent içi ulaşımında bisiklet kullanımını etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Farklı kullanıcı tiplerinin ihtiyaçlarına cevap verebilen bir güzergah belirlenmesi ve bunun yanında kent içindeki diğer toplu ulaşım sistemleriyle entegrasyonun sağlanması halinde kapsamlı bir bisiklet ulaşım planı gerçekleştirilebilir. Bisiklet ulaşımı planlamasına başlamadan önce dikkate alınması gereken bazı temel ilkeleri şu şekilde sıralayabiliriz:

Mevcut ulaşım sistemi ile entegrasyon,  
Başlangıç ve varış noktasına erişebilirlik  
Bisikletin kullanım amacı  
Eğitim  
Güvenlik  
Süreklilik

### 2.2. Fiziksel Ölçütler

Bisiklet şeritleri genellikle üç farklı şekilde düzenlenmektedir. Bunlar;

1. Tek yönlü yollarda motorlu taşıt trafiği ile aynı yönde ve tek yönlü olarak,
2. İki yönlü yollarda yolun her iki tarafında, motorlu taşıt trafiği ile aynı yönde tek yönlü olarak, bunun gerçekleştirilemediği kısımlarda yolun bir tarafında çift yönlü olarak,
3. Tek yönlü yollarda yolun bir tarafında iki yönlü olarak

Bisiklet yolları genellikle iki yönlü ve iki şeritli olarak planlanmaktadır. Tek yönlü bisiklet trafiğinde kaldırım kenarı bisiklet yolarında yol genişliği 1,50-1,70, ayırma şeritli bisiklet yollarında 2,30-2,50 m olarak belirlenmiştir. Çift yönlü bisiklet trafiğinde kaldırım kenarı bisiklet yolarında yol genişliği 2,30-2,50 m olmalıdır. Kaldırım kenarı bisiklet yolları ile motorlu araç arasındaki emniyet mesafesi 0,50-0,70 m ve motorlu araç yolu ile arasındaki refüj yüksekliği 0,15 m, ayırma şeritli bisiklet yolları ile motorlu araç yolu arasındaki emniyet mesafesi minimum 1,50 m ve refüj yüksekliği 0,15 m olmalıdır (Çiftci, 2006).

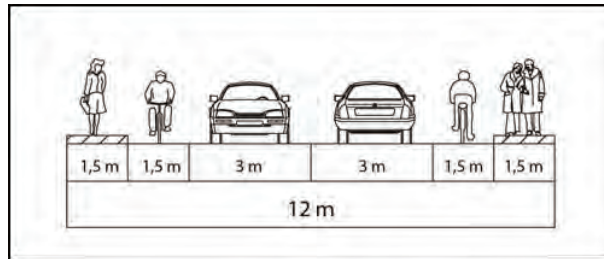
Bisiklet gerek hareket halinde gerekse park halinde diğer taşıtlardan çok daha az bir alan kaplamaktadır. Karayolunda 3m genişliğindeki bir şeritte saatte 400-600 otomobil ve 600-800 kişi taşınabilirken, aynı şeritte 6-7 bin bisiklet düzeyinde bir kapasite yaratılabilmektedir. (Öncü, 1990). Bisiklet kullanımı fiziksel güce bağlı olduğundan eğimli topografya bisiklet kullanımını zorlaştıran bir faktördür. Bu nedenle yüksek eğimler bisiklet kullanım alanını, yolculuk mesafesini ve kullanım yaygınlığını olumsuz etkilemektedir. Bisiklet kullanımında kullanıcının fiziksel gücüne bağlı olarak değişen bir başka faktör de yolculuk mesafesidir. Bisiklet yolculukları ortalama 10-15 km/sa hızda, genellikle 20-30 dakika arasında sürmektedir. Bisiklet, yaklaşık olarak 5-8 km arası mesafelerde daha yoğun olarak kullanılmakla birlikte, çeşitli kentlerde 20 km'yi aşan mesafelerde de bisiklet kullanımı görülebilmektedir (Candan, 2003).

### 3. Bisiklet Yolu Güzergahı Belirleme Modeli

Bisiklet yolu planlaması için geliştirilen karar destek modeli, seçilen çalışma alanındaki yollar ve yapı adaları için veri tabanı oluşturulması, oluşturulan veri tabanı kullanılarak yolların değerlendirme kriterlerine göre puanlanması, puanlanan yollar arasından başlangıç ve bitiş noktası belirlenen alan için en uygun bisiklet yolu güzergahının belirlenmesi olarak 3 bölümden oluşmaktadır. Son olarak önerilen güzergahın, güzergah değerlendirilme kriterlerine göre analiz edilmesi ön görülmüş, fakat değerlendirme aşaması bu çalışma kapsamına dahil edilmemiştir.

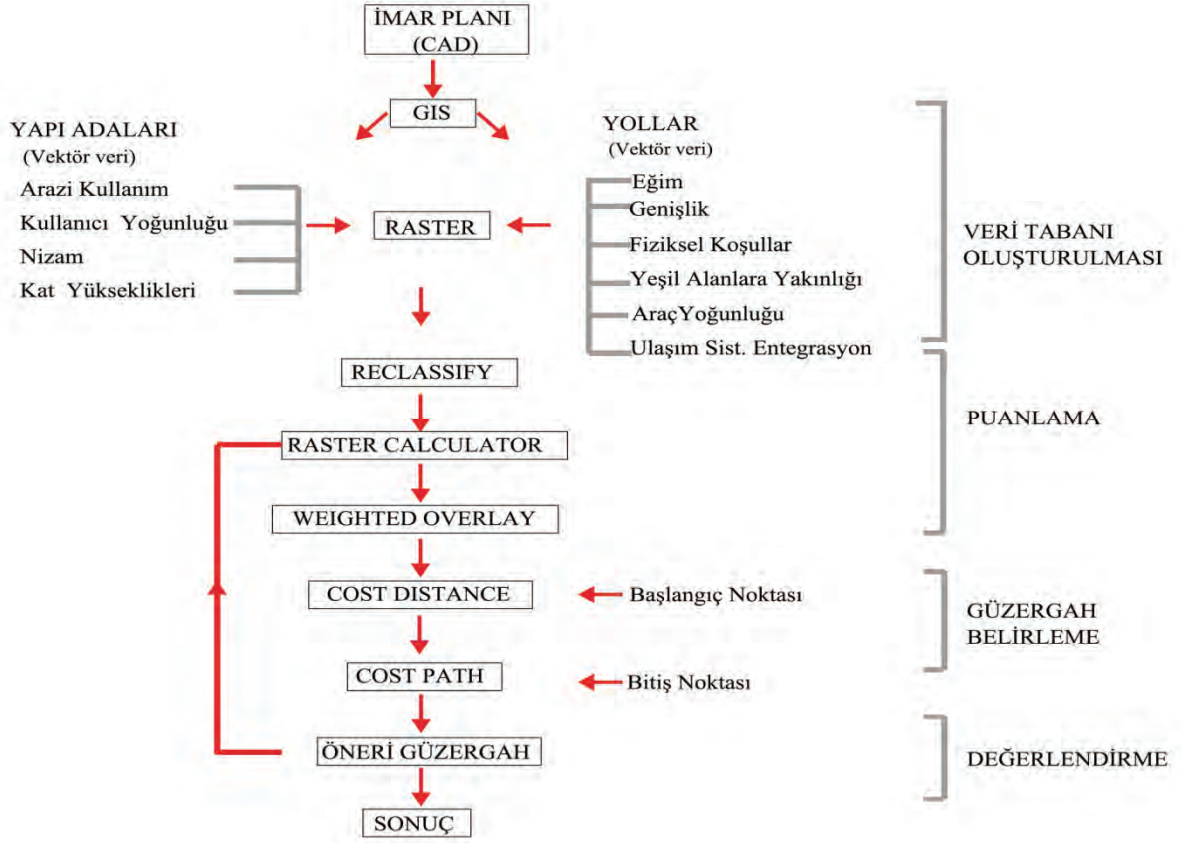
Kısıtlamalar:

1. Örnekler incelendiğinde farklı bisiklet yolu düzenlemeleri olduğu gözlenmektedir. Çalışma kapsamında geliştirilen model bu bisiklet yollarından bir tanesinin seçilip, mevcut alana uygulanması üzerine kurgulanmıştır. Seçilen bisiklet yolu, Şekil 1. de görüldüğü gibi, yolun her iki tarafında taşıt trafiği ile aynı yönde, tek şeritli olarak belirlenmiştir. Belirlenen bisiklet yolu için yol genişliğinin minimum 12 metre olması gerekmektedir.
2. Çalışma kapsamında trafik yoğunluğu dikkate alınıp, trafiğin akış hızı değerlendirmeye katılmamaktadır.
3. Hava şartları ve hava şartlarının neden olduğu olumsuzluklar dikkate alınmamaktadır.
4. Çalışma kapsamında, oluşturulacak bisiklet yolunun mevcut ulaşım sistemleriyle entegrasyonunun değerlendirilmesi, metro duraklarına uzaklığı dikkate alınarak hesaplanmaktadır.



Şekil 1: Uygulanacak bisiklet yolu tipi (Genişliği 12m olan yolun en kesiti)

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 2: Bisiklet yolu güzergah belirleme modelinin oluşturulma süreci

### 3.1. Veri Tabanı Oluşturulması

Çalışmada öneri güzergah belirlenmesi için, veri tabanı oluşturulması ve bu veri tabanından elde edilen veriler ile yolların bisiklet yolu tasarım kriterlerine göre puanlanması hedeflenmiştir. Bu puanlamanın yapılabilmesi için yolların veri tabanının oluşturulmasının yanı sıra, o yolların etrafındaki yapı adalarının da datalarının oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle veri tabanı oluşturulmak üzere imar planındaki yollar ve yapı adalarından oluşan 2 temel girdi belirlenmiştir. Her verinin özelliklerinin belirlendiği ve bu özelliklerin değerlerinin tanımlandığı veri tabanı oluşturulmuştur.

Çalışma alanı imar planı CAD ortamından GIS ortamına yollar ve yapı adaları olarak aktarılmaktadır. Aktarılan mekansal verilere çeşitli öznitelik verileri eklenmektedir. Yollar için, eğim, yol genişliği, fiziksel koşullar, metro duraklarına yakınlık, motorlu araç yoğunluğu, yeşil alanlarla ilişki; yapı adaları için, kullanım türü, kullanıcı yoğunluğu, kat yüksekliği, nizam durumu işlenmektedir.

### 3.2. Kriterlerin Puanlanması

Kriterlerin puanlanmasında Gold (1980)' un "Ağırlıklandırılmış Kriterler Yönteminden" faydalanılmıştır. Bu yöntem bisiklet yolu için belirlenen güzergahların uygunluğunun hesaplanabilmesi için kullanılmaktadır. Yöntemde belirlenen her bir kriter için ağırlık katsayısı belirlenmekle birlikte, her bir kriteri niteleyen özellikler de puanlanmaktadır. Böylelikle her kriterin aldığı değer kendi katsayısı ile çarpılarak ağırlıklı değeri bulunmaktadır. Bu yöntemden farklı olarak bu çalışmada kriterler fiziksel, çevresel ve görsel olarak 3 ana başlıkta sınıflandırılmıştır. Bunun yanı sıra, bu kriterler alternatif güzergahlar arasından en uygun yolun seçilmesi için değil, sistemin öneri



yolu oluştururken kullanacağı bilginin oluşturulması için kullanılmıştır. Sınıflandırma ise, bisiklet yolu yapılabilmesi için gerekli şartların önem sırasına göre yapılmış ve katsayıları belirlenmiştir. Her sınıf kendi içerisinde alt özelliklerden meydana gelmektedir ve her bir özellik için puanlama yapılmaktadır. Belirlenen özelliklerin olumlu ve olumsuz katkılarının olabileceği düşünülerek bu puanlamanın “+” ve “-” değerlerden oluşan bir aralıktan seçilerek bu etkenler arasındaki ayırım belirginleştirilmiştir. Puanlama ölçütleri, katsayılar ve değerler Tablo 1’deki gibidir.

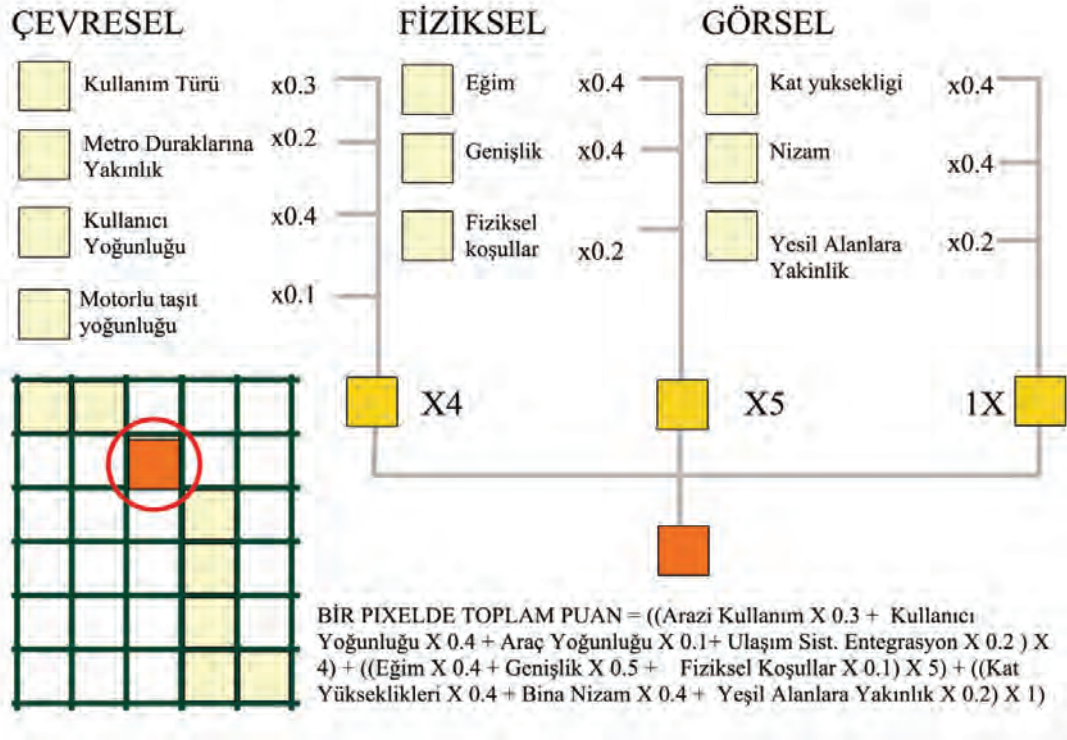
Puanlama sürecinde, GIS ortamına aktarılan yol ve yapı adası verileri raster formatına çevrilmektedir. (pixel boyutu:1). Çevresel, fiziksel ve görsel olarak 3 ana başlıkta sınıflandırılan kriterler, karar vericinin belirlediği katsayılarla göre ağırlıklandırılmaktadır. Katsayıları karar vericinin belirlemesiyle, istenilen amaca uygun dinamik bir model geliştirilebilmektedir.

**Tablo 1: Puanlama ölçütleri**

FİZİKSEL	K1 5	ÇEVRESEL	K2 4	GÖRSEL	K3 1
Eğim		Arazi Kullanım		Kat Yükseklikleri	
%0-2	3	Kamusal	3	0-4	3
%2-5	2	Konut	2	5-8	2
%6-9	1	Ticaret	2	9-12	1
%10-11	-1	Yeşil	1		
Genişlik		Kullanıcı Yoğunluğu		Bina Nizam	
0-10 m	3	Düşük	1	Bitişik	-1
11-12 m	2	Orta	2	Ayrık	3
13-15 m	1	Yüksek	3	Serbest	2
16-21 m	2				
22-+	3				
Fiziksel Koşullar		Araç Yoğunluğu		Yeşil Alanlara Yakınlığı	
Kötü	-3	Düşük	3	0-200 m	3
Orta	1	Orta	1	201-400 m	2
İyi	3	Yüksek	-3	401-600 m	1
		Ulaşım Sist. Entegrasyon			
		0-666 m	3		
		667-1333m	2		
		1334-2000m	1		

Tabloda belirlenen değerlendirme ölçütlerine göre çalışma alanındaki yollar ve yapı adaları için 3 temel kriter ve bu kriterlerin katsayıları ile, her bir kriteri tanımlayan özellikler ve puanlarından oluşan veri oluşturulmaktadır. Bu sisteme göre bir yolun fiziksel, çevresel ve görsel kriterlerinden her biri için alabileceği en yüksek ve en düşük puanlar belirlenmiştir. Kullanıcı, oluşturmak istediği bisiklet güzergahının karakterine göre, kriterlere ağırlık belirlemektedir. Örneğin, çevresel başlığı altındaki kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra her kriter kendi ağırlık oranıyla çarpılmaktadır. Bulunan değerler toplanarak çevresel verinin toplam puanını oluşturmaktadır. Aynı işlemler fiziksel ve görsel başlıkları için de gerçekleştirilerek her başlık güzergah belirlemedeki ağırlık oranıyla tekrar çarpılmaktadır. Böylece raster verideki her pixel için fiziksel, çevresel ve görsel verilerden aldığı puanların toplamından oluşan puan verisi meydana gelmektedir.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 3: Raster verinin puanlandırılması

### 3.3. Öneri Güzergah Oluşturulması

Yol ve yapı adalarına ait özellikler fiziksel, çevresel ve görsel başlıkları altında toplanmaktadır. Eğim, genişlik, fiziksel koşullar gibi daha önce puanlandırılan fiziksel kriterlere ait alt başlıklar kendi içlerinde ağırlıklandırılmaktadır. Çevresel ve görsel kriterlere de aynı işlemler uygulanarak yolları oluşturan her bir pixel için puanlar GIS’de mekansal analiz araçlarından ‘raster calculator’ ve ‘weighted overlay’ kullanılarak hesaplanmaktadır. Puanlandırılan yollar üzerinde belirlenen güzergah başlangıç ve bitiş noktalarına göre, mekansal analiz araçlarından ‘cost distance’ ve ‘cost path’ kullanılarak alternatif güzergahlar oluşturulmaktadır.

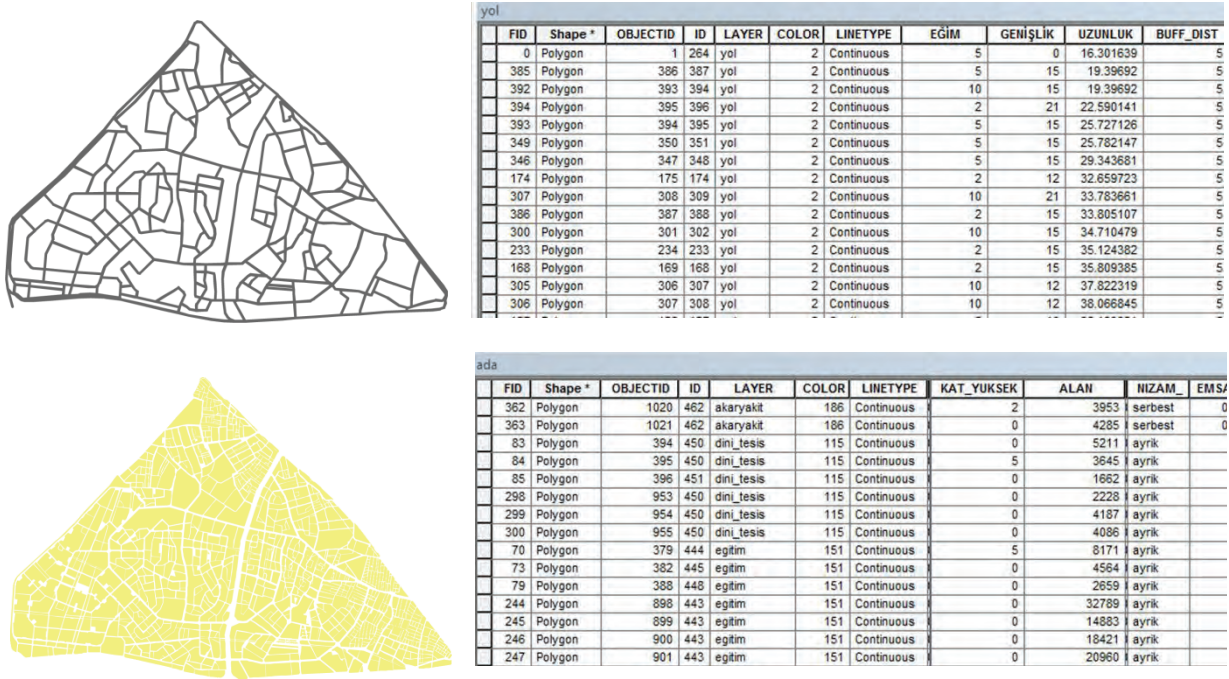
## 4. Modelin Uygulanması

Çalışma kapsamında geliştirilen karar destek modelinin uygulanması için, Bursa İli’nin Nilüfer İlçesinde bulunan Karaman, İhsaniye, Esentepe, Barış, Cumhuriyet ve Ataevler mahallelerinden oluşan çalışma alanı belirlenmiştir ve bu alan için öneri bisiklet yolu güzergahı belirlenmeye çalışılmıştır. Öncelikle belirlenen bölge için yol ve yapı adası verileri CAD ortamından GIS ortamına aktarılarak veri tabanı oluşturuldu. Bu verilerin belirlenen tasarım kriterleri doğrultusunda puanlanabilmesi için veriler vektör veriden raster veriye dönüştürüldü ve veriler tekrar sınıflandırıldı. Çalışma alanı içerisinde, farklı başlangıç ve bitiş noktalarına sahip 2 güzergah için 2 ayrı senaryo toplam 4 öneri güzergah üzerinden modelin sonuçları incelendi ve uygulanabilirliği analiz edildi.

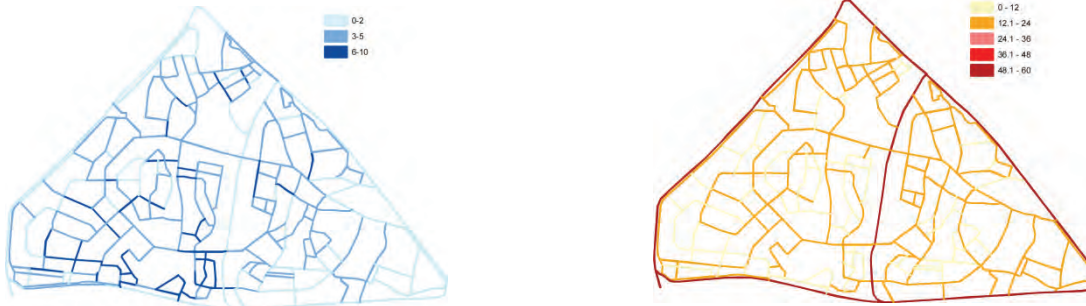
### 4.1. Çalışma Alanı Veri Tabanı ve Analizler

Çalışma alanı için yol ve yapı adalarından oluşan veri tabanı oluşturuldu. Bu alan içerisinde 397 adet yol için eğim, yol genişliği, fiziksel koşullar, metro duraklarına yakınlık, motorlu araç yoğunluğu, yeşil alanlarla ilişki verilerinin yanı sıra; 1037 adet yapı adası için kullanım türü, kullanıcı yoğunluğu,

kat yüksekliği, nizam durumu verileri işlendi. Model için oluşturulan veri tabanı ve GIS ortamındaki temsili Şekil 4’teki gibidir.



Şekil 4: Çalışma alanı veri tabanı (Sol üst resim, yolların GIS ortamında temsili; sağ üst resim, oluşturulan yol datası Sol alt resim, yapı adalarının GIS ortamında temsili; sağ alt resim, oluşturulan yapı adası datası)



Şekil 5: Çalışma Alanı Analizler ( Sol resim,yol eğimi; sağ resim, yol genişliği)

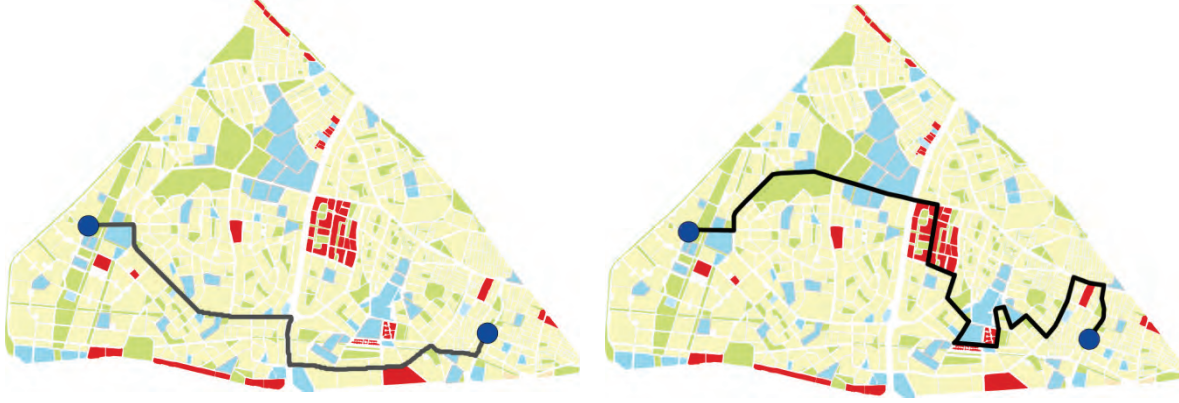
## 4.2. Alternatif Senaryolar

Modelin uygulanabilirliğinin test edilmesi için aynı başlangıç ve bitiş noktalarına sahip 2 farklı senaryo oluşturulup öneri güzergahlar incelenmiştir. Aynı senaryolar alanın doğu-batı ve kuzey-güney yönlerinde uygulanıp, çalışma alanı için alternatif 4 adet bisiklet yolu güzergahı oluşturulmuştur. Oluşturulan senaryolara göre modelin önerdiği alternatif bisiklet yolları Şekil 6 ve Şekil 7’deki gibidir.

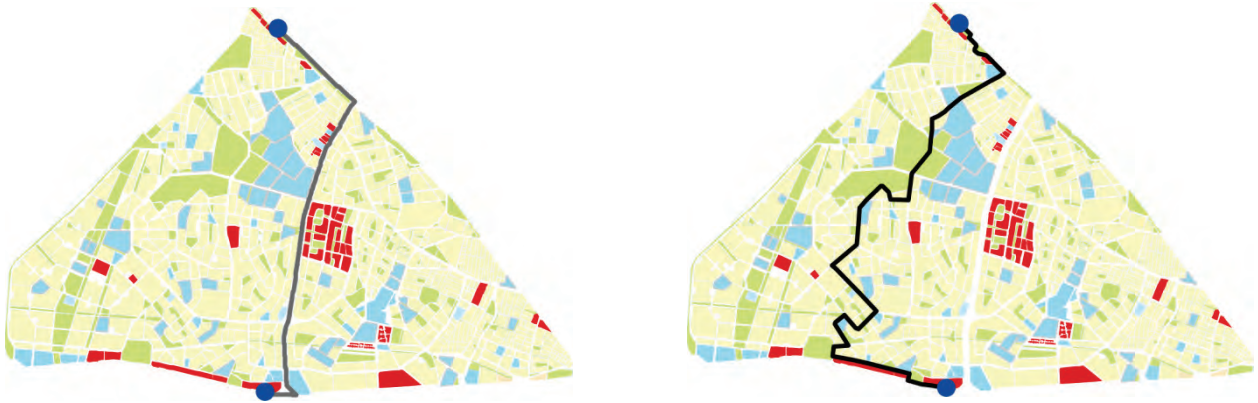
Senaryo 1: Bisiklet yolu kriterleri içerisinde fiziksel verilerin ağırlığının yüksek olduğu senaryo oluşturulmuştur. Böylece bisiklet yolunun uygulama aşamasında sağlanacak kolaylık daha büyük öneme sahip olmuştur. Bu senaryo için fiziksel verilerin katsayısı K1:5, çevresel verilerin katsayısı K2:4, görsel verilerin katsayısı K3: 1 olarak alınmıştır.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Senaryo 2: Bisiklet yolu kriterleri içerisinde çevresel ve görsel verilerin ağırlığının yüksek olduğu senaryo oluşturulmuştur. Böylece bisiklet yolunun bisiklet kullanıcıları odaklı olması sağlanmıştır. Bu senaryo için fiziksel verilerin katsayısı K1:1, çevresel verilerin katsayısı K2:5, görsel verilerin katsayısı K3: 4 olarak alınmıştır.



Şekil 6: Doğu-batı yönünde farklı senaryolardaki alternatif bisiklet yolu güzergahları (Sol resim, senaryo 1; sağ resim, senaryo 2)



Şekil 7: Kuzey-güney yönünde farklı senaryolardaki alternatif bisiklet yolu güzergahları (Sol resim, senaryo 1; sağ resim, senaryo 2)

## 5. Sonuç

Özellikle ülkemizde bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması için bisiklet yolu ulaşım sistemlerinin tasarlanması ve uygulanması gerekmektedir. Bisiklet yolu ulaşım sistemlerinin tasarlanması, farklı disiplinlerden uzmanlık bilgilerinin mekansal analizlerle eşzamanlı olarak sentezlenmesini gerektirmektedir. Problemin çözümü için bu çalışmada, birçok verinin tasarım sürecine dahil edildiği, bisiklet yolu güzergahı belirlenmesi aşamasında karar vericilere yardımcı olabilecek ve öneri güzergah oluşturabilecek bir karar destek modelinin kavramsal çerçevesi oluşturulmuş ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Modelin Bursa İli Nilüfer İlçesi özelinde alternatif senaryolar üretilerek denenmesi, oluşturulan modelin belirlenen kriterler doğrultusunda farklı alternatifler üretebildiğini göstermiştir.

### İleriye Dönük Çalışmalar

Bisiklet yolu güzergah belirleme modeli, oluşturulacak bir arayüz ile kullanıcı tarafından kriterlerin ve puanlamaların kolaylıkla yapılabilceği bir yazılıma dönüştürülme projesi olarak geliştirilmeye devam edilmektedir. Bu proje kapsamında, modelin farklı bisiklet yol tiplerini öneri olarak sunulabilceği,

aynı zamanda farklı karar vericiler tarafından kriterlerin ağırlıklarının hesaplanabildiği, daha büyük alanlarda uygulanabilecek, kapsamlı bir bisiklet yolu ulaşım ağı önerisi sunabilen bir yazılım haline dönüştürülmesi ön görülmektedir. Bu odak doğrultusunda, öncelikle verilerin artırılması, daha çok verinin depolanması ve sentezlenmesi üzerinde çalışılmaktadır.

### **Teşekkür**

Kullanıcı odaklı bisiklet yolu güzergahı belirlenmesine yönelik karar destek modeli; İstanbul Teknik Üniversitesi Mimari Tasarımda Bilişim Anabilim Dalı altında Mimari Tasarımda Karar Destek Sistemleri dersi kapsamında hazırlanmıştır. Yazarlar katkılarından dolayı Prof. Dr. Gülen Çağdaş, Yrd. Doç. Dr. Ahmet Özgür Doğru ve Doç.Dr. Fatih Terzi'ye teşekkür ederler.

### **KAYNAKLAR**

- ALTUNKASA, M. F. ve ZARİFOĞLU, E. 1998. Kuzeybatı Adana Üst Kentsel Gelişme Alanında Bisikletli Bağlantı Olanaklarının Araştırılması. *Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, No: 13 (4): 107-116, Adana.
- CANDAN, S. 2003. Ulaşım sistemlerinin bütünleştirilmesi açısından Ankara uygulamalarının değerlendirilmesi ve geliştirme önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- ÇİFTÇİ, Ö. 2006. Metropoliten alanda bisiklet yolu planlaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- EHLERS, M., JUNG, S. and STROMER, K., 2002. Design and Implementation of a GIS Based Bicycle Routing System for the World Wide Web (WWW). *Spatial Data Handling*, Ottawa.
- GOLD, S. M. 1980. Recreation Planning and Design. McGraw-Hill, New York.
- HOCHMAIR, H. 2004. Decision support for bicycle route planning in urban environments. In: Proceedings of the 7th AGILE Conference on Geographic Information Science. Crete University Press, Heraklion, Greece, pp 697-706.
- HYODO, T., SUZUKI, N. and TAKAHASHI, K., 2000. Modeling of Bicycle Route and Destination Choice Behavior for Bicycle Road Network Plan. Annual Meeting of Transportation Research Board.
- MENGHINI, G., N. CARRASCO, N. SCHUSSLER, and K.W. AXHAUSEN., 2009. Route choice of cyclists in Zurich.
- ÖNCÜ, E. 1990. Toplu taşımın tamamlayıcısı olarak bisiklet. *Planlama*, 90/1-2, 48-51.
- UZ, E. 2003. Bisiklet yollarının geometrik planlama esasları ve uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.



# **Çok Modlu Ulaşım Sistemi İle Öğrenciler İçin Ulaşım Güzergahları Üreten Bir Algoritma Önerisi/ Maltepe İlçesi'ndeki Liseler Üzerine Bir Uygulama**

Orkan Zeynel Güzelci<sup>1</sup>

## **Özet**

*Kentlerin büyümesi ve gelişmesiyle doğru orantılı olarak ulaşım ağları da genişlemiş ve karmaşıklaşmıştır. Karmaşıklaşan ve gelişen ağlara ait bilgiler ve bilgilendirmeler konusunda eksiklikler vardır. Karmaşık bir ulaşım ağına sahip şehirlerde başlangıç noktasından varış noktasına ulaşmayı sağlayan rotaların hesaplanması ise zaman ve maliyet gibi birçok konuda yarar sağlamaktadır. Gün içerisinde yapılacak yolculuklara ilişkin rotaları seçme sürecinde sorgular yapabilen ve bu sorgulara dayanarak alternatif güzergahlar üretebilen karar destek sistemleri kullanılmaktadır. Birer Karar Destek Sistemi olan Akıllı Ulaşım Bilgilendirme Sistemleri (ATIS) genellikle heterojen yaklaşımlar olup tek modlu ulaşım alternatifleri sunmaktadır. ATIS'lar çok modlu ve çok girdili ulaşım ağlarında yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda çalışmada birden çok ulaşım modunun birlikte kullanılmasını öngören ve ulaşım güzergahları üreten bir algoritma hazırlanmıştır. Hazırlanan algoritmanın İstanbul'un Maltepe ilçesindeki lise öğrencilerinin okula yaptıkları seyahatler kapsamında kullanılması öngörülmüştür. Çalışma kapsamında öncelikle tek veya çok modlu ulaşımı destekleyici akıllı sistemler incelenmiş ve çok modlu ulaşım ağlarının kurgulanmasında kullanılan temel kavramlar açıklanmıştır. Daha sonra sözel algoritmaya ve algoritmanın çalışmasında gerekli olan kısıtlamalara yer verilmiştir. Önceki bölümde oluşturulan algoritma ile senaryolar üzerinde uygulamalar yapılarak alternatif güzergahlar üretilmiş ve üretilen alternatifler karşılaştırılarak irdelenmiştir.*

Anahtar Kelimeler: Akıllı Ulaşım Bilgilendirme Sistemi, Karar Destek Sistemleri, Çok Modlu Ulaşım, Tek Modlu Ulaşım, Rota Belirleme

## **1. Giriş**

Günümüzde mobilite kavramının öne çıkmasıyla birlikte hareket eden kişilere bir başka deyişle yolculuk yapanlara yardımcı olacak çeşitli (rota belirleyici, GPS vb.) elektronik araçlar üretilmiştir (Rehr ve diğ., 2007). Şehir içinde yapılan yolculukların, bir yerden bir yere gitmenin ötesinde stratejik seçimlere veya sorgulara dayandırılarak yapılması yolculara zaman, maliyet, konfor gibi birçok konuda yarar sağlayabilir. Kentte gün içinde yolculuk eden kişilerin kullanacakları yolları ve rotaları seçme sürecinde sorgular yapabilen ve bu sorgulara karşılık alternatif güzergahlar üretebilen karar destek sistemleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, kullanıcıya yolculuk alternatifleri arasından tercihler yaptırabilen, özel ve kamusal ulaşım ağlarının bir arada kullanımını öngören çoklu ulaşım (multimodal transport) yöntemini kullanarak bilgilendirme yapacak bir sistem geliştirmektir. Yapılan uygulamada, İstanbul'daki birçok ulaşım aracı türünün kullanıldığı Maltepe ilçesindeki liselere, yine bu ilçelerin sınırlarında ki noktalardan rastgele seçilmiş öğrencilerin okullara ulaşabilmelerini sağlayacak ulaşım bilgilendirme sisteminin bir algoritma şeması yardımıyla kurgulanması amaçlanmıştır. Kurgulanan algoritmanın yol ağlarına ait bilgileri eşzamanlı olarak edinmesi ve yol ağlarının dinamik yapısını gözeterek alternatif güzergahlar üretmesi beklenmektedir.

<sup>1</sup> o.guzelci@iku.edu.tr, İKÜ İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü

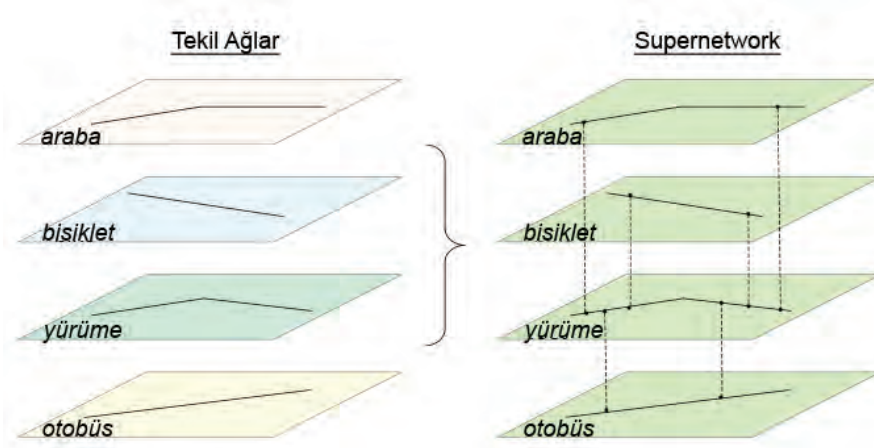
## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 1: Ulaşım Ağı Ve Rota Belirlemedeki Etkenler (Zhang Ve Diğ, 2011).

## 2. Literatür Araştırması

“Supernetwork”ler farklı ulaşım araçlarını kullanarak ve bu ulaşım araçlarının kullanımı sırasında çeşitli eylemler yapılarak kurulan ağlardır. Sheffi (1985) kentsel ulaşım ağları üzerine analizler yaparken bu kavramı öne sürmüştür. Schultze (2008) ve Pajor(2009) ise tek bir ulaşım biçimine dayalı ağ çözümleri yerine birden çok ulaşım yönteminin kullanılabilmesi çözümler geliştirmeye yönelik çalışmalarda bulunmuşlardır. Çoklu ulaşım sistemi kavramının ortaya konmasıyla, Liu ve Meng (2009) çoklu ulaşım sistemlerinin en önemli unsurlarından biri olan aktarma noktaları yaklaşımını ortaya koymuştur. Mentz firması (Rehr ve diğ, 2007) ise, bir gezi planlama sistemi geliştirmiş ve bu sistemi Londra kenti gibi büyük bir alana uygulamıştır. Örnek olarak günümüzde Google gibi büyük firmalar kendi ulaşım destek sistemlerini geliştirmiştir. Zhang, Arentze ve Timmermans (2012) çalışmasında şehir içindeki ulaşım ağlarını özel ve kamusal olarak sınıflandırdıktan sonra bu ağların birlikte kullanılmasına olanak sağlayan ve ulaşım yöntemi için sorgular yapabilen bir ulaşım bilgilendirme sistemi geliştirmiştir.



Şekil 2: Tekil Ağlar ve Supernetwork Şeması (Zhang Ve Diğ, 2011).

Zhang, Arentze ve Timmermans (2012) çalışmasında yürüme, hususi araç kullanımı ve bisiklet kullanımını özel ulaşım yöntemleri; otobüs, tren, tramvay, metro, vapur ise kamusal ulaşım yöntemleri olarak nitelendirilmiştir. Çalışmada “Supernetwork” tekniğinden yararlanılarak ulaşım alt ağları arasında geçiş halkaları oluşturularak model kurulmaya çalışılmıştır.

Şehir içerisinde yolculuk yapmak için kullanılacak yolları, araçları ve rotaları seçerken kullanılan geleneksel yöntemler heterojen olarak dağılmış araçları ve ağları ayrı ayrı ele almaktadır.



Bu tür bir mantığa sahip sistemde araçların ve ağların entegrasyonu kolay olmamaktadır (Rehrl ve diğ, 2007). Şehir içi ulaşımında kullanılan ağların özel ve kamusal olarak sınıflandırılmaya başlandığı, özel ve kamusal ulaşım ağlarının birlikte kullanımını ön gören sistemler çoklu ulaşım bilgilendirme sistemi olarak adlandırılmaktadır. Çoklu ulaşım bilgilendirme sistemleri yolculuk öncesinde bir planlama yapabileceği gibi yolculuk esnasında da ulaşım rotaları hazırlama veya ulaşım ağlarına ilişkin bilgiler verme yeteneğine sahiptir. Sistem ayrıca yapılmış ve sonuçlanmış bir yolculuğun analiz edilmesinde de kullanılabilir (Rehrl ve diğ, 2007). Ulaşım ağlarının yoğunluğu ve kullanılabilirliği statik bir olgu olmadığından; bir tarifeye bağlı olarak hareket eden kamusal kullanıma açık araçların durumu bile değişebilmektedir (Zhang ve diğ, 2012).

Ulaşım ağlarını ve rotasını belirlemede yapılacak sorguların özel ve kamusal ağları birlikte ele alarak yapması birçok ulaşım problemini çözebilecek sonuçlar ortaya koymaktadır (Zhang ve diğ, 2012).

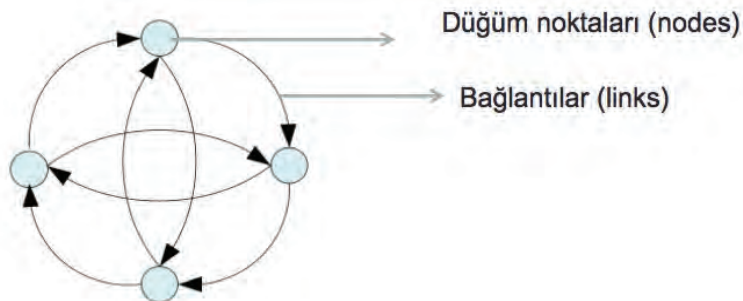
### 3. Çalışmada Kullanılan Temel Kavramlar ve Temsilleri

Yapılacak çalışmada ulaşım ağları fonksiyonel olarak, özel ve kamusal olarak sınıflandırılmıştır. Özel araç ile yolculuk yapma ve yürüme özel ulaşım biçimlerini oluştururken; otobüs, tren ve metro kullanımı toplu ulaşım ağlarını oluşturmaktadır.

Ulaşım ağı biçimleri zamana bağımlı ve zamandan bağımsız olarak sınıflandırılabilir. Örneğin, özel ulaşım yöntemleri herhangi bir düğüm noktası, durak veya tarife olmaksızın sürekli bir hizmet sağlayabilmektedir. Özel ulaşım ağlarındaki yolculuğu en çok etkileyen iki nokta arasındaki yolun uzunluğudur. Bekleme süresi, iniş ve binış zamanları gibi kavramların ve kısıtlamaların olmaması ulaşım modelini basite indirgemektedir.

Toplu taşımaya dayalı ulaşım yöntemleri ise zaman çizelgesi ve tarifeye bağlı olduğu gibi otobüs durakları, tren istasyonları gibi belirli düğüm noktalarına sahiptir. En hızlı rota bulma konusunda zamana bağlılık kavramı önem kazanmaktadır. En kısa yolu bulmayı hedefleyen algoritmalar sadece mesafeyi ele aldığından yolda oluşabilecek bekleme durumu veya yoğunluk karşısında kaybedilecek vakti ihmal etmektedir. Bir başka örnek vermek gerekirse, en hızlı olan aracın kalkış saatinin geç olması o aracın en kısa sürede istenilen yere varamamasına neden olabilir.

Özel ağlarda, fiziksel düğüm noktaları ve bu noktalar arasındaki bağlar kullanılabilir (Şekil 3). Fakat toplu taşıma araçlarının oluşturduğu ağlarda, durum biraz daha karmaşıktır. Zaman çizelgesi ve zorunlu güzergahlar ulaşım bağlarını ve ulaşım süresindeki eylemleri etkileyen girdilerdir. Konfor açısından bakacak olursak, aktarmalardaki servislerin kalitesi veya beklerken harcanan efor da önemli kavramlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

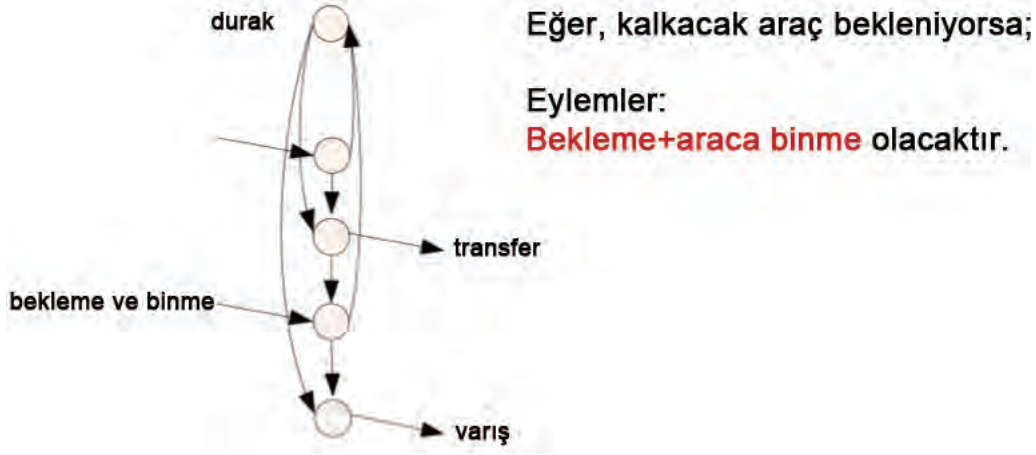


Şekil 3: Özel Ulaşım Ağı Temsili (Zhang Ve Diğ, 2012).

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Toplu taşıma ağlarında araçlarda geçen süre haricinde başka eylemlerde yapılmaktadır. Toplu taşıma ağlarında düğüm noktaları, eylem noktaları ve eylemler modeldeki her türlü hesaba dahil olmaktadır (Zhang Ve Diğ., 2012). Kamusal ulaşım ağlarında yapılan eylemler bu çalışmada;

- Araca ve araçtan araca yürüme
- Aracı bekleme ve binme
- Aracın hareketi ve varışı
- Aracın varışı ve iniş olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 4: Toplu Taşıma Ulaşım Ağı Temsili (Zhang Ve Diğ., 2012).

Özel ve toplu ulaşım ağları arasının birlikte kullanıldığı modelde gerçekleşen aktarma biçimleri iki başlık altında toplanabilir. Bu aktarma biçimleri;

- Benzer moda transfer (otobüsten otobüse)
- Farklı moda transfer: (otobüsten inip trene yürümek) olarak örneklendirilebilir.



Şekil 5: Çoklu Ulaşım Modeli Örneği

Ulaşım güzergahı seçmede en yakın mesafedeki düğüme yürümek basit bir çözüm olarak kullanılabilir. Yürüme yolları üzerine transfer noktası koymak ise bir başka çözümdür. Ulaşım ağı üzerinde yapılacak eylemler ve ağ tiplerinin temsilleri (Şekil 6)'da görülmektedir.



Şekil 6: Toplu Ve Özel Ulaşım Ağlarındaki Eylemlerin Temsili

## 4. Algoritma Şeması

Dijkstra algoritması Graph teorisine dayanan en kısa yolu bulmaya yarayan bir yöntemdir. Çok geniş ağlarda Dijkstra algoritmasının çalışması zorlaşmakta ve yavaşlamaktadır. Çoklu ulaşım sistemlerinde aktarmalar ve düğüm noktaları kullanıcıların yaptığı sorgularda önemli rol oynamaktadır. Duraktan durağa (node to node) gidiş için yapılacak sorgularda Dijkstra Algoritması kullanılabilir fakat birden çok ağın üzerindeki durakların olduğu ulaşım alternatiflerinde Dijkstra Algoritmasının kullanımı yetersizdir. Bu tür uygulamalarda yolun mesafesinden öte araçların fiziksel hızı ve tarifeleri gibi özellikleri de önem kazanır.

Kurgulanacak modelin;

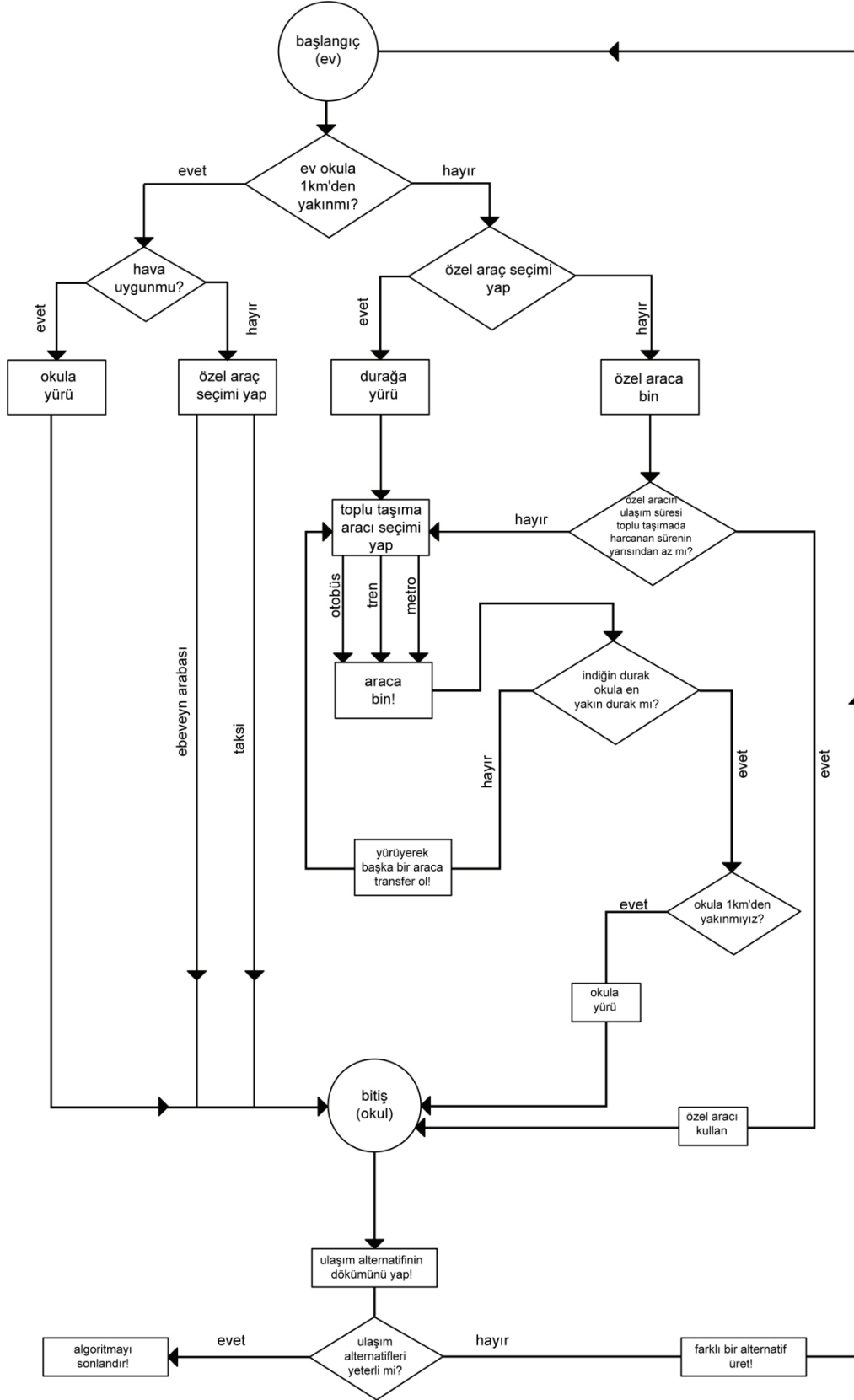
- Yolculuğun başlangıç ve bitiş noktalarının seçilebileceği,
- Yolculuk süresini ve maliyetini hesaplayabilir,
- Kullanılması muhtemel araçlarla uygun bir rota verebilir nitelikte olması beklenmektedir.

### 4.1. Algoritma İle İlgili Açıklamalar Ve Kısıtlamalar

- Öğrenci okula 1 kilometreden yakınsa ve hava koşulları uygunsa okula yürünebilir. Eğer hava koşulları uygun değilse özel ulaşım aracına başvurulur.

### VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

- Öğrencinin evine 1kilometrelik yürüme mesafesinde durak varsa durağa yürünür fakat durak yoksa öğrenci durağa gidişte özel araç kullanılabilir.
- Durağa özel araçla giden öğrencinin, okula özel araçla gidiş süresi toplu taşıma kullanımının süresinin yarısından azsa özel araç kullanımı tercih edilir. Bu durumda trafik faktörü ihmal edilmiştir.
- Durağa ulaşmak için maksimum 1km, transfer için maksimum 500m yürünebilir.
- Öğrenci toplu taşıma aracından indiğinde okula 1km'den yakınsa okula yürüyebilir. Değilse tekrar bir toplu taşıma aracı kullanabilir.
- Toplu taşıma aracında okula en yakın durakta inildiğinde dahi okula 1 kilometreden uzaksak yürüyerek başka bir araca transfer olunmalıdır.
- Okula ulaştıktan sonra kullanılan güzergahta yolculuk süresi hesaplanmaktadır. Alternatiflerin yeterli bulunması durumunda algoritma sonlandırılmaktadır.



Şekil 7: Algoritma Şeması

## 5. Alan Çalışması ve Örnek Senaryolar

Yapılacak alan çalışmasında Maltepe ilçesinde bulunan 5 adet liseye ulaşımın sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmada yer alacak 5 lise;

- Atilla Uras Lisesi
- Hasan Şadoğlu Lisesi
- Halit Armay Lisesi
- Şehit Er Çağlar Mengü Lisesi
- Orhangazi Lisesi olarak listelenmiştir.

**Tablo 1:** Alan Çalışması Kapsamındaki Liseler Ve Liselere Ulaşımı Sağlayan Toplu Taşıma Araçları

İlçe	Lise Adı	Alternatif Toplu Taşıma Ulaşımları		
		Tren	Metro	Otobüs
Maltepe	Atilla Uras Lisesi	Haydarpaşa Gebze Treni Durak Adı: İdealtepe Tren İstasyonu Mesafe: 1750m	Kadıköy - Kartal Metro Durak Adı: Maltepe Metro İstasyonu Mesafe: 750m	19b- Başbüyük Mah.- Kadıköy Girne Mahallesi Otobüs Durağı Mesafe: 150m
Maltepe	Hasan Şadoğlu Lisesi	Haydarpaşa Gebze Tren Durak Adı: İdealtepe Tren İstasyonu Mesafe:1250m	Kadıköy - Kartal Metro Durak Adı: Küçükyalı Metro İstasyonu Mesafe: 470m	21a- Kadıköy –Kartal 19z-Zümrütevler- Kadıköy 19b-Başbüyük-Kadıköy 16a- Harem Pendik Mavievler Otobüs Durağı Mesafe: 230m
Maltepe	Halit Armay Lisesi	Haydarpaşa Gebze Treni Durak Adı: Küçükyalı Tren İstasyonu Mesafe: 610m	Kadıköy - Kartal Metro Durak Adı: Küçükyalı Metro İstasyonu Mesafe: 1000m	320a - Samandıra- Harem 18k- Sultanbeyli –Kadıköy 14ks- Kadıköy- Gölet 132s- Kartal-Yenidoğan Kızılay Otobüs Durağı Mesafe: 520m
Maltepe	Şehit Er Çağlar Mengü Lisesi	Tren İle Ulaşım Mevcut Değil	Kadıköy - Kartal Metro Durak Adı: Maltepe Metro İstasyonu Mesafe: 1440m	19z-Zümrütevler-Kadıköy Km40- Marmara Eğitim Köyü-Maltepe Metro Yıldırım Otobüs Durağı Mesafe: 100m
Maltepe	Orhangazi Lisesi	Haydarpaşa Gebze Treni Durak Adı: Maltepe Tren İstasyonu Mesafe: 1000m	Kadıköy - Kartal Metro Durak Adı: Gülsuyu Metro İstasyonu Mesafe: 960m	252-Kartal-Şişli 21a-Kadıköy-Kartal 17s-Bostancı-U.Mumcu Mahallesi 17-Kadıköy-Pendik 16a-Harem Pendik Orhangazi Otobüs Durağı Mesafe: 210m

Seçilen 5 lisenin adresleri elde edildikten sonra okullara hangi toplu taşıma araçlarıyla gidilebileceği listelenmiştir. Liste ayrıca ulaşım aracının okula en yakın olan duraktan okula olan mesafelere ait bilgileri de içermektedir.

Hazırlanacak olan algoritmanın kullanılması öngörülen ulaşım ağları hakkında bilgileri kullanarak rotalar hazırlaması beklenmektedir. Bu nedenle, iki farklı senaryo üretilmiş ve olası durumlar test edilmiştir. Senaryolara ait ulaşım süreleri toplu taşıma araçları için ilgili araçların tariflerinden, yürüme mesafeleri ise Google Maps'te yer alan mesafe ve dakika ölçer sistem yardımıyla hesaplanmıştır ve uygun alternatifler sıralanmıştır.

### Senaryo 1

- Tür: Özel+Toplu Taşıma Ağları
- Başlangıç: Maltepe Güneysu Sitesi
- Bitiş: Hasan Şadoğlu Lisesi

Alternatif 1: otobüse yürüme 650m/otobüsle 2 durak yolculuk- 3km /1000m yürüme - 25dk da ulaşım ve 1 tl maliyet.

Alternatif 2: trene yürüme 250m/ trenle 1 durak yolculuk/okula yürüme 1250m – yürüme mesafesini çok uzun olduğundan seçilebilir bir alternatif değildir.



Şekil 8: Senaryo 1 için öneri rotalar

### Senaryo 2

- Tür: Özel+Toplu Taşıma Ağları
- Başlangıç: Demirli Kardeşler Sitesi
- Bitiş: Orhangazi Lisesi

Alternatif 1: evden otobüs durağına yürüme 500m/ otobüs ile 2 durak yolculuk-2.7km /otobüs durağından okula yürüme 450m - 19dk da ulaşım ve 1 tl maliyet.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Alternatif 2: evden tren istasyonuna yürüme 900m/trenle bir durak yolculuk/tren durağından okula yürüme 1200m - yürüme mesafesini çok uzun olduğundan seçilebilir bir alternatif değildir.



Şekil 9: Senaryo 2 için öneri rotalar

## 6. Sonuç

Çalışmanın alan çalışmasında Maltepe bölgesinde yer alan 5 lise seçilmiş ve okulların olduğu bölgelerdeki ulaşım ağları bilgileri elde edilmiştir. Maltepe bölgesindeki kamusal ulaşım araçlarına ait durak noktaları işaretlenmiştir. Algoritma şemasını temel alarak rastgele noktalardan seçilen okula ulaşımı sağlayan alternatif rotalar çizilmiştir. Alternatif güzergahların her biri için toplam gidilen mesafe, toplam maliyet ve sürede hesaplanmıştır. Algoritmanın çalışması sürecine koyulan kısıtlamaların dışına çıkan durumlar alternatif olarak gösterilmemiştir. Hava koşullarına bağlılık fonksiyonu algoritma şemasında yer almasına rağmen örnek senaryolarda ihmal edilmiştir.

Çalışmanın kapsamı okulların sayısının veya ilçe sayısının artması ile genişletilebilir. Kapsamın genişletilmesi ulaşım güzergahı alternatiflerinin sayısının çoğalmasına yol açacaktır. Çalışmada sonuç olarak en hızlı veya en kısa mesafeli ulaşım alternatifleri ayrı sorgular olarak üretilmemiş, bir noktadan diğer noktaya gidişte kullanılacak olası alternatif rotalar ortaya konmuştur.

Son olarak, zamana bağlı rota seçimi yapılacak olursa toplu taşıma araçlarının ortalama hızı yürüme hızından fazla olduğu için uygun olduğu görülmektedir. Yürüme yollarından yapılacak bir yolculuk araç yolu ve trafik yönü gibi kısıtlamalara maruz kalmadığı için olumlu gibi görülebilir.



## KAYNAKLAR

- LIU, L. V.D. 2009. *Algorithms Of Multi-Modal Route Planning Based On The Concept Of Switch Point*. 6th International Symposium On Lbs & Telectography, Nottingham, UK.
- PAJOR, T. 2009. *Multi-Modal Route Planning*, Master Thesis Of Karlsruhe Institute Of Technology.
- REHRL, K. V.D. 2007. *Assisting Multimodal Travelers: Design And Prototypical Implementation Of A Personal Travel Companion*, Ieee Transactions On Intelligent Transportation Systems, 8(1), 31-41.
- SCHULTES, D. 2008. *Route Planning In Road Networks*. Ph.D. Thesis of Karlsruhe Institute of Technology.
- SHEFFI, Y. 1985. *Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods*, Prentice-Hall.
- ZHANG, J. V.D. 2012. *A Multimodal Transport Network Model for Advanced Traveler Information System*, Journal Of Ubiquitous Systems & Pervasive Networks Volume 4, No. 1 Pp. 21-27.
- ZHANG, J. V.D. 2011. *Modeling Multimodal Transport Network With Personalized Routing Calculation*, Nectar 2011 Conference Antwerp, Belgium , 18-20 May 2011.
- Zografos, K. G. V.D. 2008. *Algorithms For Itinerary Planning In Multimodal Transportation Networks*. Ieee Transactions On Intelligent Transportation. Systems, 9 (1), 175-184.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

## Bilgisayar Destekli Kavramsal Tasarım Yaklaşımı ve Çoklu Performansa Dayalı Tümeleşik Yüksek Yapılar

Berk Ekici<sup>1</sup>, Seçkin Kutucu<sup>2</sup>

### Özet

*Tasarım eylemi karmaşık bir yapıya sahiptir. Tasarım sürecinin kavramsal aşamasında verilen kararlar, bu nedenle büyük önem taşımaktadır. Yüksek binalar, günümüzde tasarlanması ve uygulanması karmaşık olan mimari yapılardan biridir. Bu yapılar sadece planlama açısından değil aynı zamanda çoklu performans kriterleri tarafından etki altında kaldıkları nedeniyle karmaşık yapılar olarak kabul edilmektedir. Bu yazının amacı, çoklu performans değerlendirmesine dayalı tümeleşik üretken modellerin, kavramsal tasarım süreci içindeki önemine vurgu yapmak ve sürecin tasarımla olan ilişkisini tartışmaya açmaktır. Bu bağlamda, tüm tasarım sürecinin kavramsal aşamaya bağlandığı, üretken bir yüksek yapı modeli geliştirilmiştir. Tümeleşik tasarım yaklaşımı dahilinde yüksek yapılar için önemli olabileceği düşünülen performans değerlendirmeleri bu modele dahil edilmiştir. Kullanılan evrimsel algoritma ile yapılan optimizasyon sonucunda alınan sonuç ürünler, belirlenen performans kriterleri kapsamında değerlendirilip karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Sonuç olarak, bu süreç içerisinde edinilen deneyimler doğrultusunda, bilgisayarlı tasarım araçları ve yöntemleri kullanılarak, tümeleşik bir model oluşturmanın, kavramsal tasarım süreci içerisindeki önemine yer verilmiştir.*

Anahtar Kelimeler: Kavramsal Tasarım, Tümeleşik Performans, Üretken Yüksek Yapılar

### 1. Giriş: Bilgisayar Destekli Kavramsal Tasarım

Kavramsal süreç, tasarımın birincil ve en önemli aşamalarından biridir. Kavramsal tasarım ise, belirlenen gereksinimler ve tasarım hedefleri doğrultusunda alternatifler ile sentez edildiği aşamadır (Pahl 2007). Tasarım eyleminin başlangıç aşamalarında verilen yaklaşım kararları tüm tasarım sürecini ve sonucu etkiler. Bu tanım içinde yer alan “başlangıç kararlarının sonuç ürünü etkilemesi” saptaması geçerliliğini yitirmek üzeredir. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesine bağlı olarak, yeni araçlar ve tasarım metodları ile, tüm süreç, kavramsal yaklaşımın bir parçası olmaya başlamıştır.

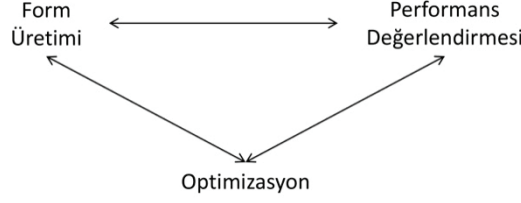
Bilgisayarların gerçek hesaplama performansından faydalanabilmek, çizim ortamının simüle edilmesinin ötesinde bir şeyleri bize tarifler. Sarıyıldız (2012) bilgisayarların günümüze kadar eskiz, 2 boyutlu çizim ve 3 boyutlu modelleme yapmak için kullanıldığını, ancak bilgisayarlı anlamda algoritmalar ile kullanılmadığını belirtmiştir. Bilgisayarlı yaklaşım, tasarımın sadece geometrik formuna odaklanmakla yetinmeyerek, tasarımın belirlenen performans değerlendirmelerini kapsayan tümeleşik bir model oluşturulmasını mümkün kılar.

Tümeleşik tasarım yaklaşımı dahilinde önemli olabileceği düşünülen üç performans değerlendirmesi bu modele dahil edilmiştir. Kullanılan optimizasyon aracı ile alınan sonuç ürünler tartışmaya açılacaktır (Şekil 1).

<sup>1</sup> e-posta adresi: berk.ekici@yasar.edu.tr, Yaşar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

<sup>2</sup> e-posta adresi: seckin.kutucu@yasar.edu.tr, Yaşar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 1: “Performansa Dayalı Kavramsal Tasarım” Sarııldız, 2012

### 1.1. Çoklu Performansa Dayalı Tasarım

Tasarım eylemi çoklu performans ölçütlerinin etkileri altındadır. Bu ölçütler her ne kadar farklı disiplinlere ait olsalar da, aynı tasarım ürününü etkilerler. Sonuçta aynı tasarımın oluşmasında etkili olan farklı performans ölçütlerinin doğal olarak birbirleri ile de ilişki içerisinde olmaları beklenmelidir. Kavramsal tasarım aşamasında çoklu performans değerlendirme yapmak, belirlenen hedefler doğrultusunda optimum performans sonucu veren tasarımların araştırılması açısından önemlidir. Ancak farklı performans ölçütlerinin kavramsal tasarım aşamasına nasıl uyarlanacağı bu alanda bir boşluk olarak kalmıştır. Bu boşluk ancak tümleşik tasarım yaklaşımı ile doldurulabilir (Fasoulaki 2005). Bilgisayarlı tasarım araçları, tümleşik tasarım yaklaşımını, kavramsal tasarım aşamasında modelleyebilecek potansiyele sahiptir. Belirlenen performans değerlendirmeleri ile üretken bir modelin geliştirilmesi, süregiden revizyonlarda tanımlı parametre değişikliklerine bağlanan formun sürekli yeniden üretimini mümkün kılar. Bu süreç, karmaşık tasarım problemlerinin çözümünde parametre-form ilişkilerinin uzlaşmaya dayalı bir dizi kural ile tanımlanması ve yönetilmesi açısından önemlidir. Performans analizlerini iki başlık altında toplamak ve değerlendirmek mümkündür (Akipek ve İnceoğlu, 2007):

- Ana kararları verilmiş ve dijital modeli oluşturulmuş bir projenin çeşitli performans analizlerine göre test edilmesi ve projenin bu sonuçlara göre revize edilmesi,
- Performans analizleri tasarımın erken aşamalarından itibaren tasarım girdisi olarak ele alınması ve tasarımda belirleyici rol üstlenmesi, mekanın biçimlenmesinin de bu analizlere göre gelişmesi.

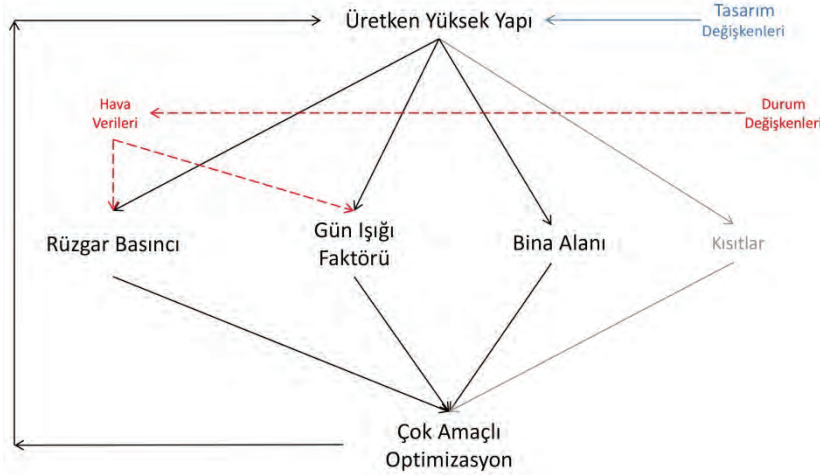
Dijital modelin performans analizinden sonra tasarımın revize edilmesi ile ana kararları verilmiş bir tasarımda geri dönüşlerin gereği gibi esnek şekilde yapılamaması riski vardır. Diğer taraftan bilgisayarlı araçlar ile oluşturulan tümleşik bir modelde, tasarım, performans değerlendirmelerine göre oluşur. Bu süreçte algoritma kullanımı ile tümleşik modelin optimize edilmesi, daha iyi performans sonuçları veren formlar üzerinden tasarım kararlarının verilmesine olanak sağlar. Kavramsal tasarım süreci, bir bakıma, tasarımın performans ölçütleri ile araştırıldığı, bilgi tabanlı bir araştırma sürecine dönüşür.

### 1.2. Tümleşik Yüksek Yapılar

Yüksek binalar, günümüzde tasarlanması ve uygulaması karmaşık mimari yapılardan biridir. Yüksek binaların planlama yapısını plan modülasyonu, mekan açıklığı, bina fonksiyonu, iki kat arasındaki yükseklik, servis çekirdeği ve strüktür sistemi olarak değerlendirmek mümkündür (Keskin, 2012). Bu başlıklar kendi içerisinde de alt başlıklara açılmakta, bu durum da yüksek yapıların tasarım sürecinde pek çok etkenin göz önünde bulundurulmasını gerektirmektedir. Bütün bu alt başlıklar aynı zamanda binanın performansını da etkilemektedir. Bu durumda, yüksek binalar için optimum bir form geliştirmek, mimari, strüktürel ve estetiksel olarak fazla sayıda unsurun ilişki içerisinde olması nedeniyle, karmaşıktır (Park, 2005). Bilgisayarlı tasarım araçları ve metotları, tümleşik tasarım yaklaşımı kapsamında tasarımcıya, optimum yüksek yapı formlarını oluşturabilme imkanı sunabilecek potansiyele sahiptir.

## 2. Tümüleşik Yüksek Yapı Modeli

Bilgisayar ortamında geliştirilen çoklu performansa dayalı tümleşik yüksek yapı modeli, yukarıda bahsi geçen bilgiler doğrultusunda 3 ana süreçten oluşmaktadır (Şekil 2): Üretken yüksek yapılar, performans değerlendirmeleri (rüzgar, gün ışığı, bina alanı) ve optimizasyon. Yüksek yapıların tasarlanması için gerekli olan genel tasarım değişkenleri, üretken yüksek yapıyı oluşturacak şekilde tanımlanan üretken tasarım modelini kontrol etmektedir. Böylece tasarım değişkenlerinin yeni değerleri, farklı yüksek yapıların oluşmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda oluşan bütün yüksek yapılar bahsi geçen performans kriterleri tarafından değerlendirilmektedir.



Şekil 2: "Tümüleşik Yüksek Yapı Modeli"

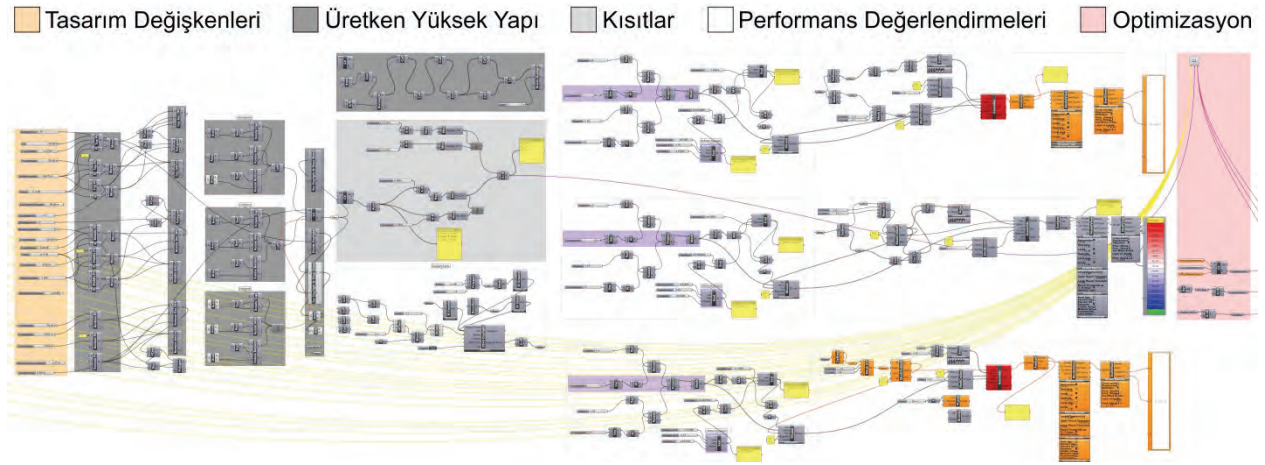
Yüksek binalar için en önemli performans değerlendirmelerinden biri strüktür analizidir. Strüktürün tasarlanmaya başlandığı süreç, yüksek yapı formunun tasarlanması ile başlamaktadır. Bu bağlamda performans değerlendirmelerinden biri olarak, hakim rüzgar yönündeki cephe yüzeyi üzerinde oluşan basıncın hesaplanması ele alınmıştır. Sadece rüzgar yükünün ele alınma sebebi, yüksek yapılar için en önemli yanal yüklerden biri olmasıdır. Connor (2002) bu konuya değinerek, sismik olarak aktif bir bölgede, bina yüksekliği 150 metreyi geçen çelik yapılar için, rüzgar yüklerinin sismik yüklerden bir adım ön plana çıktığını vurgulamaktadır. Bu performansın yanı sıra, yüksek binalar çok sayıda insana hizmet ettiklerinden dolayı tasarım süreci içerisinde göz önünde bulundurulması gereken başka performans değerlendirmeleri de mevcuttur. Özellikle güneş ışığı, yüksek yapılarda yaşayan ve çalışan insanlar için en önemli faktörler arasında yer almaktadır (Ko, v.d., 2008). Bu kapsamda yüksek yapı katları üzerinde oluşan gün ışığı faktörü ikinci performans değerlendirmesi olarak ele alınmıştır.

Belirlenen performans değerlendirmelerinin dışında yüksek binaların ortaya çıkmasında etken olan başlıca neden, yüksek yapıların kent içinde yüksek emsal sağlamalarıdır. 19. yüzyıl sonlarına doğru köyden kente göçlerin artması, iş hacminin büyümesi, şehre gelen insanların barınma gereksinimleri sonucunda şehirlerde arsa değerlerinin artması bu özelliğin tetiklenmesine yol açar (Sev, 2001). Bu kapsamda, üretken modelde tanımlanan rüzgar ve gün ışığı performanslarının iyi sonuçları dışında, bina alanı açısından da verimli olabilen formların araştırılması öngörülmüştür.

Elde edilen sonuç veriler optimizasyonun gerçekleşmesini sağlayan programa aktarılıp, modelin evrimsel algoritma tarafından optimize edilmesini sağlamaktadır. Optimizasyon süreci için tanımlanmış olan belirli kısıtlamalar mevcuttur. Bu kısıtlamaların temel amacı, belirli standartları sağlayabilecek tasarımların araştırılmasına odaklanmaktır. Bu çalışmada geliştirilmiş olan çoklu performansa dayalı tümleşik modelin avantajı, bütün bu adımları tek bir dijital ortamda gerçekleştirebilmesidir (Şekil 3). Böylece yapılan form değişikliklerinin tanımlanan performanslar açısından etkileri, aynı anda gözlemlenebilmektedir. Bu kapsamda yapılan bütün çalışmalar

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

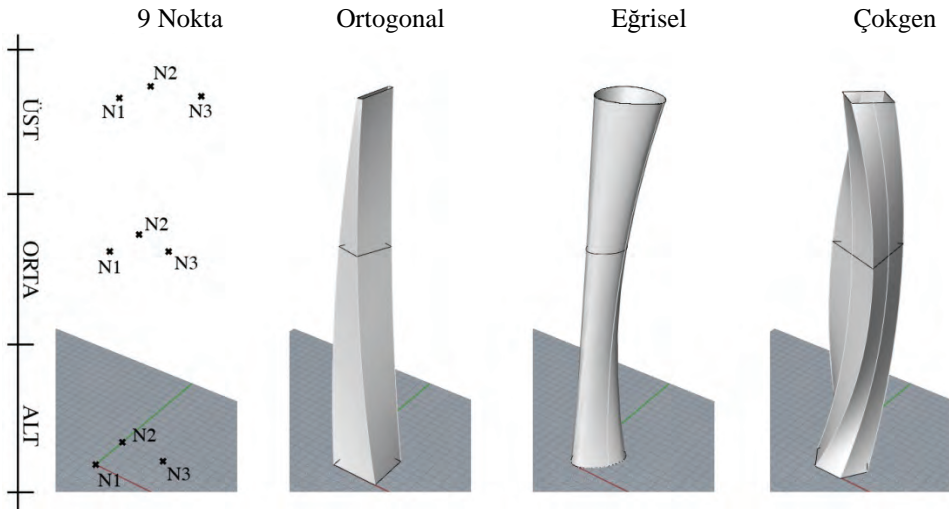
Rhinoceros programının bir eklentisi olan Grasshopper Algoritmik Modelleme programı dahilinde gerçekleştirilmiştir. Belirlenen performans değerlendirmeleri, Grasshopper programı için geliştirilen bir takım eklentiler kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3: "Çoklu Performansa Dayalı Tümlşik Yüksek Yapı Grasshopper Modeli"

### 2.1. Üretken Yüksek Yapı Modeli

Bilindiği üzere pek çok yüksek yapı türü günümüzde mevcuttur. Bu doğrultuda geliştirilmiş olan yüksek yapı modeli, tek bir yüksek yapı türüne odaklanmak yerine, plan şeması farklı olan 3 yüksek yapı türünün modele uygulanması tercih edilmiştir. Bu türler, plan şemaları ortogonal, eğrisel ve çokgen olan yüksek yapılardır. Bu bağlamda üretken modelin oluşturulması ve aynı kriterler doğrultusunda optimize edilmesi, farklı tür yüksek yapıların aynı koşullar altında birbirleri ile karşılaştırılması açısından büyük önem taşımaktadır (Şekil 4).



Şekil 4: "Üretken Yüksek Yapı Alternatifleri"

Üretken yüksek yapı modeli 3 farklı yükseklikte tanımlanan noktalardan oluşmaktadır. Bu yükseklikler kendi aralarında alt, orta ve üst bölgeler olarak tanımlanmıştır. Bu bölgelerin her birinde toplam 3 nokta bulunmaktadır. Bu noktaların x ve y düzlemlerindeki hareketleri, yüksek yapı modelinin biçim değiştirmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, üretken modelin daha da esnek bir yapıya sahip olabilmesi için farklı bölgelerin eksenleri etrafında dönmesi, x ekseninde bağımsız olarak hareket edebilmesi, orta ve üst bölgenin farklı yükseklikler arasında hareket edebilmesi gibi kurallar da eklenmiştir. Bu bağlamda, belirlenen performans değerlendirmelerini yapmak üzere

tanımlanan üretken yüksek yapı modelinin değişken ve sabit değerleri Tablo 1'deki gibidir. Oluşturulan yüksek yapı modeli, belirlenen performans değerlendirmeleri doğrultusunda, sadece biçimsel bir araştırmaya yönelik olduğu için plan modülasyonu, mekan açıklığı ve servis çekirdeği girdilerini kapsamamaktadır.

**Tablo 1:** Üretken Yüksek Yapı Değişken ve Sabit Değerleri

Bölgeler	Nokta Değişkenleri	Minimum	Maksimum	Form Üretim Değişkenleri	Minimum	Maksimum
ALT	Nokta 1 (X düzlemi)	0,00 metre	50,00 metre	Yükseklik	0	0
	Nokta 2 (X düzlemi)	0,00 metre	50,00 metre	Dönüş Açışı	0,00 derece	90,00 derece
	Nokta 3 (X düzlemi)	0,00 metre	50,00 metre	X Eksenli Hareketi	0	0
				Çokgen Sayısı	3	6
ORTA	Nokta 1 (X düzlemi)	0,00 metre	50,00 metre	Yükseklik	200,00 metre	300,00 metre
	Nokta 2 (X düzlemi)	0,00 metre	50,00 metre	Dönüş Açışı	0,00 derece	90,00 derece
	Nokta 3 (X düzlemi)	0,00 metre	50,00 metre	X Eksenli Hareketi	-10	10
				Çokgen Sayısı	3	6
ÜST	Nokta 1 (X düzlemi)	0,00 metre	50,00 metre	Yükseklik	300,00 metre	400,00 metre
	Nokta 2 (X düzlemi)	0,00 metre	50,00 metre	Dönüş Açışı	0,00 derece	90,00 derece
	Nokta 3 (X düzlemi)	0,00 metre	50,00 metre	X Eksenli Hareketi	-10	10
				Çokgen Sayısı	3	6
Toplam Kat Sayısı					90	160

## 2.2. Performans Değerlendirmeleri

Oluşturulan üretken yüksek yapı modelinde 3 farklı performans değerlendirmesi dahil edilmiştir: Rüzgar basıncı, gün ışığı faktörü ve bina alanı. Bu performans değerlendirmelerinin yapılabilmesi için hangi bölge ya da şehre ait hava verilerinin kullanılacağına karar verilmiş olması gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışma boyunca İzmir hava verilerinden yararlanılmıştır.

### 2.2.1. Rüzgar Performansı

Yüksek binaların biçimlenmesine etki eden en önemli yanal yüklerden biri olan rüzgar yükünün tümleşik yapı üzerindeki etkisi ele alınmıştır. Rüzgar yükünü hesaplamak için farklı disiplinlere ait farklı formüller mevcuttur. Bu çalışmada üretken yüksek yapılar üzerindeki rüzgar kuvvetini hesaplamak için aşağıda bahsi geçen genel rüzgar formülü kullanılmıştır.

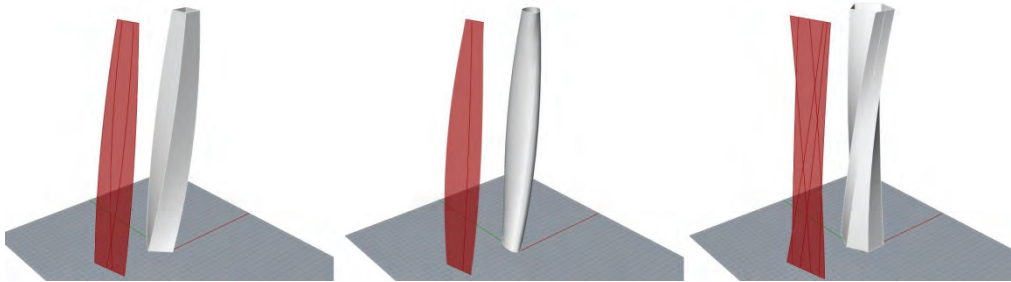
$$Kuvvet = A \times P \times C_d \quad (1)$$

A= Rüzgarın etki ettiği alan

P= Rüzgarın basıncı =  $0.00256 \times V^2$  (V: Rüzgarın Hızı “mil: 1mil = 0.447 metre/saniye)

$C_d$ = Direnç kat sayısı

Rüzgarın etki ettiği alan, optimizasyon süresince tanımlanan değişken aralıklarına bağlı olarak değişiklik gösterecektir. Şüphesiz 3 farklı yüksek yapı türünün rüzgar kuvvetine maruz kaldığı alanlar da farklı olacaktır (Şekil 5).



**Şekil 5:** “Üretken Yüksek Yapı Modeli Farklı Alan Projeksiyonları”

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Kuvvet formülünün bir diğer önemli girdisi rüzgarın hızıdır. İzmir hava verileri doğrultusunda ortalama 10 metredeki rüzgar hızı 6 metre/saniye olarak kabul edilmiştir. Rüzgar hızı değişken bir akışkandır ve farklı yüksekliklere göre hızı değişiklik göstermektedir. Bu durumda üretken yüksek binanın en üst noktasındaki rüzgar hızını hesaplayarak, en kötü durum senaryosu optimizasyon sürecinde değerlendirmeye alınmıştır. Farklı yüksekliklerdeki rüzgar hızını hesaplamak için Hellmann Yükseltme Bağıntısı aşağıda bahsedildiği şekilde kullanılmıştır (Ruedas v.d., 2011), (Ata R. ve Çetin, N.S., 2007).

$$\frac{v}{v_0} = \left( \frac{H}{H_0} \right)^\alpha \quad (2)$$

V= Yüksek binanın en yüksek noktasında hesaplanan rüzgar hızı (m/s)

V<sub>0</sub>= Referans alınan rüzgar hızı (m/s)

H= Bina yüksekliği (m)

H<sub>0</sub>= Referans alınan rüzgar hızının yüksekliği (m)

α= Sürtünme kat sayısı (0.34 olarak kabul edilmiştir)

Direnç kat sayısı farklı şekiller doğrultusunda değişmektedir. Uygulaması yapılacak olan bir yapının gerçek direnç kat sayısını öğrenebilmek için, yapının büyük ölçekli bir modeli rüzgar tribün testine tabi tutulması gerekir. Ancak bu yöntem ile yapı üzerindeki toplam basınç hesaplanarak, aynı kuvvet formülü üzerinden yapının direnç kat sayısı hesaplanabilir. Bu çalışmada ortogonal yüksek yapılar için direnç kat sayısı 1.5, eğrisel yüksek yapılar için 0.6 ve çokgen yüksek yapılar için 1.4 olarak kabul edilmiştir (Winter, 2011). Rüzgar kuvvetinin hesabına yönelik bütün girdiler, Grasshopper programının bir eklentisi olan “Karamba Parametric Engineering” programına yanal yükleri hesaplamak ve yapı üzerindeki etkisini görselleştirmek üzere aktarılmıştır.

### 2.2.2. Gün Işığı Performansı

Gün ışığı faktörü hem sürdürülebilirlik hem de insanların mekan içerisindeki yaşantıları açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte gün ışığı faktörü pek çok ölçüt tarafından etkilenmektedir. Bu ölçütler malzemenin türüne ve tasarım kararında alınan ölçülere bağlıdır. Tasarım kararında alınan kriterler arasında mekan derinliği ve iki kat arasındaki yükseklik büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda pencere yükseklik ve genişliği de önemli bir unsurdur. Gün ışığı faktörünü etkileyen bir başka kriter de cam, yer ve tavan gibi yapı malzemelerinin özellikleridir. Cephe sistemlerinde kullanılan camlarının geçirgenlik, yansıtma ve absorbe etme miktarları, iç mekandaki gün ışığı faktöründe büyük önem taşımaktadır.

Sürdürülebilirlik ve yaşanabilirlik adına optimum gün ışığı değerlerine sahip bir mekan elde edebilmek için standart gün ışığı faktörü değerleri belirlenmiştir. Bu değerler ülkeler arası farklılık gösterebilmektedir. İngiliz Standartları Enstitüsü'ne göre, gün içerisinde elektrik ile aydınlatma normal bir şekilde kullanılmayacaksa gün ışığı faktörünün %5'den az olmaması, gün içerisinde elektrik ile aydınlatma kullanılacaksa %2'den az olmaması gerekmektedir. Belçika standartlarına göre ise bu değer %3 olarak tanımlanmaktadır (Ko, v.d., 2008). Bu doğrultuda geliştirilmiş olan üretken yüksek yapı modelinin gün ışığı faktörüne %6.5' den daha fazla olmaması sınırı getirilmiştir. Daha yüksek gün ışığı faktörüne sahip olan mekanların güçlü gün ışığı nedeniyle termal sorunlara sebep olabileceği mümkündür (Ko, v.d., 2008). Bütün bu bilgiler doğrultusunda üretken modeli oluşturulan yüksek bina türlerinin gün ışığı faktörü, Grasshopper programının bir diğer eklentisi olan Diva programı ile hesaplanarak optimizasyonun ikinci hedefi olarak yerini almıştır.

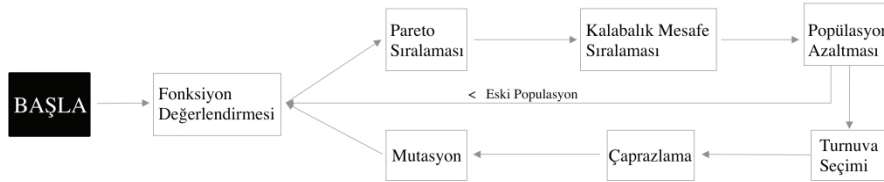


### 2.2.3. Kat Alanı

Geliştirilmiş olan tümleşik modelin kat alanı, bina performans değerlendirme arasında yer alması da, yüksek binalar ve tanımlanan diğer performans değerlendirmeleri için oldukça önemli bir etkidir. Bu etken aynı zamanda bu model için tümleştirilmiş olan gün ışığı faktörü ve yapının rüzgar performansı ile dolaylı yoldan ilişkilidir. Toplam bina alanı yüksek olan bir yapı, rüzgardan oldukça fazla etkilenebileceği gibi, kat aralıklarının sık olması nedeni ile de gün ışığı faktörü düşük olabilir. Rüzgar performansı ve gün ışığı faktörü iyi olan bir yüksek yapının, toplam bina alanı, beklentileri karşılamakla yükümlüdür. Bu durum, yüksek yapıların tasarımlarındaki karmaşık yapıyı en basit hali ile bizlere anlatmaktadır. Bu nedenle kat alanı değerleri optimizasyon sürecine dahil edilerek, bütün hedefler açısından iyi sonuçlar verebilen tasarımların araştırılmasına yönelik bir süreci oluşturmak hedeflenmiştir. Kat alanı değerlendirmesi için, bir kat alanının maksimum 5000 metrekare ve toplam bina alanının maksimum 500.000 metrekare olması kısıtlama verileri olarak optimizasyon süreci için tanımlanmıştır.

### 2.3. Optimizasyon

Optimizasyon süreci, çoklu performansa dayalı tümleşik yüksek yapı modelinin son aşamasını oluşturmaktadır. Bu süreç boyunca NSGA-II Algoritması'nı (Deb, v.d., 2002) kullanan "Grasshopper" programı için I. Chatzikonstantinou (2011) ve Dr. M.S. Bittermann tarafından geliştirilmiş "Lotus" optimizasyon aracı kullanılmıştır. Bu araç üç farklı girdi ile bağlantı kurabilmektedir. Bunlar, tasarım değişkenleri (parametreler), kısıtlar ve hedefler olarak tanımlanmaktadır. Algoritma, belirlenen hedefler ve kısıtlar doğrultusunda tasarım değişkenlerini kullanarak optimum sonuçları araştırmaktadır. Bununla birlikte model için kullanılan algoritma, çoklu hedefe dayalı optimizasyon stratejisi üzerine kurgulandığı için, tanımlanan her bir hedef ayrı ayrı optimize edilebilmektedir. Optimizasyon süreci içerisindeki amaç, tanımlanan bütün hedefler doğrultusunda optimum sonuçları veren yüksek yapı tasarımlarının araştırılmasıdır. Lotus'un genel çalışma prensibi Şekil 6' de şematik olarak aktarılmıştır.

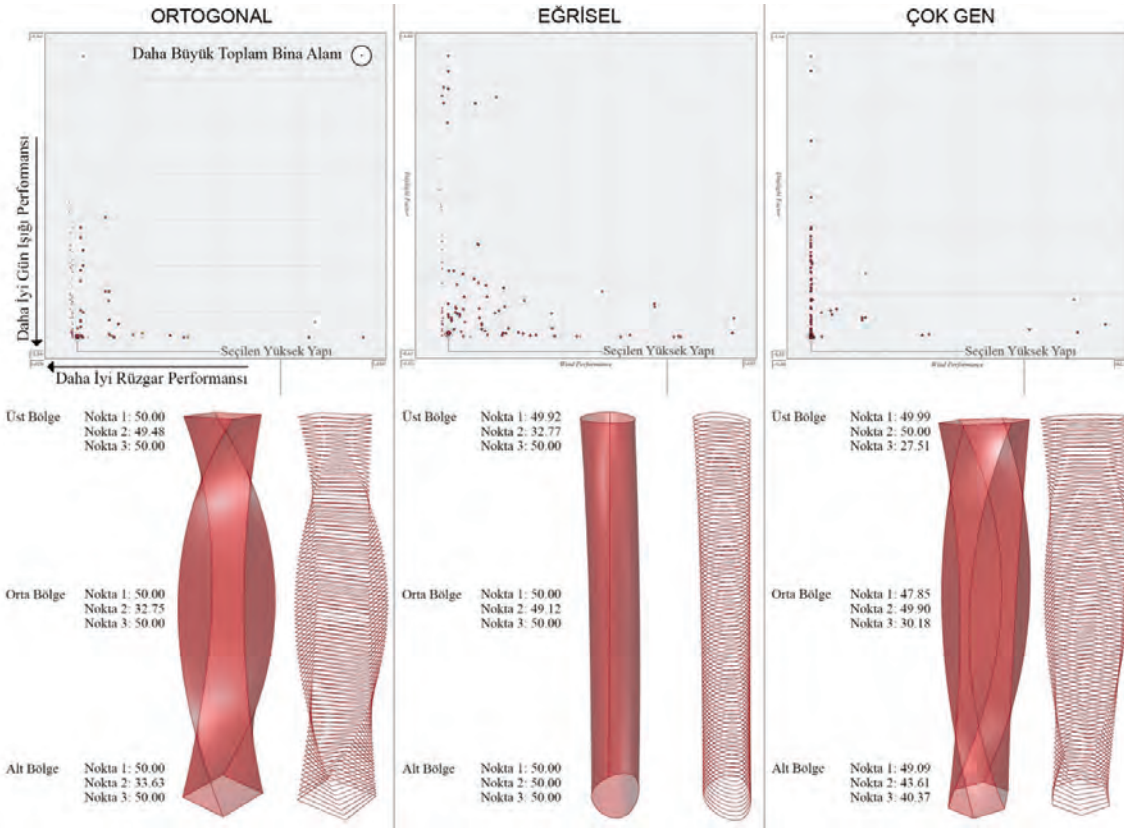


Şekil 6: "Lotus Çok Hedefli Optimizasyon Aracı Çalışma Şeması"

### 3. Değerlendirmeler ve Sonuçlar

350 jenerasyonun ardından, bütün yüksek yapı formları için optimizasyonun tamamlandığına kanaat getirilmiştir. Genel olarak sonuç kümesi spesifik bir noktaya doğru toplanma eğilimi göstermiştir. Optimizasyon tablosunda x koordinat düzlemi rüzgar performansını, y koordinat düzlemi gün ışığı performansını ve z koordinat düzlemi (2. boyutta küçük ve büyük noktalar olarak tanımlanan) yapının toplam alanını belirtmektedir. Şekil 7'de görüldüğü üzere eğrisel ve ortogonal yapılar için en optimum sonuçlar küçük noktalardan oluşmaktadır. Ancak bu küçük noktalar z koordinat düzlemi üzerinde uzak mesafede kalmakta, bu durum da yapının toplam alanının az olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla, bütün hedeflerden olabildiğince iyi sonuçlar alabilmek adına, küçük noktalar kümesine en yakın olan büyük noktalardan seçim yapılmıştır.

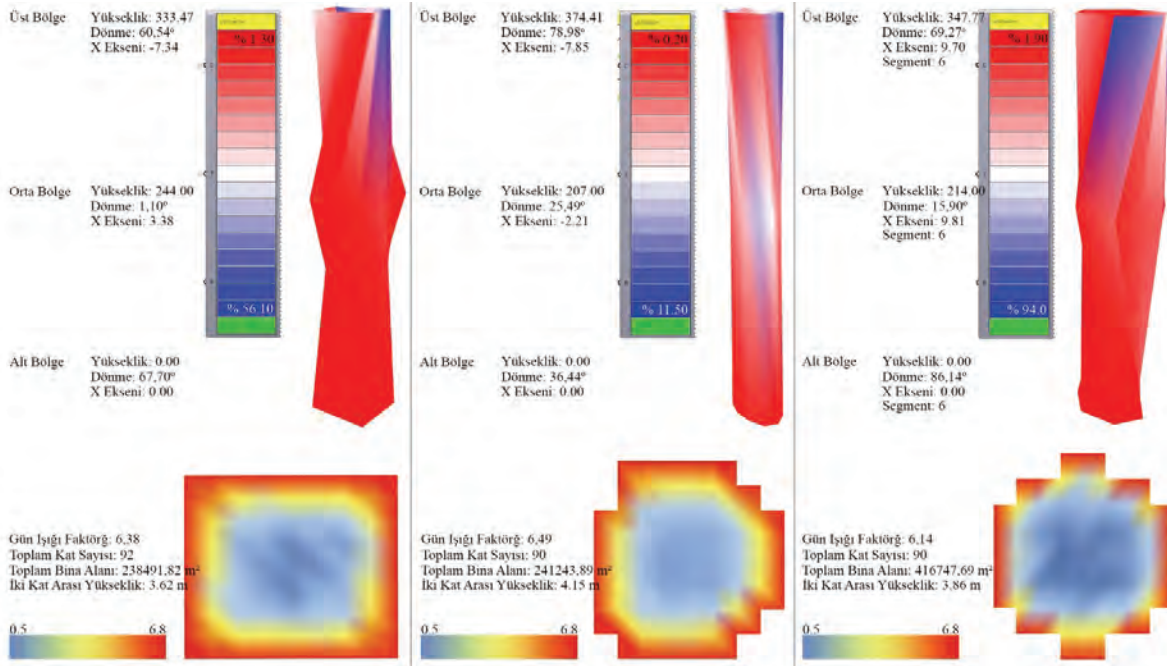
## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 7: "Optimizasyon Sonuçları ve Seçilen Yüksek Bina Formları"

Elde edilen sonuçlar incelendiği zaman rüzgar performansı açısından eğrisel yüksek yapı modeli diğer iki modelden bir adım öne çıkmaktadır. Şekil 8'de de görüldüğü gibi ortogonal yüksek yapının etkilenme faktörü % 1.3 ile % 56 arasında, eğrisel yüksek yapının etkilenme faktörü % 0.2 ile % 11.5 arasında, çokgen yüksek yapının etkilenme faktörü % 1.9 ile % 94 arasındadır. Bu durumda ortogonal yüksek yapının da çokgen yüksek yapıdan daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir. Rüzgar performansından elde edilmiş olan bütün değerler yüksek yapı kriterlerine uyduğu için bütün modellerden alınan sonuçlar başarılı sayılabilmektedir (Krem, 2012). Yapılan bu analiz yüzey analizi olması nedeni ile, daha gerçekçi sonuçlar alabilmek adına, üretken yüksek yapıya bağlı üretken bir strüktür sistemi tanımlanmalıdır. Ancak bu şekilde binanın tepe noktasındaki salınım miktarı daha gerçekçi bir şekilde araştırılabilir.

Sonuçlara gün ışığı performansı açısından bakıldığı zaman, iki kat arasındaki yükseklik en fazla olan (4,15 m.) eğrisel yüksek yapı, en yüksek gün ışığı faktörü değerlerine sahiptir. Aynı zamanda iç mekanlardaki aydınlatma oranı da diğer yüksek yapılar ile karşılaştırıldığında daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak ortogonal yüksek yapının kat yüksekliği (3,62 m.) çokgen yüksek yapının kat yüksekliğinden (3,86 m.) daha az olmasına rağmen gün ışığı faktörü sonuçlarında az bir farkla daha iyi performans sergilemektedir. Bu durum farklı geometri çeşitlerinin gün ışığı faktörünü olumlu veya olumsuz etkileyebileceği kanısını ortaya çıkarmıştır.



Şekil 8: "Rüzgar ve Gün Işığı Performans Değerlendirmeleri"

Toplam bina alanı olarak şüphesiz çokgen yüksek yapı en iyi performansı sergilemektedir. Çokgen yüksek yapı, bu denli büyük bir forma sahip olsa da yüzeylerinin rüzgardan etkilenme faktörü kabul edilebilir sınırlar içerisinde. Eğrisel ve ortogonal formlar ele alındığı zaman iki bina alanı arasında çok büyük bir fark olmaması ile birlikte şüphesiz ki eğrisel yüksek yapı ortogonal yüksek yapıya göre rüzgardan çok daha az etkilenmektedir.

Yapılan çalışmanın sonucu olarak:

- Yüksek binalar karmaşık yapıya sahip olsalar da, tümleşik tasarım yaklaşımı ile çoklu performans değerlendirmesi yapılabilmekte, farklı tasarımların performans kriterlerinde sergiledikleri değerler bir arada gözlemlenebilmektedir.
- Farklı tür yüksek yapıları içinde barındıran üretken bir yüksek yapı modeli üzerinden değerlendirme yapılması, belirlenen tasarım hedefleri doğrultusunda hangi türlerin daha iyi sonuç verebileceği konusunda tasarımcının araştırma yapabilmesine olanak sağlamaktadır.
- Tümleşik modelin getirdiği avantaj doğrultusunda performans değerlendirmelerinin sayısını ya da ulaşılmak istenen diğer tasarım hedeflerini sürece dahil etmek mümkündür.
- Bu bağlamda tümleşik tasarım modelinin, birbirleri ile bire bir ilişki içerisinde olan programlar dizisi dahilinde oluşturulması büyük önem taşımaktadır.
- Bu araçların ve metotların kullanılması tasarım süreçlerini kavramsal aşamadan itibaren araştırma süreçlerine dönüştürmektedir. Tasarım eyleminin karmaşık bir yapıya sahip olması nedeniyle, kavramsal süreçte alınacak olan kararlar büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bilgisayarlı araçların ve metotların kullanılması, tasarım sürecinin bir bütün olarak ele alınmasında kritik bir avantaj sağlamaktadır.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

### KAYNAKLAR

- AKIPEK, Ö. F., İNCEOĞLU, N.: 2007. “Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları”, YTÜ Arch. Fac. E-Journal, 2(4), pp. 237-253
- ATA, R., ÇETİN N.S.: 2007. “3 kW Otonom Bir Rüzgar Türbini Kurulumu ve Enerji Eldesi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Ankara, pp.43-45.
- CHATZIKONSTANTINO, I.: 2011. “Evolutionary Computation and Parametric Pattern Generation for Airport Terminal Design”, Delft University of Technology, pp. 95
- CONNOR, J.J.: 2002. “Introduction to Structural Motion Control”, Pearson Education, Inc, pp. 680
- DEB, K., PRATAP, A., AGARWAL, S., MEYARIVAN, T.: 2002. “A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: Nsga-II”, IEEE Transactions On Evolutionary Computation, Vol. 6, No. 2, pp. 182-197
- FASOULAKI, E.: 2005. “Integrated Design: A Generative Multi-Performative Design Approach”, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge
- KESKIN, Z.: 2012. “Planning Considerations Of Tall Buildings: Service Core Configuration and Typologies”, Middle East Technical University, Ankara
- KO, D. H., ELNIMEIRI, M., CLARK, R. J.: 2008. “Assessment and Prediction of Daylight Performance in High-Rise Office Buildings”, The Structural Design of Tall and Special Buildings, pp 953-975
- KREM, M.: 2012. “Effect of Building Morphology on Energy and Structural Performance of High-Rise Office Buildings”, University of Massachusetts – Amherst, pp. 136
- PAHL, G., BEITZ, W., FELDHUSEN, J., GROTE, K.H.: 2007. “Engineering Design: A Systemematic Approach”, Springer-Verlag, London
- PARK, S. M.: 2005. “Tall Building Form Generation by Parametric Design Process”, Illinois Institute of Technology, Chicago
- RUEDAS, B.F., CAMACHO, A.C., MARCUELLO, R.S.: 2011. “Methodologies Used in the Extrapolation of Wind Speed Data at Different Heights and Its Impact in the Wind Energy Resource Assessment in a Region”, InTech, pp. 97-114
- SARIYILDIZ, İ. S.: 2012. “Performative Computational Design”, ICONARCH-I Architecture and Technology, pp. 313-344
- SEV, A.: 2001. “Türkiye ve Dünya’daki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi”, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul
- WINTER, U.M.: 2011. “Super High-Rises in Rotterdam”, Delft University of Technology, pp. 108

# Restoran Tasarımında Yerleşim Sorunu İçin Evrimsel Hesaplama Yöntemi

Ioannis Chatzikonstantinou<sup>1</sup>, Cemre Uğurlu<sup>2</sup>, Sevil Sarıyıldız<sup>3</sup>, Fatih Taşgetiren<sup>4</sup>

## Özet

*Bu bildiride, bir restoran planında amaçlarımıza en uygun mekan konfigürasyonunu elde etmek için bir model tasarlanmıştır. Restoran planında, tasarım parametreleri olarak belirlediğimiz pencerelerin konumu, pencerelerin her bir duvar üzerinde bulunma yüzdeleri, pencerelerin boyutları, mutfakın konumu ve boyutları, servis noktasının mutfakın hangi bölümünden çıkması gerektiği kararlarına ulaşılmaya çalışılmıştır. Restoran tasarımı için yatırım maliyetini azaltmaya ve toplam karı artırmaya yönelik birbiriyle çatışan çift amaçlı problem üzerinde yoğunlaşmıştır. Öncelikle Grasshopper Parametrik Modelleme programında tasarım parametreleri ile amaç fonksiyonları arasındaki ilişki kurulmuştur. Daha sonra, problemin tasarım parametreleri, amaç fonksiyonları ve kısıtları, Grasshopper programına uyumlu bir bileşen olarak yerleştirilen NSGA II algoritmasına bağlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre NSGA II algoritması olası sonuçlar vermiştir.*

Anahtar Kelimeler: Tasarım optimizasyonu, evrimsel hesaplama, restoran tasarımı

## 1. Giriş

Mimari tasarım karmaşıklığı ile karakterize bir tasarım alanıdır. Binaların, bina komplekslerinin, şehir içi alanların yada iç mekanların tasarımlarına değinecek olursak, bu karmaşık problemleri destekleyecek birçok faktör bulunmaktadır. Bu problemlerin başında olası çözümlerin sayısının fazlalığı gelir. Mimari tasarımın sert ve yumuşak olarak adlandırdığımız yönlerini ortaya çıkaran birbiri ile çatışan amaçlar ve aynı zamanda arasında doğrusal ilişki olmayan karmaşık tasarım parametreleri (karar değişkenleri) ve tasarım kriterleri (amaç fonksiyonu) mimari tasarıma çözüm uzayı geniş bir yapı kazandırmaktadır. Bu nedenle mimari tasarım problemlerine yüksek oranda tatminkar çözümler bulabilen sayısal optimizasyon yöntemlerinin kullanılması gibi sistematik yaklaşımlara başvurmamız gerekmektedir.

Bu bildirideki temel problem bir restoranda nasıl bir düzenleme olacağına ilişkin kararları vermeye çalışmaktır. En uygun dış kabuk ölçülerini ve iç düzenleme ile ilgili pencerelerin konumu ve ebatları, mutfak ve servis çıkış noktasının yerleşeceği yeri ve şeklini bulmaya odaklanan iki amaçlı tasarım problemi formüle edilmiştir. Bu problemde, birbiri ile zıt düşen yatırım maliyeti miktarının enküçüklemesi ve elde edilen toplam kazancın enbüyüklemesi hedeflerine odaklanılmıştır. Yatırım maliyeti, restoranın inşası, diğer mobilya ve ekipmanlar için harcanan miktarın toplamıdır. Toplam kazanç ise müşterilerden elde edilebilecek aylık gelirden aylık çalışan ve enerji tüketimi masraflarının çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır. Fakat formüle edilen bu iki amacın dışında, tasarım oluşturulurken teknik olmayan, bir restoranın yerleşim planında müşteriye çekici gelen soyut faktörler de gözönünde bulundurulmuştur. Mesela; modelleme esnasında, müşteri memnuniyetini artırmak için servis hızına ve masaların konumuna dikkat edilmiştir. Müşterilerin pencerelere yakın olan masalara oturma eğilimleri daha fazladır ve müşteriler siparişlerinin çabuk gelmesini isterler. Bu problemin çözümünde NSGA-II algoritması kullanılmıştır ve elde edilen Pareto optimal tasarım sonuçlarının olası olduğu gözlenmiştir.

<sup>1</sup> e-posta adresi: i.chatzikonstantinou@yasar.edu.tr, Yaşar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

<sup>2</sup> e-posta adresi: cemre.ugurlu@yasar.edu.tr, Yaşar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

<sup>3</sup> e-posta adresi: sevil.sariyildiz@yasar.edu.tr, Yaşar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

<sup>4</sup> e-posta adresi: fatih.tasgetiren@yasar.edu.tr, Yaşar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Tasarım optimizasyonu üzerine daha önce yapılan çalışmalara bakılacak olursa, ofis tasarımında termal ve ışık performansını artırmak için en uygun pencere düzeni bulunmaya çalışılmıştır(Caldas, Norford,2002). Dış cephe tasarımı optimizasyonunda aydınlık ve parlama kriterleri dikkate alınmıştır (Gagne, Andersen, 2010). Mekansal düzen tasarımı optimizasyonu için en uygun oda düzeni ve aralarındaki bağlantıların nasıl oluşturulacağı bulunmaya çalışılmıştır(Michalek,2011). Bu problemlerin çözümünde, problemlerin karmaşık doğasından ötürü genetik algoritmalara başvurulmuştur. Görsel algı konusunda yapılan ayrıntılı çalışmada da yine evrimsel algoritmalarından faydalanılmıştır(Bitterman,2009).

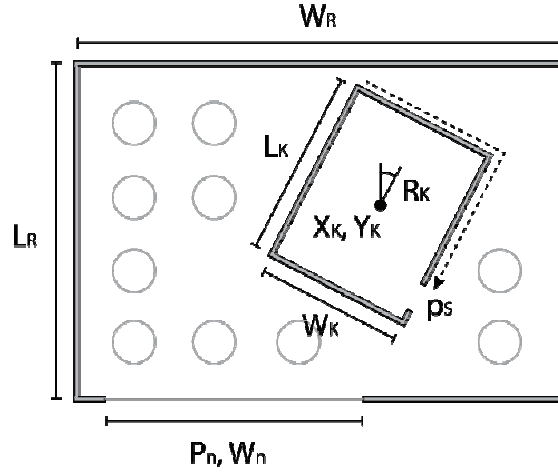
## 2. Problem Tanımı

Bu bildiri de, bir restoran tasarımı için yatırım maliyetinin azaltılmasına ve toplam karın artırılmasına ilişkin bir parametrik model oluşturulmuştur. Oluşturulan modeldeki tasarım parametreleri, amaç fonksiyonları ve kısıtlar birbirleri ile ilişkilidir.

### 2.1. Tasarım Parametreleri

Tasarım parametreleri aşağıda verilen notasyonlar ile gösterilmektedir.

- $x_k$  = Mutfağın  $x$  eksenindeki koordinatı
- $y_k$  = Mutfağın  $y$  eksenindeki koordinatı
- $x_s$  = Servis noktasının  $x$  eksenindeki koordinatı
- $y_s$  = Servis noktasının  $y$  eksenindeki koordinatı
- $x_{t_i}$  = Her bir masanın( $i$ )  $x$  eksenindeki koordinatları
- $y_{t_i}$  = Her bir masanın( $i$ )  $y$  eksenindeki koordinatları
- $WR$  = Restoran kabuk genişliği
- $LR$  = Restoran kabuk uzunluğu
- $WK$  = Mutfak kabuk genişliği
- $LK$  = Mutfak kabuk uzunluğu
- $RK$  = Mutfağın dönüş açısı
- $H$  = Restoran ve mutfağın yüksekliği
- $NT$  = Masa sayısı =  $NTA + NTN$
- $NTA$  = Pencereden uzak olan masaların sayısı
- $NTN$  = Pencereye yakın olan masaların sayısı
- $p_j$  = Pencerenin duvardaki yatay pozisyonu,  $j = 1, \dots, 4$
- $w_j$  = Pencere genişliği
- $Ps$  = Servis çıkış noktasının konumu



Şekil 1: Karar değişkenlerinin tasarım boyutları ile ilişkisi

Problemin tanımı için gerekli diğer notasyonlar aşağıda yer almaktadır.

- WHM = Haftalık alışma saati
- RV = Gelir
- TP = Toplam kar
- RC = alıştırma maliyeti
- SC = Personel maliyeti
- EC = Enerji maliyeti
- LC = Işıklandırma maliyeti
- cpk = Kwh başma maliyet
- ecl = Bir adet ampülün harcadığı enerji
- noph = Bir personelin bir saatte aldığı sipariş miktarı
- wdp = Bir personelin bir saatte yürüeyebileceği yolun metre cinsinden değer
- ucs = Aylık birim personel maaşı
- d<sub>i</sub> = Servis ıkış noktası ile her bir masanın (i) arasındaki uzaklık, i = 1, . . . , NT
- $\sum_{i=1}^{NT} d_i$  = Servis ıkış noktası ile masalar arasındaki toplam uzaklık
- HC = Toplam ısınma maliyeti
- HL = Toplam ısı kaybı oranı
- HT = Duvarlardan ve pencerelerden çıkan ısı kaybı oranı
- HV = Havalandırma kaynaklı ısı kaybı oranı
- INV = Yatırım maliyeti
- KC = Mutfak maliyeti
- DC = Yemek salonunun maliyeti
- BC = Bina maliyeti

## 2.2. Amaç Fonksiyonları ve Kısıtlar

Bu problemdeki amaç fonksiyonları, toplam karı artırmak ve yatırım maliyetini azaltmaktır.

$$\min\left(\frac{1}{TP}, INV\right) \quad (1)$$

Yatırım maliyeti mutfağın, yemek salonunun ve binanın toplam inşa maliyetlerini içermektedir.

$$INV = KC + DC + BC \quad (2)$$

Toplam kar, elde edilen gelirden hareketli çalışma maliyetinin çıkarılmasıyla bulunmaktadır. Toplam gelir ise, her bir müşterinin günlük ve aylık olarak varsayığımız restoranda kalış sürelerine bağlı olarak müşterilerden elde edilen karın hesaplanmasıyla bulunmaktadır.

### VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

$$TP = RV - RC \quad (3)$$

Restoranın çalışma maliyeti personel maliyeti ve enerji maliyetinin toplanmasıyla bulunmaktadır.

$$RC = SC + EC \quad (4)$$

Burada personel maliyetinin hesaplanmasında her bir personelin restoranın kapasitesine göre değişkenlik gösteren siparişleri en hızlı şekilde karşılayabilmeleri için bulunması gereken personel sayısı ile birim personel ücretinin çarpılmasıyla elde edilmektedir.

$$SC = \frac{(\sum_{i=1}^{NT} d_i) * (noph)}{(wdp)} * usc \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{NT} d_i = |x_s - x_{t_i}| + |y_s - y_{t_i}| \quad i = 1, \dots, NT \quad (6)$$

Enerji maliyeti hesabı, ısı ve ışık enerjisine harcanan maliyetlerin toplamı ile bulunmaktadır.

$$EC = LC + HC \quad (7)$$

Işık enerjisi maliyeti, pencerelerden uzakta yeterli doğal ışık alamayan masaların aydınlatılması için harcanan yapay ışık enerjisinin birim maliyet ile çarpılmasıyla bulunmaktadır. Isı maliyeti ise metrekare başına harcanan enerjiden, duvar ve pencere kaynaklı ısı kayıplarının çıkarılmasıyla bulunmaktadır.

$$LC = [NTA * (ecl) * WHM] * [cpk] \quad (8)$$

$$HC = HL * WHM * \frac{3600}{1000} * cpk \quad (9)$$

$$HL = HT + HV \quad (10)$$

Yatırım maliyetinin hesabı için mutfak maliyeti, yemek salonu maliyeti, diğer bina maliyetleri ile toplanarak bulunmuştur. Her bir alan birim maliyet ile çarpılarak hesaplanmıştır.

$$BC = GC + TC + WC \quad (11)$$

Modeldeki kısıtlara yönelecek olursak, ilk kısıt mutfağın boyutlarının kapasiteyi kolayca karşılayabilmesi için masa sayısına bağlı olarak değişkenlik göstermesi üzerinedir. İkinci kısıt ise mutfak olarak tanımladığımız kütlemin optimizasyon esnasında restoranın kabuğundan dışarı çıkmasını önlemektedir. Mutfağın dışarıya taşıdığı durumlar olanaksız sonuçlar olarak tanımlanmaktadır. Geriye kalan tüm kısıtlar parametrelerin limitleri ile ilişkilidir.

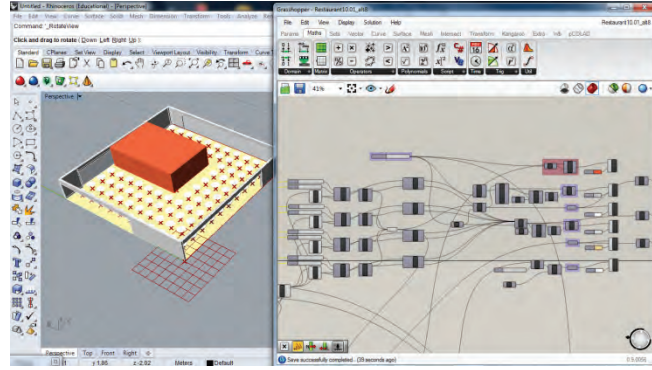
$$(WK * LK) - (NT * Area \text{ per table}) \geq 0 \quad (12)$$

$$(WR * LR) \cap (WK * LK) = (WK * LK) \quad (13)$$



### 3. Model

Mekan konfigürasyonunun üretilmesi ve değerlendirilmesi için parametrik model, Grasshopper programında oluşturulmuştur. Birbiri ile entegre çalışan Grasshopper ve Rhinoceros programlarının restoran tasarımı için oluşturulan modelinin ekran görüntüsü Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2: Restoran tasarımının Grasshopper modeli

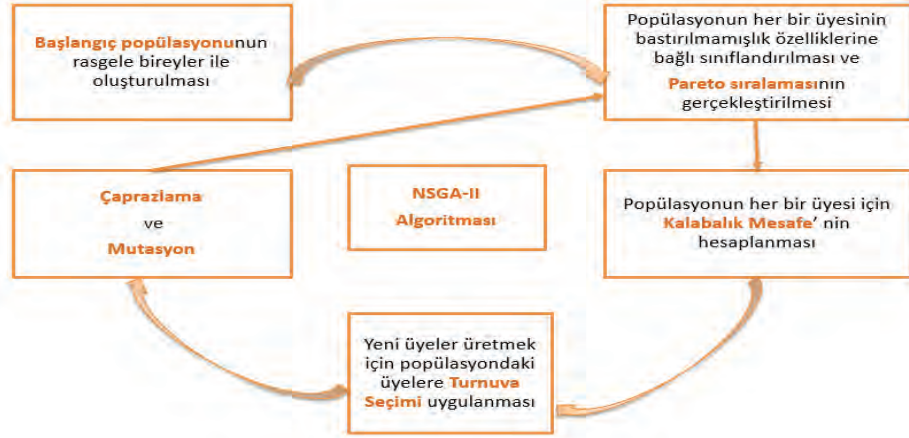
Restoran tasarımının ilk aşamasında basitleştirilmiş bir geometrik yapı üretilmiştir. Dikdörtgen zeminin boyutları karar değişkeni olarak belirlenmiştir ve bu alan belirli sıklıktaki ızgaralara bölünmüştür. Her bir ızgaranın kesiştiikleri noktalar masalar olarak tanımlanmıştır. Modelimizde masaların sıklığı, sayısı ve pencerelere olan yakınlıkları kontrol edilebilen faktörler arasındadır. Daha sonra, mutfak olarak belirlediğimiz kütle önceden oluşturulan restoran kabuğunun içerisine yerleştirilmiştir. Aynı zamanda mutfağın da boyutları birer karar değişkenidir. Servisin çıkış noktası mutfağın çevresi üzerinde gezinen bir nokta olarak belirlenmiştir ki yine bu noktanın konumu bir diğer karar değişkenidir. Son olarak, pencereler her bir duvarda farklı oranlarda bulunabilecek şekilde modellenmiştir. Pencerelerin konumu ve boyutları karar değişkenleri arasında yer almaktadır.

İkinci aşamada, üretilen geometriden çekilen sayısal veriler problemin amaçlarını ve kısıtlarını formüllendirmek için kullanılmıştır. Dikkate alınan faktörler aşağıda yer almaktadır:

- Bina elemanlarının toplam alanları (zemin, tavan, duvarlar, pencereler) inşa maliyetinin hesabında ve binadan dışarıya kaybedilen ısı miktarının hesaplanmasında kullanılmıştır.
- Mutfağın toplam alanı, ekipman maliyetinin hesaplanmasında ve restoranın kapasitesine uygun minimum gerekli alan kısıtında kullanılmıştır.
- Masa sayısı, kar hesabında ve pencereden uzak bulunanlar için yapay ışıklandırma maliyetinin hesaplanmasında aynı zamanda yatırımın içerisinde yer alan mobilya maliyetlerinde kullanılmaktadır.
- Servis çıkış noktasının her bir masaya olan uzaklığı, bir personelin çalıştığı süre zarfında kat ettiği ortalama yolun hesaplanmasında kullanılırken aynı zamanda servis hızını artırmaya yönelik minimum gereken personel sayısının da hesaplanmasında kullanılmaktadır.
- Pencereler ile her bir masanın arasındaki uzaklık her bir masanın doluluk oranının ölçülmesinde kullanılmıştır. Örneğin pencereye yakın olan masaların doluluk oranı daha fazladır. Hem müşteri tercihinden dolayı hem de gün ışığında en fazla yararlanarak harcanan enerjiyi azaltmak için kullanılmaktadır.

Modelin son aşamasında, bir restoran tasarım optimizasyonu için NSGAI algoritmasının Grasshopper programındaki bir uygulaması gösterilmiştir. NSGAI algoritması kısıtları işleyen, seçkinci ve çok amaçlı genetik algoritmadır. Bu algoritmanın çalışma prensibi Şekil 3’te yer almaktadır. Bu algoritma C# yazılım dilinde kodlanmıştır ve Grasshopper programına uyumlu bir eklenti haline getirilmiştir. Bu eklenti Grasshopper programında tasarlanan modelin parametrelerine, amaç fonksiyonlarına ve kısıtlarına bağlanarak çalıştırılmıştır.

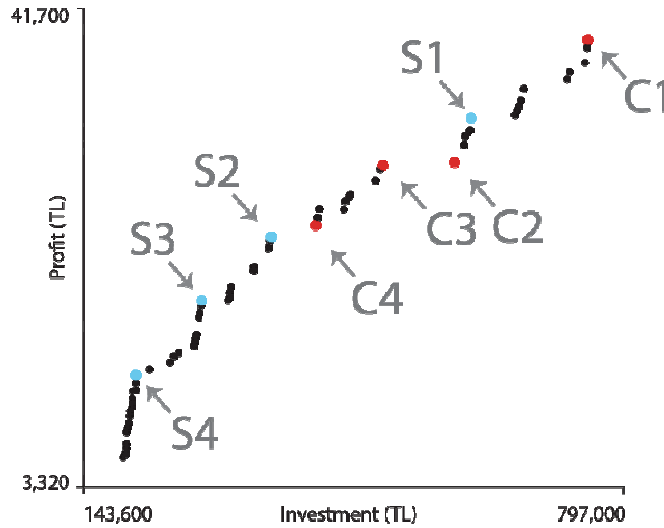
## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 3: NSGAIII algoritması

## 4. Sayısal Sonuçlar

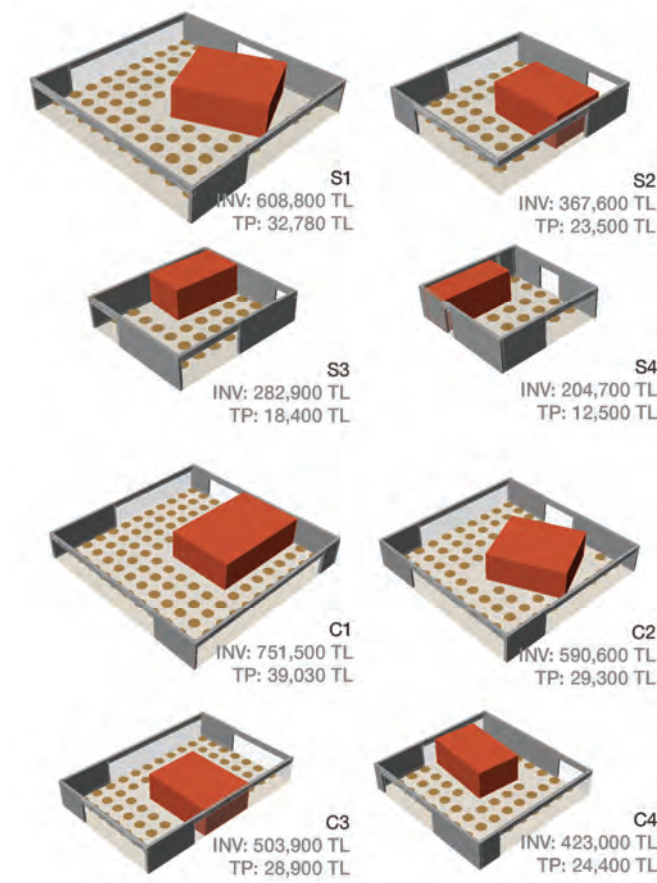
NSGAIII parametrik modele bağlandıktan sonra Intel Core-i5 işlemcisi olan ve 2gb RAM bulunan bir bilgisayarda test edilmiştir. Popülasyonun 70 jenerasyondan sonra yakınsadığı gözlenmiştir. Bu yakınsamayı doğrulamak için algoritma 10 kez çalıştırılmıştır. Her biri 250 popülasyona sahip 100 jenerasyondan sonra Şekil 4' te yer alan Pareto front elde edilmiştir.



Şekil 4: Pareto front

Sekiz adet temsili tasarım alternatifleri arasında seçilmiştir ve gözlenmiştir. Şekilde gösterilen 8 adet çözümden 4' ü kalabalık mesafesi en yüksek olan çözümlerdir. Seçilen diğer 4 adet çözüm ise görsel olarak hoşumuza giden çözümlerdir. Bu durum sonuçları değerlendirirken düşünce özgürlüğümüzden de faydalanabileceğimizi göstermektedir. Elde edilen sonuçların sayısal değerlerine bakacak olursak, en düşük maliyete sahip (204,700 TL) alternatif, 12,500 TL toplam kara sahiptir. Yüksek yatırım maliyetine (608,800 TL) sahip bir diğer alternatif ise 32,780 TL toplam kara sahiptir. Gözönünde bulundurulmuş bu tasarımlar doğrultusunda, geniş alanlı tasarımların mutfağı ve yardımcı alanlarını merkeze yerleştirirken, daha küçük alanlı tasarımların mutfağı yalnız bir köşeye yerleştirmeye çalışması gibi bazı mekansal özelliklere karşı eğilim gözlenmiştir. Küçük ölçekli tasarımlarda mutfağın köşeye yerleşmesi durumu doğal aydınlatma için pencerelerden tasarruf etme amacı ile

açıklanabilir iken, geniş alanlı tasarımlarda ise daha merkezi bir yerleşme düzenine karşı bir eğilim var olmasının sebebi, çalışanların yürüme mesafesini azaltmanın maliyeti azaltmak ve servis kalitesini artırmaya yönelik güçlü bir etkisi olması ile açıklanabilir. Hem geniş ölçekli hem de küçük ölçekli iki modelde de önceden belirlediğimiz birbiri ile çatışan her iki amaç fonksiyonuna uyulmaya çalışılırken aynı zamanda mimari tasarımın mutlak gereği olan soyut kavramlar da gözönünde bulundurulmuştur.



Şekil 5: Pareto front çözümleri

## 5. Sonuç

Bu bildiriye, bir restoran planında amaçlarımıza en uygun mekan konfigürasyonunu elde etmek için bir model tasarlanmıştır. Bu model yatırım maliyetinin azaltılması ve toplam karın artırılması amaçlarına odaklanmıştır. Bu amaçların yanı sıra oluşturulan parametric modelde servis hızı ve masaların tercih edilme değerlerine göre doluluk oranları dikkate alınmıştır. Bu sayede müşteri memnuniyetinin artırılması hedeflenmiştir. Bu çalışma, karmaşık problemlerin çözümünde kolaylık sağlayan çok amaçlı evrimsel algoritma olan NSGA II 'nin bir uygulaması niteliğindedir. Çıkan sonuçlara göre olası fonksiyon (pencere, duvar, mutfak) konumları ve boyutlarına ulaşılmıştır ve NSGAI algoritması kurguladığımız modele bağlı olarak tatminkar sonuçlar vermiştir. Gelecek çalışmalarımızda sonuçlar diğer algoritmaların çözümleri ile karşılaştırılacak ve amaç fonksiyonlarında düzeltmeler yapılacaktır.

## KAYNAKLAR

- BALDOCK, R., SHEA, K.. 2006. Structural Topology Optimization of Braced Steel Frameworks Using Genetic Programming, I.F.C. Smith (Ed.): EG-ICE 2006, LNAI 4200, pp.54-61, 2006.
- BİTTERMAN, M., 2009, Intelligent Design Objects (IDO), PhD Thesis, Delft: Delft University of Technology.
- CHATZİKONSTANTİNOU, I. 2011. Evolutionary Computation and Parametric Pattern Generation for Airport Terminal Design, Msc Thesis, Delft University of Technology.
- DEB, K., PRATAP, A., AGARWAL, S., MEYARİVAN, T. 2002. A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: Nsga-ii, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol.6, No.2, April 2002, pp. 182-197.
- GAGNE, J.M.L, ANDERSEN, M. 2010. A Multi-objective Façade Optimization for Daylighting Design Using a Genetic Algorithm, 4th National Conference of IBPSA-USA SimBuild 2010, New York, August 11-13, 2010.
- L.G. CALDAS, L.K. NORFORD, 2002. A design optimization tool based on a genetic algorithm, Automation in Construction 11 2002 173–184.
- MÍCHALEK, J.J., 2011, Interactive Layout Design Optimization, Msc Thesis, University of Michigan.
- STROBBE, T., PAUWELS P., VERSTRAETEN, R. & DE MEYER, R. 2011. METAHEURISTICS IN ARCHITECTURE, Sustainable Construction and Design 2011.
- WONG, S.S.Y., CHAN, K.C.C.. 2009. EvoArch: An Evolutionary Algorithm for Architectural Layout Design Computer-Aided Design 41 (2009) pp. 649–667.

## Pareto Genetik Algoritma ile Sürdürülebilir Mimari Tasarım için Bir Model Önerisi: SSPM

Yazgı Badem Aksoy<sup>1</sup>, Gülen Çağdaş<sup>2</sup>

### Özet

*Günümüz mimarlığında; sayısal teknolojiler ve hesaplamalı yaklaşımlar, tasarım sürecinde önemli bir rol almalarına rağmen; erken tasarım evresi bilgisayar desteğinin en az kullanıldığı evredir. Özellikle sürdürülebilir bina tasarımı geleneksel bina tasarımına göre daha karmaşık bir sürece sahiptir. Bunun nedeni birlikte alınması gereken fakat birbiriyle çelişen pek çok tasarım kararının erken tasarım evresinde alınması gerekliliğidir. Sürdürülebilir tasarımın erken evresinde tasarımcıya yardımcı bir karar destek sistemine ihtiyaç kaçınılmazdır. Bu nedenle bu çalışmada; pareto analizinin evrimsel algoritmalarla uyarlanmasıyla elde edilen pareto genetik algoritmayla geliştirilen, LEED ve BREEM yeşil bina sertifika sistemleri yanında yerel yapı yönetmeliklerini ve iklimsel verileri uygunluk fonksiyonu olarak kabul eden ve bu kriterlere göre toplu konut yerleşim alternatifleri üreten “Sürdürülebilir Arazi Planlama Modeli” (Sustainable Site Planning Model: SSPM) olarak adlandırılan evrimsel bir model önerilmiştir.*

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Mimari Tasarım, Çok Amaçlı Genetik Algoritma, LEED-BREEM

### 1. Giriş

Günümüz mimarlığında; sayısal teknolojilerle birlikte, son ürün kadar tasarım sürecinin de tasarlanması mimari tasarımın bir parçası olmuştur. Disiplinler arası çalışmaların sonucu olarak evrimsel bilgi işleme (evolutionary computation), mimari tasarım alanında 1980’li yılların başından itibaren yer almaya başlamıştır (Bentley,1999). Evrimsel algoritmalar formülize edilmişlerine göre; genetik algoritmalar (GA), genetik programlama (GP), evrimsel programlama (EP) ve evrimsel strateji (ES) gibi alt başlıklara ayrılmıştır. Genetik algoritmalar biyolojik süreci modelleyerek fonksiyonları optimize eden evrim algoritmalarıdır. Genetik algoritmalarda en iyi çözüm(ler), evrimsel süreçlere maruz bırakıldıktan sonra, olası çözüm(ler) kümesinden elde edilir. Eğer eniyilenecek tek bir amaç varsa, problem “tek amaçlı eniyileme problemi”; birden fazla amaç olması durumunda ise “çok amaçlı eniyileme problemi” olarak tanımlanır. (Sağ ve Cunkaş, 2009) Çok amaçlı eniyileme problemlerinde, amaçlar genellikle birbiriyle çelişirler. Bu nedenle problemin çözümü birden fazladır. Bu çözümlere pareto optimal çözümler (etkin çözümler) denir. Pareto analizi değişik sayıdaki önemli sebepleri, daha az önemde olan sebeplerden ayırmak için kullanılan bir tekniktir. Pareto optimal kavramı 1900’lü yılların başlarında, İtalyan bir iktisatçı ve sosyolog olan Vilfredo Pareto tarafından bulunmuş olan ekonomik yeni refah teorisinden gelmektedir. Pareto-optimal kavramının evrimsel algoritmalarla uyarlanmasıyla, pareto genetik algoritmalar geliştirilmiştir. (Deb, 2001)

Yıllardır tasarım endüstrisinde, bilgisayar tabanlı araçların tasarım sürecinin önemli bir parçasını oluşturmalarına rağmen; erken tasarım evresi bilgisayar desteğinin en az kullanıldığı evredir (Rivard, 2006). Oysa bu evre tasarım sürecinin ilerleyen evrelerine göre daha karmaşıktır; tasarımcı çok sayıda tasarım ilişkisini bu evrede değerlendirmek zorundadır. Özellikle sürdürülebilir bina tasarımı geleneksel bina tasarımına göre daha karmaşık bir sürece sahiptir. Bunun nedeni birlikte alınması

<sup>1</sup> yazbadem@hotmail.com, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bilişim Anabilim Dalı Mimari Tasarımda Bilişim Lisansüstü Programı

<sup>2</sup> cagdas@itu.edu.tr, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bilişim Anabilim Dalı Mimari Tasarımda Bilişim Lisansüstü Programı

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

gereken fakat birbiriyle çelişen pek çok tasarım kararının fayda zarar ilişkisi göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi gerekliliğidir ve bu kararlarının çoğu, zaten oldukça karmaşık ve bulanık olan erken tasarım evresinde alınmalıdır. Sayısal ortamda planlanmış ve tasarlanmış bir çevre, tasarımcının yaratıcılığını doğru yönde ilerletmesine olanak sağlayarak, oldukça fazla sayıda alternatifi değerlendirmede yardımcı olacaktır.

Günümüzde tasarımcıların, tasarımlarını çevresel verileri kullanarak çeşitli benzetimlerle test etmelerini sağlayan pek çok program geliştirilmiştir; bina enerji benzetim programları, bina kabuk analizi programları, maliyet hesabı programları, iç hava kalitesi analiz programları, hesaplamalı akışkanlar dinamiği programları ve son olarak geliştirilen enerji ve gaz emisyonlarını hesaplayan yaşam döngüsü analizleri örnek olarak verilebilir. Bu farklı yapıdaki araçları birlikte kullanmak oldukça zordur; çünkü bütünlük bir sistem içerisinde çalışmamaktadırlar ve birbirleriyle çelişen sonuçlar üretebilmektedirler. Ayrıca çoğu benzetim aracı, daha detaylandırılmış tasarım aşamalarında kullanılabilir; oysa sürdürülebilir bina tasarımında en önemli kararlar tasarımın ilk evresi olan kavramsal aşamada alınmaktadır ve değişiklikler ileri aşamalarda oldukça zor olmaktadır (Rivard,2006).

Sürdürülebilir mimarlığı teşvik etmek amacıyla tasarım kararlarını yönlendirmeyi hedefleyen, her tür proje ve binaya uygulanabilen yeşil bina sertifika sistemleri geliştirilmiştir. Belirlenen kriterler doğrultusunda puanlama esasına göre çalışan bu sistemler pek çok ülke tarafından yeşil bina tasarımında yol gösterici olarak kullanılmaktadırlar. Bu değerlendirme sistemleri arasında en gelişmiş kabul edilenleri 1990 yılından itibaren kullanılmakta olan İngiltere kökenli BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ile 1998 yılında kullanılmaya başlanan, Amerika Birleşik Devletleri kökenli LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)'dir. Bu sertifika sistemleri her ne kadar tüm dünyada kullanılmakta olsalar da, Amerika ve İngiltere'nin coğrafi, ekonomik ve kültürel şartları ile o ülkelere özgü şartnameler doğrultusunda hazırlandıkları için diğer ülkelerde kullanılmasında zorluklar yaşanmaktadır. Bu nedenle yeşil bina tasarım kriterleri olarak sadece sertifika sistemlerini ele almak yerine, tasarım arazisinin bulunduğu bölgenin yerel yapı yönetmeliklerini ve yerel iklimini de göz önünde bulundurarak bütünlük bir yeşil bina tasarımının gerçekleştirilmesi daha doğru olacaktır.

Bu çalışmada; pareto analizinin evrimsel algoritmalara uyarlanmasıyla elde edilen pareto genetik algoritmayla geliştirilen, LEED ve BREAM yeşil bina sertifika sistemleri yanında yerel yapı yönetmeliklerini ve iklimsel verileri uygunluk fonksiyonu olarak kabul eden ve bu kriterlere göre toplu konut yerleşim alternatifleri üreten "Sürdürülebilir Arazi Planlama Modeli" (Sustainable Site Planning Model-SSPM) olarak adlandırılan evrimsel bir model önerilmiştir.

## 2. Literatür Çalışması

### 2.1. Sürdürülebilir Tasarım İçin Geliştirilen Benzetim Modelleri

Bina benzetim programlarının mimari tasarım sürecindeki işleyişi, iklim tipi gibi eldeki verilerin sisteme girilerek benzetimin gerçekleştirilmesi ve sonrasında elde edilen sonuçların değerlendirilerek tasarıma yön vermesi şeklindedir ( Harputlugil, 2009). Sürdürülebilir tasarım sürecinde tasarımcıya yardımcı pek çok model geliştirilmiştir. GBTool [5] binanın kaynak tüketimi ve enerji performansına göre binaya puan vererek değerlendirme yapmaktadır. ATHENA [6] modelinde binanın yaşam döngüsünde çevresel etkileri en aza indirmek ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik edecek malzeme seçenekleri sunmak amaçlanmıştır, yapı malzemeleri ve montajlar ile sınırlıdır. Benzetim programlarının çalışabilmesi için ilk aşamada bina modelinin oluşturulması gerekmektedir; bu da tasarım verilerinin tam olarak tanımlanmış olmasını gerektirir bu nedenle erken tasarım evresinde kullanımlarında sıkıntılar yaşanmaktadır. Harputlugil ve Yahiaoui (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sürdürülebilir tasarım sürecinde benzetim modellerinin eksiklikleri üzerinde durulmuştur. Program girdileri geniş ve detaylıdır, erken tasarım evresinde analiz yapılırken bazı veriler

varsayılmak zorunda kalmaktadır. Benzetim sonuçlarının yorumlanması zordur, kullanıcı ara yüzü çoğunlukla karmaşıktır. Özellikle tasarımın ilk aşamalarında kullanılması önem taşıyan programların, katı veri yapısı ve gerekleri nedeniyle, kendisini grafiksel olarak ifade etme yolunda eğitim görmüş tasarımcılar hayal kırıklığına uğramaktadır (Harputlugil, 2010).

Günümüz tasarım sürecinden ilk olarak bina dış kabuğu mimarlar tarafından tasarlanmakta sonrasında ise iklimlendirme, aydınlatma hesaplamaları mühendisler tarafından yapılmaktadır. Sürdürülebilir bir bina tasarımında ise tasarım süreci bu şekilde ilerlememelidir. Sürdürülebilir bina kriterlerinin tasarımın eskiz aşamasından itibaren değerlendirilmesi gerekmektedir, çünkü en önemli sürdürülebilirlik kararları araziye yerleşimden itibaren alınmaktadır. Bu nedenle mimari tasarımın eskiz aşamasında değerlendirilmesi ve binanın bu doğrultuda biçim alması gereklidir. Bu bağlamda sürdürülebilir bina tasarım modeli olarak gerçekleştirilen benzetim modelleri bu amacı tam olarak karşılayamamaktadırlar.

## 2.2. Sürdürülebilir Tasarım için Geliştirilen Evrimsel Modeller

Evrimsel Algoritmalar (EA), doğadaki evrimsel süreçleri model olarak kullanan bilgisayara dayalı problem çözme teknikleridir. Geleneksel programlama teknikleriyle çözülmesi güç olan karmaşık problemler özellikle sınıflandırma ve çok boyutlu eniyileme problemleri, evrimsel algoritmalar yardımıyla daha kolay ve hızlı olarak çözülebilmektedir (Mitchell,1996).

Sürdürülebilir tasarım için gerçekleştirilen benzetim modellerinin yanında erken tasarım evresinde kullanılmak üzere yeşil bina eniyilemesini hedefleyen evrimsel modeller de geliştirilmiştir. Bu çalışmada incelenecek modellerden biri olan yeşil bina eniyileme modeli, bina yönlenebilirliği ve binanın dış cephe malzemeleri esas alınarak sürdürülebilir tasarım kriterlerinin bir kısmını karşılamaktadır. Wang, Rivard ve Zimeureanu (2006) tarafından geliştirilen bu modelde bina biçimlerinin genetik algoritma kullanılarak eniyilenmesi amaçlanmıştır. İncelenen ikinci çalışma ise, daha büyük ölçekte sürdürülebilir arazi kullanımını hedefleyen ve bunu mekânsal eniyileme yöntemini kullanarak gerçekleştiren Zielinska, Church ve Jankowski (2008) tarafından geliştirilen SMOLA'dır (Mekânsal Eniyileme Yöntemi ile Sürdürülebilir Arazi Kullanım Modeli). Geliştirilen bu iki model sürdürülebilir tasarıma farklı ölçeklerden bakmaları nedeniyle örnek olarak seçilmiştir. "Yeşil Bina Tasarımı İçin Plan Eniyileme Modeli", sürdürülebilir tasarım bağlamında iklime uygun bina biçimi ve yönelimi yanında en uygun pencere tipi ve duvar malzemesini minimum enerji tüketimi, doğal ışıktan maksimum faydalanma ve minimum maliyet başlıklarını göz önünde bulundurarak seçim yapılmasını sağlamaktadır. Bina biçimi yanında malzeme ve maliyeti göz önünde bulundurması açısından işlevsel bir model olarak tanımlanabilir, fakat erken tasarım evresinde birden fazla binadan oluşan kompleks sistemlerin araziye yerleşiminde yetersiz kalmaktadır. Binalarda enerji korunumuna odaklanarak, binaların birbiriyle ilişkileri, arazideki yeşil alanlar ve yaya yolları gibi elemanları da kapsayan bir arazi yerleşimi göz ardı edilmiştir. SMOLA, şehir ölçeğinde sürdürülebilirlik amaçları doğrultusunda arazi kullanım desenleri üretmektedir. Bina kullanım fonksiyonları homojen hücre tipinde renklerle gösterilmiştir, çelişen iki kriter olan maksimum açık alan ve maksimum kalkınma, komşu yerleşimlere uygunluk ve var olan yerleşim alanlarına yakınlık şartlarını göz önünde bulunduran çok amaçlı mekânsal eniyilemeyi hedeflemektedir. Çok amaçlı eniyileme metodunu kullanarak sürdürülebilir arazi yerleşim önerileri üreten model kent ölçeğinde çalışmakta, bina ölçeğinde arazi yerleşimini göz ardı etmektedir.

### 3. Sürdürülebilirlik Bağlamında Arazi Yerleşim Planı Üreten Evrimsel Model: SSPM

İki farklı disiplin olan evrimsel algoritmalar ve sürdürülebilir tasarımın ara kesitinde yer alan “Sürdürülebilir Arazi Planlama Modeli (Sustainable Site Planning Model-SSPM)”, LEED ve BREEM yeşil bina sertifika sistemlerinin arazi yerleşim kriterleri yanında, yerel yapı yönetmeliklerini ve iklimsel verileri uygunluk fonksiyonu olarak kabul eden ve bu kriterlere göre seçilen arazi üzerine toplu konut yerleşim planı alternatifleri üreten evrimsel bir modeldir.

Pareto genetik algoritma tabanlı olarak kurgulanacak modelde genetik algoritma, kullanıcı tarafından sisteme girilen verilere göre, hücrel olarak üretilmiş arazi üzerine, sürdürülebilir mimari tasarım kriterlerini uygunluk fonksiyonları olarak kabul ederek toplu konutlar için arazi yerleşim alternatifleri üretmektedir.

#### 3.1. Arazinin Tanım Tekniği

Modelin ilk adımı seçilen arazinin sayısal olarak tanımlanmasıdır, tanımlama için Excel'de oluşturulmuş matrisle tanım tekniğinden yararlanılmıştır. Arazinin tanımlanmasında Excel programı, veri girişinin pratik ve kolay tanımlanabilir olması ve matrisle tanım tekniğine olanak sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir. Matrisin satırlarını ve sütunlarını oluşturan her bir elemanı (hücre), arazinin alanı 1 m<sup>2</sup> olan bir birimini temsil etmektedir. Arazi köşe noktalarının ve arazi üzerindeki mevcut elemanların x,y koordinatlarına göre matris oluşturulmaktadır.

Her bir Excel hücre koordinat sisteminde bir nokta olarak kabul edilmektedir. Excel'de R1C1 başvuru stili kullanılarak x ve y eksenlerinin sayılarla temsil edilmesi, arazi köşe noktalarının ve arazideki mevcut elemanların koordinatlara göre işlenmesini kolaylaştırmaktadır. Arazinin köşe koordinatlarına göre, maksimum x ve maksimum y değerlerini iki kenar uzunluğu olarak alan dikdörtgen alan, matrisin sınırlarını oluşturmaktadır. Bu sınırlar içerisinde kalan birim kareler fonksiyonlarına göre numaralandırılarak arazi sayısal olarak tanımlanmaktadır. Her hücre fonksiyonlarına göre renklerle gösterilerek, görsel okunabilirlik sağlanmıştır.

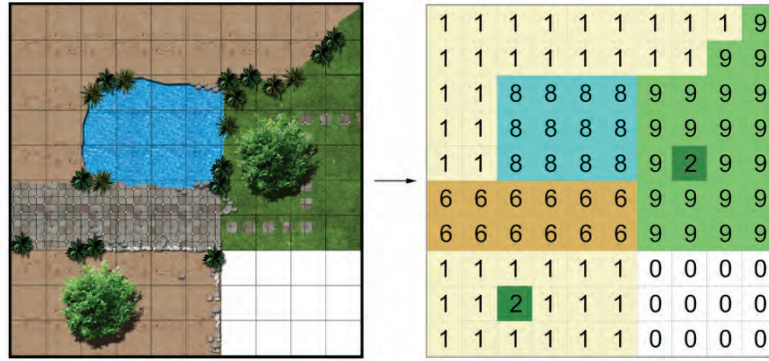
0: Arazi sınırı dışındaki fonksiyonu olmayan boş alan: Hiç bir fonksiyonu yoktur; beyaz renk ile temsil edilir. Arazi köşe koordinatları dışarısında kalan ve excel çalışma alanını sınır olarak kabul eden birim kareler "0" ile gösterilmektedir, bu şekilde girinti çıkıntılı sınırları olan her türlü arazi tipi kolaylıkla modele tanıtılmaktadır.

- 1: Arazi sınırları içerisindeki fonksiyonu olmayan boş alan: Farklı fonksiyonlara ( konut, yeşil alan, yaya yolu, taşıt yolu, otopark, v.b.) dönüşebilir; bej renk ile temsil edilir.
- 2: Arazideki korunacak mevcut ağaçlar: Yerleri sabittir, değişmez. Koyu yeşil ile temsil edilir.
- 3: Doluluk (bina) hücresi: Kırmızı ile temsil edilir. Korunacak bina yoksa excelde oluşturulan arazide yer almazlar; model tarafından eldeki uygunluk fonksiyonlarına göre üretilirler.
- 4: Taşıt yolu hücresi: Gri ile temsil edilir. Korunacak yol yoksa excelde oluşturulan arazide yer almazlar; model tarafından eldeki uygunluk fonksiyonlarına göre üretilirler.
- 5: Otopark hücresi: Koyu gri ile temsil edilir. Korunacak otopark yoksa excelde oluşturulan arazide yer almazlar; model tarafından eldeki uygunluk fonksiyonlarına göre üretilirler.
- 6: Yaya yolu hücresi: kahverengi ile temsil edilir. Korunacak yaya yolu yoksa excelde oluşturulan arazide yer almazlar, model tarafından eldeki uygunluk fonksiyonlarına göre üretilirler.
- 7: Mevcut anayol hücresi: Arazi sınırları dışarısındadır ve siyah ile temsil edilir.
- 8: Korunacak su hücresi: Yeri sabittir, değişmez. Mavi renk ile temsil edilir.
- 9: Korunacak yeşil alan hücresi: Yeri sabittir, değişmez. Açık yeşil ile temsil edilir.
- 10: Daha önceden kullanılmış kirlilik olan alan hücresi: Sarı ile temsil edilir; bu hücrelere konut yerleşimi önceliklidir.
- 11: Mevcut toplu taşıma noktası hücresi: T harfi ile temsil edilir.



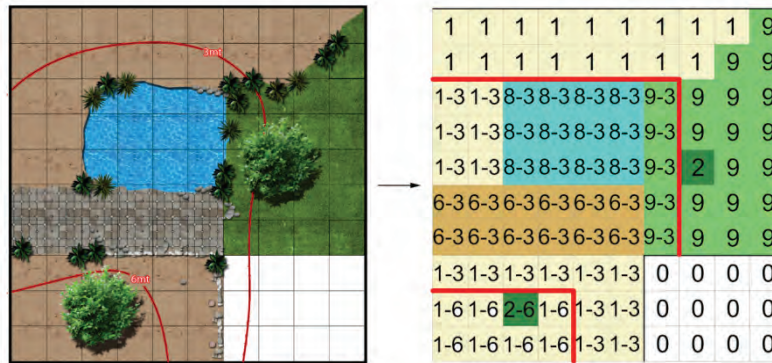
12: Mevcut gürültü kaynağı hücresi: G harfi ile temsil edilir.

13: Kot farkından dolayı toprak altında kalan birimler: Şeffaf gri ile temsil edilir.



Şekil 1: Excel'de tanımlanmış örnek arazi parçası matrisi

Arazinin topografik yapısını ve doğal oluşumları göz ardı etmeden, çözümün gerçekçi sonuçlar verebilmesi için, arazi verilerinin de gerçeğe yakın modellenmesi gerekmektedir, bunu sağlamak için sayısal araziye eldeki eğim değerlerine göre 3 boyutlu karakter kazandırılmalıdır. Yükselti farklarının çözümünde, araziden gelen eğim değerleri kullanıcı isteğine göre farklı kotlardaki parçalara bölünerek modele tanıtılacaktır. Bu sayede yüksek kot farkına sahip kademeli arazilerde teraslama yapılarak, çevreye duyarlı arazi yerleşim çözümlerine gidilebilecektir. Arazinin en düşük kotu sıfır olarak kabul edilerek istenen kotlarda teraslama yapılabilecektir. Farklı kotlardaki bu arazi parçalarının sayısal olarak tanımlanmasında, hücre numarası yanında, sıfır kabul edilen kota göre yükseklik farkı sayısal olarak yazılacaktır.



Şekil 2: Excel'de tanımlanmış 0m-3m-6m kot farklı örnek arazi parçası matrisi

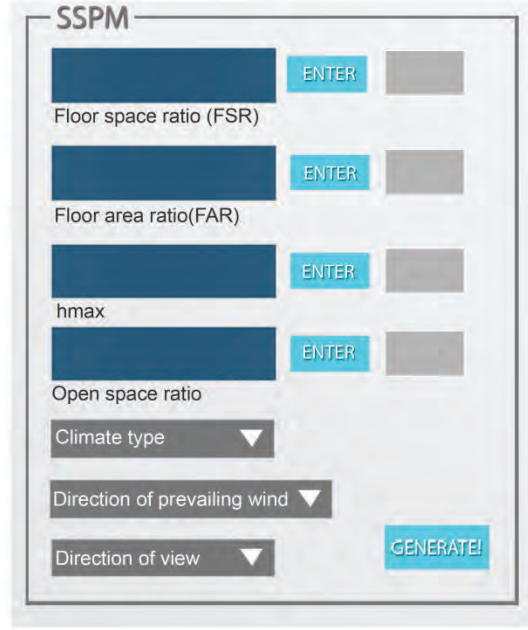
Örneğin Şekil 2'de, 1 ile numaralandırılan boş alan hücreleri, sıfır kabul edilen kottan 5 metre yükseklikte ise hücre numarası 1-5, 10 metre yükseklikte ise 1-10 olarak numaralandırılmıştır. Bu şekilde her hücrenin kotu için görsel okunabilirlik sağlanmıştır.

### 3.2. Kullanıcı Arayüzü

Arazinin verilen sayılara göre Excel'e işlenmesinden sonra model bu veriyi okuyarak sayısal araziye görsel olarak üretmektedir. Excel'den arazi verisini okuyan modelin yazılımında, Windows ortamında çalışabilmesi, nesneye dayalı olması ve çok gelişmiş bir grafik ortamı olması nedenleri ile Processing 2.1 programlama dili kullanılmıştır. Processing, 2001 yılından bu yana çevrimiçi görsel sanatlar odaklı geliştirilen Java üzerine kurulmuş bir programlama dili ve ortamıdır [7]. SSPM modelinin kullanıcı arayüzü de Processing ile hazırlanmıştır. Arayüzde kullanıcının belirleyeceği değerler:

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

- İklim türü (ılıman, soğuk, sıcak);
- Hâkim rüzgâr yönü;
- İmar yönetmeliği minimum açık alan yüzdesi;
- Açık alan yüzdesi
- Arazi için verilen maksimum inşaat alanı (KAKS), toplam bina oturma alanı (TAKS) ve maksimum kat yükseklik (hmax) değerleridir.



SSPM

Floor space ratio (FSR) ENTER

Floor area ratio (FAR) ENTER

hmax ENTER

Open space ratio ENTER

Climate type

Direction of prevailing wind

Direction of view GENERATE!

Şekil 3: Kullanıcı arayüzü

Excel tablosu olarak tanımlanan araziye ait her bir hücre, genetik algoritmanın genlerini oluşturmaktadır. Her bir birey (çözümlerden biri) bu ızgara üzerindeki hücelere yerleştirilerek farklı popülasyonlar üretilecektir. Arazinin matrisle tanımlanması ve kullanıcı arayüzünden gerekli veri girişinin yapılmasından sonraki aşama, pareto genetik algoritmanın devreye girdiği aşamadır.

### 3.3. Modelin Uygunluk Fonksiyonları Bağlamında Değerlendirme Sistemi

Genetik algıtmada her hücre bir gen olarak kabul edilmektedir. Başlangıçta rastgele birçok birey yaratılarak bu bireyler popülasyon kümesi içerisine toplanmaktadır. Başlangıç popülasyonunu oluşturduktan sonra bu bireyleri doğal seleksiyona sokarak eleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu operasyonda öncelikle tüm bireylere uygunluk fonksiyonu uygulanmaktadır. Uygunluk fonksiyonu kalıtsal algoritma tasarımlarının en önemli kısmıdır. Uygunluk fonksiyonlarını oluşturan iki ana başlık komşuluk ilişkileri ve sürdürülebilir arazi yerleşim kriterleridir. Bu uygunluk fonksiyonlarına göre model, kullanıcı tarafından girilen arazi verilerine göre yerleşim alternatifleri üretmeye başlamaktadır.

Modelin değerlendirme sistemi, pareto genetik algoritmanın uygunluk fonksiyonlarıdır. Uygunluk fonksiyonları iki ana başlık olarak sınıflandırılabilir. Bunlar hücrelerin birbirleriyle olan komşuluk ilişkileri ve tez kapsamında sürdürülebilir arazi yerleşim kriterleri olarak kabul edilen yerel yapı yönetmelikleri, fiziksel çevre kontrolü kriterleri ve bina puanlama sistemlerinden olan LEED ve BREEAM arazi yerleşim kriterlerinden meydana gelmektedir.

Başarılı bir yeşil bina tasarımı, tüm bu sürdürülebilir bina kriterlerinin kavramsal tasarım aşamasında ele alınarak, bu kriterlerle en iyi örtüşen alternatif tasarım üzerinden devam edilmesiyle gerçekleştirilebilir. Tüm bu kriterleri arazi kullanımı, bina yerleşimi ve yönlenmesi, bina formu ve ulaşılabilirlik başlıkları altında uygunluk kriterlerini sınıflandırabiliriz.

### **Kavram 1: Arazi Kullanımı**

Yerleşme yeri ve dokusunun belirlendiği bu aşamada binanın çevresiyle ilişkisi ele alınmaktadır. Bu aşamanın en başında üzerine durulması gereken konu, yapılacak olan düzenlemelerin hiçbir şekilde arazinin var olan ekolojik değerine zarar vermemesini sağlamak olacaktır. Arazinin ekolojik değerini korumak için vaziyet planı oluşturulurken uygunluk fonksiyonları:

Kural 1.1. Arazide bulunan bitki ve hayvan türleri, su kaynakları korunmalıdır. [1]

Kural 1.2. Mevcut doğal su kaynağına 30 mt, sulak alana ise 15 mt olan yapılaşma sınırı vardır.[1]

Kural 1.3. Korunacak ağaçlar için en az 25 m<sup>2</sup> alan ayrılmalıdır. Bu da mevcut ağaç hücresi çevresindeki

komşu 2 sıra hücrenin yeşil alan olarak kabul edilmesiyle sağlanacaktır.

Kural 1.4: Arazi yönetmeliğinde verilen değer %25'inden fazlası açık alan olmalıdır. [1]

Kural 1.5: Arazi yönetmeliğinde açık alan belirtilmemişse arazinin %20 si açık alan olmalıdır.[1]

Kural 1.6: Yönetmelik oranı olmayan yerde bina oturma alanı kadar yeşil alan bırakılmalıdır. [1]

Kural 1.7. İstenilen açık alan yüzdesini elde etmek mümkün olamıyorsa, bina çatıları yeşil çatı olarak düşünülebilir ve açık alan olarak kabul edilebilir. [1]

Kural 1.8. Sert zemin açık alan sayılmadığı için geçirimsiz yüzeyler (sert zeminler-asfalt-beton-tas ) minimum olmalıdır.[1]

Kural 1.9. Arazide daha önceden yerleşim yapılmış ise kirletilmiş alanların yeniden kullanımı sağlanmalı, bina metrekaresi eniyilemesi buna göre şekillenmelidir. [2]

Kural 1.10. Önceden bina olan bir alanda ilk binanın oturma alanı dışında kalan arazinin %50'sini korumak ya da tüm arazinin %20' sini korumak gereklidir. [2]

Kural 1.11. Otoparklar ve araba ulaşım kavşakları korunması gerekli alanlardan uzakta olmalıdır.[1] Yeraltı otoparkı kullanımı önceliklidir.

Kural 1.12. Çevrede sese hassas yerleşimler varsa bunlara minimum 800 m çaplı mesafede yerleşim yapılmalıdır. [1]

### **Kavram 2: Bina Yerleşimi ve Yönelimi**

Model kapsamında sosyal konutların ayrıık nizam olarak kabul edilmesi düşünülmüştür. Hiçbir cephesinden komşu parselle bitişik olmadan inşa edilen yapı tarzına "Ayrıık Nizam" denmektedir [4]. Bu çalışmada ortalama kat yüksekliği 3.00 metre olarak kabul edilmiş ve yüksekliği 60.50 metreden az olan binalar için gereken yönetmelik kararları esas alınmıştır.

Kural 2.1. Ayrıık inşaat nizamına tabi yerlerde; 5 kata kadar yapı yaklaşma mesafesi yollardan en az (5.00) m., komşu parsellerden en az (4.00) m. olup 5 kattan sonra her ilave kat için yan komşu bahçe mesafelerine (0.50) m. eklenir.[4]

$$\text{Yanbahçeme safesi} = 4 + [(h \div 3) - 5] \times 0.5 \quad (1)$$

Kural 2.2. 5 kata kadar (5 kat dâhil) olan binalarda arka bahçe mesafeleri en az 5,00 m'dir. 5 kattan sonra fazla her kat için bu bahçe mesafeleri 1,00 m artırılır. [4]

$$\text{Arkabahçem esafesi} = 5 + [(h \div 3) - 5] \times 1 \quad (2)$$

Kural 2.3. Manzaraya yönelim önceliklidir.

Kural 2.4. Seçilen iklime göre sıcak kuru iklim yerleşmeleri için soğuk hava akımlarının etkisinde olan vadi tabanları, sıcak nemli iklimler için vadi sırtları, ılıman iklimler için yamaçlar uygundur.(TS825)[3]

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Kural 2.5. Soğuk iklim bölgelerinde rüzgârdan korunmak için önlemler alınırken, sıcak ve nemli iklim bölgelerinde rüzgârın serinletici etkisinden mümkün olduğunca fayda sağlamak amaçlanmalıdır. Soğuk iklim tipi için kompakt formlar tercih edilmeli rüzgâr yönüne dar cephesi bakmalıdır. Sıcak iklimlerde rüzgârın dik ve hava giriş-çıkış açıklıklarının geniş olduğu durumlarda doğal havalandırmadan en yüksek oranda yararlanılabilmektedir. ( TS825)[3]

### Kavram 3: Bina Formu

Kural 3.1. Bina yüksekliği arazi için verilen maksimum bina yüksekliği değerini geçemez. [4]

Kural 3.2. İmar planı veya bu yönetmelikte belirlenen ön bahçe ve bahçe mesafelerinin belirlendiği yaklaşma sınırları içerisinde kalmak şartı ile ayrıık nizamda yapı derinliği 30.00 m.'den fazla, taban alanı (TA) 600 m<sup>2</sup>'den büyük olamaz. [4]

Kural 3.3. Ayrıık nizamda tabi yapılarda bina cephesi minimumu 6.00 m, en fazla 30.00 m' dir. [4]

Kural 3.4. İki önemli kriter KAKS ve TAKS olarak gösterilebilir. Belediye tarafından belirlenen kadastral parsel içerisinde KAKS ve TAKS kriterlerine uygun bir yerleşim, planlama şartlarına uyan sürdürülebilir arazi tasarımı için önemli bir şarttır. Taban alanı kat sayısı (TAKS); taban alanının imar parseli alanına oranıdır. İmar planlarında aksine bir açıklama bulunmadığı takdirde ayrıık nizamda tabi arsalar ile imar planında yapı nizamı belirtilmeyen durumlarda binaların taban alanı, iç bahçe alanı dahil %40'ı geçemez.

$$TAKS = \text{Toplam konut oturum hüre sayısı} / \text{Arazideki toplam hücre sayısı}$$

$$TAKS \leq 40\%$$

$$KAKS > \text{Toplam konut oturum hüre sayısı} \times h / \text{Arazideki toplam hücre sayısı}$$

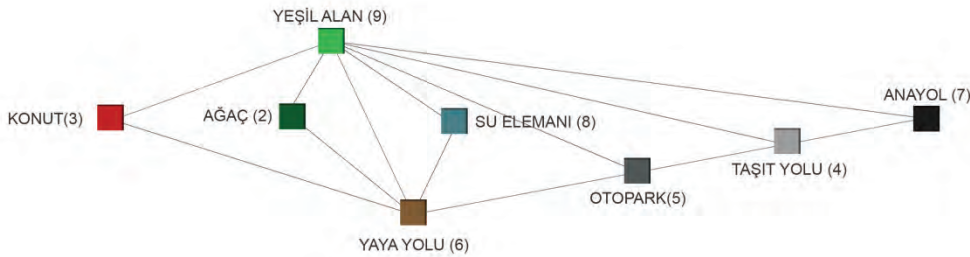
Kural 3.5. Bina dış yüzeylerini büyütme ısı kaybını da o oranda arttıracaktır. İstenmeyen ısı kazanımı ve/veya kaybını önlemek için, binanın dış yüzey alanının hacme oranı mümkün olduğu kadar düşük olmalıdır. Sıcak iklimlerde yüzeylerde oluşabilecek ısı kayıplarını arttırmak amacıyla parçalı ve dış cephe alanı fazla bina formları kullanılmalıdır. Soğuk iklimlerde ise bina dış cephelerinde oluşabilecek ısı kayıplarını önlemek açısından dış cephe alanı azaltılmalıdır. ( TS825)[3]

### Kavram 4: Ulaşılabilirlik

Kural 4.1. Toplu ulaşım noktalarına bina girişinden uzaklık minimum olmalıdır. [2]

Kural 4.2. Her konut için maksimum 1 park yeri sağlanmalıdır, 1 otomobil için park yeri 20 m<sup>2</sup>'dir. [2]

Kural 4.3. Fonksiyonlar arası ulaşımın sağlanması için Şekil 5'te gösterilen komşuluk ilişkilerine uyulmalıdır.



Şekil 4: Modelin komşuluk ilişkileri

Kural 4.4. Yaya yolları genişliği 2 metre olarak alınacaktır.

### 3.4. Modelin Algoritması ve Akış Şeması

Modelin çalışma prensibi arazinin mevcut durumunu hücresel olarak tanımlamak ve kullanıcı tarafından sisteme tanımlanan kriterlere diğer bir deyişle uygunluk kriterlerine göre üretilen toplu konut

yerleşim alternatifleri genetik algoritma yardımı ile elemektedir ve isteklere uygun eniyilenmiş çözümü bulmaktır. Modelin ilk adımını oluşturan hücresele tanımlama aşamasında arazi, köşe noktalarının ve üzerindeki mevcut elemanların x,y koordinatlarıyla Excel'de tablo haline getirilerek modele tanıtılmaktadır. Arazinin modele tanıtılması gerçekleştirildikten sonra, yerel olarak farklılık gösteren arazi iklimi, rüzgar ve manzara yönüne ek olarak yerel yapı yönetmeliklerinden gelen toplam inşaat alanı, toplam oturma alanı ve maksimum bina yükseklik değerleri girilerek tüm uygunluk fonksiyonlarına göre yerleşim alternatiflerinden oluşan popülasyon elde edilecektir. Bu popülasyon içerisinde pareto optimal yerleşimler içerisinde çaprazlama yapılarak yeni bir nesil üretilecektir. Birbiriyle çakışan uygunluk fonksiyonları bulunduğu için model altyapısının pareto genetik algoritmaya göre oluşturulması kullanıcı tarafından girilen öncelikleri de göz önünde bulundurarak her açıdan en iyi çözümü sunulmasını sağlayacaktır. Uygunluk fonksiyonlarına göre puanlanan çözümler arasından en iyi puana sahip çözümler bir sonraki nesile aktarılır. Her açıdan uygunluk kriterlerine sahip bu yeni nesil içerisinden tekrar pareto optimal alternatifler seçilerek eniyilenmiş arazi yerleşim biçimleri kullanıcıya sunulacaktır. Kullanıcının üretilen alternatiflerden seçim yapmadığı durumda döngüde başa dönüş sağlanarak girilen verilerde değişikliğe olanak verilecektir.

Genetik algoritma aşağıdaki şekilde ilerleyecektir:

Popülasyon büyüklüğü “Npop” olarak gösterilmiştir ve “Nelite” elitizm ile elde edilen sonuçların sayısıdır.

Adım 0) Arazinin tanımlanması:

- a) Sınırlarının köşe koordinat noktaları ve ortalama eğim değerleriyle tanımlanması,
- b) İklim tipi, manzara, rüzgar yönü seçilmesi,
- c) TAKS-KAKS ve maksimum yükseklik değerlerinin girilmesi.

Adım 1) Tanımlanan arazinin d boyutlu (d = 1mt) ızgara sisteme dönüştürülmesi

Adım 2) Başlangıç: Rastgele ilk popülasyonun üretilmesi;

Adım 3) Değerlendirme: Popülasyondaki her çözüm kümesi için n tane amaç değer hesaplanarak değerlendirilmesi ve baskın olmayan geçici çözümlerin güncellenmesi;

Adım 4) Seçim: Ebeveyn çiftlerine( Npop - Nelite ) çözümlerini elde etmek için aşağıdaki adımları tekrarla;

- a) Uygunluk fonksiyonlarına göre popülasyona puan ver;
- b) Maksimum uygunluk fonksiyonu puanı elde eden çözümleri göster ve kullanıcı bir ebeveyn çifti seçsin;

Adım 5) Döngü testi: Eğer kullanıcı bir seçim yapamazsa ve girilen verilerde değişiklik isterse Adım 0' a dön, eğer seçim yapılırsa Adım 6' ya geç;

Adım 6) Çaprazlama ve Mutasyon: Seçilen ( Npop –Nelite) ebeveyn çiftine çaprazlama operatörünü uygulayarak yeni nesil seçilen bu ebeveynlerden üret. Yeni bireylere mutasyon operatörünü uygula;

Adım 7) Elitizm Stratejisi: Rastgele Nelite çözümü baskın olmayan çözümler içerisinden seç;

Adım 8) Pareto optimal çözümü göster;

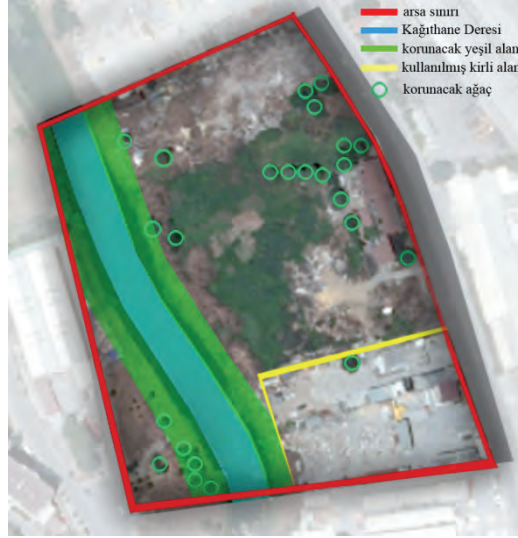
Adım 9) Döngü Testi: Kullanıcı çözümden memnun değilse ve girilen verilerde değişiklik yapmak isterse Adım 0' a dön, eğer istenilen sonuca ulaşılmışsa algoritmayı sonlandır.

### 3.5. Modelin Test Edilmesi

Modelin bu aşamada sınanması için İstanbul'un Kağıthane ilçesi seçilmiştir. Kağıthane'nin kentsel dönüşüm kapsamında yeniden projelendirilmesi gereken geniş arazilere sahip olması, bu bölgeden bir arazinin modelin sınanması için tercih edilmesini sağlamıştır. Sınırları içerisinde bulunan Kağıthane Deresi ve çevresi korunarak sürdürülebilir arazi planlama modeli için iyi bir test alanı olmuştur.

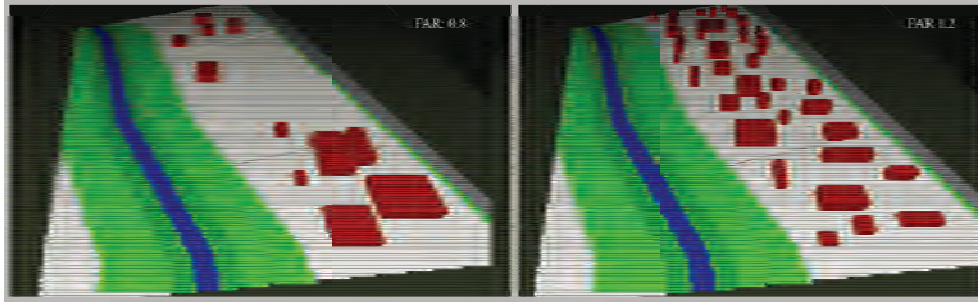
Şekil 5'te seçilen arazi, üzerindeki mevcut elemanlarla birlikte gösterilmiştir. Arazinin odak noktasının Kağıthane Deresi olması nedeni ile proje bu doğrultuda şekillenmelidir. Mevcut korunacak ağaçlar ve önceden kullanılmış kirlilik olan bölge de şematik olarak arazi üzerine işlenmiştir. Model arazi sınırları içerisinde kalan bölgede su kütlesine 30 metreden yakın olmamak şartıyla, mevcut ağaçları koruyarak ve kirlilik olan bölgeye öncelik vererek bina kütlelerini üretmeye başlayacaktır.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 5: Modelin test edildiği Kağıthane arazisi

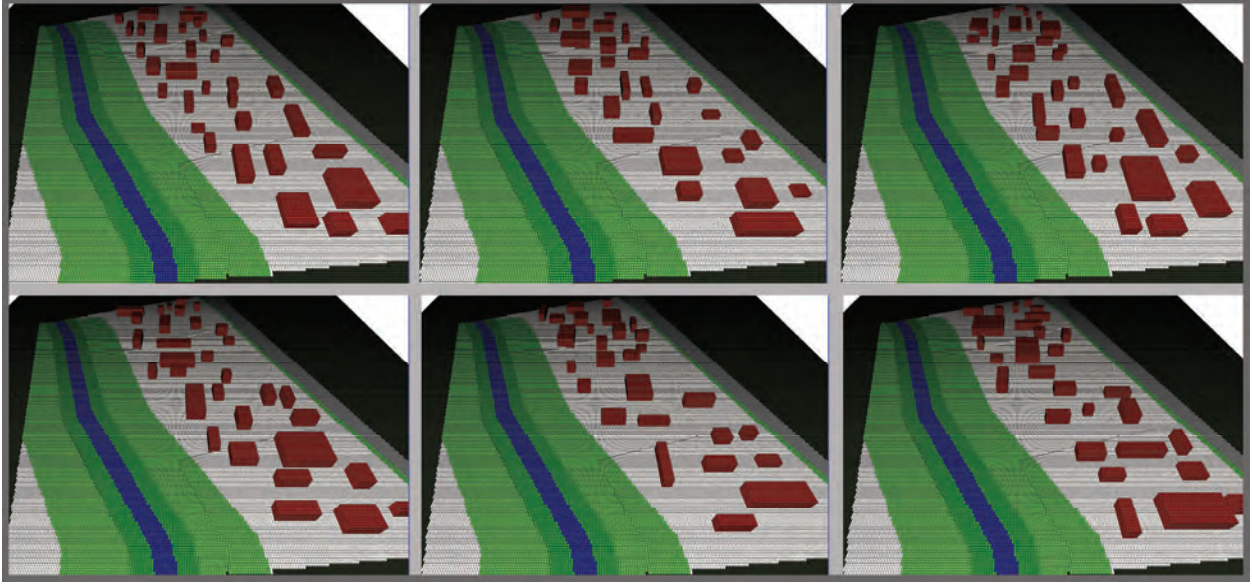
Kullanıcı arayüzüne girilen araziye ait değerler: İklim tipi : Ilıman, Hakim rüzgar yönü: Doğu  
Manzara YÖNÜ : Batı, TAKS : 0.25, KAKS: 1.2, Maksimum bina yüksekliği: 45.5 m, Açık alan yüzdesi: %20 şeklindedir.



Şekil 6: Farklı KAKS(emsale) sahip popülasyonların kıyaslaması

Arazinin sayısal olarak modele tanıtılmasından sonra arazinin görsel üretimi üzerinde farklı KAKS değerleri girilerek üretilen popülasyonlar Şekil 6'da kıyaslanmıştır. Daha fazla inşaat alanı iznine sahip olan alternatifte bina yoğunluğu dikkat çekmektedir. Emsal düşürüldüğünde, yerleşime öncelikli olan önceden kullanılmış kirlilik bölgesine bina kütleleri ilk olarak yerleştirilmiş, devamında diğer yerleşime açık bölgelere bina kütleleri yayılmıştır. Kağıthane Deresi ve 30'ar metre çevresi model tarafından koruma altına alınmış ve kütleler korunacak ağaçları da dikkate alarak bu bölgeden uzakta dağılım göstermiştir.

Arayüzden Kağıthane arazisi için girilen verilere göre yapılan ilk üretim sonuçları Şekil 7' de gösterilmiştir. Maksimum bina yüksekliği sınır değer olarak alınarak emsal değeri tamamlamak için taban alanı sınır değerinde kullanılmıştır, böylece az katlı bina alternatiflerine öncelik tanınmıştır.



Şekil 7: Üretilen ilk popülasyon

Bu ilk üretimde model yukarıda sıralanmış olan uygunluk fonksiyonlarından bir kısmı kullanılmıştır (Kural 1.1, Kural 1.2, Kural 2.1, Kural 2.2, Kural 3.1, Kural 3.2, Kural 3.3, Kural 3.4). Çalışmanın sonraki adımında, rüzgar ve manzara yönü de hesaplamalara dahil edilerek bina yönelimi iklim şartlarına göre model tarafından gerçekleştirilecektir, böylece öncelikli olarak manzaraya odaklanarak diğer uygunluk fonksiyonlarını da sağlayan, içerisinde yaya yolları, taşıt yolları ve otoparkları da içeren popülasyonlar elde edilecektir. Kullanıcı tarafından ebeveyn olarak seçilecek iki farklı yerleşim alternatifi aralarında çaprazlanarak yeni nesil üretilerek içlerinden uygunluk fonksiyonlarını en iyi karşılayan pareto optimal arazi planlama örneği elde edilecektir.

#### 4. Sonuçlar

Sürdürülebilir bina modeli sadece enerji etkin bina modeli olarak değil, eskiz aşamasından başlayarak sürdürülebilir arazi kullanımına ve yeşil bina sertifika sistemlerinin ve yapı şartnamelerinin gereklerine öncelik sırasına göre değer veren bütünlük bir model olarak ele alınmıştır. Bu anlamda sürdürülebilirlikle ilgili tüm kriterlerin mimar tarafından doğru uygulanması açısından da önem taşımaktadır. Günümüzde sürdürülebilir binanın erken tasarım evrelerinde çelişen kriterleri göz önünde bulundurarak tasarımcıya alternatifler sunabilen bir karar destek sisteminin ihtiyacı göz ardı edilemez. Sayısal ortamda planlanmış ve tasarlanmış bir çevre, tasarımcının yaratıcılığını doğru yönde ilerletmesine olanak sağlayarak oldukça fazla sayıda alternatifi değerlendirmede yardımcı olacaktır. İki farklı disiplin olan evrimsel algoritmalar ve sürdürülebilir tasarım ara kesitinde yer alan bu çalışma ile gerçekleştirilecek bilgi tabanlı sürdürülebilir bina modelinde amaç uzman bir tasarımcının yerini almak değil, tasarımcıya erken tasarım evresinde yardımcı olmaktır. Çalışmanın bu aşamasında Kağıthane'de seçilen arazi üzerinde ilk popülasyon üretilmiş ve modelin tanıtılan uygunluk fonksiyonları bağlamında sınanması sağlanmıştır. Bölüm 3.3'te sıralanan uygunluk fonksiyonlarının tamamının çalışması sağlanarak, yaya yolu, taşıt yolu ve açık otopark birimlerinin de üretilmesiyle, tasarımcıya yardımcı bir arazi planı üretilmesi, tasarımcıya erken tasarım kararlarının alınması sürecinde etkin olarak yardımcı olacağı görülmüştür. Böylece SSPM modeli, evrimsel algoritmanın yardımı ile daha kısa zamanda etkin çözümleri kullanıcıya sunarak tasarım kararlarının daha bilinçli olarak alınmasıyla, ilerleyen aşamalarda ortaya çıkacak problemlerin en aza indirgenmesini sağlayabilecektir.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

### Teşekkür

SSPM modelinin yazılımını gerçekleştiren ve fikirleriyle modele katkıda bulunan Özgün Balaban'a çok teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

BENTLEY, P.J. 1999. Aspects of Evolutionary Design by Computer : *Advances in Soft Computing*, Springer, London

DEB, K. 2001. *Multi-objective Optimization Using Evolutionary Algorithms*, John Wiley & Sons

GOLDBERG, D.E. 1989. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley

HARPÜTLÜGİL, G.U. 2010. Analysis and Simulation on Energy Performance Based Design: *Journal of Megaron*, 6, 1-12

HORN, J, NAFPLİOTİS, N AND GOLDBERG, DE 1994. A Niche Pareto Genetic Algorithm for Multiobjective Optimization: *Proceedings of the First IEEE*, 82-87

MİTCHELL, M. 1996. *An introduction to Genetic Algorithms*, The MIT Press

RİVARD, H 2006. Computer Assistance for Sustainable Building Design. in Smith, *Intelligent Computing in Engineering and Architecture*, Berlin, Springer.

WANG, W., ZMEUREANU, R. AND RİVARD, H. 2005. Applying Multi-objective Genetic Algorithms in Green Building Design Optimization, *Building and Environment*, 40,1512–1525

ZELİNSKA, A.L., CHURCH, R. AND JANKOWSKI, P. 2008. Sustainable Urban Land Use Allocation with Spatial Optimization, *Geographical Information Science*, 22, 601-622

[1] <http://www.usgbc.org/>

[2] <http://www.breeam.org/>

[3] <http://www.vitrafix.com/assets/pdf/TS825.pdf>

[4] [http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/kurumsal/Birimler/ImarMd/Documents/imar\\_-\\_yonetmelik.pdf](http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/kurumsal/Birimler/ImarMd/Documents/imar_-_yonetmelik.pdf)

[5] [http://www.iisbe.org/download/gbc2005/GBC2k2/GBC2k2\\_Manual\\_A4.pdf](http://www.iisbe.org/download/gbc2005/GBC2k2/GBC2k2_Manual_A4.pdf)

[6] <http://www.athenasmi.org/news-item/guide-tolca-credits-in-green-building-programs/>

[7] <http://www.processing.org>



## Geleneksel Kırsal Türk Evinde Mekân Dizim Analizi: Balıkesir ili Örneği

M. Selen Abbasoğlu Ermiyagil<sup>1</sup>, Ömer Erem<sup>2</sup>

### Özet

*Günümüzde kentsel alanlarda günlük konut içi kullanım ihtiyaçlarının genellemesinden dolayı sosyal ve kültürel yapıya özel tasarlanmış konut biçimlenişlerine rastlamak pek mümkün olmamaktadır. Ancak kent merkezlerinden uzaklaştıkça, yaygın yapılaşmanın olduğu, özellikle kırsal alanlarda doğal ve sosyal çevreye uygun konut şekillenmesine rastlayabilmekteyiz. Türkiye’de en yalın hali ile Türk kültürünü yansıtan geleneksel Türk evlerine ağırlıklı olarak kırsal alanlarda, özellikle köylerde rastlamaktayız. Balıkesir ili Türkiye’nin geleneksel kırsal Türk evi tiplerinin konumlandığı bölgelerden biridir. Çalışma kapsamında Balıkesir iline bağlı 81 adet tipik seçilmiş köyde 102 adet konut analiz edilerek bölgesel genotipe ait konut tipolojisi mekân kurgusu, mekân dizimi (sentaksı) yöntemi ile AGRAPH yazılım yardımı ile incelenerek bölgeye özel konutların “sayısal kimliği” ortaya çıkarılmıştır. Sonuçta, Balıkesir kırsal konut tipolojisinde mekân dizim yöntemiyle elde edilen nicel veriler ile sofa türleri arasında belirgin bir korelasyonun var olup olmadığı sorgulanmıştır. Bu tür bir çalışmanın Türk evi tipolojisi ile uyumlu bir tasarım çeşitliliğinin oluşumuna pozitif katkısının olacağı düşünülmektedir.*

Anahtar Kelimeler: Mekânsal analiz, Mekân Dizim Analizi, Geleneksel Kırsal Türk Evi, Balıkesir

### 1. Giriş

Tarih öncesinden günümüze barınma insanın en temel ihtiyaçlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Barınma ihtiyacını karşılamak için konut özelleştirilmiş bir yapı türü olarak ortaya çıkmıştır. Zamanın ve ihtiyaçların değişimine ve coğrafi konumuna bağlı olarak da konutların biçimlenişleri değişim göstermektedir. Temel ihtiyaçlar, aile, kadının sosyal yapı içindeki konumu, mahremiyet ve sosyal etkileşim konut biçimlenişinde en önemli etkenlerdir (Rapoport, 1969). Günümüzde kentsel alanlarda değişen ihtiyaçların değişimine bağlı olarak ve küreselleşmenin etkisiyle sosyal ve kültürel yapıya özel tasarlanmış konut biçimlenişlerine daha az rastlanmaktadır. Birçok gelişmiş ülkede olduğu gibi Türkiye’de en yalın hali ile kendi kültürünü ve ihtiyaçlarını yansıtan geleneksel konutlara ağırlıklı olarak kırsal alanlarda, özellikle köylerde rastlamaktayız. Ancak bu yapı stoğu da zamanın etkilerine dayanamayarak hızla yok olma sorunları ile karşı karşıyadır. Bu yok olma süreci içinde konforsuzlaşan konutlar terk edilmekte, kısmen yok olmakta ve küresel kültürün ürünü olan yeni yapılaşma bu geleneksel yapıların yerini almaktadır. Ancak geleneksel konutlar yüzyılların kültürel birikimi sonucunda oluşmuş bir varlıktır ve yok olması kültürün hafızasının silinmesi anlamına gelecektir. Geçmişten mekân-insan ilişkisine yönelik ders alabilmek ve bu bağlamda var olan kültürün gelecek kuşaklara aktarılması adına arşivlenmesi, korunması yanında yeni yapılaşmanın var olan kültürü göz ardı etmeden bu doku ile uyumlu şekilde biçimlenmesi önemlidir. Bu çerçevede Geleneksel Anadolu konutunda kültürün getirdiği mekânsal kurgunun özü önem kazanır. Günümüzde literatürde bu özün analizi için farklı yöntemlerin varlığı bilinmektedir. Bunların arasında mekânın sosyal mantığının grafik bir tabanı temel alarak nicel olarak analiz edildiği ve mekânsal kurgunun sayısal kimliğini ortaya çıkararak “Mekân Dizim Analizi” önemli bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı Balıkesir ile kırsal konut tipolojisini

<sup>1</sup> selabbasoglu@gmail.com, Lefke Avrupa Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü

<sup>2</sup> omer.ere@itu.edu.tr, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

örnek bir örüntü olarak mekân dizim analizi yöntemi ile Geleneksel Anadolu konutlarının sayısal kimliğinin ortaya çıkarılması ve kurgunun tipolojisine bağlı olarak oluşabilecek potansiyel değişkenliklerin irdelenmesidir.

### 2. Geleneksel Türk Evi

Geleneksel mimari, “halk mimarisi” (Roberts, 1972), “el yordamıyla mimarlık” (Oğuz, 2007), “mimarsız mimarlık” (Rudofsky, 1964) olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel Türk mimarisi, coğrafi bölge olarak Balkanlar’ da ve Anadolu’ da geçmişte kent ile kırsal alanın arasındaki farkın günümüzdeki gibi keskin olmadığı dönemlerde, yapı ustalarının yörede yaşayan insanların minimum gereksinimlerini örf, adet ve dini inançları doğrultusunda şekillenen sosyal yapıyı temel olarak çevreden rahatlıkla elde edilebilecek malzemeleri kullanarak sade ve kullanışlı detaylar ile konut üretimini tarif etmektedir (Baran, 2006).

Türkiye’ de genel olarak konut planlarının tipolojisini Eldem (1955) Türk Evi üst kimliği altında sınıflandırmış ve isimlendirmiştir. “Birbirinden yüzlerce kilometre mesafede ve çok farklı şartlar altında inşa edilmiş evlerde bile, planın ana hatları bakımından daima aynı olduğu göze çarpar” (Eldem, 1955) Eldem (1955)’ e “Türk Evi” geleneksel konutları plan tiplerinin kurgusal gelişimi, başlıca iki mekânın – sofa ve oda – birbiri ile olan ilişkilerine bağlı olmaktadır. Küçükerman (1991)’ a göre geleneksel Türk Evi teorik olarak Türk göçebe boylarında yaygın kullanılan Yörük çadırı iç ve dış düzeninden türemiştir. Göçebelikten yerleşik düzene geçişte geleneksel yaşamın öğeleri olan ocak, ailenin toplanma yeri, özel alanlar gibi öğeler ilk olarak sofasız tek mekânlı konut türünün oluşumunu sağlamıştır. Odalar, yatma, yemek pişirme ve yeme, yıkanma ve çalışma fonksiyonlarına hizmet etmeye donanımlı mekânlardır (Ertürk, 1996). Bu nedenle oda “ev” olarak isimlendirilir (Yürekli, 2005). Odaların arasında ortak kullanım alanı olarak hizmet gören ara mekân ise sofa adını almaktadır (Küçükerman, 1991) ve gün içinde en fazla zaman geçirilen alandır. Zaman içinde yerleşik düzendeki ihtiyaçların artması ile aile birey sayısı ve ailenin iş imkânlarına bağlı olarak konutların gelişimi devam etmiş sofa-oda ikili çekirdek planının birbirine kesen iki aksının kenarlarına eklenmesi ile daha karışık planlamalar oluşmuştur (Köse, 2005). Böylece, Anadolu’da yüzyıllar boyunca süregelen kültürel yayılma, kültürel adaptasyon ve kültürel etkileşim ile birlikte ortaya çıkan bir sonuç olarak, yöresel farklar gösterse de, günümüzde gözlemlediğimiz geleneksel kırsal Türk evi tipolojisi oluşmuştur.

### 3. Geleneksel Balıkesir Kırsal Konut Mimarisi

Türkiye’nin Marmara Bölgesinin güney bölümünde, topraklarının bir kısmı ise Ege bölgesinde konumlanan Balıkesir ili 19 ilçeden ve 892 adet köyden oluşmaktadır (Okur, 2010). Coğrafi konum ve çeşitliliği nedeniyle M.Ö. 3200 yıllarından beri pek çok kavmin göçünü almıştır (Okur, 2010). Bu hareketlilik sonucunda, Balıkesir bölgesinde yerleşenlerin büyük çoğunluğu, günümüzde etnik olarak Türk kökenli olmalarına rağmen, etnoğrafik olarak, Manav, Yörük, Çepni, Türkmen (Tahtacı), Tatar ve Muhacir olmak üzere 6 alt grupta toplanır (Çorapçıoğlu, 2010a). Bu etnoğrafik toplulukların yaşam biçimleri ve kültürleri ilin gelişimini, tarihi ve mimari geçmişini zenginleştirmektedir. 2010 nüfus sayımına göre 1.162.761 kişiyle Türkiye'nin en kalabalık 17. ilidir (TUIK, 2014). Türkiye’deki 2012 yılı adrese dayalı nüfus sistemine verilerine göre Türkiye nüfusunun %77,3’ lik oran kentlerde yaşarken köylerde % 22,7’ lik kısmı yaşamaktadır. Balıkesir ili geneli için bu oran kırsal nüfus adına %41,4’ e kadar çıkmaktadır (TUIK, 2014). Bu durum il için kırsal nüfusun ve bununla bağlantılı olarak kırsal alandaki özellikle köylerdeki yerleşimlerin önemini artırmaktadır.

T.C. İmar ve Şehircilik Bakanlığı desteği ile 2010 yılında “Balıkesir Kırsalında Yöresel Doku ve Mimari Özelliklere Uygun Yapılaşmanın Yaygınlaşması” isimli bir çalışma yapılmış ve bu çalışma kapsamında Balıkesir iline ait Ayvalık, Burhaniye, Edremit, Gömeç, Havran ve İvrindi ilçelerindeki toplam 81 köyde gözlem ve incelemeler yapılmıştır (Çorapçıoğlu, 2010b). Kapsamlı bir çalışma ile bu

köylerde yer alan ve tipik özellikleri olan 102 adet geleneksel konutun plan, malzeme, yapı durumu ve sosyal yaşam açısından incelemeleri yapılmıştır. İkinci aşamada bu konutların geleneksel Anadolu Türk Evi kapsamında daha önceden yapılmış pek çok araştırma temel alınarak tipolojisi ortaya çıkarılmıştır. Bulgular önceki çalışmalara paralellik göstermiştir. Üst ölçekte Balıkesir kırsal konutlarında iki temel kurgu etkin rol oynamaktadır: avlulu ve avlusuz tip (Şekil 1). Avlulu tip kendi içinde sokak-bahçe-sofa-oda hiyerarşisine sadık kalmakta, avlusuz tipte ise bu hiyerarşi içinde avlunun yerini geçişgen bahçe almaktadır.



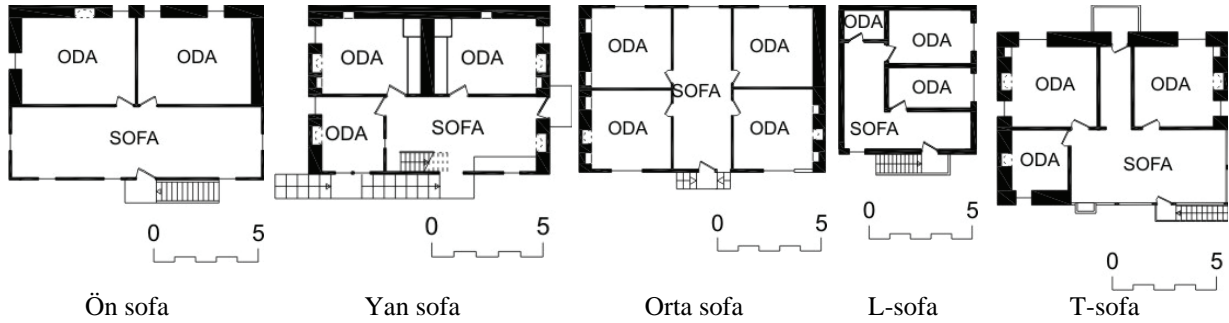
Açık Alanda Avlusuz Bahçeli Ev Örneği,  
Pehlivanhoca köyü, Gönen



Avlulu Ev Örneği, Küçükdere köyü, Havran

**Şekil 1:** Balıkesir kırsal mimarisinde avlulu ve avlusuz konut örnekleri

Bir alt ölçekte baktığımızda, Balıkesir Geleneksel evinin plan tipolojisinin gelişiminde başlıca altı bileşen karşımıza çıkmaktadır: *kat sayısı*, *sofa türü*, *yapım malzemesi*, *arazi topoğrafyası*, *parsel tipolojisi* ve *evin parsel içindeki konumu*. Balıkesir de geleneksel olarak halk arasında tek katlı ev, yer ev, iki katlı ev ise hanay olarak tarif edilmiştir. İki katlı yapıların genelde alt katları ahır olarak kullanılmış, üst katları ise insanların barınma ihtiyaçlarına cevap vermektedir. Günümüzde bu gelenek hala devam etmektedir. Köy arazisinin eğimli olduğu durumlarda bir adet bodrum kat eklenebilmektedir. İki katlı veya tek katlı olsun, geleneksel kırsal Balıkesir konut planlarında yaşam katında sofa ile oda ilişkisine bağlı olarak beş tür tipoloji ortaya çıkmıştır: ön sofa, yan sofa, orta sofa, L-sofa ve T-sofa (Şekil 2).



**Şekil 2:** Balıkesir kırsal mimarisinde görülen sofa türlerine göre plan örnekleri (Çorapçıoğlu, 2010a)

Arazi tipolojisi köyün yerleşim şekline göre yamaç, ova veya ova-yamaç karma biçimde olmaktadır. Bulunulan yöreye göre değişkenlik göstermesine karşılık evlerde taş, ahşap, kerpiç ve tuğla malzemesi farklı kombinasyonlarda kullanılmıştır. Parsel tipolojisi kendiliğinden oluşmuş düzensiz biçimlerde ancak merkezi yerleşimlerde 120 m<sup>2</sup> ile 1050 m<sup>2</sup> arasında değişim göstermektedir (Özaydın, 2010). Evler ise parsel içerisinde serbest veya ön sokağa dayalı olarak konumlanırken, parsel kullanım yüzdesi inceleme yapılan köylerde %11 ile %88 arasında değişkenlik göstermektedir.

Balıkesir kırsal konutlarının gelişimi geleneksel Anadolu konut yapısına paraleldir. Buna göre bir konutu oluşturan mekânlar oda, sofa, çıkma, avlu veya bahçe, mutfak, tuvalet, fırın, depo, ahır, samanlık, kümes ve ziraat makinaları için garaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Oda, sofa ve bunların arasındaki ilişki konutlardaki örüntünün temelidir. Odalarda sabit elemanlar olarak duvarda kapalı

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

veya kapaksız nişler ve ocak yer alır. Yıkınma dolabı, yüklük ve sedir ise sonradan monte edilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Balıkesir kırsal konut yerleşmelerinde zemin kat oda en-boy boyutları için ortalama değer (en: 3,62 m. x boy: 3,43 m.), üst kat için ise (en: 3,44 x boy: 3,34 m) olmaktadır. Bu durum odaların hemen kareye yakın bir geometrik düzen gösterdiğini belirtmektedir. Balıkesir kırsal konutunda genellikle hanay evlerde tüm kenarları kapalı veya balkon biçiminde açık ve ahşap konstrüksiyonlu ahşap çıkmalar görülmektedir. Sofa tüm odaları birbirine bağlayan ve tüm durumlarda odaya sadece içinde geçilerek ulaşılabilen dış-ortak mekândan iç özel mahrem mekâna geçişi sembolize eden bir toplayıcı birim görevini üstlenmektedir. Balıkesir kırsal konutları planlarında yapılan analizler sonucunda zemin kat sofa en-boy boyutları için ortalama değer (en: 4,10 m. X boy: 2,90 m.), üst kat için ise (en: 3,30 X boy: 3,15 m) olmaktadır. Bu durum özellikler yaşama birimlerinin yoğunlaştığı üst kat için aynı odalarda olduğu gibi hemen kareye yakın bir geometrik düzen gösterdiğini belirtmektedir. Tüm bu sayısal veriler ışığında Balıkesir kırsalında tüm incelenen geleneksel konutların ortalamasına göre oda boyutu (En: 3,53 m X boy: 3,29 m.), sofa boyutu ise (En: 3,69 m x boy: 3,03 m.) olarak görülmektedir. Buna göre sofa için en x boy ortalaması 1,21 olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu değer odalar için 1,07 de kalmaktadır. Buna göre sofaların en-boy oranına bakıldığında dikdörtgen biçime daha yakın olarak gözlemlenmektedir. Bu durum sofanın odalar arası geçiş olması nedeniyle kapsama alanını genişletme gereksiniminin sonucu olarak yorumlanabilir.

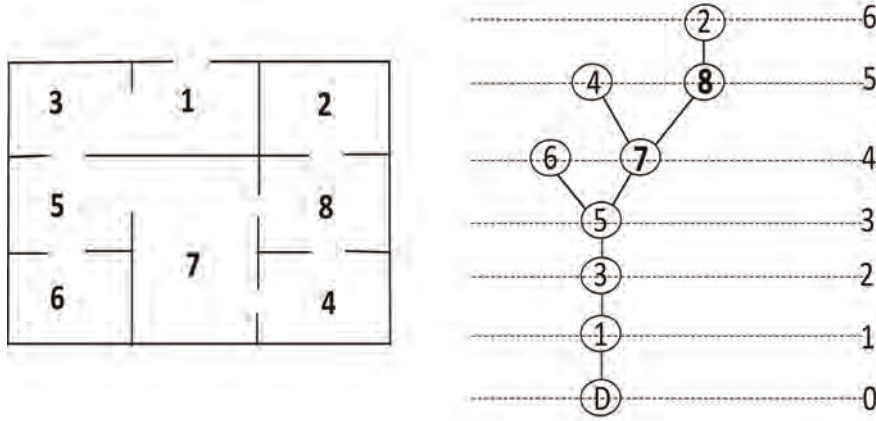
### 4. Geleneksel Balıkesir Kırsal Mimarisi Mekân Analizi

Yapılan araştırmalara göre, en karmaşık planlı konut türü bile tek hücreli bir tipten oluşmuştur. Buna göre tek hücreli tip aile yaşamı için oluşturulan en ilkel tip olarak ortaya konabilir. Farklılaştırılmamış bir oda olarak başlayıp sonradan iç mekânının işlevlere göre şekillendirildiği ve daha sonra da art arda gelen kopyalamalarla geliştirilen bu yapıya "**temel tip**" adı verilmektedir. Sonuçta, yeni bir öncü tip oluşturmak üzere farklı mekânlar hiyerarşikleştirilerek genişletilmiştir (Petruccioli, 2008). Bu nedenle ardışık mekân ilişkilerini inceleyen mekân dizim analizi mekânların doğasında yer alan bağlantılı sıralanma mantığının var olması nedeniyle doğru bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Hillier ve Hanson (1984)' e göre bir mekân dizim modeli, mekân sisteminin temel elemanlarını bulmalı, ifade edebilmeli, aralarındaki ilişkiyi sistemleştirmeli ve daha üst bir sistemi nasıl tanımlaması gerektiğini çözümlemelidir. Mekânsal modelleri düzenleyimsel yapılar yardımıyla tanımlamayı, sayısal ve grafik bir dilde ifade ederek bu modelleri bilimsel bir temelde yorumlamayı amaç edinen "mekânsal dizim" Hillier ve Hanson tarafından ortaya konmuştur (Hillier ve Hanson, 1984). Mekân dizim analizi, fiziksel kompozisyonun biçimsel özelliklerinden farklı olarak yerleşim kurgusunun insanları bir araya getirme potansiyelini anlama amaçlı kurgulanmış bir yöntemdir. (Çil, 2006) Mekânsal düzenleyim basit şekilde mekânda insanların nerede yürüyebileceğinin plan üzerindeki temsildir ve konut içindeki geçiş kurgusunu "düzenlenmiş geçiş grafikleri" ile (*Justified Access Graph*) ortaya koyar (Cansu, 2008). Hanson'a göre mekânsal ilişkiler, iki mekân arasındaki bağlantı ile oluşur ve bu iki mekânın bir üçüncü mekânla ilişkisinden "mekân düzeni" meydana gelmektedir (Fuhrmann, Gotsmann, 2006). Bir morfolojik çalışma türündeki "mekân dizimi", mekân düzeni özelliklerinin ve anlamlarının açıklamalarından öte matematik ve grafik analizlerle ifade ederek bilimsel bir temele oturtmaya çalışır (Turner ve Penn, 1999). Model, bina özelliklerini sayısallaştırma sürecinde onların biçim, ölçek, doku, gibi iç özelliklerindense onların elemanları arasındaki bağlantıları, bütün içindeki konumları, sistem içindeki tüm mekânlarla ilişkileri gibi dış özelliklere odaklanır (Hillier ve Hanson, 1984). Bu çalışmada Balıkesir geleneksel konutlarında Hillier'in deyimi ile mevcut "*genotipler*" üzerinden "mekân dizim" analiz metodu kullanılarak ortaya çıkarılan geçiş grafikleri vasıtasıyla sayısal kimliğin ortaya konulması hedeflenmiş ve ortaya çıkan değişken sayısal değerlere göre genotiplerin tiplerin yorumu yapılmıştır.

Düzenlenmiş geçiş grafiklerinde referans olarak seçilen bir mekândan eşit derinlikteki bir başka mekân aynı yatay kesikli çizgi üzerinde gösterilir. Bu çizgiler derinlik belirteçleridir ve her zaman 0 çizgisine yerleştirilen referans mekânından, herhangi bir hedefe ulaşmak için geçilmesi gereken minimum kapı eşiği sayısını gösterecek şekilde, 0'dan numaralandırılmaya başlanır. Herhangi bir

derinlik çizgisinin numarası, (0,1,2,...,n) bu çizgi üzerine yerleştirilmiş mekâna ait *derinliktir*. (Şekil 3) (Hillier ve Hanson, 1984)



Şekil 3: Örnek Bir Mekânsal Örgütlenmenin Erişim Grafiği: Hillier ve Hanson (1984)' den uyarlanmıştır.

Doğrusal bir yapı oluşturan grafiklerde derinlik daha çok, dallanmalı bir grafikte daha azdır. Verilen bir kök mekâna bağlanan daha çok bütünlenen elemanların düzeninden “ağaç tipi” veya “sığ tipi” erişim grafiği oluşur (Kırcı, 2010). Mevcut *genotipler* üzerinden oluşturulan erişim grafiklerine bağlı olarak ise rakamsal değerler aracılığı ile *Mekân sayısı (Ms)*, *Geçiş Mekân Sayısı (Gms)*, *Terminal Mekân Sayısı (Tms)*, *En Derin Mekân Derinliği (Edmd)*, *Toplam derinlik (Td)*, *Ortalama Derinlik (Md)*, *Rölatif Ortalama Derinlik (Ra)*, mekânın bütünleşmeye mi ayrılmaya mı eğilimli olduğu saptanabilmektedir. Böylece mekânsal organizasyona bağlı mevcut *genotipler* üzerindeki matematiksel değerler çıkartılarak ilişkiler saptanabilmektedir. Geçiş grafiklerinde Shoul'un dediği gibi benzer geometriye sahip planların farklı geçiş şemalarına sahip olduğu, farklı geometride olanların ise benzer şemalara sahip olduğu gözlemlenmiştir. (Shoul,1993). Buna bağlı olarak form açısından planlar üzerinden yorum yapılamamakla birlikte mekânsal organizasyonları çözümlenebilmektedir. Kullanılan metoda bağlı olarak ise *genotipler*in mekânsal organizasyonları yorumlanabilmektedir.

## 5. Mekân Dizim Analizi Sonuçları

Mekân dizimi değerlendirmesi AGRAPH yazılım yardımı ile yapılmıştır. Bu değerlendirmede 102 adet konut planları kurgusu içinde AGRAPH yazılımı yardımı ile Hillier ve Hanson'un yaklaşımlarına bağlı olarak Balıkesir geleneksel konutlarının erişim grafikleri çıkartılmış ve aşağıda seçilen 7 adet parametreye göre analizleri yapılmıştır. Bu parametreler *Mekân sayısı (Ms)*, *Geçiş Mekân Sayısı (Gms)*, *Terminal Mekân Sayısı (Tms)*, *En Derin Mekân Derinliği (Edmd)*, *Toplam derinlik (Td)*, *Ortalama Derinlik (Md)* ve *Rölatif Ortalama Derinlik (Ra)*'dir. Yapılan hesaplamaların değerlendirme kısmında ise sağlıklı bir şekilde karşılaştırma yapılabilmesi ve günümüz konutlarında değerlendirmelerin kullanılabilmesi açısından yaşam alanlarından oluşan konutlar üzerinden gidilmiştir. Birinci aşamada yapılan 102 konut analizi arasından ikinci aşamada 57 adet örnek seçilerek analiz tamamlanmıştır. Yapılan analizin anlaşılabilir olması açısından en çok tekrar eden tiplerin şemaları ve hesaplamaları örnek olarak verilmiştir. Buna bağlı olarak 5 farklı sofa tipinin bulunduğu Balıkesir geleneksel konutları sofa tip ve mekân sayılarına bağlı olarak gruplanmış ve yorumlanmıştır. Mekân sayılarının aktarımında toplam mekân sayısı sofa artı bir mekân olarak gruplanmıştır. Buna göre mekân sayılarının hesaplanmasında “n” mekân sayısı olarak kabul edilirse;  $Mekân\ sayısı\ (Ms) = 1 + n$  olmaktadır.

Yapılan analizlerin bulgularında Tablo 1' de sofa tiplerine ve mekân sayılarına göre sayısal değerler gruplanmış ve Tablo 2' de ise aynı biçime erişim grafikleri yerleştirilerek analiz daha anlaşılır bir dilde aktarılmaya çalışılmıştır. Mekân sayısı planlardaki toplam mekânların sayısının hesaplanması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Buna bağlı değerlendirmede, Ön sofa konutların maksimum dört

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

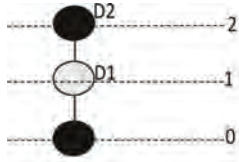
mekândan oluştuğu, yan sofalı konutların maksimum beş ve tek mekânlı konutun bulunmadığı, orta sofalı konutların maksimum sekiz mekândan oluştuğu tek mekânlı tipin bulunmadığı, L sofalı konutların maksimum yedi mekândan oluştuğu beş mekânlı konut tipinin bulunmadığı ve T sofalı konutların ise maksimum altı mekândan oluştuğu, tek ve dört mekânlı konut tipinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Terminal Mekân Sayısı (Tms) ise plan organizasyonlarında en son varılan noktayı ifade etmektedir. Planın dallanmasına bağlı olarak sayıda artış görülmektedir, bu durum da aynı mekân sayısına bağlı konutlarda farklı terminal sayılarının ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Tms, tek mekânlı türde ön ve L sofa için 1' dir. İki mekânlı türde ön ve yan sofa için bu değer 1 veya 2 olurken, diğer sofa tiplerinde 2 olmaktadır. Üç mekânlı türde ön, L ve T sofa tipleri için değer 3 iken, yan ve orta sofada 2 veya 3 olarak değişkenlik göstermektedir. Dört mekânlı türün olduğu yan sofalı tipte Tms 4, orta sofalı ise 3 olmaktadır. Beş mekânlı orta, T ve L sofa tiplerinde değer 5' e çıkmaktadır. Altı mekânlı orta ve L sofada 6, yedi mekânlı orta sofalı tipte 7 olmaktadır.

Geçiş Mekân Sayısı (Gms), içinden geçilen mekânların sayısını ifade etmektedir. Bir konut planında ne kadar içinden geçilebilirlik var ise erişebilirlik o kadar yüksektir. Mekân sayısına bağlı olarak geçiş mekân sayısı artmaktadır. Tablo.1' de çapraz ilişki olarak mekân sayısı ve geçiş mekân sayısı ilişkisi görülmektedir. Gms tek mekânlı türde ön ve L sofa için 2' dir. İki mekânlı türde ön ve yan sofa için 2 veya 3 olurken, orta, L ve T tiplerde değer 2 olmaktadır. Üç mekânlı ön, L ve T sofalı tipte 2, yan ve orta sofa için 2 veya 3 olduğu görülmektedir. Dört mekânlı ön sofada değer 4, beş mekânlı orta, L ve T sofa için 5, altı mekânlı orta ve L sofa için 6, yedi mekânlı orta sofa için 7 olmaktadır.

En Derin Mekân Derinliği (Edmd), erişim grafiğinde girişten başlayarak verilen değerlere bağlı olarak en derinde yer alan mekânların derinliğini ifade etmektedir. Derinliğin mekân sayılarıyla değil planın yana veya arkaya gelişimiyle ilişkisi vardır. Şekil 4' de en derin mekân D2' dir ve değeri 2 dir. Edmd değeri tek mekânlı ön ve L sofada 2 olmaktadır. İki mekânlı ön ve yan sofa tipte değer 2 veya 3 olurken, diğer sofalarda 2' ye inmektedir. Üç mekânlı türde ön, L ve T sofalı tiplerde değer 2 iken, yan ve orta sofalı tipte 2 veya 3 olmaktadır. Dört mekânlı türde yan sofalı tipte 2, orta sofalı tipte ise 3' e çıkmaktadır. Buna karşılık beş mekânlı orta, L ve T tipi, altı mekânlı orta ve L tipi, yedi mekânlı orta sofalı tiplerin hepsinde Edmd 2 çıkmaktadır.

Toplam derinlik (Td) mekânların derinlik değerlerinin toplamını ifade etmektedir. Aşağıda Şekil 4' de görüldüğü gibi hesaplanmaktadır. Ön sofalı tek mekânlı tipin Td değeri 3, 2 mekânlı için 5 veya 6, 3 mekânlı için 7 olmaktadır. Td, tek mekânlı ön ve L tipi sofada 3' e çıkmaktadır. İki mekânlı ön ve yan sofalı tipte 5 veya 6, orta, L ve T tipi sofalarda ise 5 olmaktadır. Üç mekânlı ön, L ve T tipi sofalarda değer 7 olmakta, yan ve orta sofa için bu değer 7, 8 veya 9 olmaktadır. Dört mekânlı yan sofalı tipte değer 8 veya 9 olurken, orta sofada 10' a çıkmaktadır. Beş mekânlı orta, L ve T sofalı tiplerde 11, altı mekânlı orta ve L tipi sofalarda 13, yedi mekânlı tipte ise 15'e çıktığı açıkça görülmektedir.



$D1 (1) + D2 (2) = 3$  Toplam derinliği ifade etmektedir.

**Şekil 4:** Örnek Bir Erişim Grafiğinin Toplam Derinlik Hesaplaması

Ortalama Derinlik (Md) derinlik tablosu üzerinde yer alan bütün noktaların derinliklerinin toplamı mekân sayısına bölünmesiyle hesaplanır ( $Md=Td/Ms$ ). Bir mekân içerisindeki mekânlar arasındaki geçişlerin derecesiyle ilişkili olan ortalama derinlik hesaplarında plan içerisindeki mekânlar arasındaki geçiş ne kadar fazla ise plandaki ortalama derinliğin o kadar fazla olması beklenir. Tek mekânlı ön ve L sofa tipi için değer 1.5 olmaktadır. İki mekânlı ön ve yan sofalı tip için 1.66 veya 2 olurken orta, L ve T sofa tipleri için değer 1.66 olarak hesaplanmıştır. Üç mekânlı türde ön, L ve T sofa için 1.75, yan ve orta sofa için ise 1.75 veya 2 olmaktadır. Dört mekânlı yan sofalı tipte değer 1.6

veya 1.8 iken orta sofalı tipte 2' ye çıkmaktadır. Beş mekânlı orta, L ve T sofa tipleri için 1.83, Altı mekânlı orta ve L sofa tipleri için 1.85, yedi mekânlı orta sofa tipi için 1.66 olarak görülmektedir.

Erişim grafiklerinde derinliğe bağlı hesaplanan bütünleşme değeri- Rölatif Asimetri (Ra) nokta sayısı ve geçiş grafiğinin strüktürüne bağlı değişkenlik göstermektedir. Rölatif Asimetri (Ra)=2(Md-1)/v-2 formülüyle hesaplanmaktadır. Ra, tek mekânlı ön ve L tipi sofa için 1' dir. İki mekânlı ön ve yan sofa tipleri için 0.66 veya 1 olmakta, orta, L ve T sofa tipleri için ise 0.66 olarak görülmektedir. Üç mekânlı ön, L ve T sofa tipleri için değer 0.75 iken, orta ve yan sofa tipleri için 1.75 veya 2 olmaktadır. Dört mekânlı yan sofalı tip için değer 0.4 veya 0.53 olurken, orta sofalı tipte 0.66' ya çıkmaktadır. Beş mekânlı orta, L ve T sofa tipleri için 0.41, altı mekânlı orta ve L sofa tipleri için 0.34, yedi mekânlı orta sofa tipi için ise 0.18' e düşmektedir.

**Tablo 1:** Konutların Sofa türü ve Mekân sayılarına göre Sentaktik Değerler Tablosu

Sofa Tipleri		Tek Mekânlı		İki Mekânlı		Üç Mekânlı		Dört Mekânlı		Beş Mekânlı	Altı Mekânlı	Yedi Mekânlı
ÖN SOFALI	Mekân Sayısı (Ms)	2	3	3	4							
	Terminal Mekân Sayısı (Tms)	1	2	1	3							
	Geçiş Mekân Sayısı (Gms)	2	2	3	2							
	En Derin Mekân Derinliği (Edmd)	2	2	3	2							
	Toplam Derinlik (Td)	3	5	6	7							
	Ortalama Derinlik (Md)	1,5	1,66	2	1,75							
	Rölatif Asimetri (RA)	1	0,66	1	0,75							
YAN SOFALI	Mekân Sayısı (Ms)		3	3	4	4	4	5	5			
	Terminal Mekân Sayısı (Tms)		2	1	3	2	2	4	4			
	Geçiş Mekân Sayısı (Gms)		2	3	2	3	3	2	2			
	En Derin Mekân Derinliği (Edmd)		2	3	2	3	3	2	2			
	Toplam Derinlik (Td)		5	6	7	8	8	8	9			
	Ortalama Derinlik (Md)		1,66	2	1,75	2	2	1,6	1,8			
	Rölatif Asimetri (RA)		0,66	1	0,75	1	1	0,4	0,53			
ORTA SOFALI	Mekân Sayısı (Ms)		3		4	4			5	6	7	8
	Terminal Mekân Sayısı (Tms)		2		3	2			3	5	6	7
	Geçiş Mekân Sayısı (Gms)		2		2	3			3	2	2	2
	En Derin Mekân Derinliği (Edmd)		2		2	3			3	2	2	2
	Toplam Derinlik (Td)		5		7	9			10	11	13	15
	Ortalama Derinlik (Md)		1,66		1,75	2			2	1,83	1,85	1,66
	Rölatif Asimetri (RA)		0,66		0,75	1			0,66	0,41	0,34	0,18
L SOFALI	Mekân Sayısı (Ms)	2	3		4					6	7	
	Terminal Mekân Sayısı (Tms)	1	2		3					5	6	
	Geçiş Mekân Sayısı (Gms)	2	2		2					2	2	
	En Derin Mekân Derinliği (Edmd)	2	2		2					2	2	
	Toplam Derinlik (Td)	3	5		7					11	13	
	Ortalama Derinlik (Md)	1,5	1,66		1,75					1,83	1,85	
	Rölatif Asimetri (RA)	1	0,66		0,75					0,41	0,34	
T SOFALI	Mekân Sayısı (Ms)		3		4					6		
	Terminal Mekân Sayısı (Tms)		2		3					5		
	Geçiş Mekân Sayısı (Gms)		2		2					2		
	En Derin Mekân Derinliği (Edmd)		2		2					2		
	Toplam Derinlik (Td)		5		7					11		
	Ortalama Derinlik (Md)		1,66		1,75					1,83		
	Rölatif Asimetri (RA)		0,66		0,75					0,41		

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

**Tablo 2:** Konutların Erişim Grafiği Tablosu

Sofa Tipleri	Ön Sofah	Yan Sofah	Orta Sofah	L Sofah	T Sofah
Tek Mekânlı					
İki Mekânlı					
Üç Mekânlı					
Dört Mekânlı					
Beş Mekânlı					
Altı Mekânlı					



## 6. Tartışma

Geleneksel konutların geçmişten günümüze inşa edildiği bölgelerde tarihin ve kültürün yansıması olarak karşımıza çıktığı bilinmektedir. Buna bağlı olarak çok farklı çalışmalarda geleneksel konutlar üzerine odaklanılmıştır. Farklı bir bağlam olarak, bu çalışmada geleneksel konutların mekân dizimi analizi yöntemiyle incelenmesine ve Balıkesir ili üzerinden yeni oluşacak yapılara referans verebilecek mevcut sofa tiplerine bağlı olarak herhangi bir bağlantı bulunup bulunmadığı sorusuyla çalışmaya başlanmıştır.

Mekân dizimi yöntemi içerisinde yer alan parametrelerden çalışma kapsamında Mekân sayısı(ms), Geçiş Mekân Sayısı (Gms), Terminal Mekân Sayısı (Tms), En Derin Mekân Derinliği (Edmd), Toplam derinlik (Td), Ortalama Derinlik (Md), Rolatif Ortalama Derinlik (Ra) değerlerinin hesaplanması üzerine odaklanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda mekân dizim yönteminin içeriğine bağlı olarak mekânların formlarının analiz kapsamında her hangi bir etkisi olmadığı, tamamıyla mekânsal ilişkiler üzerine kurulu bir yöntem olmasına bağlı olarak farklı sofa tiplerine sahip konutların sonuçlarda sayısal değer olarak benzer değerlere sahip olabildikleri görülmektedir. Elde edilen mekan sayılarını sonuçlarına göre de konutların mekan sayılarının iki ve sekiz olarak değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.

Geçiş Mekân Sayısı (Gms), maksimum değer üç olduğu, mekân sayısına bağlı mekânın geçiş mekân sayısının artması beklenirken erişim grafiklerinden de görüleceği üzere dağılım sofordan eşit olarak diğer mekânlara dağıldığı için mekân sayıları 2 ve 3 olarak değişim göstermektedir. Bu dağılım bize plan konfigürasyonunun geçiş mekân sayısı ile direkt olarak ilişkisi olduğunu ifade etmektedir.

Terminal Mekân Sayısı (Tms) ise planlar üzerinde varılan son noktadır. Bu mekânlar üzerinden başka bir mekâna geçiş bulunmamaktadır buna bağlı olarak planın dallanmasına göre terminal mekân sayısında artış görülmektedir. Aynı mekân sayısına bağlı konutlarda farklı terminal sayıları ortaya çıkmaktadır. Terminal mekân sayılarının incelenmesi sonucunda planların formuna bağlı olarak mekân dizimi analizindeki toplam mekân sayısının bir eksiği, yazarların oluşturmuş olduğu gruplamaya bağlı olarak ise mekân sayısı ve terminal mekân sayısının genelde eşit sayısal değerde ifade edilmektedir. Bu durum genel dağılım olarak mekân sayısının yana doğru artışına ve planların bu yönde büyümesiyle ilişkilidir.

En Derin Mekân Derinliği (Edmd), erişim grafiğinde en derinde yer alan mekânları ifade eden en derin mekân derinliği hesaplamaları incelendiğinde Balıkesir geleneksel konutlarında en derin planın 3, en sık planın ise 2 değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum konut planlarında mekân sayısı artışının planlar üzerinde sağa veya sola genişlemeye yönelik olduğunu ifade etmektedir.

Toplam derinlik (Td), mekânların toplam derinlik değerlerini gösteren hesaplama mekân sayısına ve dallanma grafiğindeki yerleşime bağlı değişim göstermektedir. Sofa tiplerine göre bu noktada değişim mekân sayılarının artmasına ve planın arkaya doğru gelişim göstermesine bağlıdır. Analiz sonucunda Balıkesir geleneksel konut tiplerinin toplam derinlik hesabı için mekân dizim yöntemindeki mekân sayısının iki katından bir eksik olarak (2Ms-1) olarak sayısal sonuç elde edilebilmektedir.

Ortalama Derinlik (Md), plan organizasyonunda yer alan tüm mekânların dış mekâna göre derinliklerini ifade etmektedir. Buna bağlı olarak ortalama derinlik sonuçlarına bakıldığında mekân sayısı farkına bağlı olarak değişkenlik gösteren derinlik ortalamasında ortalama derinliğin 1,5 - 2 arasında değiştiğine ve derinlik değerlerinin tüm tiplerde çok yakın olduğu görülmektedir. Tüm bu verilere göre ağaç grafiklerinin dağılımına bakıldığında erişim grafiğinde mekân sayısı az olan grafiklerin derinliğinin daha fazla planın arkaya doğru genişlediği, derinliğin az olduğu erişim grafiklerinde ise dallanmanın yana doğru fazla olduğu ortaya çıkmaktadır.

Rölatif asimetri (Ra) 0 ile yani maksimal simetrik ile 1 yani maksimal asimetric arasında değer alır. Ra değeri yüksekse o zaman planın geçirgenliğinin ayrılmacı olduğu fiziksel kontrolün kaybolması ile

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

asimetrik olduğu düşünülür (Kırcı,2010). Erişim grafiklerine ve Ra değerlerine bakıldığı zaman konutların sofa mekânından dağıldığını ve sayısal değerlerinde sağlamasıyla ortaya çıkan sonuç geleneksel konutların ayrılmaya yönelik plan organizasyonuna sahip olduğu ve mekân sayısının artışıyla ise bütünlüklüğün arttığı olmuştur. Burada dikkat çeken nokta değerlerin 0.18 ile 1 arasında yer aldığı en değişken plan Ra değerine sahip tipin orta sofalı konut türü olduğu görülmektedir. Buna karşılık T ve L sofalı tipler ise tam tersi bir eğilim göstermektedir.

Çalışmanın amacına bağlı olarak Balıkesir ile kırsal konut tipolojisini örnek bir örüntü olarak alınmış ve konutların sayısal mekân dizimi yönteminin seçilmiş parametreleri üzerinden çıkarılarak buna bağlı olarak geleneksel Anadolu konutlarının sayısal kimliği de ortaya çıkarılmıştır. Sofa tiplerine bağlı olarak sayısal değerler gruplanarak ilişkiler yorumlanmış ve değişkenler irdelenmiştir. Bu değerlerde ortaya çıkan bilgilerin gelecekte kültüre uygun konut tasarımında bir başlangıç verisi olarak destek verebileceği düşünülmektedir.

### Teşekkür

Balıkesir ili kapsamında yapılan çalışmada söz konusu köylerde konut analizlerini yapan Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Fakültesi öğretim üyeleri ve öğrencilerinde oluşan ekibe, ekip şefi Prof. Dr. Kemal Çorapçioğlu' na ve bu çalışmayı finanse eden T.C. İmar ve Şehircilik Bakanlığı' na teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- BARAN, M. 2006. Halk Mimarisinin Halkbilimi Bağlamında Değerlendirilmesine Harran Evleri Örneği. *Millî Folklor* 18 (72):141-147.
- CANSU S., 2008, Eski Ankara Bağ Evleri ile Günümüz villalarının mekân konfigürasyonu karşılaştırması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- ÇİL, E. 2006. Bir Kent Okuma Aracı Olarak Mekân Dizim Analizinin Kuramsal ve Yöntemsel Tartışması, *Megaron YTU Mimarlık Fakültesi e-dergisi*, 1(4), 218-233, [Giriş tarihi: 2 Haziran 2014] Adres: [http://www.megaron.yildiz.edu.tr/yonetim/dosyalar/04\\_03\\_CIL\\_E.pdf](http://www.megaron.yildiz.edu.tr/yonetim/dosyalar/04_03_CIL_E.pdf).
- ÇORAPÇIOĞLU, K., DIRI, C., ŞAHİN, B., KURUGÖL, S., ÖZGÜNLER, M., EREM, Ö., GÖKUÇ, Y.T., GÖRGÜLÜ, H.C., SEÇKİN, P., OĞUZ, Z. 2010a. *Balıkesir Kırsalında Yöresel Doku Ve Mimari Özelliklere Uygun Yapılaşmanın Yaygınlaştırılması: Rehber Kitap*. İstanbul: T.C. İmar ve Şehircilik Bakanlığı Teknik Araştırma Ve Uygulama Genel Müdürlüğü.
- ÇORAPÇIOĞLU, K., EREM, Ö., GÖRGÜLÜ, H.C. 2010b. *Balıkesir Kırsalında Yöresel Doku Ve Mimari Özelliklere Uygun Yapılaşmanın Yaygınlaştırılması: Tipoloji Çalışmaları Ve Uygulama Projeleri*. İstanbul: T.C. İmar ve Şehircilik Bakanlığı Teknik Araştırma Ve Uygulama Genel Müdürlüğü.
- ELDEM, S. H. 1955. *Türk Evi Plan Tipleri*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları.
- ERTÜRK, K. İ. 1996. The Traditional Turkish House Types in Anatolia. In *Çağlar Boyunca Anadolu'da Yerleşim ve Konut Uluslararası Sempozyumu*. İstanbul: Ege Yayınları, 159-169.
- FUHRMANN, O. VE GOTSMANN, C. 2006, On The Algorithmic Design Of Arcitectural Configurations, *Environment And Planning B, :Planning And Design*, 33(1), 131-140.
- HILLIER B., HANSON J. 1984. *The social logic of space*, Cambridge University Press, Cambridge.
- KIRCI, N. 2010. Müzelerde sentaktik ve biçimsel analiz üzerine bir değerlendirme, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(2), 189-199.

- KÖSE, A. 2005. Türkiye’de Geleneksel Kırsal Konut Planlarında Göçebe Türk Kültürü İzleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2 (2):165-200.
- KÜÇÜKERMEN, Ö. 1991. *Kendi mekânının arayışı içinde Türk evi*: Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu.
- OĞUZ, Ö., METİN, E., MORMENEKŞE, F. 2007. *Türkiye’ de 2003 Yılında Yaşanan Geleneksel Mimari*. Ankara: Gazi Üniversitesi Türk Halkbilimi Araştırma ve Uygulama Merkezi (THBMER) Publishing.
- OKUR, M. A., DUMAN, İ. Y., SARP, Y. 2010. Balıkesir İl Özel İdaresi Stratejik Planı: 2010-2014. Balıkesir.
- ÖZAYDIN, G. Ö., ERBEY, D. E., MAMUNLU, H., ÖĞDÜL, H., ÜSTÜNDAĞ, K., ÜNVER, Ö., KOTAS, P., SÖĞÜT, S. G. 2010. *Kırsal Alanlarda Yöresel Doku Ve Mimari Özelliklere Uygun Yapılaşmanın Yaygınlaştırılması Projesi Kırsal Alanlarda Yöresel Doku Kırsal Yerleşme Doku Analizi*. İstanbul: T.C. İmar ve Şehircilik Bakanlığı Teknik Araştırma Ve Uygulama Genel Müdürlüğü.
- PETRUCCIOLI. 2008. *Bellek Yitiminin Ardından : Akdeniz İslam Kent Dokusunun Öğrettikleri*. İstanbul: Yapı Endüstri Merkezi.
- RAPOPORT, A. 1969. *House form and culture*. Englewood Cliffs, N.J.,: Prentice-Hall.
- ROBERTS, W. E. 1972. Folk architecture. R. M. Dorson (Ed.), *FoZkZore andfolklzfe: An introduction*:281-294.
- RUDOFISKY, B. 1964. *Architecture without architects: a short introduction to non-pedigreed architecture*: UNM Press.
- SHOUL, M. 1993. The Spatial Arrangements of Ordinary English Houses, *Environment and Behaviour*, 25, 22-69.
- TUIK. 2014 [Giriş tarihi: 2 Haziran 2014] Adres: <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>.
- TURNER, A. PENN, A. 1999. Making isovists syntactic: isovist integration analysis, *2nd International Symposium on Space Syntax*, Universidad de Brasilia, Brazil.
- YÜREKLI, H., YÜREKLI, F. 2005. *Türk Evi: The Turkish House: Gözlemler-Yorumlar: A concise Re-evaluation*. İstanbul: Yapı Yayın.



## Mekan Dizilim Yöntem Ve Teorisini Öğretmek Üzerine

Işın Can<sup>1</sup>

### Özet

Günümüzde bir çok araştırmada kullanılan “mekân dizilimi” yeni bir teori ve araştırma yöntemi olarak 1970’lerde University of College London (UCL)’da Hillier ve Hanson tarafından geliştirildi. Mekan dizilimcilerin üzerinde durdukları önemli bir nokta mekan dizilimin salt bir yöntem olarak görülmemesi buna ilişkin teorisinin de kavranabilmesiydi. Hillier ve Hanson (1984)’ın “Social Logic of Space” kitabında bahsettikleri gibi, mekan dizilim analizleri ile yapılan mekan temsilleri, aynı zamanda o mekanın sosyal örüntüsü hakkında da bilgi vermektedir. İnsan hareketini temel alarak, en çok toplanma ve karşılaşma potansiyeli olan açık alanlar, sokaklar, ve bina içindeki fuayeler ve koridorlar çeşitli analiz yöntemleri ile görselleştirilir. Peki bu yöntemi sadece niceliksel olarak sınıflandırabilir miyiz? Bu bildiride yöntemin gelişimi, teorisi ve uygulama alanlarının yanı sıra pedagojik boyutu da ele alınacaktır. İYTE Mimarlık Fakültesi’nde düzenlenmiş olan iki atölye çalışması ve analitik mekan okuma dersi üzerinden mekan dizilim yöntemini öğretme yöntemleri, uygulanması, analizlerin sonuçları, ve süreç içerisinde karşılaşılan sorunlar tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mekan Dizilim, Tematik Haritalar, Aksiyel Analiz

### 1. Giriş

20.yüzyıldan önce kentler gerçekte oldukları gibi kayıt ediliyordu. Örneğin Nolli Haritası (1748) ideal bir figür-zemin görüntüsüdür ve kent dokusunu temsil eden altlık haritalarından biridir. Günümüzde kentler farklı imajlar ve haritalar ile temsil edilmektedir. Kruger’in (1979) kentsel form temsili grafiği, Atkin’in (1974) Q-Analizi, ve Hillier ve Hanson’ın (1984) kent temsili grafiği olan Mekan Dizilim bunlardan bir tanesidir (O’Sullivan, 2000). O’Sullivan’a göre mekan dizilim üstte saydığımız yöntemlere göre daha fazla kullanılmaktadır. Mekanın dokusunu tanımlayan bu teori ve yöntem, o mekanı şekillendiren süreçler, mekanın yapısı, ve sosyal içeriğine ilişkin bilgi içerir (Sima ve Zhang, 2009). Diğer analiz yöntemlerine göre daha çok kullanılması, iki senede bir düzenlenen sempozyumlardan ve akademik ortamda üretilen bildiri ve makalelerin yaygınlığından da anlaşılmaktadır.

### 2. Tanımlar, Mekan Dizilimin Öncesi ve Sonrası

Mekan dizilimini Hillier ve arkadaşlarının (1987) tanımladıkları gibi “mekanın temsili, analizi ve yorumlanmasında kullanılan bir model” olarak nitelendirebiliriz. Mekan dizilimciler, geliştirdikleri bu yeni yöntem ile kentsel forma ilişkin problemlerle farklı şekilde baş etme yöntemi buldular. Temel aldıkları meseleler genellikle kentlerin işlevi, nasıl çalıştığı yani insan hareketi ile kentsel doku arasındaki ilişki üzerinedir. Hillier’in de bahsettiği gibi esas alınan (relationship of relations)

<sup>1</sup> e-posta adresi: isincan@iyte.edu.tr, İYTE Mimarlık Fakültesi

### VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

ilişkilerin ilişkisidir, yani (spatial configuration) mekansal konfigürasyondur (Hillier et al., 1993; Hillier 1996). Bu birbirine bağımlı ilişki türünde kentsel mekanların nasıl birbiri ile bağıntılı olup, aynı zamanda hangi kültürel, sosyal, ve davranışsal kodları içerdiğini algılayabiliyoruz.

Mekan dizinimciler binaların içerisi ve dışarı ile kurduğu ilişki bağlamında kentsel yerleşimleri iki-kutuplu bir sistem olarak incelediler. Arnheim'in da bahsettiği gibi bu iç ve dış karşıtlığı birbirlerini dışladıkları halde, biri diğeri olmadan var olamaz. Bu (dualism) ikililik mimarlık ve kentsel tasarım için bu iki durumu bir araya getirebilmek adına sorguladığımız temel problemlerden biridir (Arnheim et al., 1966). Yapılar ve kamusal alanlar bu sistemin iki zıt kutbudur. Bina girişleri hem binanın içerisi ve dışarı arasındaki ilişkiyi, aynı zamanda dışarıdakiler yani sokak sakinleri ile bina sakinleri arasındaki ilişkiyi belirleyen ve şekillendiren bir mekandır. Mekan diziliminin bir diğer amacı binaların nasıl biraraya gelip bu süreklilik sağlayan açık alanları tanımladığı ile ilgilidir. Bunu tanımlarken kent morfolojisi ile o yerleşimin sosyal unsurları arasındaki bağıntı şeklini anlamak önemlidir. Kısacası bu karşılıklı oluşumun, zaman içinde birbirini nasıl şekillendirdiğini dönüştürdüğünü kavramak mekan dizilimin temel unsurlarından biridir (Hillier ve Hanson, 1984; Hillier, 1987).

Kentsel morfoloji üzerine yapılan çalışmalara baktığımızda, kente ilişkin geliştirilen kavramların 1960 öncesinde daha kurallı ve utopik olduğunu görüyoruz. İdeal kenti aramak bu dönemde önemli bir yaklaşımdı, örneğin Howard (1898)'in İngiltere'deki "Garden Cities" bahçekent'i, Le Corbusier (1929) 'in "Ville Radieuse" ve Wright (1945) 'in "Bradacre" gibi (O'Sullivan, 2000). Sanayi kentlerinin ve sonrasında da ikinci dünya savaşının neden olduğu sağlıksız ve altyapısız mekanlar ile baş etmek için kentlerin modern, estetik, ve sağlıklı görünümü ile ilgili görüşler ve hareketler ortaya çıkmıştı (Akkar, 2006). Fakat 1960'lar ile birlikte bu söylemler yerini daha analitik yaklaşımlara bıraktı. Lynch (1960), Jacobs (1961), Alexander (1964) ve William H. Whyte (1980) gibi araştırmacılar, insanı ve yeri gözlemleyerek kentsel tasarım alanında önemli katkılarda bulundular. Bunların içinde Mekan Dizilim yöntemine en yakın olarak Alexander'i gösterebiliriz. Aslında Hillier'in (2008) de bir konuşmasında bahsettiği gibi eğer Alexander "Pattern Language" (Örüntünün Dili) 'nin isim babası olmasaydı "mekan dizilim" tam da bu şekilde adlandırılabilirdi. Alexander ve arkadaşları çalışmalarında kent sistemini, bütünü anlamak için küçük alt birimlere, parçalara ayırdılar. Örüntü dili ardışık olan ağ örgüsü (network) yapısına sahiptir (Alexander ve arkadaşları, 1977). Rasyonel tasarım metodolojisi ile bölgelere ayrılarak (zoned) tasarlanmış kentlerin tersine, Alexander'in örüntü dili, aynı zamanda tasarım problemleri ile baş etmek için bir tasarım aracı olmuştur. Bununla birlikte bir kenti yarı-kafes (semi-lattice) olarak nasıl tasarlayacağımızı gösterir. En iyi bildiğimiz alıntısından da anlayacağımız gibi "A City is not a Tree" ağaç gibi dallanmış bir yapının tersine, bir kent birbirinden kopuk değil, birbiri ile bağıntılı, ilişkili elemanların oluşturduğu bir bütündür demiştir. Bölgeden başlayıp kentin içindeki yapıların kapılarına kadar uzanan hiyerarşik

sistem bu örüntü dilinin özetidir. Kelimeleri anlamlı ve içerik oluşturacak şekilde bir araya getirebilirsek cümleyi oluştururuz. Bir örüntü gurubu ile diğerini bağlayan bu cümleleri okuduğumuzda bütün dil hakkında bir bilgiye sahip oluruz (Alexander ve arkadaşları, 1977). Karmaşık bir sistem ile ilgili bilgi sahibi olmak için içteki yapısal durum analiz edilir. Burada örüntüden kastedilen insan aktiviteleri ve etkileşimdir. Alexander'ın asıl meselesi yapılı çevredeki tutarlılık ve uyumu yaratabilecek bir metod ve aynı zamanda birleşik bir bütün (unified whole) yaratmak için bağlantıların organizasyonunu oluşturmak olmuştur (Salingaros, 2000). Aslında Alexander'ın bu metodunu 1970'lerde gelişen matematiksel yöntemlerin temeli olarak görebiliriz (Salingaros, 2000; O'Sullivan, 2000).

Coğrafya alanında da kent yerleşimleri ve morfolojik süreçleri üzerine çalışmış başı çeken önemli araştırmacılar vardır. Bunların içinde Schlüter, Conzen, Whitehand, Larkham, ve Kropf'u sayabiliriz. Fakat bu bildiri de matematiksel analiz yöntemlerine değinilecektir. Mekan diziliminin geliştirildiği UCL'den önce İngiltere'de analitik planlamada başı Cambridge Okulu çekmiştir. 1973'te yeniden isimlendirilen araştırma merkezi "Martin Centre for Architectural and Urban Studies" March, Kruger, Steadman, ve Martin gibi önemli araştırmacılar yapılı çevrenin geometrisi, kentsel mekan ve yapısal özellikleri üzerinde çalışmışlardır. Kruger'in geliştirdiği "multiple graph representations of urban system" sokak ağını ve yapılı çevreyi oluşturan birimleri göstermiştir. Bu grafik Kruger'e yerleşimlerin farklı bölgelerini ayırt edebilme ve çeşitli karakteristik özelliklerini belirleme olanağı sunmuştur. Aynı zamanda kentsel yapının bu ölçüleri yerleşim yoğunlukları, istihdam değerleri gibi veriler ile koralasyon kurularak ilişkilendirilmiştir. Bu grafikler arazi kullanımı ve ulaşım modellerinin gelişmesine de yardımcı olmuştur. Son zamanlarda kentin mekansal büyüme süreçlerini inceleyen daha dinamik modeller de ortaya çıkmıştır, bunlar içinde cellular automata (CA) ve fraktal geometriyi sayabiliriz. Bu modeller büyüyen kentin süreç analizlerinde çok daha uygun olsa da yeni beliren formların geometrisine fazlası ile vurgu yaparak, geçişteki kuralların geçerliliğine yeterince önem vermediği için kritik edilmiştir (O'Sullivan, 2000). Mekan dizilim yaklaşık belki son on yıldır bu dinamik süreçleri, gözlemleri de (traces, snapshots, gate counts) modele koralasyonlar yardımı ile entegre ederek aşmaya çalışmıştır.

### **3. Uygulama Alanları ve Yöntemin Tartışılan Konuları**

İlk ortaya çıkışından bu yana, mekan dizilim yöntemi bilgisayar ortamında üretilen farklı modeller ve yazılımlar (confeego, depthmap) sayesinde sürekli geliştirilmiştir. Özellikle kentsel analizlerde geniş bir uygulama alanına sahip olan yöntem; kampüs alanları, plaza ve sokaklar gibi kamusal mekanları, erişilebilirlik, kentsel yenileme projelerinde müdahale öncesi ve sonrası durumların analizlerinde, "evidence-based" yani daha tutarlı ve sayısal ortamın sunduğu elle tutulur veriler ile sonuçları değerlendirmemizi sağlamıştır.

### VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

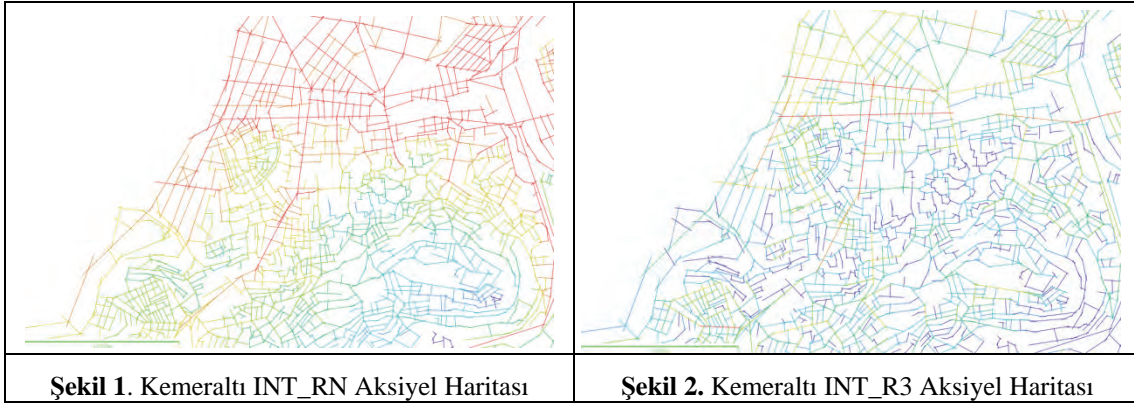
Bir çok ülkede ve akademik ortamda hızla kullanılmaya başlayan yöntem beraberinde bir çok tartışmayı da getirmiştir. Akademik ortamda bazı araştırmacılar tarafından eleştirilmiştir, ve bu eleştiriler genellikle yöntemin iki boyutlu olup üçüncü boyutu, örneğin bina yüksekliklerini modele dahil edememesi üzerine olmuştur. Ratti (2004) 'nin bunun üzerine yapıdığı eleştiri aksiyel haritanın topolojik bir harita olması ve sokak genişlikleri, bina yükseklikleri gibi metrik bilgileri içermemesidir. Hillier ve Penn (2004) buna karşı argüman olarak 'Rejoinder to Carlo Ratti' makalesinde bu konuya değinmiş ve diğer değişkenlerin modele eklenmesi halinde asıl mesele olan 'mekansal konfigürasyon'un anlaşılabilir ve belirsiz bir hal alacağını savunmuşlardır. Dolayısıyla bu değişkenler ile regresyon analizlerinde analiz ederek üstesinden gelmeyi tercih etmişlerdir. Bunun yanında, batıdaki bina tipolojilerinin dışındaki konut tipolojilerinde geçişlilik yapısını gösteren grafiklerin uygulama zorlukları sayılabilir. Osman ve Suliman (1995) konutlardaki mekansal ilişkiyi gösteren ikili kodlamanın (0 ve 1, sıfır dışı bir içerisi) batı dışındaki konut örneklerinde uygulanmasının zor olduğunu savunmuşlardır. Çünkü batıdaki ev'in iç ve dış ile kurduğu ilişki İslam kentlerindeki örneklerde aynı değildir, 0 olarak temsil edilen dışı yani grafikteki *root* kamusal bir alandır ve iç mekan ile ilişkisi sınırlıdır. Ayrıca çoğu zaman iki mekan arasındaki bağlantı yanyana değil ise bir üçüncü ara mekan ile bu ilişki sağlanabilir. Bunlar geçişlilik grafiklerinde gösterilmemektedir. Mekan dizilim, kapılar ile sağlanan bağlantısallık ile kemerli geçitlerin oluşturduğu bağlantıları eşit tutmaktadır. Aynı şekilde iki mekanı bağlayan kısa ve uzun koridorlar da eşit şekilde ele alınmaktadır (Osman ve Suliman, 1995).

Konut geçişlilik grafiklerinin yanında, açık alanların modellenme şekli ve yorumu da eleştirilen diğer bir konudur. Aksiyel çizgi binaların tanımladığı boşluklardan geçirilirken açık alanlardaki örneğin parklardaki yürüyüş yolları modellenirken çizilen fazla çizgiler analizde farklı sonuçlara sebep olabilmektedir. Bunlara yöntemin kolay anlaşılabilir değil karmaşık olarak değerlendirilmesini de ekleyebiliriz. Dolayısıyla, bir yanda mekanı çizgiler ile temsil edip sadeleştirerek yorumlamaya çalışan bir model, öte tarafta "integration" "choice" gibi ölçütlerin karmaşık algoritmaları ve yorumlama süreçlerini görüyoruz. Her analizde kişinin eşikleri kendinin belirlemesi aslında bir yandan bir esneklik ve yoruma açıklık katarken bir yandan da aynı sonuca ulaşma durumunu engellemektedir. Kısacası, her araştırmacıya göre üretilen modellerin değişmesi, modeli hazırlayan araştırmacı eğer yönteme ve terminolojisine hakim değil ise çıkan sonuçları yorumlayamaması, açık mekanların modellenme sorunları örneğin gereğinden fazla modelleme, analizlerden tahmin edilen sonuçların çıkması gibi konulardan ötürü mekan dizilim akademik ortamda tartışmalara yol açmıştır (Osman ve Suliman, 1995; O'Sullivan,2000; Ratti, 2004; Çil, 2006).



#### 4. Aksiyel Haritalar ve Dizinimsel Ölçüler

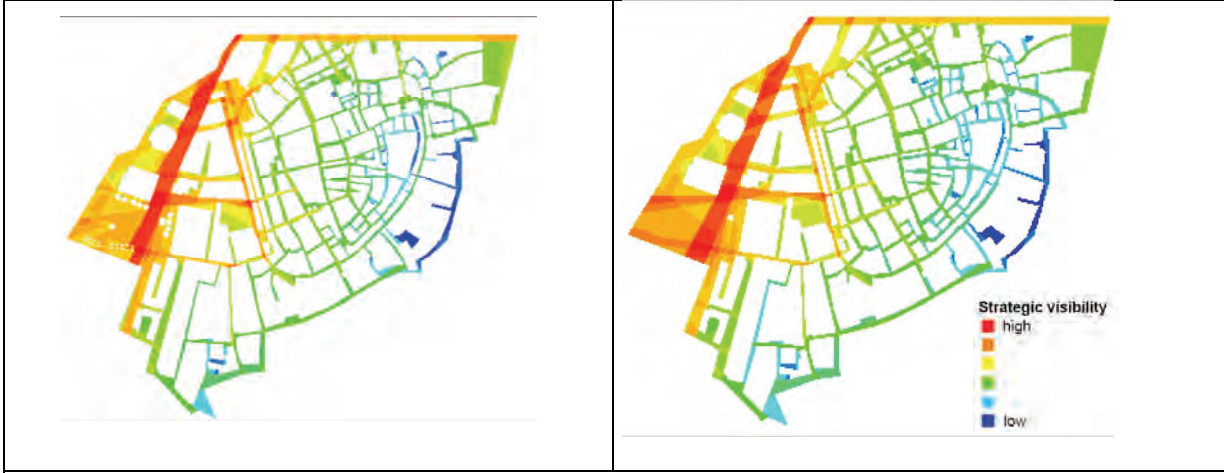
Kentsel çevreyi oluşturan yapılar ve boşlukların plandaki konasyonu biçimsel özelliklerinden farklı olarak, birbirlerine bağlanma ve geçişlilik ilkesine göre analiz edilir. Bu amaçla, dijital ortamda açık alanların içine görüş aksları (*axial lines*) çizilir; böylece, öncelikle kentin fiziksel dokusu, hareket ve görsel algıyı çakıştıran bir temsil düzlemi içinde sunulmuş olur. Daha sonra bu aksların kesişimlerinden doğan ilişkiler karşılaştırmalı hesaplanır. Bu hesaplama, bir yerleşimdeki açık alanları, içinden insanların en sık geçme olasılığı olan mekânlardan daha az insanın bulunma olasılığı olan alanlara doğru hiyerarşik bir biçimde dizer. İnsanların bir arada olma potansiyelinin en fazla olduğu açık alanlar (sokaklar ve meydanlar) bütünleşikliği (*integration*) en yüksek olan mevkilerdir; az insanın bulunma olasılığı olan mekânlar ise yalıtılmış (*segregated*) olarak tanımlanır. Dijital ortamda yapılan analizlerin sonunda en bütünleşik görüş akslarından en yalıtılmış olanına doğru renklerle kodlanmış yeni bir harita ortaya çıkar (Can ve Çil, 2011).



Aksiyel analizinin yanı sıra parça açısıl (Segment Angular Analysis) analizi de vardır. Aksiyel haritada (Axial Map) A ve B noktası arası modelde görebildiğimiz en uzun çizgi olarak çizilerek elde edilip depthmap yazılımı ile analiz edilirken; parça haritasında (Segment Map) A ve B arasındaki aksiyel çizgide o sokağa bağlanan sokaklar veya kavşakların bulunduğu noktada A ve B arası çizgi analiz sürecinde parçalara ayrılır. Dolayısıyla segment analizinde bu düğüm noktaları ve sokağın açısıl birleşimi göz önüne alınır. Dizinimsel ölçülerin içinde Bütünleşiklik (Integration) analizi en temel kavramlardan biridir, global bir ölçüdür erişilebilirlik ve merkeziliği ölçer. Zaman içerisinde parça açısıl analizleri ile Choice (seçilebilirlik) analizi integration'dan daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bütünleşiklik analizi topolojik bir ölçü iken, (yani A ve B noktası arasını en az kaç adımda alıyoruz). Seçilebilirlik ise aksiyel çizgiler arasındaki açısıl ilişkiye bakar (A ve B noktası arasındaki minimum açı değişimi). Conroy Dalton (2001)'a göre insanlar bir noktadan diğerine giderken minimum açısıl sapma ile doğrusal olarak ilerlemek isterler. Sokağın eğrisellik durumu aksiyel harita ile bir çok çizgi ile çizildiğinde bir sorun teşkil ederken bu durum, açısıl analiz ile

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

ortadan kaldırılmıştır. Dolayısıyla hareketi en iyi tahmin etme durumu olarak açışal analizi sonrasında ise topolojik ve metrik analizlerin geldigini söyleyebiliriz (Hillier, 2005; Van Nes, 2008).

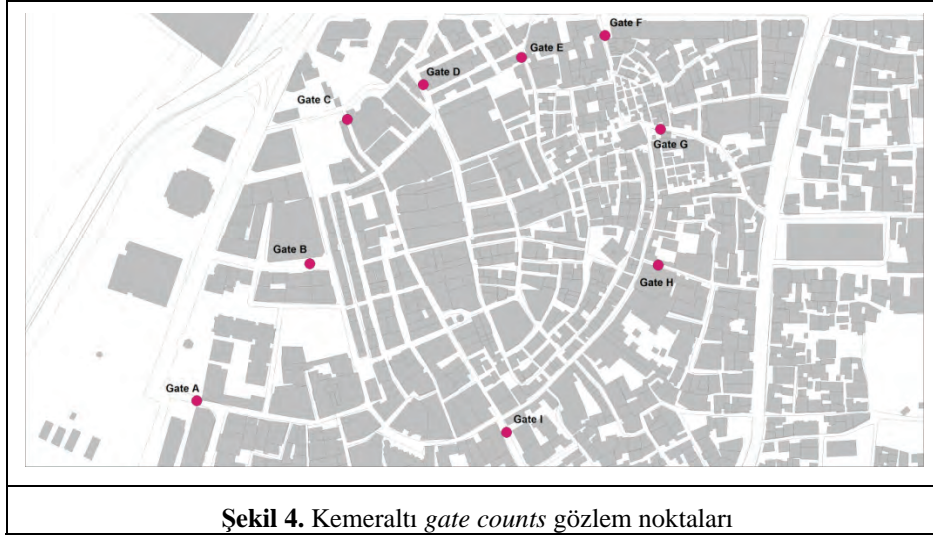


Şekil 3. Konak Meydanı-Kemeraltı Görünürlük Analizi, VGA

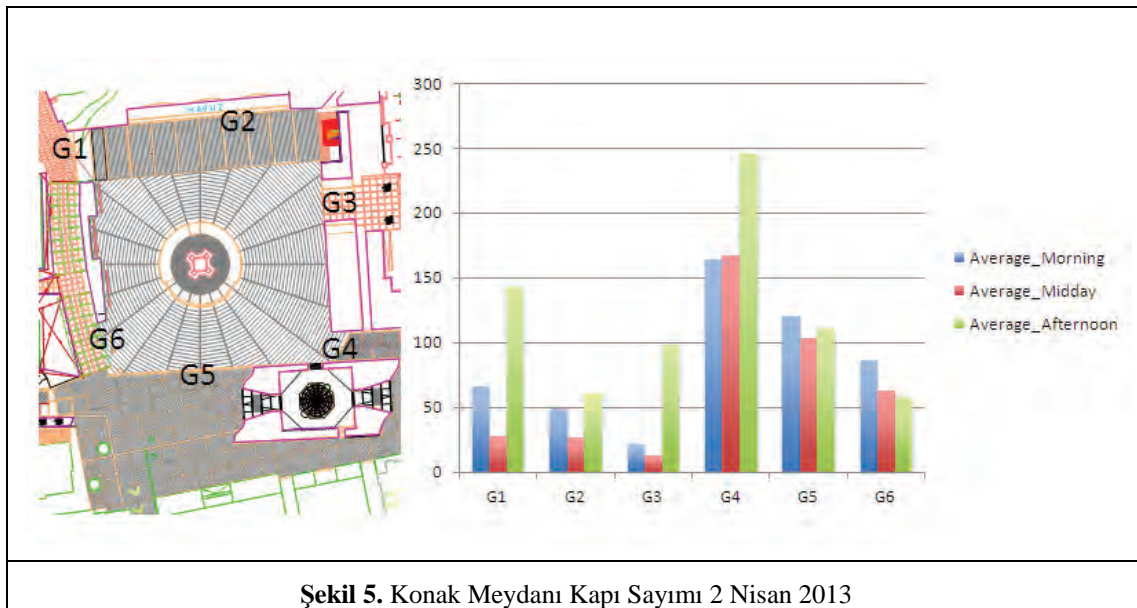
(Peyzaj elemanlarının olup olmaması durumları ile)

## 5. Ders ve Atölye Çalışmaları

Atölye çalışmasının ilki 26 Nisan – 04 Mayıs 2010, ikincisi ise 21 - 25 Mart 2011 tarihleri arasında İYTE Mimarlık Fakültesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Mekan dizilim yönteminin kavramsal sunuşları ile başlayan atölye çalışmalarında ana hedef, yöntemin teorik arka plan ve analiz-gözlem teknikleri ile ilişkisini aktarıp bir alanda uygulamasını göstermek olmuştur. Analizlerin yapılabilmesi için Mapinfo professional ve Depthmap gibi yazılımlara ilişkin kısa bir eğitim verilmiştir. Atölyenin birinci ayağında Kemeraltı bölgesi, ikinci ayağında ise İYTE kampüsü ve bazı fakültelerin iç mekanları çalışılmıştır. Birinci atölyede daha çok tarihi kent merkezi ve Konak Meydanı üzerinde durulmuş Kemeraltı ve yakın çevresinin aksiyel haritası üretilerek bütünleşiklik analizleri (Integration RN) ve VGA analizleri ile gözlemler karşılaştırılmıştır. İkinci atölyede ise İYTE kampüsünün aksiyel haritası üretilmiş, ve Mimarlık Fakültesi, Yurtlar, Kütüphane, Yabancı Diller, Makina Mühendisliği, ve Rektörlük binasının önündeki plazaların görünürlük analizi (Visibility Graph Analysis) VGA yapılmıştır (Yaylalı-Yıldız, Czerkauer-Yamu, Çil, 2014). Kamusal mekan gözlemlerinde mekan dizilim yönteminin üzerinde durduğu Kapı Sayımı (Gate Counts), İz Sürme (Traces), Aktivite Haritası (Snapshots) gibi gözlem teknikleri uygulanmıştır.



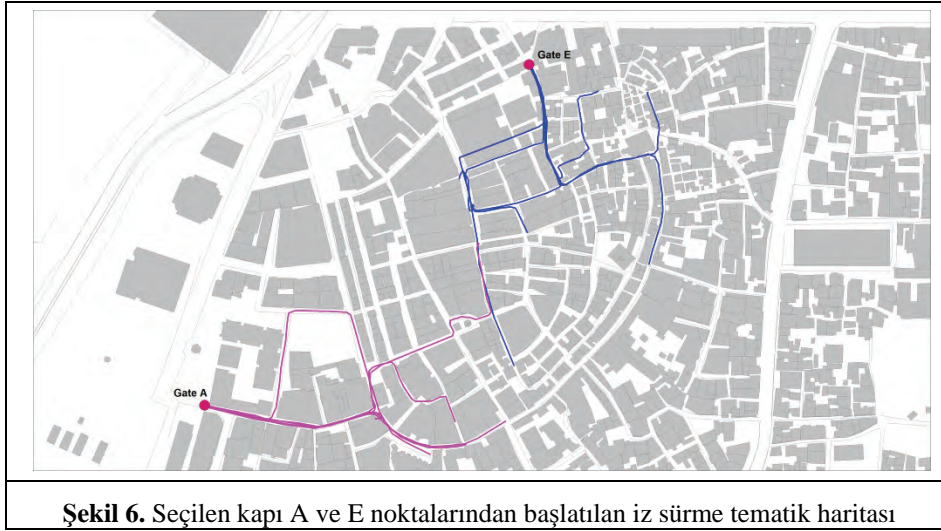
*Gate counts* (kapı sayımı): Gözlemcinin hareket eden insan tiplerini ve sayısını bulmak istediğinde kullandığı bir yöntemdir. Öncelikle alan çalışması içindeki önemli stratejik noktalar, kapılar belirlenir. Gözlemci hayali olarak oluşturduğu gözlem çizgisi üzerinden geçen insanları beş dakikalık süre içinde sayar. Oluşturulan bilgi tablosuna, kategorilere göre sayılan kişiler işaretlenir. Şekil 4'te de görüldüğü üzere Kemeraltı çalışma alanında A'dan I'ya kadar 9 tane kapı belirlenmiştir. Her bir gözlemci 5 dakikalık aralar ile her bir kapıyı gözlemlemiştir. Sayılan kişiler çocuk, genç, yetişkin ve yaşlı şeklinde dört kategoriye ayrılmıştır (Can ve Çil, 2011). Ders kapsamında haftaiçi yapılan sayımlarda ise, Konak Meydanı gözlemlenmiştir. Cumhuriyet Bulvarı üzerindeki G4, G5, ve G6 kapıları en yoğun kapılardır. Akşamüstü ise belediyeden iskeleye doğru G1 ve G3 kapılarındaki yoğunluk artmaktadır.



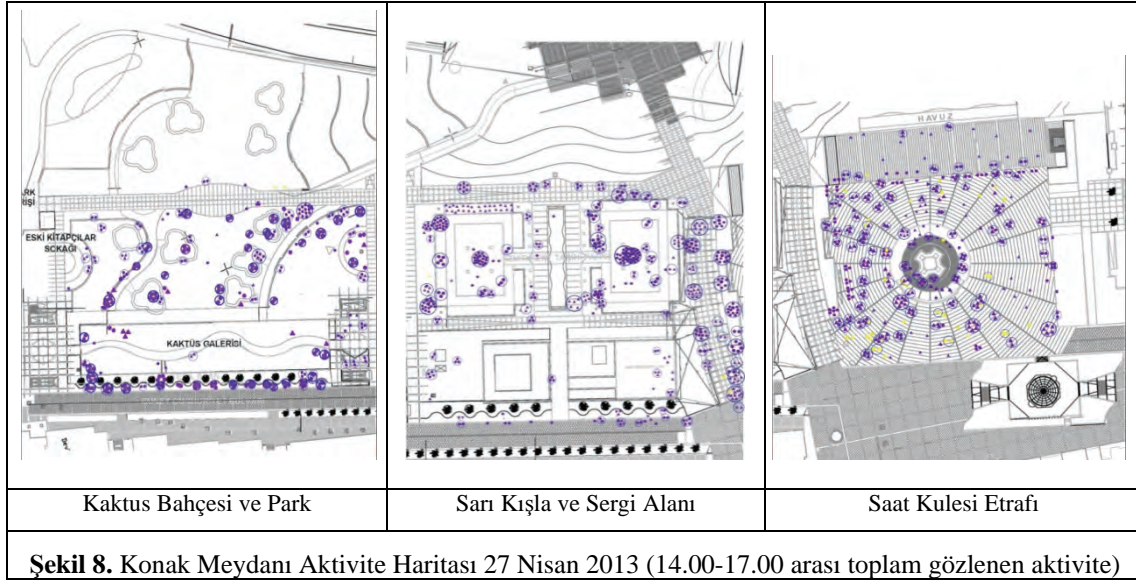
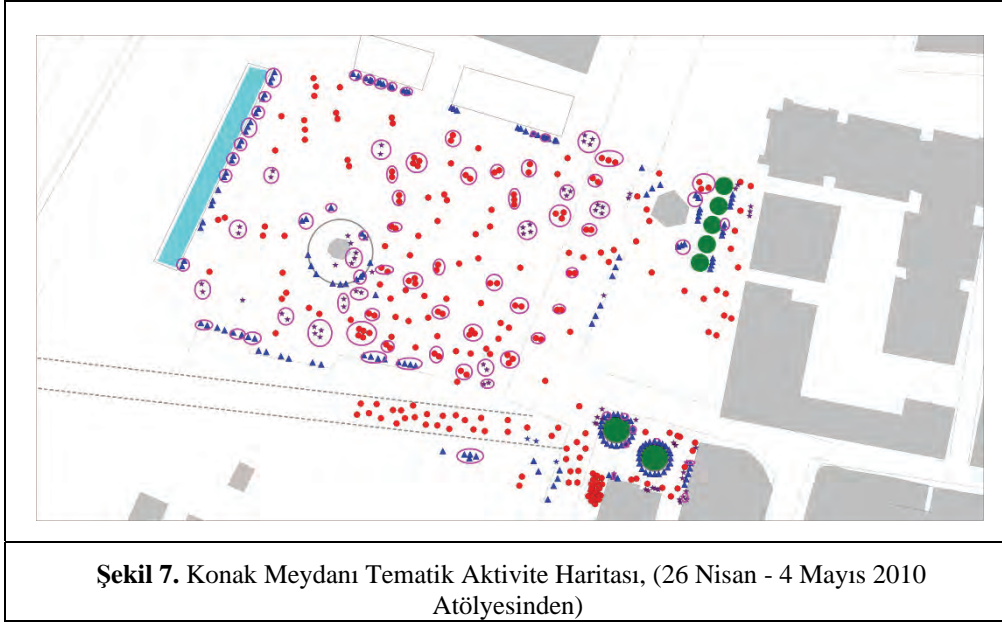
*Traces* (iz sürme): Bu yöntem genel olarak yayaların yürüyüş davranışlarını inceler. Özellikle, kendilerini bir mekan içinde nasıl yönlendirdiklerini veya hangi yolları daha çok tercih ettiklerini

### VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

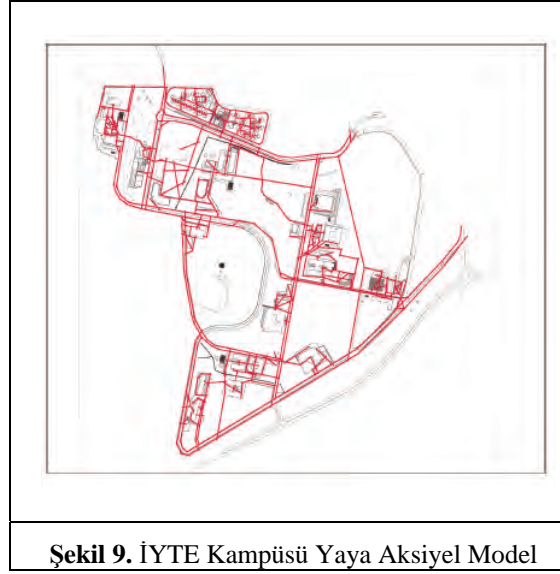
incelemek için kullanılır. Burada gözlemci gene önceden belirlediği bir kapı belirler ve rastgele seçtiği kişiyi, belirlenmiş olan alan sınırları içinde takip etmeye başlar. Eğer izlenen kişi bir binaya girer veya alan sınırlarından çıkarsa elenip yeniden başlangıç noktasına gidilerek yeni bir kişi seçilir. Kişi ile gözlemci arasındaki mesafe korunmalıdır. Ayrıca gözlem süresince yaya hareket izleri bir haritaya sürekli çizgiler ile çizilir. Daha sonra bu çizgiler CAD veya GIS ortamında toplanır. Analizler sonucunda yaya hareket ağı, örüntüsü ve hangi yönlerin daha çok seçildiği ile hareket yoğunluğu saptanır. Figür 5'te bu analiz tekniğinin ürettiği verilerin tematik haritası görülmektedir (Can ve Çil, 2011).



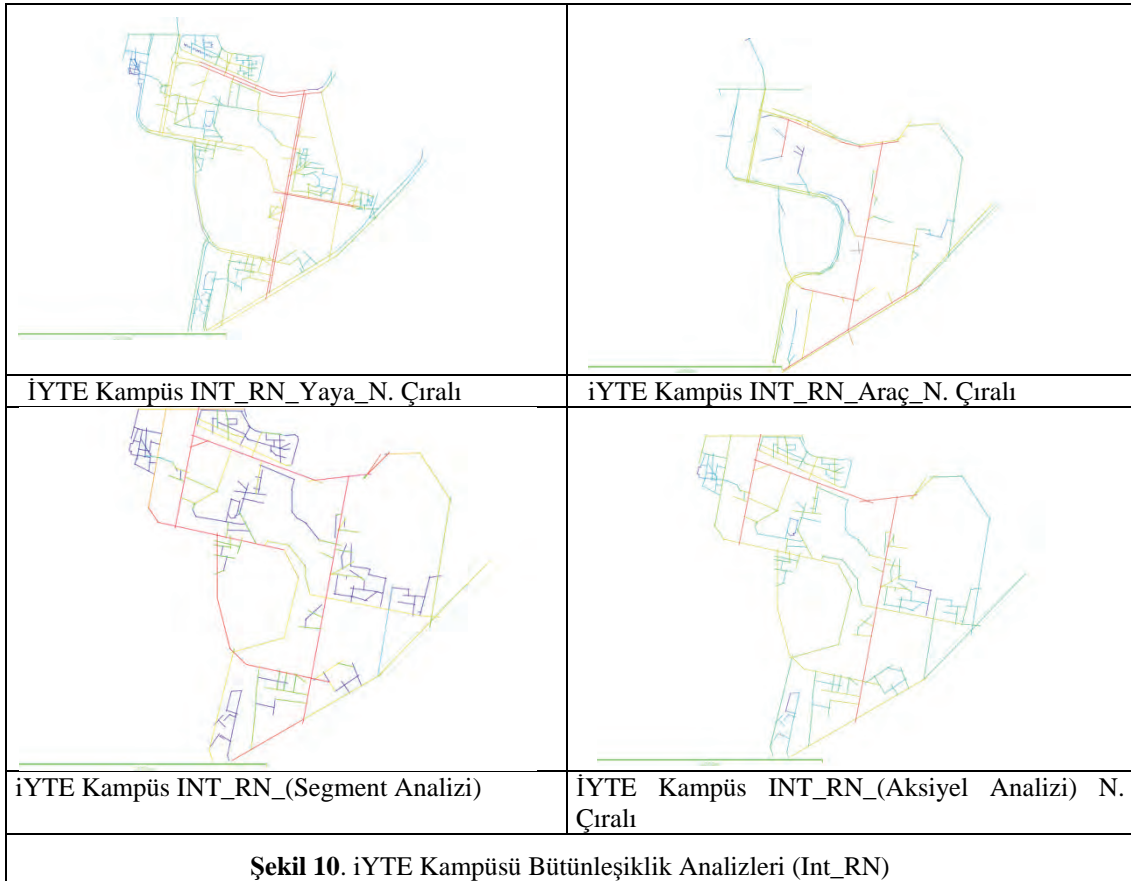
*Snapshots* (aktivite haritası): Aktivite haritası olarak da tanımlayabileceğimiz *snapshots* mekan kullanımı ile ilgili bilgi veren tekniktir. Burada gözlemci iç mekan veya kamusal mekanlardaki aktiviteleri belirli simgesel kodlar aracılığı ile haritaya işler, *gate counts*'da olduğu gibi gözlenen kişiler gene kategorilere ayrılarak, mekan kullanım şekillerine göre haritaya islenir. Şekil 7'de oturan kişilerin daha çok meydanın çeperlerindeki ve saat kulesi ile Kemeraltı Girişindeki oturma birimlerinde yoğunlaştığını görmekteyiz. İnsanlar meydanı öncelikli olarak geçiş alanı olarak kullanmakta daha sonra oturma ve dinlenme aktiviteleri bunu takip etmektedir (Can ve Çil, 2011). Şekil 8'de ders kapsamında meydanda gözlem yapıp üretilen aktivite haritası görülmektedir. Cinsiyet gözetmeksizin durağan aktiviteler (oturan ve ayakta duran) tekil veya gruplar halinde ise daire içine alınarak temsil edilmiştir. Sonuçlarda eski meydanın olduğu alan, saat kulesi gibi bir anıt, *landmark* olması ve bir çok yolun kesiştiği noktada olduğu için, çok daha yoğun kullanılmaktadır. Diğer açık alanlarda ise durağan aktiviteler daha çok gölgelik alanlarda toplanmıştır. Özellikle gölgelik ve yeşil alanların farklı şekillerde kendileştirildiklerini görmekteyiz. Alanda piknik yapanlar, sokak satıcıları, fotoğraf çekenler, oyun oynayanlar gibi farklı aktiviteler gözlenmiştir.



Mekânın analitik okunması dersinde 4-5 kişilik bir grup ile dersin ilk bölümünde teorik okumalar yapılmış, ikinci bölümünde ise İYTE kampüsü ve Konak Meydanı yapılan gözlemler ve analizler üzerinden mekân dizilim yöntemi uygulamalı olarak deneyimlenmiştir. İYTE kampüsü analizlerinde altlık harita üzerinden üç model (araç, yaya, stratejik) üretilmiştir. Burada stratejik model, yaya ve araç trafiğini tek çizgi ile ifade eden modeldir. Şekil 9'da görüldüğü gibi yaya aksiyel haritasında kaldırımlar esas alınır. Yerinde gözlemler yapılarak yayaların kullandığı akslar göz önünde bulundurulmuştur. Gerçek ile analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

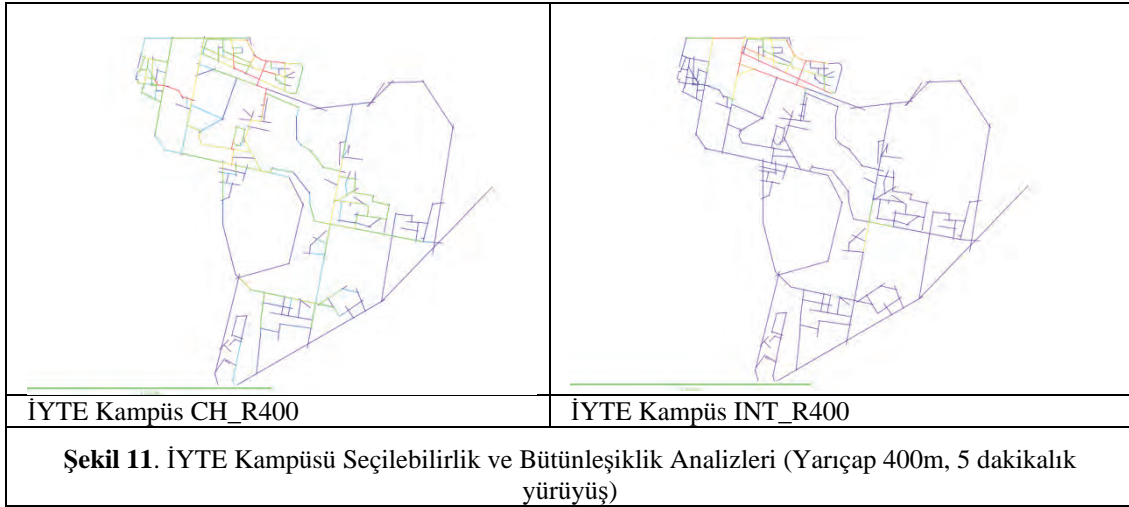


Şekil 9. İYTE Kampüsü Yaya Aksiyel Model



Şekil 10’da görüldüğü üzere, İYTE integration RN (Aksiyel) analizinde öncelikle Çeşme kapısı ile Gülbahçe köyüne uzanan yol, ikinci olarak yurtların önünden geçen yol, ve üçüncü olarak ise Kidonyanın önünden geçen yol çıkmıştır. Segment analizinde ise yabancı diller ile merkezi kafeteryanın yanından bağlanan yolun da eklendiğini görüyoruz. Segment analizlerinin algoritması yarıçap üzerinden kurulmuştur. 400m, 800m, ve 1200 m gibi mesafeler, ortalama yürüyüş mesafesi

olarak 5, 10, 15 dk gibi katlanarak gider. Yukarıda da bahsedildiği gibi Segment analizinin eğrisel yollarda daha gerçekçi olduğunu buradan da anlıyoruz.



## 6. Sonuç Değerlendirme

Hillier (2013) Seoul’de düzenlenmiş olan 9. Mekan Dizilim sempozyumunda mekan diziliminin geleceği üzerine önemli bir konuşma yapmıştır. Mekan dizilimi geçmişten bugüne yaşadığı bütün deneyimler ve tartışılan kavramlar sonucu mimari ve kentsel mekan için *descriptive* yani tanımlayıcı, (*diagnosis*) tanı koyan bir teori olarak adlandırılmıştır. Bu tanımlayıcı teoride dört basamak bulunmaktadır. Birincisi temsiliyetler yani araştırmamızın amacına uygun olarak mekanı temsil ederken kullandığımız elemanlar (konveks veya aksiyel). İkincisi analizler ve yapısal ilişki, mekanı temsil ettikten sonra bu elemanlar arası ilişkileri incelemek ve yapısını keşfetmek (sayısal değerlerin tematik haritadaki renkler ile gösterimi). Üçüncüsü modeller yani mekansal yapı ve işlevler arası ilişkideki tekrarlar; hareket, arazi kullanım, suç örüntüsü, merkez-alt merkezler, farklı bina tiplerindeki müze ve ofis yapıları gibi karakteristik özellikler. Sonuncusunu da Hillier teorisi olarak tanımlar, sonuç olarak tüm bu modellerin ortak kavramsal içeriğinin toplamı toplum ve mekânın kuramını oluşturur (Hillier, 2013). Geçmişte mekan diziliminin daha çok ilk üç basamak ile ilgilendiğini vurgulayarak, en önemli basamak olan teori kısmının gelecekte tarafımızdan daha çok mesele edinilmesi gerektiğini söylemiştir. Hillier’in temel argümanına göre bir çok başarılı kent modelleri ile sezgisel öngörüler bilime bağlanabilmiştir. Bu sayede kent tasarım, planlama ve araştırmalarında bu modeller önemli bir altlık oluşturmuştur. Kentleri anlatabilmek için toplum ve mekân kuramına ihtiyaç olduğunu söylemiştir.

Mekan diziliminin teorisi ve analiz yöntemleri ile olan ilişkisini kavrayabilmek için bir haftalık atölye çalışmalarından daha uzun bir süreye ihtiyaç vardır. Derste ise ilk haftalar konuya ilişkin okuma ve tartışmalara ayrılmış, sonraki haftalarda ise depthmap yazılımı öğretilerek alanda uygulamalar

### VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

yapılmıştır. Burada karşılaşılan sorun atölyelerin aksine yeterli zaman olmasına karşın öğrencilerin başta kavramsal karışıklık yaşamış olması fakat sonra gerçekleştirilen alan gezisi ve uygulamalar ile tanımları ve yöntemin terminolojisini daha iyi anlamış olmalarıdır. Dolayısıyla analizlerden çıkan sonuçları daha iyi değerlendirebilmek ve yorumlayabilmek adına teorik okumalar yazılımın gösterimi, modellerin çizimi ve değerlendirilmesi ile eş zamanlı olarak ele alınabilir. Yapılan gözlemler dersi veya atölyeye katılan sınırlı sayıdaki araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Gözlemlerin farklı zaman ve aralıklarında yapılması önem teşkil etmektedir. Bunun dışında zamansal kısıtlamalardan ötürü üretilen modellerin ve analizlerin gerek global ölçekteki ve local ölçekteki durumu gerekse diğer örnekler ile karşılaştırmaları yapılamamıştır. Örneğin İYTE kampüsünde yapılan çalışmanın Gülbahçe ile olan dizinimsel ilişkisi ve aynı zamanda İzmir'deki diğer kampüsler ile kıyaslanması gibi.

Araştırmalardan çıkan sonuçlar bir genelleme yapmamıza olanak vermese de araştırmacılara alanın fiziksel strüktürünün ve bu fiziksel hareketin insan hareketini nasıl şekillendirdiğini anlamaya yönelik ipuçları vermiştir. Çoğu zaman mevcut haritalar yetersiz kalmış gözlemcilerin alanda birebir kentin fiziksel yapısına ait güncel değişiklikleri haritaya işlemeleri gerekmiştir. Atölye kapsamı boyunca mekansal sınırları oluşturan çizgilerin neyi temsil ettikleri ve modelleme şekilleri üzerinde tartışmalar yaşanmıştır. Mekan dizilim yönteminde farklı çözünürlükte modelleme yöntemleri vardır. Yaya ve araç trafiği üzerinden üretilen aksiyel haritalar mekanın temsili konusunu gündeme getirmiştir. Dolayısıyla atölye çalışmaları boyunca farklı tip haritaların üretilmesi ve bunlardan çıkan sonuçların yorumlanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Diğer bir önemli bulgu da yöntemin mutlaka farklı gözlem yöntemleri ile karşılaştırılıp test edilerek kullanılması gerektiğidir. Bu da yapılacak olan gözlem ve diğer niteliksel çalışmalar ile alanı daha iyi anlamımıza ve sonuçların geçerliliğini karşılaştırıp değerlendirmemizi sağlar. Mekan dizilim yöntemi ile sayısal veri üzerinden çalışıp elle tutulur sonuçlar elde etsek te bazen araştırmacılar tarafından bu sonuçların yorumlanması zor olabilmektedir. Üzerinde diğer tartışılan bir konu da üretilen tematik haritaların sayısal değerleri değişmeden renk aralığı ile oynanabilmektedir. Bu da neyi ne şekilde temsil etmek istediğimiz meselesi ile ilgilidir. Bazen araştırmacı da bilindik sonuçlar elde ettiği izlenimi yaratsa da yöntem kentteki fiziksel mekan özellikleri ile sosyo-ekonomik ilişkileri temsili bir harita üzerinden okumamıza yardımcı olmaktadır. Her sene gelişen mekan dizilim yöntemi karmaşık ve sistemini bilmediğimiz bir yapıyı veya kent dokusunu anlayabilmek ve temsil edebilmek için kullanabileceğimiz önemli analitik mekan okuma araçlarından birisidir.



**KAYNAKLAR**

- ALEXANDER, C., ISHIKAWA, S., SILVERSTEIN, M., JACOBSON, M., KING, I. F. AND ANGEL, S. (1977), *A Pattern Language*, New York, Oxford University Press.
- AKKAR, Z. M., 2006. Kentsel Dönüşüm Üzerine Batı'daki Kavramlar, Tanımlar, Süreçler ve Türkiye, *Planlama Dergisi*, 2, pp. 29-38.
- ARNHEIM, R., ZUCKER, W. M. AND WATTERSON, J., 1966. Inside and Outside in Architecture: A Symposium, *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*. Vol. 25, No. 1, pp. 3-15.
- CAN, I., ÇİL, E. 2011. Space Syntax Atölyesi'nin Ardından, *Yapı 353*, Aylık Mimarlık Kültür Sanat Dergisi, Nisan, 64-68.
- ÇİL, E. 2006. Bir Kent Okuma Aracı Olarak Mekan Dizim Analizinin Kuramsal ve Yöntemsel Tartışması. *YTU Arch. Fac. e-Journal*. Vol.1, No. 4, pp. 1-16.
- CONROY DALTON, R. 2001. The Secret is to Follow Your Nose. In J. Peponis, J. Wineman, and S. Bafna, editors, *Proceedings Space Syntax. 3<sup>rd</sup> International Symposium*, Atlanta.
- HILLIER, B. AND HANSON, J. 1984. *The Social Logic of Space*, Cambridge University Press, Newyork.
- HILLIER, B., HANSON, J. AND PEONIS, J. 1987. Syntactic Analysis of Settlements. *Arch. & Comport./ Arch. & Behav*. Vol. 3, No. 3, pp. 217-231.
- HILLIER, B. AND PENN, A. 2004. Rejoinder to Carlo Ratti. *Environment and Planning B: Planning and Design*. Vol. 31, pp. 501-511.
- HILLIER, B., 2005. The Art of Place and The Science of Space. *World Architecture*, 185, 96-102.
- HILLIER, B. 2013. The Now and Future of Space Syntax: From Structures and Models to Theory, *Proceedings of the 9th International Space Syntax Symposium, Seoul*.
- NES, A., 2008. *Introduction to Configurative Methods in Urban Studies*, Delft, Techne Press.
- OSMAN, K.M. AND SULIMAN, M. 1995. The Space Syntax Methodology: Fits and Misfits. *Arch. & Comport./ Arch. & Behav*. Vol. 10, No. 2, pp. 189-204.
- O'SULLIVAN, D. B., 2000. An Overview of Urban Morphology and Micro-Scale Analysis Chapter 4 in "Graph-based Cellular Automaton Models of Urban Spatial Processes" PhD Thesis, *Bartlett School of Architecture and Planning, UCL*.
- RATTI, C. 2004. Space Syntax: Some Inconsistencies. *Environment and Planning B: Planning and Design*. Vol. 31, pp.487-499.
- SALINGAROS, N. A., 2000. Complexity and Urban Coherence, *Journal of Urban Design*, 5, 291-316.
- SIMA, Y. AND ZHANG, D., 2009. Comparative Precedents on the Study of Urban Morphology, *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium, Stockholm*.
- YAYLALI-YILDIZ, B., CZERKAUER-YAMU, C., ÇİL, E. 2014. Exploring the Effects of Spatial and Social Segregation in University Campuses, IZTECH as a Case Study. *URBAN DESIGNInternational* 19, 125-143.



# Yaparak Tasarlama: Mimarlık Eğitimi İçin Melez Bir Tasarım Ortamı

Serdar Aşut<sup>1</sup>

## Özet

*Bu bildiri, bir İnsan Bilgisayar Etkileşimi (HCI) uygulaması geliştirmeyi hedefleyen ve henüz devam etmekte olan bir projeyi sunmaktadır. Uygulamanın amacı, sayısal tasarım döngüsüne dokunsal deneyimi dahil etmek ve tasarım nesnesinin farklı halleri arasında saydam bağlar kurmaktır. Böylece tasarım sürecinde soyutlama ve imalat aşamalarını bütünleştirecek ve yapma kavramını temel alan bir mimarlık eğitimi doğrultusunda öğrenme fırsatlarını genişletecek melez bir tasarım ortamı sunacaktır.*

Anahtar Kelimeler: İnsan Bilgisayar Etkileşimi, Tasarımda Dokunsal Deneyim, Mimarlık Eğitimi

## 1. Giriş

Henüz devam etmekte olan bu projenin hedefi, tasarımcı ve sayısal tasarım ortamı arasında genişletilmiş ve doğrudan bir ilişkiyi mümkün kılacak yeni bir İnsan Bilgisayar Etkileşimi (HCI) uygulaması geliştirmektir. Uygulama, kullanıcının tasarım soyutlama ve imalat süreçlerinde tasarım nesnesi ile daha organik bir ilişki kurabilmesini sağlayacak araç setleri ve yöntemler içermektedir. Kullanım olanaklarının, tasarım stüdyosu uygulamalarında iletişim biçimlerini genişleterek özellikle mimarlık eğitimi alanında fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Burada özellikle, karmaşık mimari problemler yerine tasarım kavramını odak alarak biçim, ölçek, mekan ve maddesellik gibi temel mimari tasarım kavramlarının deneyimlenmesini hedefleyen birinci sınıf stüdyosu dikkate alınmaktadır.

Projenin hedefleri;

1. Tasarımcının bedeni aracılığı ile tasarım nesnesi ile doğrudan etkileşim kurabilmesini sağlamak,
2. Tasarım stüdyosunda iletişim olanaklarını genişleterek stüdyo paydaşlarının tasarım nesnesi aracılığı ile işbirliği kurabilmesini sağlamak ve teşvik etmek,
3. Bir öğrenme ortamı olarak tasarım stüdyosunun sınırlarını genişletmek.

## 2. Kavramsal Çerçeve

Projenin kavramsal çerçevesi tasarım nesnesi ve temsili arasındaki ilişkinin sorgulanmasını içerir. Schön, tasarımda temsil araçlarının önemini vurgular ve mimari tasarımı, inşa edilecek olanın temsillerinin üretildiği bir etkinlik olarak tarifler (Schön 1984). Ona göre tasarım, tasarımcı ile temsil araçları arasında sürekli bir iletişim hali ve karşılıklı akisler dizisidir. Tasarım yöntemlerine yönelik bu çok kıymetli tarifi eksik tarafı, tasarımcının salt temsiller yerine doğrudan “gerçek” olan ile ilişki kurabilmesi ihtimalini göz ardı etmesidir. Bu proje, söz konusu iletişimi maddesellik kavramını dahil ederek genişletmeyi amaçlar. Sadece temsiller yerine gerçek ve maddi olana odaklanan bir tasarım pratiğinin nasıl ortaya koyulabileceğini sorgulamayı hedefler.

<sup>1</sup> serdarasut@gmail.com, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimari Tasarımda Bilişim Programı, Doktora öğrencisi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Chard ise düşünce ile temsil düzlemi arasında bir saydamlık arayışındadır ve bu saydamlığın düzeyinin, kullanılan araçların becerileri ile doğrudan ilişkili olduğunu savunur (Chard 2005). Bu projenin temel meselelerinden biri olan saydamlık, tasarım düşüncesi ile tasarım nesnesinin farklı halleri arasındaki ilişkilerde ulaşılması hedeflenen bir kavramdır.

Bu anlamda *Yaparak Tasarlama*, soyutlama ve imalat süreçlerinin bütünleştiği ve iletişimin, tasarım nesnesinin fiziksel ve sayısal halleri arasında sürekli ve karşılıklı olarak gerçekleşebildiği bir tasarım sürecini ifade eder. Bu da, zanaat ve maddesellik kavramlarının tasarım sürecine dahil edilmesini gerektirir.

Mimarlıkta zanaat eyleminin tasarım sürecine dahil edilmesi, mimarın tekrar üretim pratiğinin merkezinde konumlanması anlamına gelir. Bu, mimarın konumunu başkaları tarafından sürdürülen bir eylemin sunucusu, bir finansal aktör veya bir retorik üreticisi olarak belirleyen endüstrileşmenin karşıtı bir durumdur. Yeniden kurulmaya çalışılan bu ilişki, modernite tarafından mimarın eyleminden soyutlanan zanaatın değerini tekrar öne çıkarmayı ve zanaatın tasarıma sunabileceği katkıların önünü açmayı sağlar. Sennett'in de belirttiği gibi, sözcükler ile söyleyebileceklerimiz, nesnelere ile yapabileceklerimize kıyasla daha sınırlıdır (Sennett 2009). Gerçekten de düşünme biçimimiz beyin, vücut ve nesnelere melez bileşimlerinin ürünüdür (Malafouris 2013). Ve Pallasmaa'nın da belirttiği gibi, görme dahil tüm duyular dokunma duyusunun bir uzantısıdır ve tüm duysal deneyimler dokunsallık ile bağlantılıdır (Pallasmaa 1996).

Aslen bu kavramlar, sayısal tasarım pratikleri kapsamında mevcutturlar. Yeni sayısal destekli yapma yöntem ve teknikleri uzun süredir unutulmuş olan zanaat kavramını yeniden onaylamakta ve maddeye özgü nitelikleri ortaya çıkarma arzusu barındırmaktadır (Kolarevic & Klinger 2008). Sayısal ortam, soyutlama ve imalatı bütünleştirmeyi mümkün kılar ve teşvik eder. Dahası, bilindik temsil biçimleri sayısal ortamda geçerliliğini kaybetmiş, sayısal olan gerçeğin kendisi olarak belirmiştir. Bilgisayar ekranında görülen, tasarım nesnesinin bir temsili değil, tasarım düşüncesinin nesneleşmiş halidir. Tüm maddi niteliklerini içinde barındırır ve nesnenin diğer hallerine de dönüşebilecek özgün bir haldir. Ekranda görülen geometrik model, modelin parametrik tarifi, üç boyutlu yazıcı ile üretilmiş prototip veya üç boyutlu tarayıcı ile sayısallaştırılmış model, nesnenin bu farklı hallerindedir ve her an birbirine dönüşebilme becerisine sahiptirler.

Bu haliyle tasarım, vernaküler yapma biçimleri ile ilginç bir benzerlik gösterir. Tıpkı vernaküler üretimde olduğu gibi, tasarım ve yapma bütünleşik eylemlerdir ve üretenin nesne ile doğrudan ilişkisi esastır. Ancak farklı olan, doğrudan bir bedensel ilişkinin henüz yeterince kurulamamış olmasıdır.

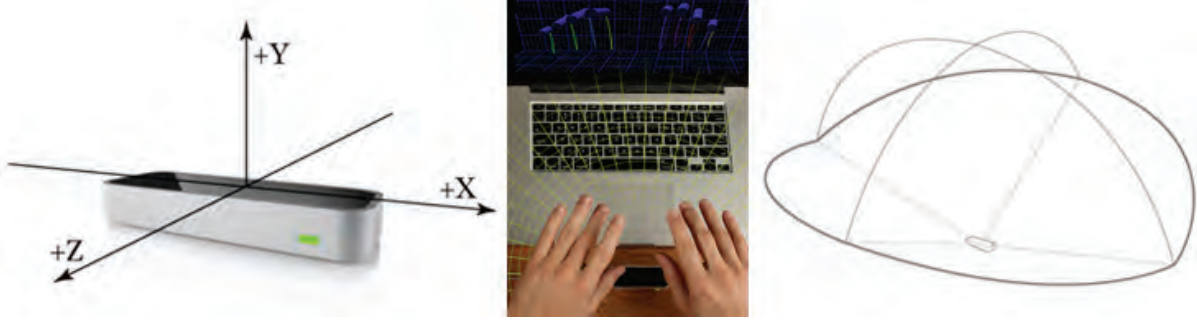
Öte yandan bilgi ve iletişim teknolojilerinin (ICT) gelişimi ve yaygınlaşması mimarlık eğitiminde de önemli paradigma kaymalarına sebep olmuştur. Bu sayede akademide belirgin bir farkındalık oluşmuş ve eğitimden beklentiler değişmiştir. Okul artık bilgi verici bir kurumdan ibaret değil, genişletilmiş bir araştırma ve deneyim ortamıdır. *Maker Culture*, *Hackerspace* veya *Fab Labs* gibi kavramların yaygınlaşması mimarlık eğitiminde de öğretmekten çok öğrenmeye odaklı yaklaşımlar geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu olgular aslında tamamen yeni olmasa da ICT alanındaki gelişmeler ve sayısal kültürün yaygınlaşması sayesinde, özellikle yakın geleceğin üreticileri için, fiilen geçerli öğrenme ve üretme zeminleri haline gelmişlerdir. Bu sebeple okul da bu genişletilmiş öğrenme olanakları için gerekli imkan ve karşılaşmaları sunan bir ortam haline gelmelidir. Bu da tasarım stüdyosunda yapma kavramının teşvik edilmesi ve stüdyoda iletişim olanaklarının genişletilmesini gerekli kılar.

İlerleyen bölümlerde sunulan uygulama, sayısal ortamın sunduğu mevcut olanakların genişletilmesi, tasarımcı ve tasarım nesnesi arasında doğrudan ve organik bir ilişki kurulabilmesi, tasarımda soyutlama ve imalat süreçlerinin bütünleşmesi, maddesellik ve zanaat kavramlarının sürece dahil edilmesi ve bu yeni deneyimin mimarlık eğitiminde genişletilmiş öğrenme imkanları sunması amacı ile, bu ilkeler doğrultusunda geliştirilmektedir.

### 3. Uygulama Ortamı

#### 3.1. Üç Boyutlu Hareket Algılama

Uygulama, *Leap Motion* 3 boyutlu hareket algılayıcı ile çalışmaktadır. Algılayıcı eller, parmaklar ve bazı araçların hareketlerini takip eder ve herhangi bir fiziksel temas olmadan buradan elde ettiği verileri sayısal ortama aktarır (Şekil 1.).



Şekil 1.: Leap Motion 3 boyutlu hareket algılayıcı (görseller <<https://www.leapmotion.com>> adresinden alınmıştır.)

Bu proje için *Leap Motion* algılayıcısının tercih edilmesinin sebepleri, piyasadaki benzer diğer araçlara kıyasla hareket algılamada daha hassas olması, *JavaScript* de dahil birçok programlama dili desteği bulunan ve daha kullanıcı dostu bir yazılım geliştirme kiti (SDK) sunması, daha düşük fiyatlı, küçük, hafif olması ve kullanım kolaylığıdır.

Hali hazırda algılayıcıyı video oyunları, sağlık hizmetleri, eğitim ve görselleştirme gibi farklı HCI uygulamaları ile birlikte kullanan birçok proje mevcuttur. Üç boyutlu hareket algılamanın tasarıma dokunsal deneyimi dahil etme amacı ile de kullanılabilceği fikri bu proje kapsamında ele alınmaktadır.

Hareket algılamayı sayısal tasarım uygulamaları ile birlikte kullanma amacı ile uygulama geliştirme açısından üç farklı yaklaşım değerlendirilmiştir:

1. Bağımsız bir uygulama geliştirmek,
2. Mevut CAD yazılımı ile birlikte çalışacak bir eklenti geliştirmek,
3. Özelleştirilmiş masa üstü denetimi sağlayan bir uygulama geliştirmek.

Bağımsız bir uygulama daha esnek ve özgür bir çalışma ortamı sunabilir. Ancak kaynak ve zaman kullanımı açısından tamamen yeni bir yazılım geliştirme fikri verimli bulunmadığından bu seçenek değerlendirilmemiştir. Bu projede amaç, ilk olarak özelleştirilmiş bir masa üstü denetimi uygulaması geliştirmek ve ikinci aşamada mevcut CAD yazılımı ile birlikte çalışacak bir eklenti geliştirmek olarak belirlenmiştir. Bu anlamda proje, mevcut teknolojiyi kullanmakta ve yenilikçi özelliğini mevcut teknoloji ve araçların kullanımı açısından kurduğu yeni ilişkiler sayesinde elde etmektedir.

#### 3.2. CAD Yazılımı

Proje, *SketchUp Make* 3 boyutlu modelleme yazılımı üzerinde geliştirilmiştir. Bu yazılımın tercih edilmesinin sebebi ücretsiz olması, öğrenimi ve kullanımı kolay olması ve oldukça kullanıcı dostu olan *Ruby* uygulama programlama arayüzü (API) içermesidir. Ayrıca bu yazılım ile sayısal modellemenin oldukça sezgisel yöntemlerle yapılabilmesi de proje hedefleri açısından uygun bir ortam olmasını sağlamaktadır.

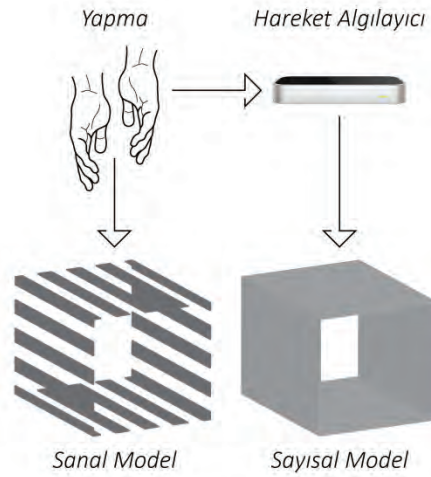
## 4. Uygulama Özellikleri

Tasarımda soyutlama ve imalatın bütünleştirilmesi amacı ile farklı özellikler aşamalı olarak uygulamaya dahil edilmektedir. Sonuçta sayısal tasarım döngüsünün tüm evrelerinde kullanılacak bir araç seti haline gelmesi hedeflenmektedir. Geliştirilmekte olan özellikler;

- Özellik 1. *Sanal Dokunuş*: Eller kullanılarak 3 boyutlu sayısal modelleme yapma imkanı sunar.
- Özellik 2. *Eş Zamanlı Fiziksel Modelleme ve Sayısallaştırma*: Eller ve bazı araçlar kullanılarak fiziksel modelleme ve eş zamanlı sayısallaştırma imkanı sunar.
- Özellik 3. *Eş Zamanlı Tasarım ve Yapma*: Sayısal model ve robotik imalat arasında bağ kurma imkanı sunar.
- Özellik 4. *Hareket Algılamada Araç Çeşitliliği*: Algılayıcı ile birlikte kullanılacak fiziksel araçların çeşitliliğini artırma imkanı sunar.

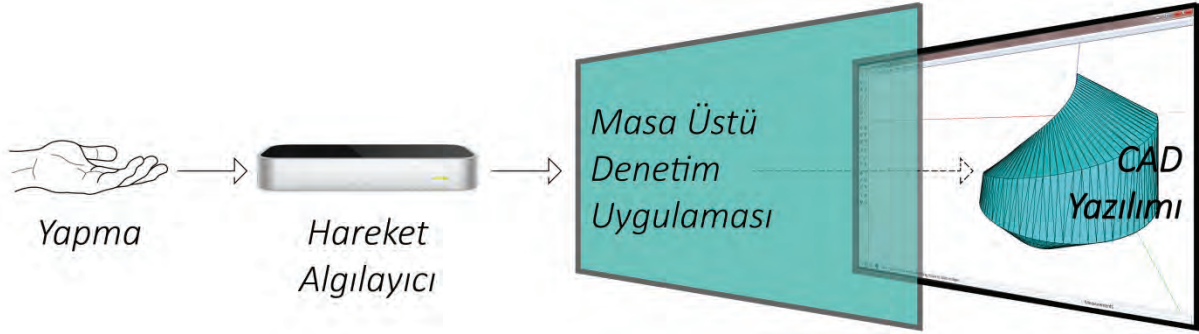
Bu projede öncelikli olarak ilk iki özelliğin geliştirilmesi planlanmıştır. Diğer özellikler ayrı bir proje kapsamında geliştirilecektir. Geliştirilen birinci özellik ve ikinci özelliğe yönelik hedef ve içerik bu bildiride sunulmaktadır.

### 4.1. Sanal Dokunuş



Şekil 2.: Sanal Dokunuş

*AutoCAD and Leap Motion Integration, Ossewa SolidWorks Plug-in, Leap Motion for Grasshopper ve Leap Motion Plug-in for Autodesk Maya* gibi, algılayıcıyı CAD yazılımları ile birlikte kullanmayı deneyen birkaç uygulama halihazırda mevcuttur. Bu uygulamaların çalışma prensibi algılayıcıyı bir *mouse* ile benzer biçimde kullanmak üzerinedir. Ayrıca, algılayıcıyı *SketchUp* ile birlikte kullanmayı deneyen bazı çalışmalar da mevcuttur. Bu uygulamalarda *Touchless, AirInput* veya *GameWAVE* gibi üçüncü taraf uygulamalardan yine *mouse* kullanımına benzer biçimde faydalanılarak CAD yazılımı ile etkileşime geçilmektedir. Bu tür üçüncü taraf uygulamalar aslen masa üstü denetim uygulamalarıdır ve etkileşime geçilmesi hedeflenen yazılımın özellikleri doğrultusunda farklılaşan işlevsellik dereceleri ile herhangi bir yazılımı kullanmayı sağlayan arayüzlerdir. Benzer biçimde *Sanal Dokunuş* özelliği de kullanıcıya bir üçüncü taraf masa üstü denetim uygulaması aracılığı ile *SketchUp* yazılımı ile etkileşim kurma imkanı sunar (Şekil 3).



Şekil 3: Üçüncü taraf masa üstü denetim uygulaması

Bu özellik kullanıcıya iki elini birden kullanarak üç boyutlu sayısal model geliştirme imkanı sunmaktadır (Şekil 2.). Burada en önemli husus, el işaretlerini özelleştirmek ve bu işaretler ile yazılım işlevleri arasında ilişkiler kurarak mümkün olan en akıcı çalışma biçimini sunmaktır. Yani mevcut masa üstü etkileşim yöntemleri *SketchUp* yazılımında modelleme yapabilmek için özelleştirilmelidir. Bu amaçla, kolay ve etkili yapılandırma imkanı sunan *GameWAVE* uygulamasının özelleştirilmesi tercih edilmiştir. Sonuçta, 2 ve 3 modlu olmak üzere farklı etkileşim biçimleri sunan iki farklı yapılandırma geliştirilmiştir.

#### 4.1.1. 2-modlu sanal dokunuş

Bu yapılandırma ile *mouse* hareket ve tıklamaları ile yazılımın *Pan*, *Orbit*, *Zoom*, *Undo* ve *Select* işlevleri algılayıcı aracılığı ile yönetilmektedir. Buradaki yaklaşım, kullanıcının herhangi bir yazılım işlevine *mouse* kullanımına benzer biçimde ulaşmasını sağlamak ve belirli *Camera* ve en çok kullanılan *Tools* ve *Edit* işlevleri ile *Escape* ve *Switch Mode* işlevlerine el işaretleri ile ulaşmasını sağlamaktır. Bu amaçla, belirtilen işlevler sabit (*Trigger Mode*) ve hareketli (*Steering Mode*) işlevler olarak ikiye ayrılmış, sağ el hareketli, sol el ise sabit işlevleri yönetecek biçimde sınıflandırılmış ve her işlev için belirli bir el işareti tanımlanmıştır (Tablo 1). Ayrıca, belirlenen el işareti ile ilişkilendiği işlev arasında sezgisel benzerlikler kurulmaya çalışılmıştır.

Tablo 1. Sanal Dokunuş özelliğinin ilk 2 modu için el işaretleri ve işlevler.

Mod	Menü	İşlev	Mod (T/S)	El (Sağ/Sol)	El İşareti
1	Mouse	Yukarı hareket	Steering	Sağ	Move/Upward
		Aşağı hareket	Steering	Sağ	Move/Downward
		Sola hareket	Steering	Sağ	Move/Leftward
		Sağa hareket	Steering	Sağ	Move/Rightward
		Sol tıklama	Steering	Sağ	Thumb/Lift
		Çift tıklama	Steering	Sağ	Finger/Tap
		Sağ tıklama	Steering	Sağ	Incline/Outward
-	Escape	Steering	Sağ	Incline/Inward	
-	Edit	Undo	Steering	Sağ	Rapid/Multi Taps
2	Tools	Select	Trigger	Sol	Incline Closed/Outward
	Camera	Pan	Trigger	Sol	+Fingers/Swipe Left & Swipe Right
		Orbit	Trigger	Sol	+Fingers/Circle Left & Circle Right
		Zoom	Trigger	Sol	Incline Closed/Upward & Downward
1&2	-	Switch Mode	Steering & Trigger	Sağ&Sol	(SR)Rapid/Multi Taps & (TL)Rapid/Multi Taps

Bu yapılandırma *mouse* kullanımı ile karşılaştırıldığında, ellerin 3 boyutlu ortamda kullanımı sayesinde daha etkili bir biçim kavrayışı sunmakta ve sayısal ortam ile daha organik bir ilişki kurmayı sağlamaktadır. Ancak bahsedilen saydamlığın tam olarak elde edildiği henüz söylenemez. Çünkü

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

yürütülen işlemlerin ardında yatan uygulama mantığında herhangi bir farklılık sunmamaktadır. Kaydedilen gelişmeler özellikle model görüntüleme işlevlerinin ellerin üç boyutlu hareketleri ile yönetilmesi ve bu yeni deneyimin sunduğu merak ve uyandırdığı heyecandan ibarettir.

### 4.1.2. 3-modlu sanal dokunuş

Bu yapılandırma, önceki 2 moda sol el *Trigger* modunun ilave edilmesi ile geliştirilmiştir. Bu mod sayesinde kullanıcı bazı yazılım işlevlerine erişmek için araç çubuklarını kullanmak yerine belirli el işaretleri gerçekleştirecektir. Bu sayede *Draw* menüsünde *Line*, *Rectangle*, *Circle* ve *Arc* işlevleri ile *Tools* menüsünde *Push/Pull*, *Move* ve *Rotate* işlevlerine belirli el işaretleri aracılığı ile ulaşılabilir. 2 modlu yapılandırmaya benzer biçimde yazılım işlevlerinin sınıflandırılması ve el işaretleri ile aralarında sezgisel benzerlikler tanımlanması esastır. (Tablo 2.).

3 modlu etkileşim, 2 moda kıyasla tasarım düşüncesi ve nesnesi arasında daha organik bir ilişki sunmaktadır. Çünkü bu sayede kullanıcı, en sık kullanılan işlevleri araç çubuklarından seçmek yerine belirli el işaretleri aracılığı ile etkinleştirir. Böylece kullanıcı, ellerinin yanı sıra bazı araçları da üç boyutlu ortamda kullanıyormuş hissini hayali de olsa deneyimler.

Öte yandan *GameWAVE* uygulamasının sunduğu özelleştirilebilir el işaretleri sınırlı olduğundan, bu yolla ulaşılacak yazılım işlevleri de sınırlıdır. Ayrıca uygulamada yer alan el işaretlerinin tümü önceden tanımlı olduğu için hedeflenen yazılım işlevi ile ilişkilendirilen el işareti arasında kusursuz bir sezgisel ilişki kurmak her zaman mümkün olamamaktadır. Bu sebeplerden ötürü *Sanal Dokunuş* özelliği, *Yaparak Tasarlama* fikrini ancak belirli bir seviyeye kadar sağlayabilmektedir. Yine de, mevcut teknoloji kullanılarak tasarımcı ve sayısal tasarım ortamı arasındaki ilişkinin daha organik kılınabileceğini, ellerin üç boyutlu ortamda kullanımının tasarım düşüncesi ve nesnesi arasında daha saydam bir ortam sunduğunu, bedensel etkinliğin tasarım nesnesi ile daha doğrudan bir ilişki kurmaya yardımcı olduğunu ve bu şekilde genişletilmiş bir etkileşimin heyecan uyandırıcı ve gelecek vadeden bir alan olduğunu ispatlamaktadır.

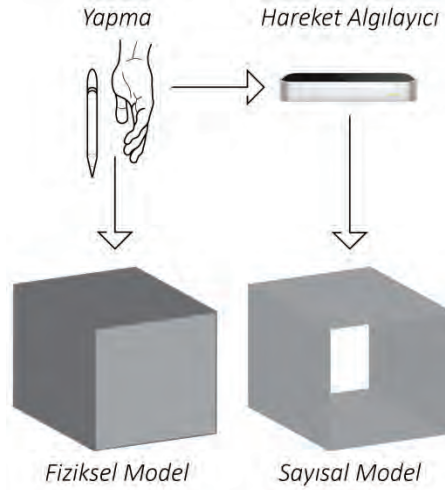
**Tablo 2.** Sanal Dokunuş özelliğinin üçüncü modu için el işaretleri ve işlevler

Mod	Menü	İşlev	Mod (T/S)	El (Sağ/Sol)	El işareti
3	Draw	Line	Steering	Sağ	Move/Upward
		Rectangle	Steering	Sağ	Move/Downward
		Circle	Steering	Sağ	Move/Leftward
		Arc	Steering	Sağ	Move/Rightward
	Tools	Push/Pull	Steering	Sağ	Thumb/Lift
		Move	Steering	Sağ	Finger/Tap
		Rotate	Steering	Sağ	Incline/Outward

Projenin ilerleyen aşamaları, *Yaparak Tasarlama* fikrini daha güçlü biçimde destekleyecek özellikler geliştirmeye odaklanmaktadır.

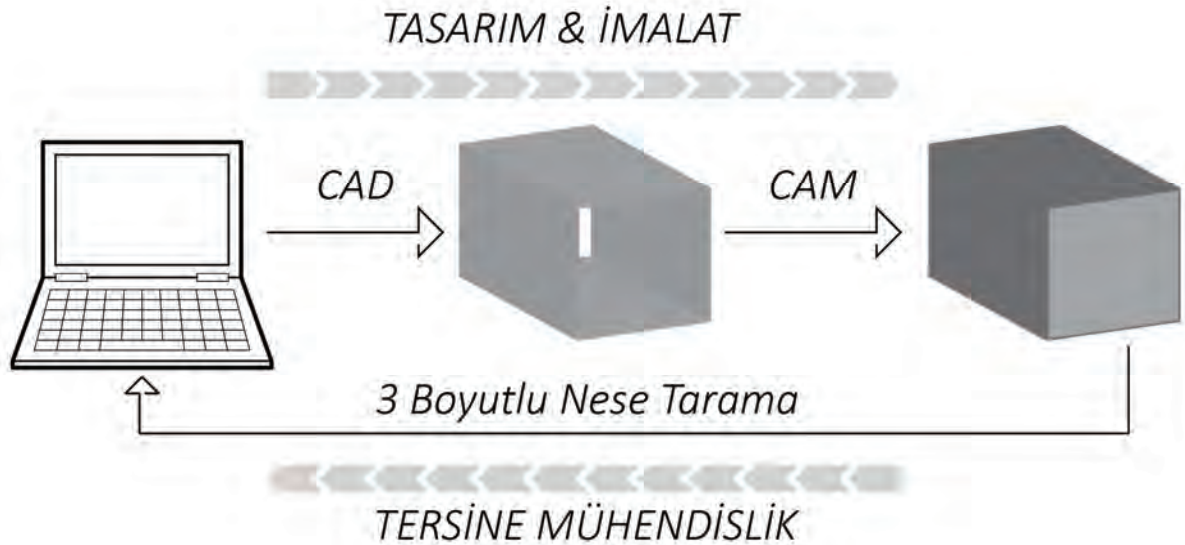


#### 4.2. Eş Zamanlı Fiziksel Modelleme ve Sayısallaştırma



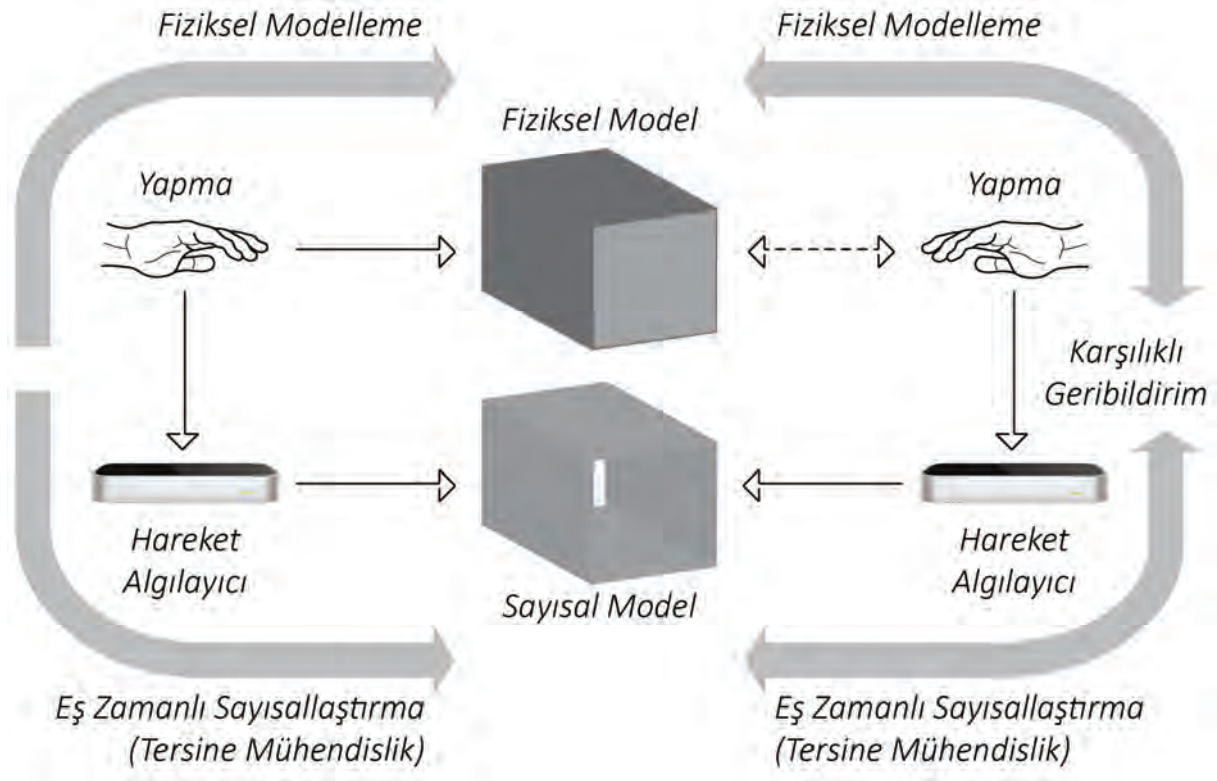
Şekil 4: Eş Zamanlı Fiziksel Modelleme ve Sayısallaştırma

Bu özelliğin amacı tasarım nesnesinin fiziksel hali ve sayısal hali arasındaki mesafeyi azaltmaktır (Şekil 4.). Sayısal tasarım ve imalat alanında mevcut uygulamalar, önce sayısal modelin oluşturulması ve ardından fiziksel üretim olmak üzere ardışık aşamalardan oluşur (Şekil 5.). Daha ileri sayısal işlem gerektiren durumlarda ise genellikle üç boyutlu tarama teknolojisi kullanılarak nesnenin sayısallaştırılması gerekir.



Şekil 5: Mevcut sayısal tasarım uygulamalarında iş akışı.

Bu özellik, fiziksel modelin üretimi aşamasında eş zamanlı olarak sayısal modelin de üretilmesini sağlayabilmek amacı ile geliştirilmiştir. Bu sayede sayısallaştırma, tamamlanmış ürünü taramak yerine bir anlamda üretim süreci taranarak gerçekleştirilmektedir. Böylece tasarım nesnesinin fiziksel ve sayısal halleri eş zamanlı olarak üretilmekte ve tersine mühendislik kavramı tasarım sürecinin bir bileşeni haline gelmektedir (Şekil 6.).



Şekil 6: Sayısal tasarım döngüsü

Bu özellik, algılayıcının ellerin yanı sıra bazı araçları da takip edebilmesini gerektirmektedir. Çünkü fiziksel bir model üretiminde çoğu zaman araç kullanımı zorunludur. Şu an için algılayıcı, kalem gibi ince ve uzun araçları tanıyabilmekte ve hareketlerini izleyebilmektedir. Farklı tipte araçların da tanınmasını sağlayabilmek için algılayıcının daha da gelişmesi gerekmektedir. Proje kapsamında şimdilik sadece algılayıcının mevcut becerilerinden faydalanmak, farklı tipte araçların algılayıcıya tanıtılmasını ise ilerleyen aşamalarda sağlamak hedeflenmiştir.

Bu aşamada, 3 boyutlu yazma kalem ve silikon tabancası gibi 3 boyutlu fiziksel nesne üretimine elverişli ve algılayıcı tarafından tanınabilecek araçlar denenmiştir. Yeterince sağlam ve hassas fiziksel modelleme yapma şansı sunması ve biçimi dolayısı ile algılayıcı tarafından tanınması mümkün olması sebebiyle *3Doodler Pen*, en kullanışlı araç olarak ortaya çıkmıştır.

*3Doodler Pen*, plastik çubukları çok hızlı biçimde eritip tekrar soğutarak nesne üretmeyi sağlayan bir üç boyutlu yazma kalemidir. ABS ve PLA türü plastik madde kullanır. Eklemeli imalat prensibi ile çalıştığı ve sahip olduğu malzeme benzerliği dolayısı ile serbest elle çalışan bir üç boyutlu yazıcıya benzetilebilir. Ancak üç boyutlu yazıcılardan farklı olarak nesne üretimi katman katman değil, görsel ve tasvire dayalıdır. Üretim sürecinde kullanılan sayısal veri yoktur. Aksine, projenin bu özelliği sayesinde, tasarımcının sezgisel ve tasvire dayalı davranışları, nesnenin sayısal halini üretmek amacı ile sayısal veriye dönüştürülmektedir.

Eş zamanlı fiziksel modelleme ve sayısallaştırma özelliğinin, iki farklı yaklaşım doğrultusunda geliştirilebileceği öngörülmüştür. Birinci yaklaşım, önceki özellikte olduğu gibi özelleştirilmiş bir üçüncü taraf masa üstü denetim uygulaması geliştirmektir. *GameWAVE* uygulaması ile algılayıcının herhangi bir aracı takip etmesi mümkün değildir. Bu yüzden eş zamanlı olarak el ve kalemi algılayabilecek yeni bir uygulama geliştirmek gerekmektedir. İkinci yaklaşım ise aynı işlevselliği CAD yazılımı ile birlikte çalışabilecek bir eklenti geliştirmek şeklindedir. Şu an için uygulama, üçüncü taraf masa üstü denetim uygulaması olarak çalışmaktadır.

Bu özelliğin en önemli tarafı, algılayıcının kalem hareketlerini izlemesi ve buradan dönüştürülen verinin eş zamanlı olarak sayısal model üretiminde kullanılmasını sağlamasıdır. Bu yüzden sayısal üretim mantığı ile kalemin kullanım yöntemi arasında tutarlı bir ilişki kurmak gerekmektedir. Yani geometrinin üretiminin ardındaki mantık, hem fiziksel hem de sayısal model için aynı olmalıdır. Kalemin kullanım biçimleri göz önünde bulundurulduğunda, bu tutarlılık yazılımın *Line* ve *Freehand* işlevleri ile kurulabilir. İki geometri oluşturma yöntemi de, fiziksel ortamda kalem ucunun, sayısal ortamda ise imlecin izlenmesi şeklinde olmak üzere birbirine benzerdir. Algılayıcı, kalem hareketlerini izleyerek imlecin konumunun eş zamanlı olarak bu hareketi takip etmesini sağlar. Ancak fiziksel model üretiminde kalem sadece geometri üretmek için değil, kimi zaman da model üzerindeki konumunu yeniden belirlemek için hareket ettirilebilir. Bu yüzden kalem hareketleri sırasında ilgili işlevleri etkinleştirebilmek ve devre dışı bırakabilmek, bu sayede sayısal modelde gereksiz geometrik elemanlar üretimini engellemek gereklidir.

Uygulama, *Leap Motion* SDK kullanılarak *JavaScript* dilinde geliştirilmiştir. Kalem hareketlerini algılama algoritması yeterince tutarlı bir seviyeye ulaşıncaya kadar uygulamayı mümkün olduğunca basit tutmak için şimdilik sadece iki mod geliştirilmiştir;

1. Kalem modu: *mouse* hareketlerini izleyerek sayısal ortamda geometri tanımlamayı sağlar.
2. El modu: 3 farklı el işareti aracılığı ile *Line*, *Freehand* ve *mouse* sol tıklama işlevlerini etkinleştirmeyi sağlar.

Aşamalı olarak çözülmekte olan birkaç sorun nedeni ile uygulama henüz eksiksiz bir tutarlılıkla çalışmamaktadır. En önemli sorun, kalemin şekil ve boyutunun henüz algılayıcının tanıma sınırlarının dışında olmasıdır. Algılayıcı bu sorunu aşacak şekilde geliştirilene veya algılayıcıya tanıtılması daha kolay olan bir kalem kullanımı mümkün olana kadar uygulama algoritması kalem yerine kalemi tutan el üzerinde belirli bir noktayı izleyerek çalışmaktadır. Diğer sorun ise algılayıcı sensörleri standart pozisyonda yukarıya dönüktür ve algılayıcının tarayabildiği bölge cihazın üzerinde bulunan sınırlı bir bölgedir. Algılayıcıyı standart pozisyonda tutabilmek ve fiziksel modellemeyi tanımlı bölge içerisinde gerçekleştirebilmek için algılayıcı üzerine yerleştirilmiş bir cam yüzey fiziksel modelin tabanı olarak kullanılmaktadır.

Yine de bu uygulama kullanılarak gerçekleştirilen ilk denemeler fiziksel ve sayısal modeller arasındaki doğrudan ilişkiyi görebilmek adına yeterince iyi sonuçlar elde etmeyi sağlamıştır. Ancak henüz ortaya çıkan iki modelin de tam olarak birbirinin aynı olduğu söylenemez. Bunun temel sebebi sayısal ve fiziksel ortam arasındaki hassaslık farkıdır. Bu fark sayısal modelde kimi zaman fazladan geometrik elemanlar oluşmasına sebep olmaktadır. Bu sorunun giderilmesi için uygulama algoritması geliştirilmeye devam etmektedir. Ayrıca bazı el hareketleri sayısal ortamda yanlış akslar üzerinde takip edilebilmektedir. Bunun için en iyi çözüm, uygulamayı yazılımla bütünleşik çalışan bir eklenti haline getirmek olacaktır. Böylece uygulama ve yazılım algoritması çok daha iyi biçimde iletişim kurabilecektir.

Tüm bu eksikliklere rağmen uygulama şu an için *Yaparak Tasarlama* fikrinin uygulanabilirliğini ve sayısal ve fiziksel ortam arasında bu şekilde bir doğrudan ilişkinin ümit vadedici ve geliştirilebilir olduğunu ispatlamaktadır.

## 5. Sonuçlar

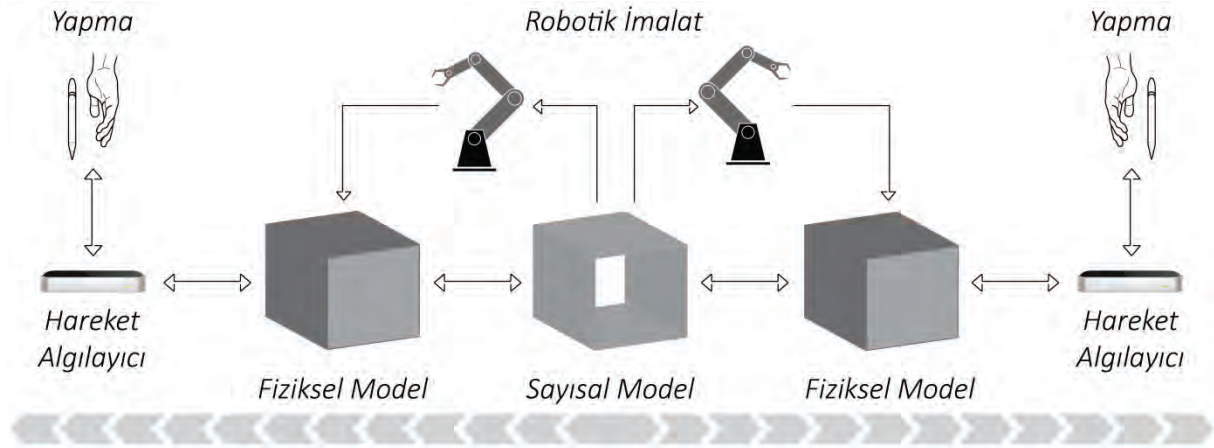
Bu projede geliştirilmekte olan uygulama, tasarımda soyutlama ve imalat aşamalarının bütünleştiği ve tasarım nesnesinin farklı halleri arasında karşılıklı geri bildirimlerin sürekli olarak sağlanabildiği yeni bir tasarım deneyimi sunmaktadır. Zanaat eylemini tekrar tasarım sürecine dahil etmektedir. Tasarımcıya dokunsal deneyim sunmakta ve tasarım düşüncesini temsiller üzerinde değil doğrudan tasarım nesnesi üzerinde geliştirme şansı vermektedir. Tasarım nesnesinin farklı halleri ve farklı tipte tasarım ortamları arasında saydam bağlantılar kurmaktadır. Do'nun tarif ettiği gibi, tasarımcının karmaşık düşünceleri açıklamasına ve anlamasına yarayan görsel ve uzamsal bir muhakeme aracı

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

olarak (Do 2002), fiziksel, sayısal ve üç boyutlu olmak üzere farklı hallerde çıktılar sunan melez bir eskiz ortamı olarak da değerlendirilebilir.

Ayrıca uygulamanın sunduğu özellikler, mimarlık eğitimi için genişletilmiş bir öğrenme ortamı sunabilmektedir. Mevcut sayısal tasarım uygulamalarında tasarım, esas olarak bir temsil aracı olarak görülen sayısal ortamda geliştirilir. Bu ise, özellikle öğrenciler açısından, maddesellik ve ölçek gibi mimari tasarımın bazı temel unsurlarının göz ardı edilmesi sonucunu doğurmaktadır. Bedensel deneyimin sayısal ortama aktarıldığı bu uygulama ise bahsedilen bu temel unsurların deneyimlenmesini mümkün kılmakta ve teşvik etmektedir.

Dahası, böyle bir uygulama, eğitimde tasarım stüdyosu paydaşları arasındaki iletişim biçimlerini de geliştirme imkanı sunmaktadır. Mevcut tasarım stüdyosu uygulamaları öğrencinin verilen probleme yönelik bir çözüm geliştirmesi, bunu temsil araçları vasıtasıyla sunması, ve buna yönelik sözlü değerlendirmeler alması yönündedir. Öğrenme, öğrencinin kendi deneyimi, diğer öğrencilerin çalışmalarını gözlemlemesi ve diğerlerinden sözlü değerlendirmeler alması doğrultusunda gerçekleşir. Bu uygulama sayesinde ise stüdyo paydaşları doğrudan tasarım nesnesi üzerinde iş birliği kurarak ortak çalışma imkanı elde edebileceklerdir. Uygulama ikiden fazla el ve araç algılayabilmekte ve bu sayede gerek çok sayıda öğrencinin gerekse öğretmenlerin tasarım geliştirme sürecine etkin biçimde dahil olmasını mümkün kılmaktadır. Hatta bu iş birliği, çevrim içi olarak paylaşılan bir sayısal model aracılığıyla uzaktan da sağlanabilir (**Şekil 7.**). Böylece *Yapma Kültürünü* mimarlık eğitime dahil edecek verimli öğrenme ortamları geliştirilebilir.



**Şekil 7:** Çevrim içi paylaşılan sayısal model aracılığıyla uzaktan iş birliği.

## KAYNAKLAR

CHARD, N., 2005. Drawing Instruments. *Architectural Design*, 75(4), pp.22–29.

DO, E.Y.-L., 2002. Drawing Marks, Acts, and Reacts, toward a computational sketching interface for architectural design. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 16, pp.149–171.

KOLAREVIĆ, B. & KLINGER, K., 2008. *Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture*, Routledge.

MALAFOURIS, L., 2013. *How Things Shape the Mind: A Theory of Material Engagement*, MIT Press.

PALLASMAA, J., 1996. *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons.

SCHÖN, D.A., 1984. The Architectural Studio as an Exemplar of Education for Reflection-in-Action. *Journal of Architectural Education*, 38(1), pp.2–9.

SENNETT, R., 2009. *The Craftsman*, Yale University Press.



# Öğrencilerin Geleneksel ve Parametrik Üç Boyutlu Modelleme Ortamlarındaki Deneyimlerinin Fenomenografik Yöntem ile Karşılaştırılması

Çetin Tünger<sup>1</sup>, Şule Taşlı Pektaş<sup>2</sup>

## Özet

*Bu çalışma, öğrencilerin geleneksel geometri-esaslı ve parametrik üç boyutlu modelleme ortamlarındaki deneyimleri hakkında bilgi edinmeyi amaçlamıştır. Fenomenografik yöntemin temel alındığı bu çalışmaya, Bilkent Üniversitesi Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi'nden on yedi birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışma kapsamında, geleneksel geometri-temelli modelleme aracı olarak Rhino ve ilişkilerin tasarlandığı parametrik modelleme ortamı olarak ise Grasshopper uygun görülmüş, katılımcılara her iki modelleme aracı hakkında eğitim verilmiştir. Öğrenciler kendilerine verilen tasarım problemini her iki modelleme ortamında çözümlenmiş, deneyimlerini yazılı metin olarak belirtmişlerdir. Ayrıca, modelleme ortamlarını değerlendirdikleri yedili Likert ölçeğinde bir anketi de cevaplamaları istenmiştir. Verilerin toplanmasından sonra, öğrencilerin araçlar hakkındaki görüşleri kodlanarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin ilişkisel düşünmeye yabancı olduklarını ortaya koymuştur. İlişkilerin tasarlanmasının detaylı ve uzun bir süreç olduğu sonucuna varan katılımcıların geometri-esaslı modelleme aracını tercih ettikleri görülmüştür. Buna karşın, parametrelerin değerlerini değiştirerek elde edilen geometrik varyasyonları ise faydalı buldukları anlaşılmıştır.*

Anahtar Kelimeler: Üç boyutlu modelleme araçları, parametrik tasarım, öğrenci deneyimleri

## 1. Giriş

Sayısal tasarım alanı bilimsel çalışmalarla sürekli zenginleşmekle birlikte, bu alandaki çalışmaların daha çok konunun teknik yönlerine (yeni araç ve ders geliştirme gibi) odaklandığı görülmektedir (Pektaş & Erkip, 2006; Pektaş, 2010). Kullanıcı, araç ve sürecin bir sayısal tasarım sisteminin asal unsurları olduğu düşünüldüğünde, araç kadar kullanıcı ve süreç üzerine çalışmalara da gereksinim duyulduğu anlaşılır. Bu çalışma, bahsedilen çerçeve içinde kullanıcıların geleneksel ve parametrik üç boyutlu modelleme araçlarındaki deneyimlerini anlamak ve karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Geleneksel geometri-esaslı modelleme araçları çoğunlukla “yarat ve değiştir” mantığıyla çalışan ve tasarımcının karmaşık geometrileri basit geometrilerin bir kompozisyonu olarak yaratmasına olanak veren araçlardır. Bu araçlara örnek olarak AutoCAD, Sketchup, ve Rhino sayılabilir. Parametrik modelleme araçları ise tasarımcının ilişkisel düşünerek tasarım parametreleri arasındaki ilişkileri modellemesine ve kurduğu algoritma yoluyla tasarım varyasyonları oluşturmasına olanak veren araçlardır (Woodbury, 2010). Bunlara örnek olarak da Generative Components, Grasshopper, ve Maya Script gösterilebilir. Mimarlık alanında her iki tür araçlarla eğitim verilmekle birlikte, öğrencilerin bu araçlarla ilgili kullanım deneyimleri ve görüşleri hakkında yeterince çalışma yapılmamıştır. Sunulan çalışmanın bu alandaki eksikliği kapatmaya fayda sağlayacağı öngörülmüştür.

<sup>1</sup> e-posta adresi: cetin.tunger@bilkent.edu.tr, Bilkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi

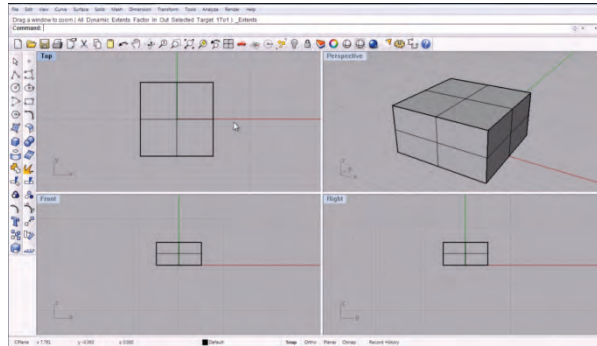
<sup>2</sup> e-posta adresi: tasli@bilkent.edu.tr, Bilkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi

### 2. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Araçları

Sayısal tasarım araçları tasarımcılar için önemli bir rol oynamaktadır ve geleneksel el çiziminin eksikliklerini kapatmak için sürekli değişim ve gelişim içerisinde. Bu değişim, 1963'te bilgisayar destekli iki boyutlu ilk modelleme aracı olan ve günümüz kullanıcı ara yüzlerinin öncülü sayılabilecek Sketchpad'in mucidi Ivan Sutherland tarafından başlatılmıştır (Davis, 2013). Sutherland, sanal modelleme ortamının hatasız ve yinelenebilir çizimlere ev sahipliği yaptığını, böylece geleneksel çizim tekniklerine göre çok daha hızlı sonuçlar alınabileceğini belirtmiştir ("Computer-aided design," 2014). Teknolojinin sürekli gelişmesiyle birlikte, güçlü işlemcilerle sahip kişisel bilgisayarlar üretilmeye başlanmış, üç boyutlu modellemenin önü açılmıştır ("History of CAD CAM," 2004). Üç boyutlu bilgisayar destekli modelleme araçları mimarlık da dahil olmak üzere bir çok alanda kullanılmaya başlanmıştır. İki ve üç boyutlu tasarım araçlarının ortaya çıkışından sonra, 1990'lı yıllarda, tasarımın belirli amaç ve süreçlerine hizmet eden modelleme araçları kullanıcının hizmetine sunulmaya başlanmıştır. 1998'de, Parametric Technology Corporation "Pro/Engineer" adlı obje-esaslı, objelerin niteliksel özelliklerini ön plana çıkaran modelleme aracını piyasaya sürmüştür ("History of CAD CAM," 2004). Böylece, kullanıcılar, geometri-esaslı tasarım sürecinin yanında görünür olmayan veriyi ve bu verilerin ilişkisini tasarlama fırsatını bulmuşlardır. Bu çalışma, tasarımcıların geleneksel geometri-esaslı ve parametrik üç boyutlu modelleme ortamlarındaki deneyimlerini karşılaştırdığı için makalenin aşağıdaki bölümleri bu iki tür modelleme ortamının özellikleri üzerine yoğunlaşacaktır.

#### 2.1. Geometri-Esaslı Üç Boyutlu Modelleme Ortamları

Geometri-esaslı üç boyutlu modelleme araçları adından da anlaşılacağı üzere formu temel alan bir anlayış üzerine kurulmuşlardır. Bu ortamlarda, tasarımcı modelini oluştururken tasarım ilkelerinin yanında geometri bilgisini de esas alır. Form üretmeyi temel alan bu araçlar, yarat ve değiştir mantığıyla çalışır ve tüm bu eylemler üç boyutta da tasarım yapma imkanı veren boş ve sonsuz bir uzayda gerçekleştirilir (Resim 1). "Uzay" olarak da adlandırılabilen bu modelleme alanı, geliştirilen tasarımı farklı bakış açıları ile algılama ve değerlendirme fırsatı sunar. Bu ortamların sunduğu görüntüleme seçenekleri, temelde, iki ve üç boyutlu olarak sınıflandırılabilir. İki boyutlu bakış açıları üst, alt, sol, sağ görünüş olarak adlandırılırken, üç boyutlu görüntüleme seçenekleri aksonometrik ve perspektif olarak gruplandırılabilir (Hemmerling & Tiggemann, 2011). Genelde, iki boyutlu bakış açıları hizalanma amaçlı kullanılırken, üç boyutlu görüntüleme seçenekleri geometrinin bütününe daha iyi algılanabilmesi için kullanılır. İki ve üç boyutlu görüntüleme seçeneklerinin yanında, geometrinin gösterim şekli de önemli bir ayrıntıdır ve arzu edilen detay seviyesine göre tel kafes görünüm, yüzey görünüm ve katı görünüm olarak tercih edilebilir.



**Resim 1:** Geometri-esaslı üç boyutlu modelleme ortamı (Rhino)

Üç boyutlu modelleme araçları geometrilerin oluşumu için ağırlıklı olarak katı cisimlerden ve yüzeylerden yararlanır. Katı cisimler olarak adlandırılan geometriler, modelleme araçlarının kullanıcılara hazır olarak sunduğu dikdörtgenler prizması, silindir, küre vb. basit şekillerdir ve Le



Corbusier bu cisimleri “tanımlanabilir” olarak ifade etmiştir (Hemmerling & Tiggemann, 2011). Program içinde yüklü gelen tanımlı katı formlar yükseklik, genişlik, ve yarıçap gibi parametrelerle oluşturulur ve bu parametrelerin değiştirilmesiyle istenilen ölçüde boyutlandırılabilir. Geometrilerin düzenlenmesinde mantıksal işlemler de kullanılabilir. İngilizcede *boolean operations* olarak adlandırılan bu işlem katı cisimlerin birleşimi, kesişimi ve birbirinden çıkarımı sonucu oluşan geometri için kullanılır. Buna ek olarak, bükme, kıvrıma ve esnetme gibi tüm geometrinin formunun değişimine sebep olan modifikasyon yöntemleri de uygulanabilir.

Geometri-esaslı üç boyutlu modelleme araçlarında form oluşturmak için bir diğer seçenek ise yüzey oluşturma yöntemlerinden yararlanmaktır ve bunlar temelde ikiye ayrılır: klasik yüzeyler ve serbest/bağımsız yüzeyler (free-form) (Hemmerling & Tiggemann, 2011). Klasik yüzeyler, iki boyutlu bir formun tanımlanmış bir yolu takip etmesi sonucu oluşan yüzeylerdir. Serbest yüzeyler ise, klasik yüzeylere göre daha yumuşak geçişler sunarken, geometrinin modifikasyonu için daha fazla alternatif sunar. Yüzeylerin düzenlenmesi, bölme, kırpmaya, yuvarlama ve keskinleştirme gibi komutlarla yapılabildiği gibi, üzerlerindeki kontrol noktalarıyla da sağlanabilir.

Günümüzde bir çok geleneksel geometrik üç boyutlu modelleme aracı bulunmakla birlikte, bu araçlar benzer yapıda olup benzer özellikler sunmaktadır. Bu ortamlara örnek olarak AutoCAD, 3dsMax, Maya, Revit (Autodesk), SketchUp (Google-Last Software) ve Rhinoceros (McNeel) gösterilebilir. Bu çalışma, geometriyi temel alan üç boyutlu modelleme aracı olarak Rhino’yu (Rhinoceros olarak da adlandırılmaktadır) tercih etmiştir ve en son sürüm olan version 5.0 kullanılmıştır.

## 2.2. Parametrik Üç Boyutlu Modelleme Ortamları

Parametrik modellemenin temelinde ilişkisel düşünme yatar ve parametrik modelleme araçları bu ilişkilerin tasarlandığı ortamlardır. Geometri-esaslı modelleme araçları önceden belirlenmiş tanımlamalar içerirken, parametrik tasarım araçları geometriyi oluşturan ilişkilerin ve tanımlamaların yaratılma sürecini kullanıcıya bırakmaktadır. Böylece kullanıcılar görsel ürünün yanında, o ürüne ait algoritmayı da modelleme imkanı bulurlar. Algoritma, bir bilgisayarın herhangi bir işlemi gerçekleştirirken tanımlı kuralları hesaba katması olarak ifade edilebilir (“Algorithm,” 2014). Diğer bir deyişle, parametreleri ve o parametrelerin birbiriyle ilişkilendirilmesiyle ortaya çıkan kuralları içermektedir. Parametre ise herhangi bir oluşumun sınırlarını belirleyen bir kısıtlayıcı veya limit olarak tarif edilebilir (“Parameter,” 2014). Özellik ve limit belirten bu kavramların ilişkilendirilerek bir araya gelmesi tasarımın kurallarını oluştururken ve bütün bu sürecin işleme konulması da algoritma olarak tanımlanabilir.

Parametrik modelleme araçları yeni bir kavram olsa da, parametrik düşünme ve tasarlanmanın tarihi çok daha eskiye dayanmaktadır. İnsanlar, çevrelerindeki olgular için süregelen bir mantık arayışı içerisinde olmuşlardır ve bu arayış mimaride de gözlemlenmiştir (“Parametric design: a brief history,” 2012). Mimarların, yapılarına altın oran kuramını yansıtmaya çabaları parametrik tasarımın örneklerinden biri olabilir (Britton, 2012). Buna ek olarak, Antoni Gaudi’nin Temple of Sagrada Familia adlı yapısının kolonlarında ilişkisel tasarımı uygulamaya koyduğu görülmüştür (Barrios Hernandez, 2006). Gaudi’nin alçı ile yaptığı ölçekli modellerde, tasarım sürecini bir önceki modelle nasıl ilişkilendirilip zenginleştirdiği ve varyasyonları incelediği görülmektedir. Fakat, insanların geometrilerle daha kompleks ilişkileri bütünleştirebileceği ve bunları tasarlayabileceği ortamların eksikliği hissedilmiş, bilgisayar-destekli parametrik modelleme araçlarının geliştirilmesiyle bu eksiklik giderilmeye çalışılmıştır (Ma, 2012). Günümüzde, parametrik modelleme araçları bir çok mimar tarafından kabul görmüş, daha önce deneyimlenmemiş projeler uygulamaya konmuştur (Alvarado & Munoz, 2012; Tramontin, 2008). Bu yapılara örnek olarak Haydar Aliyev Kültür Merkezi (Zaha Hadid) (Resim 2), Disney Konser Salonu (Frank Gehry) ve The Gherkin (Norman Foster) gösterilebilir.

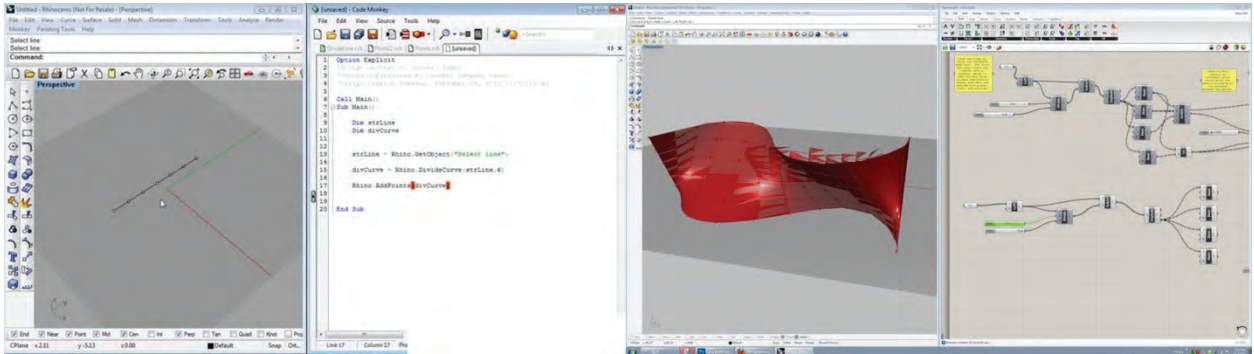
## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Resim 2: Haydar Aliyev Kültür Merkezi (Zaha Hadid) – 2012

Parametrik modelleme çok yeni bir kavram olmamakla birlikte, parametrik tasarım süreçleri üzerine yeterince araştırılma bulunmamaktadır. Bununla birlikte parametrik tasarımın aşamaları kabaca şu şekilde sıralanabilir: parametrelerin belirlenmesi, parametreler arası ilişkilerin tasarlanması, tahmini geometrinin belirlenmesi, varyasyonların yaratılması ve ortaya çıkan ürünün test edilmesi. Aslında bu evreler birbirleri ile ilişki içerisindedir ve sınırlarının kesin olarak ayırt edilmesi zordur (Harding, Joyce, Shepherd, & Williams, 2013). Parametrelerin belirlenmesi ortaya çıkacak geometrinin yaklaşık formunu belirlerken, parametrelerin belirlediği sınırların keskinliği ve bu parametrelerin birbiriyle olan bağlantı şekilleri (kurallar) varyasyonların nasıl oluşabileceğini de gösterir (Dino, 2012; Monedero, 2000). Bu yüzden, ne tür parametreler kullanılacağı ve aralarındaki ilişkinin nasıl tasarlanacağı gibi görsel olmayan evreler ile, planlanan en yakın geometri ve onun varyasyonları gibi görsel evreler birbiri ile bütünleşmiştir. Yaratılan modelin performansının test edilmesi en son evre içerisinde düşünülebilir (Turrin, von Buelow, & Stouffs, 2011).

Parametrik modelleme araçları yazılı ve görsel algoritma düzenleyiciler olarak ikiye ayrılır (Resim 3). Her iki çeşit ortam da kullanıcılara iki farklı modelleme penceresi/alanı sunar. Bu pencerelerden biri algoritmanın yaratılması ve düzenlenmesine olanak tanırken, diğer pencere ise algoritma sonucu oluşan geometrinin görüntülenmesi için kullanılır. Yazılı düzenleyici içeren parametrik ortamlara örnek olarak Rhinoscript (McNeel), Generative Components (Bentley) ve Mayascript (Autodesk) örnek olarak gösterilebilir. Fakat bu yazılımlar, Java gibi ayrıntılı kodlama bilgisi gerektirdiği için (Stouffs, Janssen, Roudavski, & Tunçer, 2013) mimarlar gibi görsel işlerle uğraşan kullanıcılar için uygun olmadıkları gerekçesiyle eleştirilmiş, görsel algoritma düzenleyici içeren parametrik modelleme araçları önerilmiştir (Çinici, Akipek, & Yazar, 2008). Görsel parametrik tasarım ortamlarına örnek olarak Grasshopper (McNeel) ve Dynamo (Autodesk) gösterilebilir. Bu çalışma parametrik üç boyutlu modelleme aracı olarak Rhino ile entegre çalışan Grasshopper'ı kullanmıştır. Bu ortamda, parametreler görsel bileşenlerden oluşurken, kurallar bu bileşenler arasındaki bağlantılarla görselleştirilmektedir ("Grasshopper 3D," 2014). Her bir bileşen, girdi ve çıktı mantığı ile çalışmaktadır. Parametreler arasında bir ilişki oluşturmak için bir parametrenin çıktısının başka bir parametrenin girdisine ağ sistemi ile bağlantısı oluşturulmaktadır. Ayrıca, parametreler veya kuralların herhangi bir modifikasyonu sonucunda oluşan yeni geometri, anlık olarak güncellenip kullanıcıya sunulmaktadır.



Resim 3: Yazılı algoritma düzenleyici (sol) – Görsel algoritma düzenleyici (sağ)

### 3. Yöntem

Bu çalışma öğrencilerin geometri-esaslı ve parametrik üç boyutlu modelleme ortamlarını kıyaslamaları ve bu ortamlardaki deneyimlerini bildirmelerini amaçlamıştır. Çalışmada fenomenografik araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Fenomenografik araştırma geleneği sosyal bilimlerde öğrenmeyi bir “deneyimleme” olarak tanımlayan ve öğrenenlerin öğrenme deneyimlerini daha çok niteliksel teknikler kullanarak araştıran bir alandır (Marton & Booth, 1997). Bu çalışma öğrencilerin geometri-esaslı (Rhino) ve parametrik (Grasshopper+Rhino) araçlardaki tasarım ve modelleme deneyimlerinin karşılaştırılmasına odaklanmıştır. Öğrencilere bu araçlarla ilgili eğitim verilmiş ve süreç sonunda kendilerine verilen tasarım problemlerini bu araçları kullanarak belirli bir süre içinde çözmeleri beklenmiştir. Daha sonra öğrencilerden her iki araçla ilgili deneyimlerini ve görüşlerini serbest metin olarak yazmaları istenmiştir. Elde edilen metinler fenomenografik araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir prosedüre göre analiz edilmiştir (Yang & Tsai, 2010). Metinler, iki kodlayıcı tarafından ayrı ayrı okunarak içerikteki temalar belirlenmiştir. Temalar belirlendikten sonra bu temalar üzerinden sayısal analiz yapılmıştır. Ayrıca öğrencilerden her iki aracı nasıl değerlendirdiklerini yedili Likert ölçeğinde belirtmeleri istenmiştir.

#### 3.1. Araştırma Ortamı ve Katılımcılar

Çalışmaya 17 öğrenci katılmıştır. Katılımcılar Bilkent Üniversitesi Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi birinci sınıf öğrencilerindedir. Deneklerin aynı sınıf, fakülte ve okuldan seçilmesi, öğrencilerin aynı seviyede tasarım bilgisine sahip olmalarını sağlamıştır. Çalışmanın başlangıcında öğrencilere daha önce herhangi bir sayısal tasarım aracı kullanıp kullanmadıkları sorulmuş ve hiçbirinin bu tür araçları kullanmadığı belirlenmiştir. Toplam 17 katılımcının 5’i erkek, 12’si kız öğrencilerden oluşmaktadır.

Araştırma ortamı olarak bölüm binası içerisindeki bir bilgisayar laboratuvarı tercih edilmiş, her bir bilgisayara geometri-esaslı ve parametrik üç boyutlu modelleme araçları önceden yüklenmiştir. Geometrik modelleme ortamı olarak Rhino ile çalışılırken, parametrik modelleme aracı olarak Grasshopper uygun görülmüştür. Bu iki aracın deney için seçilme nedenleri olarak Rhino ve Grasshopper’ın aynı firma tarafından üretilerek kullanıcılara benzer arayüz sunması, Grasshopper’ın Rhino ile entegre çalışması ve Grasshopper’ın tasarımcılar için daha uygun görülen “görsel algoritma düzenleyici” olarak işlev görmesi gösterilebilir.

#### 3.2. Verilerin Toplanması ve Analizi

Bu çalışma, verilerin toplanmasından önce deneklere her iki modelleme ortamı hakkında bilgi vermeye yönelik yedi haftalık bir eğitim süreci içermektedir. Öğrencilere ilk olarak Rhino hakkında bilgi verilmiş ve bu aracı çeşitli tasarım problemlerinin çözümünde kullanmaları istenmiştir. Takip eden süreçte, deneklere Grasshopper üzerine eğitim verilmiş ve yine bu aracı da çeşitli tasarım problemlerinin çözümünde kullanmaları istenmiştir. Böylece, öğrencilerin her iki modelleme ortamının çalışma prensiplerini fark etmeleri amaçlanmıştır. Eğitim süreci boyunca, öğrencilerden gün sonunda elden verilen alıştırmaları yapmaları istenmiş, eğitim saati dışında ödev olarak verilen tasarım problemlerini de istenilen modelleme ortamlarında çözmeleri beklenmiştir. Bu süreçte, öğrenciler deney öncesi alıştırmayı yapmış olurken, kendilerine tanınan bir saatlik sürecin yeterli olup olmadığı da test edilmiştir.

Süreç sonunda öğrenciler bilgisayar laboratuvarında toplanmış ve önceden rasgele belirlenen oturma şemasına göre konumlandırılmışlardır. Kendilerine iki aşamalı olacak deney süreci hakkında bilgi verilmiş, her bir aşamada farklı bir modelleme ortamı ile çalışacakları bildirilmiştir. Her bir aşama için birer saatlik süre tanınırken, iki aşama arasında on dakikalık ara verilmiştir. Öğrenciler, her iki modelleme ortamındaki deneyimleme sürecini tamamladıktan sonra on dakikalık ikinci bir ara verilmiş, süre sonunda kendilerine dağıtılan soru kağıdını cevaplamaları istenmiştir. Dağıtılan soru

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

kağıdı, her iki program hakkında açık uçlu sorular içermekle birlikte, öğrencilerin iki modelleme aracını değerlendirmeleri için yedili Likert ölçeğinde bir anket de içermekteydi. Denekler kendilerine verilen soru kağıdını yazılı metin olarak cevaplandırdıktan sonra yetkili kişiye teslim ederek çalışmayı tamamlamış oldular.

Verilerin toplanması sonrasında, öğrencilerin açık uçlu sorulara verdiği cevaplar dikkatle okunmuş, programlar hakkında görüş bildiren bu metinler belirli kategorilere ayrıştırılarak kodlama işlemi yapılmıştır. Kodlama süreci sonunda, sözel veri sınıflandırılarak analize uygun hale getirilmiş ve sayısal veri oluşturulmuştur. Deneklerin yazılı metinleri doğrultusunda, üzerinde durulan ve kıyaslama yapılan konular kategorize edilmiştir. Ayrıca, kodlama şemasında belirtilen başlıklar mümkün olduğunca her iki modelleme ortamı hakkında fikir beyan edilen alt başlıkları da içermektedir.

### 4. Araştırma Bulguları

Katılımcıların yazılı metin olarak ifade ettikleri görüşleri incelenmiş ve analiz sonuçları bir tablo ile ifade edilmiştir. Dört farklı kolondan oluşan bu tablo, öğrencilerin görüşlerinin hangi başlık altında kategorize edildiğini (1), bu görüşlerin kaç kez ifade edildiğini (2), toplam içerisindeki yüzdesel dağılımlarını (3) ve her bir ifadeye karşılık gelen örnek bir alıntıyı (4) içermektedir (Tablo 1). Deneklerin görüşlerinin kategorize edildiği ilk kolon, modelleme ortamlarının kıyaslandığı alt-kategorileri de içermektedir. Analiz sonucunda 7 kategori ve 12 alt-kategori tespit edilmiş, toplamda 50 adet kodlanmış ifade bulunmuştur. Kategorize edilen ifadeler yüzdelere göre şu şekilde sıralanmıştır: modelleme araçlarının kullanım kolaylığı (%42), kullanım alanları (%18), model üzerinde değişiklik yapma (%16), modelleme esnasında hataların belirtilmesi (%10), modelleme süresi (%8), öğrenme süreci (%4) ve farklı geometriler yaratma arayışı (%2).

**Tablo 1:** Katılımcıların Rhino ve Grasshopper modelleme araçları hakkındaki görüşleri

Kategori	Adet	Cevapların %'si	Örnek alıntılar
<b>Modelleme araçlarının kullanım kolaylığı</b>	<b>21</b>	<b>%42</b>	
Rhino basit ve yalın bir program	14	%28	"Rhino'da geometrilerle çalışıldığı için daha kolay"
Grasshopper zor ve karmaşık bir program	7	%14	"Grasshopper elektrik devresi gibi ve bu işi zorlaştırıyor"
<b>Kullanım alanları</b>	<b>9</b>	<b>%18</b>	
Rhino daha pratik çizimler için kullanılabilir	4	%8	"Rhino sanal ortamdaki eskiz tarzı pratik modellemeler için daha uygun"
Grasshopper daha teknik çizimler için kullanılabilir	5	%10	"Grasshopper uygulamalı projeler için daha uygun"
<b>Model üzerinde değişiklik yapma</b>	<b>8</b>	<b>%16</b>	
Rhino'da model üzerinde değişiklik yapmak uğraştırıcı bir süreç	1	%2	"Rhino'da ölçü değiştirmek istediğim zaman baştan çizmek zorunda kalıyorum"
Grasshopper'da model üzerinde değişiklik yapmak pratik bir süreç	7	%14	"Grasshopper'daki number slider, çizimi silmeden değişiklik yapmaya izin veriyor ki bu bir avantaj"
<b>Modelleme esnasında hataların belirtilmesi</b>	<b>5</b>	<b>%10</b>	
Rhino modelleme esnasında yapılan hataları belirtmiyor	1	%2	"Rhino'da hatayı bilememek çizimi zorlaştırıyor"
Grasshopper modelleme esnasında yapılan hataları kullanıcıya gösteriyor	4	%8	"Grasshopper daha kontrollü ve hatanın ne olduğunu söylüyor"
<b>Modelleme süresi</b>	<b>4</b>	<b>%8</b>	
Rhino'da modelleme kısa sürede tamamlanabiliyor	1	%2	"Rhino ile daha hızlı çalışıyorum"
Grasshopper'da modelleme uzun sürede tamamlanabiliyor	3	%6	"Grasshopper'da çizim yapmak çok vakit alıyor"
<b>Öğrenme süreci</b>	<b>2</b>	<b>%4</b>	
Grasshopper'da modelleme pratik yapmayı gerektiriyor	2	%4	"Grasshopper'ı anlamak emek istiyor ve alışıkça daha kolay gelmeye başlıyor"
<b>Farklı geometriler yaratma arayışı</b>	<b>1</b>	<b>%2</b>	
Grasshopper farklı formların keşfi için daha uygun bir platform	1	%2	"Grasshopper'da Rhino ile yaratılmayan geometriler oluşturulabilir"
<b>Toplam</b>	<b>50</b>	<b>%100</b>	

Alt-kategori bazında incelendiğinde, deneklerin deneyimleri sonrası en sık ifade ettikleri görüş geometri-esaslı modelleme aracı olan Rhino'nun basit ve yalın bir program olduğu görüşüdür (%28). Öğrencilerin en çok üzerinde durdukları diğer iki görüş ise biri olumlu, diğeri olumsuz olmak üzere parametrik modelleme aracı olan Grasshopper için söylenmiştir. Bunlardan ilkinde Grasshopper'ın zor ve karmaşık bir program olduğu ifade edilirken (%14), diğesinde ise bu modelleme aracının model üzerinde değişiklik yapmak için uygun ve pratik olduğu belirtilmektedir (%14). Deneklerin üzerinde sıklıkla durdukları bir diğer ifade ise Grasshopper'ın teknik çizimler için daha uygun olduğu (%10), Rhino'nun ise eskiz gibi daha pratik modellemeler için kullanılmasının elverişli olabileceği görüşüdür (%8). Ayrıca, öğrencilerin yazılı metin olarak verdikleri cevapların %8'i, Grasshopper'ın modelleme

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

esnasında yapılan hataları kullanıcıya göstermesini olumlu bulmuştur. Buna karşılık, cevapların %6'sında, parametrik modelleme aracındaki tasarım sürecinin uzun sürede tamamlanabildiği belirtilmiştir. Deneklerin nadir olarak belirttikleri bir diğer konu ise, Grasshopper'da modelleme yapmanın pratik yapmayı gerektirdiğidir (%4). Yazılı metinlerde, Rhino için yalnızca bir kez ifade edildiği görülen yorumlar ise şu şekildedir: Rhino'da model üzerinde değişiklik yapmanın uğraştırıcı bir süreç olduğu (%2) ve modelleme sürecinde yapılan hataların kullanıcıya belirtilmediği (%2), fakat bu aracın kısa sürede modellemeye olanak tanıdığı (%2). Deneklerden yalnızca birinin belirttiği bir diğer görüş ise Grasshopper hakkında olup, bu modelleme aracının farklı geometrilerin keşfi için daha uygun bir platform olduğudur (%2).

Öğrencilerin her iki program hakkındaki görüşlerini analiz etmek için, ucu açık soruların yanında yedili Likert ölçeğinde bir anketi yanıtlamaları istenmiştir. Ankette, her iki modelleme ortamını 1'den (oldukça kötü) 7'ye (oldukça iyi) kadar olan aralıkta değerlendirmeleri istenmiştir. Ankete verilen cevaplar doğrultusunda, Rhino ortalama 5,76'lık bir puana sahip iken (ss: 0,903), Grasshopper'ın 4,82'lik bir skora (ss: 1,590) ulaştığı görülmüştür. Elde edilen skorlar yedili Likert ölçeğinde değerlendirildiğinde, Rhino kısmen iyi-oldukça iyi aralığına girerken, Grasshopper ne iyi ne kötü-kısmen iyi aralığında yer bulmuştur. Her iki modelleme ortamının beğenilme skorları arasında bir fark olup olmadığını belirleyebilmek için Wilcoxon eşleştirilmiş diziler testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda öğrencilerin Rhino ve Grasshopper modelleme araçlarını beğenme skorları arasında Rhino lehine önemli bir fark olduğu görülmüştür ( $Z = -2,275$ ,  $p = 0,023$ ).

## 5. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmanın sonuçları öğrencilerin geometri-esaslı üç boyutlu modelleme ortamı olan Rhino'yu parametrik Grasshopper'dan önemli bir fark ile daha iyi bir tasarım aracı olarak değerlendirdiklerini göstermiştir. Bu sonuç, öğrencilerin yazılı metin cevaplarında en sık ifade edilen "Rhino basit ve yalın bir program" (%28) görüşü ile güçlenmiştir. Buna karşılık, en sık tanımlanan ikinci ifadenin Grasshopper'ın zor ve karmaşık olarak algılanması olması, iki modelleme aracının değerlendirilmesinde önemli bir fark çıkmasının bir diğer nedeni olarak gösterilebilir. Tasarımcılar, Rhino gibi geometri-esaslı modelleme araçlarında sadece form ile uğraş içerisinde olmuşlardır. Fakat, Grasshopper gibi modelleme araçlarında geometriye ek olarak algoritma katmanının modellenmesi öğrencilerin alışık olmadığı bir tasarım süreci olabilir ve bu yüzden programı Rhino'ya kıyasla zor ve karmaşık olarak ifade etmiş olabilirler. Ayrıca, katılımcılar Grasshopper'ı zor bulmalarına rağmen, bu modelleme ortamının uygulamalı ve detay gerektiren projeler için uygun olabileceğini belirtmiş fakat parametreler ve parametreler arasındaki bağlantılarla uğraşmanın çok vakit alacağını düşünmüşlerdir. Deneklerin, Grasshopper için olumlu yorumları arasında model üzerinde rahatça değişiklik yapma ve farklı geometri arayışları örnek olarak gösterilebilir. Diğer bir deyişle, Grasshopper'ın en beğenilen çalışma biçiminin, parametrelerin ölçülerinin veya ölçü aralıklarının değiştirilebilmesi ve bunun sonucunda modelin farklı varyasyonlarının anlık olarak görüntülenebilmesi olduğu anlaşılmıştır.

Bu çalışma daha önce sayısal tasarım araçlarıyla uğraşmamış tasarım eğitiminin başındaki öğrencilere yoğunlaştığı için araştırma sonuçları dikkatle yorumlanmalıdır. Deneyimli öğrencilerin ve tasarım profesyonellerinin bu konudaki görüşleri farklı olabilir. Kısıtlamalarına rağmen bu çalışma sayısal tasarım eğitiminin başındaki öğrencilerin mimarlık alanında son derece önemli olan parametrik tasarım araçları ile kaynaştırılması konusunda fikirler vermektedir. Bu öğrenci grubuyla yaptığımız çalışmalardan, ilişkisel düşünmenin öğrenciler için yeni bir kavram olduğu anlaşılmaktadır. Tasarım eğitiminin başındaki öğrencilerin içinden çıkıp geldiği ortaöğretim maalesef öğrencileri bu konulara hazırlamamaktadır. Tasarım eğitiminde de özellikle stüdyolarda, geometri odaklı eğitim ve kritikler öğrencilerin parametrik düşünme kavramına yabancı kalmalarına ve bu nedenle parametrik modelleme araçlarını zor ve karmaşık olarak tanımlamalarına sebep olmaktadır. Parametrik tasarımın birinci sınıf temel tasarım dersleriyle bütünleştirilmesi öğrencilerin mimarlıkta ilişkisel düşünmeyle tanışmaları açısından önemlidir. Diğer taraftan, katılımcıların yarattıkları parametrelerin değerleriyle tasarım sırasında oynadıkları ve bu deneyim sonucunda oluşan varyasyonlardan memnun kaldıkları görülmüştür. Öğrenciler bu deneyimin sonunda, yarattıkları geometrilerin tasarım bilgileri ve kişisel

yetenekleri ile sınırlı kaldığını algılamış, parametrik modelleme araçlarının yaratıcılıkları için önemli bir unsur olduğunu fark etmişlerdir.

Bu araştırma, öğrencilerin geometri-esaslı ve parametrik üç boyutlu modelleme araçlarını deneyimledikten sonra, bu ortamlar hakkında ne düşündüğüne yönelik bir çalışma olmuştur. Elde edilen sonuçlarla, tasarım ile ilgili herhangi bir bölümde eğitim veren akademisyenlere, eğitim gören öğrencilere ve tasarım alanında çalışan profesyonel kuruluşlara fikir vermesi ve katkı sağlama umulmaktadır.

### **Teşekkür**

Bu araştırma ilk yazarın, ikinci yazarın danışmanlığında, tasarımcıların geleneksel geometri-esaslı ve parametrik üç boyutlu modelleme ortamlarındaki bilişsel davranışlarını karşılaştırdığı yüksek lisans tez çalışmasına paralel olarak yapılmıştır.

Araştırmanın gerçekleştirilmesinde büyük rol oynayan katılımcılara çok teşekkür ederiz.

### **KAYNAKLAR**

- Algorithm. 2014. *Oxford dictionaries*. Oxford University Press. Retrieved May 2, 2014, from <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/algorithm?q=algorithm>
- ALVARADO, R. G., & MUNOZ, J. J. 2012. The control of shape: origins of parametric design in architecture in Xenakis, Gehry and Grimshaw. *METU JFA*, 1, 107.
- BARRIOS HERNANDEZ, C. R. 2006. Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi. *Design Studies*, 27(3), 309–324.
- BRITTON, J. 2012. Golden section in art and architecture. Retrieved October 16, 2013, from <http://britton.disted.camosun.bc.ca/goldslide/jbgoldslide.htm>
- Computer-aided design. 2014. *Wikipedia*. Retrieved April 20, 2014, from [http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided\\_design#History](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_design#History)
- ÇINICI, Ş. Y., AKIPEK, F. Ö., & YAZAR, T. 2008. Computational design, parametric modelling and architectural education. *Arkitekt*, (518), 16–23.
- DAVIS, D. 2013. A history of parametric. Retrieved February 5, 2014, from <http://www.danieldavis.com/a-history-of-parametric/>
- DINO, İ. 2012. Creative design exploration by parametric generative systems in architecture. *METU JFA*, 1, 207–224.
- Grasshopper 3D. 2014. *Wikipedia*. Retrieved June 22, 2013, from [http://en.wikipedia.org/wiki/Grasshopper\\_3d](http://en.wikipedia.org/wiki/Grasshopper_3d)
- HARDING, J., JOYCE, S., SHEPHERD, P., & WILLIAMS, C. 2013. Thinking Topologically at Early Stage Parametric Design. *Advances in Architectural ...*
- HEMMERLING, M., & TIGGEMANN, A. 2011. *Digital Design Manual*. DOM publishers.
- History of CAD CAM. 2004. *CADAZZ*. Retrieved April 20, 2014, from <http://www.cadazz.com/cad-software-history.htm>
- Ma, Z. (2012). The Realization of Nonlinear Architectural on the Parametric Model. *Physics Procedia*, 25, 1470–1475. Elsevier Srl.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

MARTON, F., & BOOTH, S. A. 1997. *Learning and Awareness*. Psychology Press.

MONEDERO, J. 2000. Parametric design: a review and some experiences. *Automation in Construction*, 9(4), 369–377.

Parameter. 2014. *Cambridge dictionaries*. Retrieved May 2, 2014, from <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/turkish/parameter?q=parameter>

Parametric design: a brief history. 2012. *The American Institute of Architects California Council*. Retrieved February 5, 2014, from <http://www.aiacc.org/2012/06/25/parametric-design-a-brief-history/>

PEKTAŞ, Ş. T. 2010. Effects of cognitive styles on 2D drafting and design performance in digital media. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(1), 63–76.

PEKTAŞ, Ş. T., & ERKIP, F. 2006. Attitudes of Design Students Toward Computer Usage in Design. *International Journal of Technology and Design Education*, 16(1), 79–95. Kluwer Academic Publishers.

STOUFFS, R., JANSSEN, P., ROUDAVSKI, S., & TUNÇER, B. 2013 A method for comparing designers' behavior in two environments: parametric and geometric modeling. *Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRRIA 2013)* (Vol. 479, p. 488).

TRAMONTIN, M. L. 2008. Generative features: a parametric approach for exploring novel potential in architectural design process. *11th Generative Art Conference* (pp. 112–125).

TURRIN, M., VON BUELOW, P., & STOUFFS, R. 2011. Design explorations of performance driven geometry in architectural design using parametric modeling and genetic algorithms. *Advanced Engineering Informatics*, 25(4), 656–675. Elsevier Ltd.

WOODBURY, R. 2010. Elements of parametric design. Taylor and Francis.

YANG, Y.-F., & TSAI, C.-C. 2010. Conceptions of and approaches to learning through online peer assessment. *Learning and Instruction*.



## Görsel Düşünme Yöntemi Olarak Eskiz

Deniz Dokgoz<sup>1</sup>

### Özet

Önemli bir iletişim aracı olarak çizgi, sanatta yaratıcı bir anlatım aracı iken, bilim ve teknikte sembollerle anlatım aracı olarak işlev görmektedir. Yaratıcılığa dayanan bu eylem alanı içerisinde mimarlığın konumunu ise geçirdiği evreler içerisinde değerlendirmek gerekmektedir. Modern öncesi, ön plana çıkan “çizimde usta olma” yetkinliği, Rönesans’ta mimarın matematiksel kesinliğe kavuşmuş perspektifi kullanması ile evrilmiştir. “Çizgiyle not tutma” olarak gelişen çizgi serüveni, “projelendirme süreci” olarak aşamasını sürdürmüştür. Görsel malzeme çeşitliliğinin artışına paralel olarak mimari çizgi kültürünün zenginleşmesi, illüstratif değeri yüksek bilgiler yumağı olarak karşımıza çıkmıştır. Tüm bu çizimler arayıştan çok düşüncenin somutlaşmış halini ifade etmektedir. Bu noktada eskiz, sonuç ürüne bağ(ım)lı olmaksızın arayışın kavranması adına öne çıkan düşünceyi, izlenimleri, algıyı görselleştiren kesintisiz bir çizgi eylemidir. Yapılı ve doğal çevreyi anlama sürecinin bir parçasını oluşturan eskiz, tasarımcının biçim repertuarının gelişmesine, çevreyi soyutlamasına olanak sağlayan bir dil geliştirmesine yardımcı olur. Bu dil, tasarımın teorik altyapısını kurgular, temel olarak kavramı üretir ve bu kavramı grafik olarak ifade ederek varlığını tamamlar. Çizgiyle düşünme eylemidir eskiz. Tasarımın iki boyutlu çizim ortamında temsil edilme tekniğinin değişim sürecinde araçların farklılaşması, çizim ve görselleme programlarının düşünce ve çizgiye hakim olamadan üretim mantığı, mimarlığı teknik bir alana doğru itme tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Bu noktada tasarımın uygulamaya dönük teknik çizimleri gibi “eskizler” de dijital ortama taşınması gerekliliği ile karşı karşıya kalmıştır. “Dijital eskiz” terimi bu yeni durumu ifade eden bir terim olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle hesap, kural ve parametreye dayalı dijital tasarım kurguları eskiz kavramının yeniden ele alınmasına olanak sağlayacak potansiyelleri içermekte ve arkaik yöntemlerle ele alınarak evrimleşen eskizin farklılaşmasının önünü açacak ipuçlarını bünyesinde barındırmaktadır. Eskiz, hangi tasarım aracı kullanılırsa kullanılsın grafik düşünme yollarının geçerliliğini koruması üzerine temellenmektedir. Farklı bir grafik, görsel düşünme yolunun gelişimi eskizin niteliğini değiştiren ve evriminin bir sonraki adımı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Eskiz, Çizgi, Görsel Düşünme, Çizgiyle Düşünme, Grafik Anlatım

### 1. Çizgi

Çizgi insanlığın varoluşundan beri önemli bir iletişim aracıdır. İnsanlık tarihinin bilinen ilk çizgi örnekleri mağara duvarlarında bir anlatım aracı olarak yer almıştır. İnsan, barınmak ve yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek gibi istek ve düşüncelerini ifade edebilmek için dilden çok daha önce çizgiyi kullanmışlardır. (İnceoğlu vd, 1995) Çizginin bu varoluşsal gücü önemini artırarak bir iletişim dili haline gelmesini sağlamıştır. Tarih boyunca çizgi, mağara duvarlarından ideogramlara, hierogliflerden çivi yazılarına, piktogramlardan dijital kodlara kadar pek çok farklı biçimde kendini ifade yolu bulmuştur. Tüm bu ifade yöntemlerinin temel amacı birebir bir anlatım –bazı dönemlerin aksine- yerine soyut anlatım biçimlerine ulaşmaktır. Çizgi, sanatta yaratıcı bir anlatım aracı iken, bilim ve teknikte sembollerle anlatım aracı olarak işlev görmektedir. Dolayısıyla çizgi yaratıcılığa dayanan, soyut düşünceleri somutlaştıran, üretken bir eylem alanıdır. Bu eylem alanı içerisinde mimarlığın ve mimarın konumunu ise tarihten günümüze değişen ve alınan pozisyonlara göre geçirdiği evreler içerisinde değerlendirmek gerekmektedir. Bu noktada mimarlık alanı içerisinde çizgiyi, düşüncenin görsel izdüşümü olarak tanımlayabiliriz. Bu izdüşüm tasarımcının çizme eylemi ile birlikte sanal bir dünya inşa etmesine olanak verirken bu dünya içerisinde nitelik ve ilişkileri ise tamamı ile çizim belirlemektedir. (Schon, 1983)

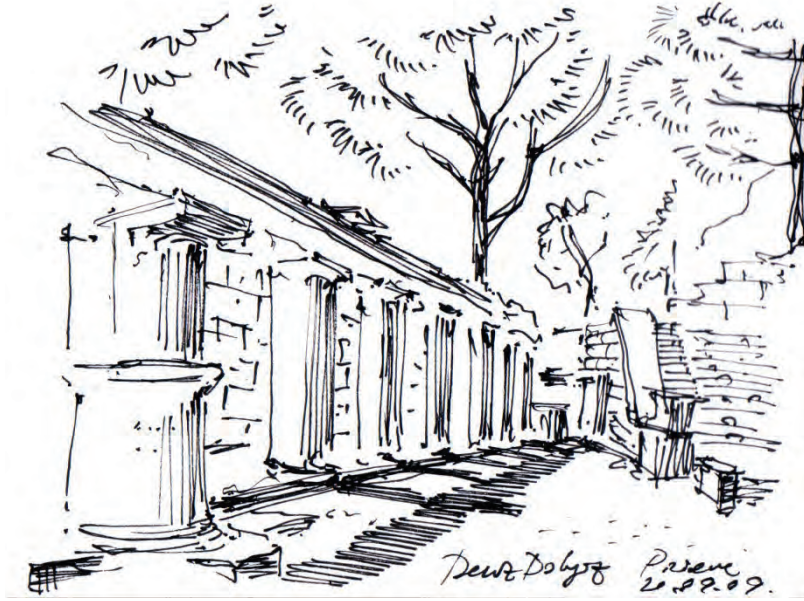
<sup>1</sup> deniz.dokgoz@deu.edu.tr, DEÜ Mimarlık Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Modern öncesi, mimarın beceri ve bilgi dağarcığını ifade etmek amacı ile kullanılan “çizimde usta olma” yetkinliği Rönesans’ta mimarın matematiksel kesinliğe kavuşmuş perspektifi kullanması ile evrilmiştir. Çizime verilen önem Rönesans İtalya’sında Vasari tarafından; “çizim (disegno) üç sanatımızın babasıdır: mimarlık, heykel ve resim” olarak tanımlanırken, Felibien çizimi; zihindeki düşüncelerin belirgin ifadesi ya da görünür imgesi” olarak tanımlanmıştır. (Balamir, 2012) Gezgin yapı ustası geleneği ile “çizgiyle not tutma” olarak gelişen çizgi serüveni, “tasarım süreci” ve “projelendirme süreci” olarak aşamasını sürdürmüştür. Tüm bu aşama, görsel malzeme çeşitliliğinin artışına paralel olarak mimari çizgi kültürünün zenginleşmesine önyak olmuştur. (Balamir, 2012), Bu zenginleşme mimarlık kitaplarında geometrik imgeler, mimari düzenler, perspektifler, izometrilere, aksonometrilere, yapı teknikleri, planlar, kesitler, cepheler, detaylar gibi illüstratif değeri yüksek bilgiler yumağı olarak karşımıza çıkmıştır. Tüm bu çizimler **arayıştan çok düşüncenin somutlaşmış halini ifade etmektedir.**

## 2. Eskiz

Tam da bu noktada *eskiz*, sonuç ürüne bağ(ım)lı olmaksızın arayışın kavranması adına ön plana çıkan bir çizgi eylemidir. Eskizin bir “etüd aracı”, “arayıcı” olarak eğitimde öne çıkması Beaux-Arts geleneği ile birlikte anılabilir. (Balamir, 2012) Zihindeki düşünceyi görselleştirmenin en önemli aracı olan eskiz, görselleştirme, analiz etme ve saptama gibi üç temel işlevi bünyesinde barındırır. (İnceoğlu, 2012) Düşünceyi, izlenimleri, algıyı görselleştirmek olarak ifade edebileceğimiz “eskiz” kesintisiz ve sürekli deneyimler bütünüdür. Bu bütüncül tasarlama sürecinin herhangi bir aşamasında ortaya çıkabilecek dinamik bir üretim olan eskiz, duraklamaz, aksine sürekli bir devinim içerisinde gelişir ve tüm aşamalara yansır. Bu noktada eskiz, tasarımcı için tasarım problemi ile birlikte verilen bir eleman değil, tasarımcının süreç boyunca tasarım problemini sorguladığı olguların kağıda yansımalarıdır. (Suwa vd, 1998) Eskizler salt harici bir hafızadan ziyade yeniden yorumlama aracı olarak kullanılır ve bu sayede yapılandırılmış soyut tasarım düşüncelerinin fiziksel dönüşümüne olanak tanır. (Schon vd, 1992) Zihnin kavramaya yönelik edinim ve eylemleri baz alındığında eskizin, var olanı imajı anlatan ve yeni bir imaj üreten ikili bir işleve sahip olduğu görülmektedir. (Goldschmith, 1992) Öncelikle yapı ve doğal çevreyi anlama algılama sürecinin bir parçasını oluşturur eskiz. Bu algılama tasarımcının biçim repertuarının gelişmesine, mevcut çevreyi analiz etmesine ve bu analizin sonucunda soyutlamasına olanak sağlayan bir dil geliştirmesine yardımcı olur. Bu algıya bağlı olarak gelişen eskiz, zihinde mevcut olan imajları yansıtmaya başlar. Bu imajlar, kayıt, iletişim ve/veya geliştirme odaklı olarak dışlaştırılır. Dolayısıyla her tür nesnenin resimsel olarak anlatım pratiği buna en iyi örnektir. (Şekil 1) Eskizin ikinci ve belki de esas vurgusunu oluşturan işlevi zihnin imaj üretim pratiğine geçişine olanak sağlayan hareketidir. Bu tür eskizler öğrenilen, geliştirilen bir beceri olarak; tasarımın teorik altyapısını kurgulayan, temel olarak kavramı üreten ve bu kavramı grafik olarak ifade eden aşamasıdır. Bu işlem eskizin zihinde mevcut olan imajları anlatmasından çok imaj üretmesi anlamını taşımaktadır. Bu noktadan hareketle eskizleri izlenim ve fikir eskizleri olarak iki ana eksen üzerinden değerlendirebiliriz.



Şekil 1: İzlenim eskizi, Deniz Dokgöz - Priene

## 2.1. İzlenim Eskizleri

Var olanı görselleme, durum saptama, betimleme amaçlı olarak kullanılan ve desen, kroki gibi isimlerle de ifade edilen izlenim eskizleri gözlem, algılama ve analiz temelli analitik çizimlerdir. Özellikle mimarın seçme, ayırma, yorumlama gibi kişisel yorum ve tarzlarını da içinde barındıran bu eskizler doğa, kent, yapı vb çevresel verileri soyutlayarak şiirsel bir ifade ile ortaya koyan bir türdür. (Şekil 2). İzlenim eskizleri fikir eskizlerine göre daha çözümleyici ve yorumlayıcı sürece bağlı bir yolla okuma ve anlama olgusudur. (İnceoğlu, 2012)



Şekil 2: İzlenim eskizi, Deniz Dokgöz - Venedik

İzlenim eskizleri kişinin yapılı/yapısız çevreye nasıl baktığını, neyi gördüğünü, ne anladığını, onun hakkında ne düşündüğünü ortaya koyan kişisel yorumları içeren eskizlerdir. Bu eskizleri yapmaktaki amaç tasarımcının çevre ile ilişkisini sorgulamak, güçlendirmek ve bu bilgi birikimi ile düşünme sistematüğini geliştirmektir. (İnceoğlu, 2012) İzlenim eskizleri, nesnel dünyada var olan olguları

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

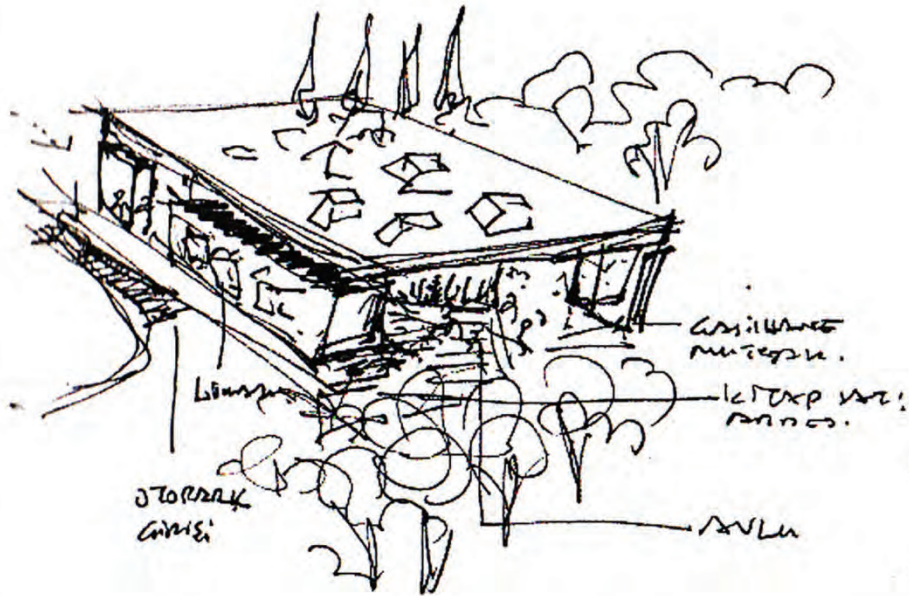
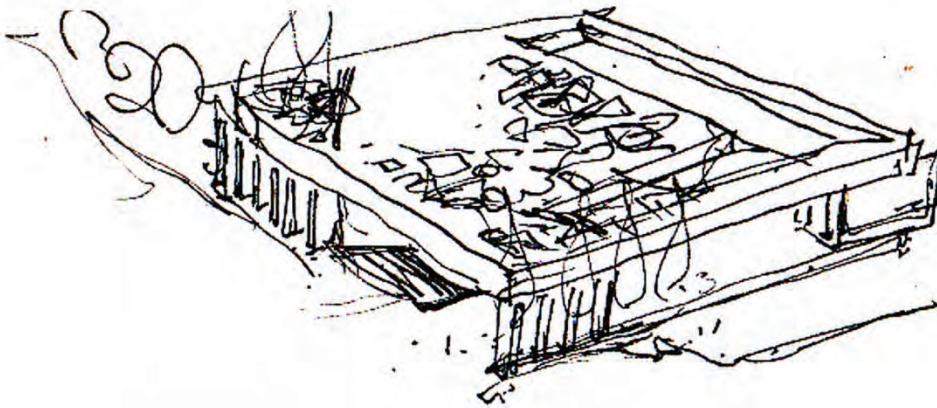
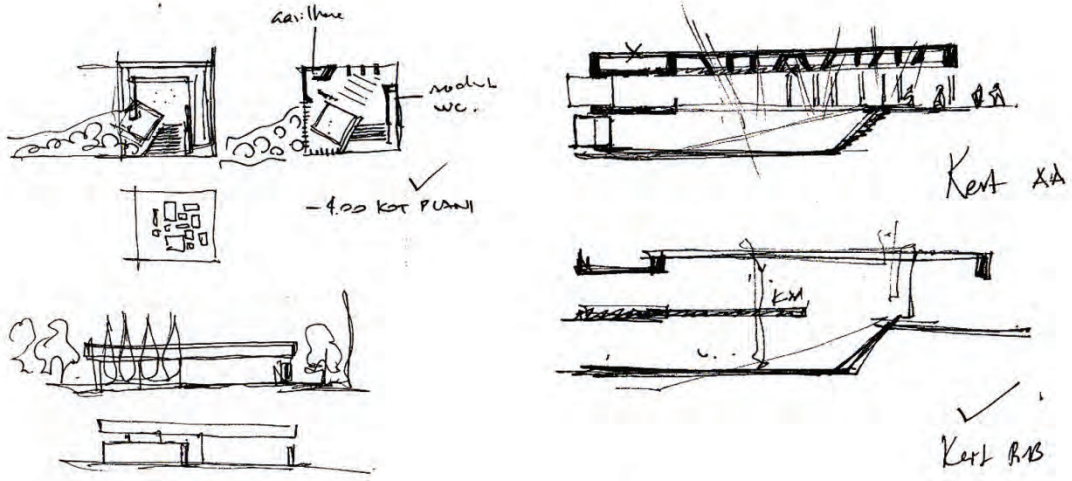
bilişsel, duyuşsal birikimler ile algılama, gözlemleme ve farkındalık gibi görsel düşünme adımlarıyla, özgün anlatılar olarak aktarmak ve bunu adeta çizgisel bir not alma eylemi olarak tarif edilebilir. (Şekil 3). Tasarımcı izlenim eskizlerini kurgularken mevcut nesnelere içerisinde görmek ve ifade etmek istediklerini öne çıkararak bu eylemi gerçekleştirir. Aynı yer/mekanın farklı tasarımcılar tarafından yapılan izlenim eskizlerinin birbirlerinden farklılaşmasını ve fotoğrafik detaycılığa karşın özgünleşmesini sağlayan en büyük fark, tasarımcının farkındalığını yansıtır. Kimi zaman bu farkındalık eskizin ifade araçları ile gerçekleştirilirken kimi zamanda eskizin yapıldığı yer/mekanın detaylı ya da yüzeysel aktarımı ile oluşur. Bu biçimlenişin sürekli olması ile eskizin tasarımcıya ait öznel bir dil oluşumu sağlanmış olur.



Şekil 3: İzlenim eskizi, Deniz Dokgöz - Kayseri

### 2.2. Fikir Eskizleri

Tasarlama amaçlı kurgulanan fikir eskizleri ise kendine dönük bir yaratma eylemi içerisinde çalışma sistematiği içeren, dışa -neredeyse tamamen- kapalı, ortak bir dil, üslup, işaret sistemine uyması beklenmeyen, sezgisel olarak üretilen ama sistemli niteliği ile süreklilik kazanabilen, süreç boyunca tekrarlanmayan, araştıran ama anlatmayan, teknik yönü olmayan bir imgeler bütünüdür. (Şekil 4)





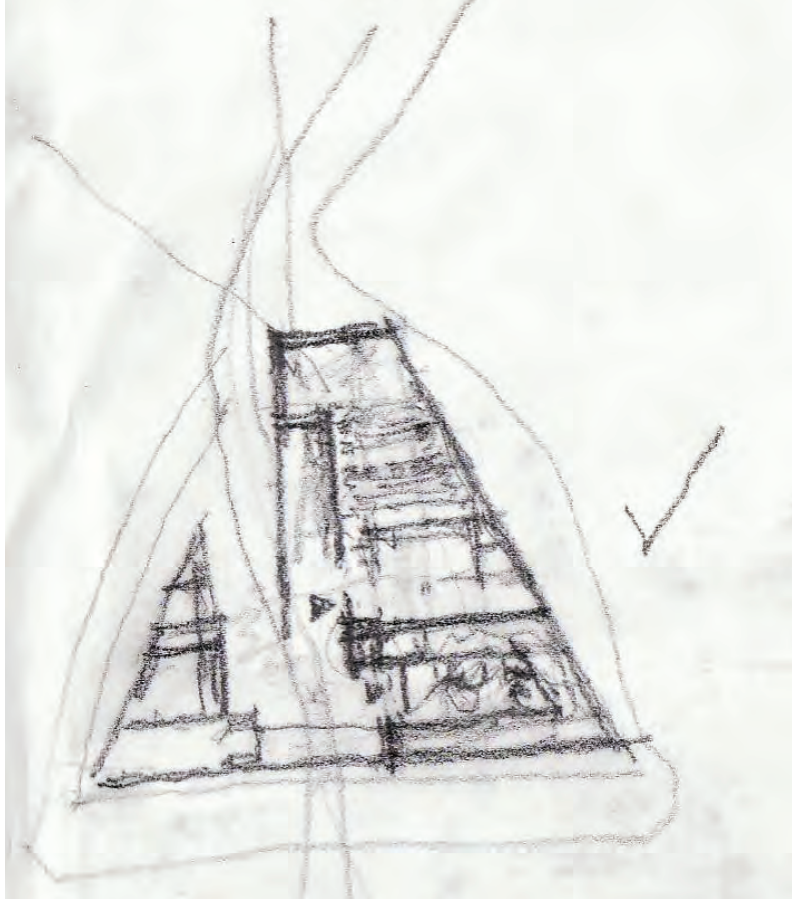
**Şekil 4:** Halide Edip Adıvar Külliyesi Ulusal Mimari Proje Yarışması 3. Ödül ana fikir eskizleri ve sonuç ürün, Deniz Dokgöz

Goel eskiz eyleminin metodolojisini yanlamasına ve düşey yönelimler olarak iki ana eksen üzerinden kurgular. Yanlamasına –ıraksak- dönüşüm düşüncesinin kısmen farklılaşması ile fikrinsel bir ayrışmayı ifade ederken; düşey –yakınsak- dönüşüm ise aynı fikrin daha detaylı ve keskin çeşitlemeler bütünüyle farklı versiyonları üzerine yapılan çalışmaları içerir. Goel bu dönüşümlerde serbest el eskizlerinin gerek söz gerekse de anlam olarak barındırdığı içerik ve bitmeyen evreleri ile tasarımcının problem çözümüne yaratıcı, araştırmacı, keşfedici uzanımlar kattığını savunmaktadır. Bu sayede yanlamasına yönelim ile tasarımın başlangıcında oluşabilecek saplantıları giderdiğini ifade etmektedir. (Goel, 1995)

Suwa, Gero ve Purcell tasarımcının eskizlerini kurgularken ortaya koyduğu görsel imgelerin beklenmedik ve gizli kalmış keşifler barındırdığını savunmaktadır. Tasarımcının bu keşifleri gerçekleştirebilmesi için yarattığı görsel imgelerine o imgeyi yaratma sürecine kadar baktığı açıyı unutup yeni bir perspektifle bakmaya başlaması gerekmektedir. Görsel imgelerin barındırdığı beklenmedik ve gizli kalmış keşifler üç şekilde ortaya çıkmaktadır. Birincisi, geçmişte betimlenmiş – biçim repertuarına yerleşmiş- elemanların yeni bir organizasyon çerçevesinde ele alınmasıdır. İkinci ortaya çıkış, geçmişte betimlenmiş elemanların boyut, biçim, doku gibi görsel özelliklerinin farklı yorumlanması ile ortaya çıkmasıdır. Sonuncusu ise betimlenmiş elemanlar arasında oluşan yer edinen keşiflerdir. (Suwa vd, 1999) Bu noktada tasarımcılar her eskiz aşamasına geri döndüklerinde, beklenmedik keşifler karşılına çıkmaktadır. Tasarımcının üretim mantığına yoğunlaşan tüm bu analizler sonucunda fikir eskizlerini doğuş, arayış ve çözümleme olarak üç aşamalı bir kurgu ile ifade edebiliriz.

### **Doğuş**

Öncül olarak başlayan kavramsal araştırma olarak tasarımcının ilk düşüncelerini yansıtan bu eskizler tasarımcının biçim repertuarına ve deneyimlerine bağlı olarak gelişen, düşüncesinin ön tasarıma dönüştüğü öznel çalışmalardır. Tasarımın ana nüvesini oluşturan ana fikri ortaya çıkarma amaçlı bu evre, tasarımcının tasarıma temel yaklaşım tavrını ifade etmesi açısından son derece değerlidir. Eskizi oluşturan kurgu ana fikri ifade edecek şekilde, yapısal program, çevresel ilişkiler, bağlam, örüntü, biçimsel kabuller, ilkeler, yorumlar gibi birçok farklı nokta(lar)dan beslenebilir. (Şekil 5)

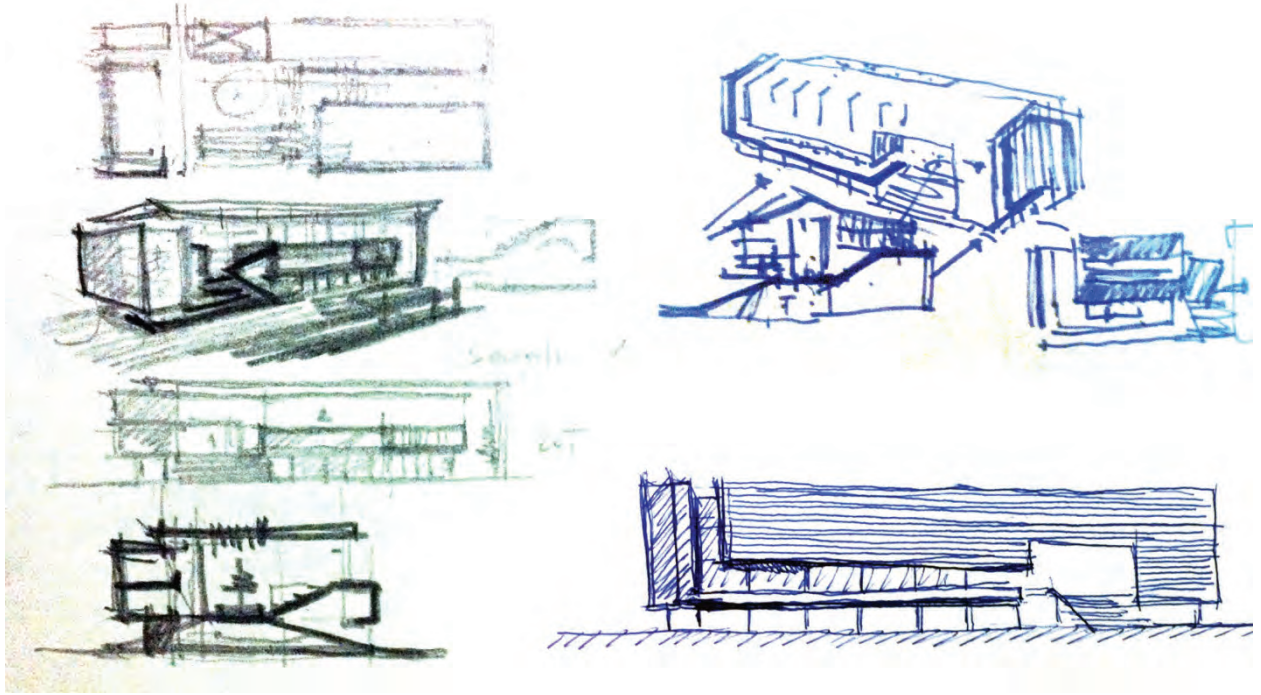


**Şekil 5:** Kadirli Belediyesi ve Kültür Merkezi Ulusal Mimari Proje Yarışması 1. Ödül ana fikir eskizi ve sonuç ürün, Orhan Ersan

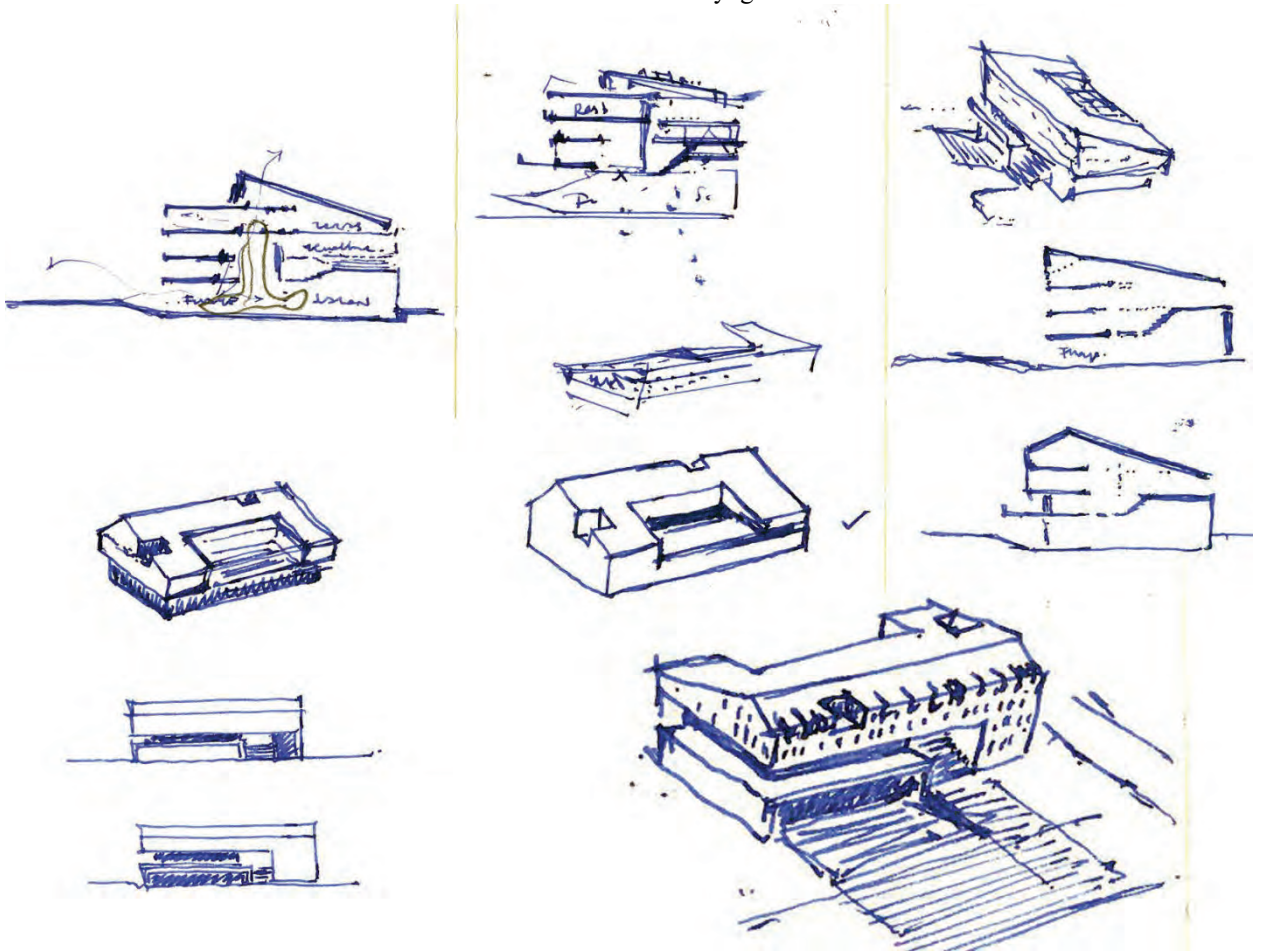
### Arayış

Fikir eskizlerinin ikinci aşaması, esasında süreci yani arayışı ifade eder. Fonksiyonların yapı bütünü ile kurduğu ilişkiler yumağını sorgulayan bu süreç yapının tektoniğine geçişi ifade eder. Bu evre, tasarım kurgusunun yavaş yavaş şekillenmeye başladığı evredir. Sürekli tekrarlanarak yeni seçenek üretimini sağlamayı amaçlar. Bu tekrar ediş sürekli bir geri beslemeyi de beraberinde getirir. Esasında oluşan bu süreç Goel'in düşey –yakınsak- dönüşüm olarak ifade ettiği aşamadır da aynı zamanda. (Şekil 6,7)

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 6: Kayseri Ticaret Odası Hizmet Binası Ulusal Mimari Fikir Proje Yarışması Eşdeğer Ödül arayış eskizleri Ferhat Hacıalibeyoğlu

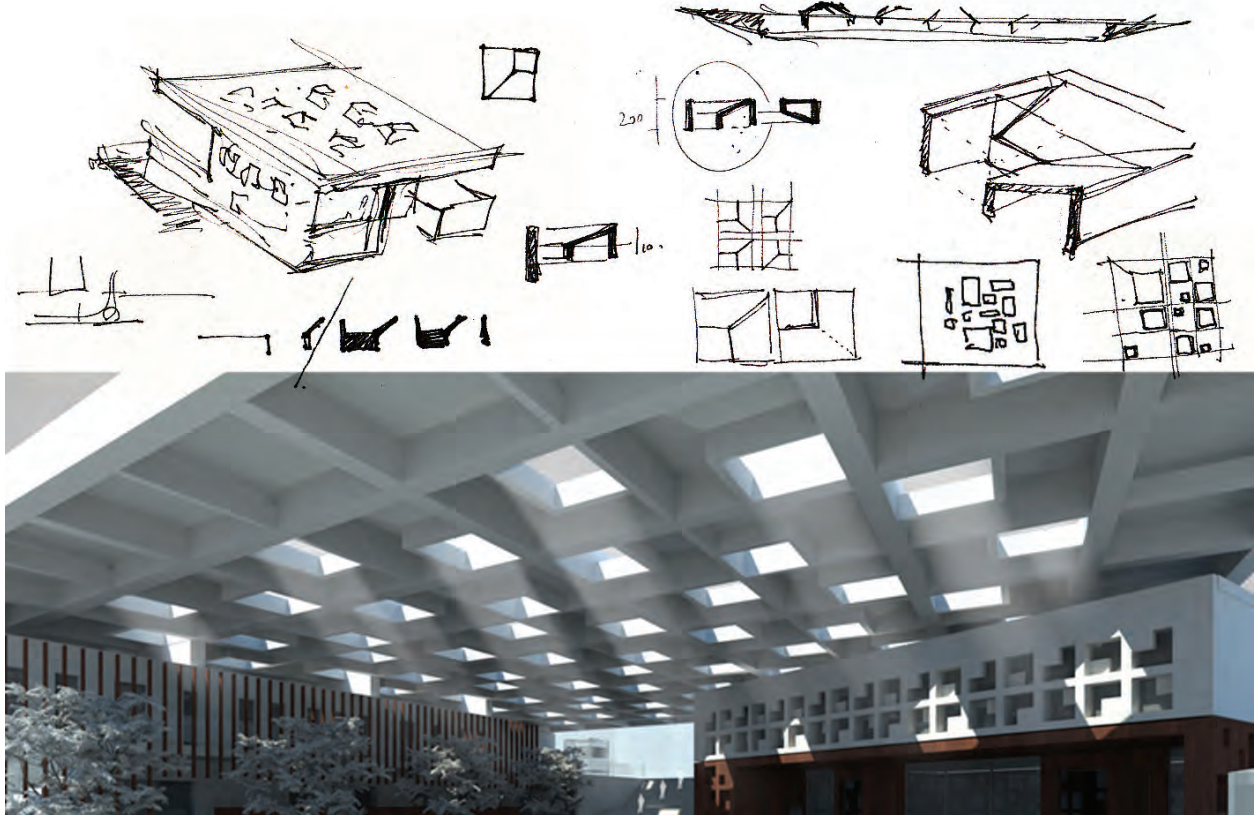


Şekil 7: Kayseri Ticaret Odası Hizmet Binası Ulusal Mimari Fikir Proje Yarışması Eşdeğer Ödül arayış eskizleri Deniz Dokgöz



## Çözümleme

Fikir eskizlerinde, üçüncü aşama ise mimarın düşünce sistematığını yapısal çözümlemenin işlev, strüktür, konstrüksiyon, mekansal kurgu gibi ilişkilerini kurmayı amaçlayan grafik diziler bütünüdür. Bu eskizlerde yapının detay çözümlenmeleri ön plana çıkar. Yapının ana kurgusu ortaya çıktıktan sonra gerçekleştirilen bu eskizler, yapısal değişimin ve çeşitliliğin ana fikre sabit kalınarak yeniden yorumlanması olarak da düşünülebilir. (Şekil 8) Özellikle üst ölçekten alt ölçeğe inilen durumlardaki çözümleme mantığını yansıtmaları açısından önemlidir.



Şekil 8: Halide Edip Adıvar Külliyesi Ulusal Mimari Proje Yarışması 3. Ödül yapı çatı örüntüsünün çözümleme eskizleri ve sonuç ürün, Deniz Dokgöz

## 3. Eskizle Düşünme

Eskizi değerli ve biricik kılan öge “düşünme” yetisinin bir parçası olmasıdır. Çizgiyle gerçekleştirilen bu düşünce eylemi anlık, silinmeyen zamanın bir kesitini sunmaktadır. Dolayısıyla eskizle düşünme, düşünme eyleminin somut ürün olarak ortaya konabildiği ve sonuç ürün üzerinde herhangi bir müdahaleye olanak tanımadığı bir süreci tanımlar. Bu süreç mimar ve eskizi yaptığı nesne arasındaki koordinasyonun bir parçasıdır aynı zamanda. Bu noktada düşüncenin çizgiye dökülme halinin devamlılığı ile birlikte çizimin hangi şekilde üretildiğinden çok, mimari düşünceyi nasıl biçimlendirdiği ve onun üretimini sağladığı, gelişimine nasıl ön ayak olduğu konusunun ele alınması daha doğrudur. İster tamamen elle ister mekanik araçlarla isterse de dijital olarak kurgulanması, eskizin düşüncenin görselleştirme ürünü olarak ele alınması zorunluluğunu ifade etmektedir. Fakat bu noktada bile eskizin el-göz-beyin koordinasyonunun bir uzantısı olarak gösterim temsilini oluşturduğu unutulmamalıdır. Çizgiyle düşünmek eylemidir eskiz. İçerik kapalı, zihnin tüm karmaşıklığı içerisinde sentezlenen fikirlerin yüzey üzerine bıraktığı bir izdir eskiz.

### 3.1. Görsel Düşünme [İmgeyle Düşünme]

Düşünme eyleminin salt dilsel olanla sınırlı kalması ve neredeyse özdeşleştirilmesi tehlikesine karşılık, özellikle mimarlık alanında görsel olarak düşünme pratiği eskizlerle kendini var etmektedir. (Goldschmidt, 1994) Görmeyi, hayal etmeyi ve çizmeyi kullanan bir düşünme sistematiği görsel düşünmenin temelini oluşturmaktadır. (Arnheim, 2007) Görsel düşünme edinimi imgeler oluşturma üzerine kurulu bir eylemdir. İmge, zihnin görsel, işitsel gibi görülür, duyulur bir kaynaktan gelen bilgilerin zihinde yarattığı karşılık olarak tanımlanabilir. (Hançerlioğlu, 2011) Bu noktada görsel düşünme eylemi dış dünyadan alınan bilgilerin dönüşümü ile oluşan imgelerin oluşma pratiğidir. (belleksel imgelem) İmgeler kullanarak düşünme aşaması, tasarımcının aklında canlandırma eylemini gerçekleştirdiği bunu yaparken de kendisi ile sürekli bir iletişim halinde olduğu bir evredir. (yaratıcı imgelem) Bu evrede zihinsel süreç, tasarımcının görsel bir takım imgeler ile düşünmesi ile başlar. Soyut ortamdaki bu sürecin desteklenerek geliştirilmesi; daha nesnel bir ortama taşınma gerekliliği görsel düşünme ediniminin görsel anlatım ile ifade bulması zorunluluğunu doğurur. Bu zorunluluk bütüncül olarak ele alınan bu sürecin her aşamasında karşımıza çıkar. Dolayısıyla görsel düşünme mantığının görsel anlatım –eskiz- ile sonlandığı bu süreç, soyut ortamda uçan imgeler bütününden somutlaşanların kağıt üzerine aktarılmasıdır. Sürekli yinelenen bu süreç birbirlerini tersinir olarak tekrarlar.

Eskizler imgede veya algıda gösteril(e)meyen ekstra bilgiler içerirler. Bu bilgiler imgeye dahil olamayan bir takım elemanlar, harfler, kelimeler, şekiller, semboller olabilir. Dolayısıyla bu çizimler tasarımcının algılarını değil, kavrayışlarını ortaya koyduğunu göstermektedir. Bu ortaya koyuşta çizim olgusunun salt bir gösterim unsuru değil, tasarımcı tarafından yorumlanmış bir temsil olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır. Bu durum bir çizim için var olanı yok sayma, başkalaştırma ve olmayanı var etme gibi farklı bakış açılarına neden olmaktadır. Dolayısıyla bu tür çizimler yalnızca zihinde oluşmuş imgeleri değil, kavramsal yorumları da bünyesinde barındırmaktadır. (Tversky, 1999)

Başarılı bilişsel alanlar, insan hafızasının limitlerini genişletir; aynı anda hafızaya alınmış bilgileri değerlendirme yetisi kazandırır. Fakat insanların akılda tutabildikleri bilgi ve bu bilgiyi uygulayabilecek zihinsel işlem sayısı sınırlıdır. Bu konuda Tversky, Suwa ve diğerlerinin yapmış olduğu deneysel bir çalışma görsel düşünme ve görsel anlatım pratiğinin önemini ortaya koyacak ipuçlarını barındırmaktadır. Bir adres sorma deneyiminde, bireyin bir kağıt parçasına yol haritası çizerek adresi anlatması istenmiş, bireyler çizimlerinde uzun düzlükleri kısa, yumuşak dahi olsa dönüşleri doksan derece gibi yalnızca önemli noktaları vurgulayarak anlatımı gerçekleştirdikleri görülmüştür. Deney sonucunda ise bu tür anlatımların, gerçekçi harita anlatımlarına oranla insan algısına daha uygun olduğu görülmüştür. (Tversky vd, 2003)

Benzer bir çalışmada uygulamacı tasarımcılar, tasarım öğrencileri ve tasarım konusu ile ilgili olamayan bireylerden herhangi bir tasarım problemi üzerine görsel anlatımların kullanılacağı bir çalışma yapmaları istendiğinde, tasarım öğrencileri ve tasarım ile ilgili olmayan bireylerin benzer ortalamaya sahip oldukları görülürken, uygulayıcı tasarımcıların daha başarılı sonuçlar ortaya koydukları görülmüştür. (Tversky vd, 2003) Uygulayıcı tasarımcıların diğer gruplardan ayrışmasını sağlayan fark, problemleri “algısal yeniden organize etme” ve “kavramsal yorum getirme” şeklinde görsel düşünme mantığı ile ele almalarından kaynaklanmaktadır.

### 3.2. Görsel İletişim

Kendine dönük bir yaratma eylemi olarak eskiz tasarımcının kendisi ile bir iletişim ağı kurmasına neden olur. Bu iletişim ağı kelimelerinin çizgi olduğu ve düşünce ile harmanlandığı bir araştırma ve soruşturma pratiğidir temelde. Tasarımcı eskiz yolu ile kendisi ile düşünsel anlamda bir bağ kurar. Kurulan bu bağ, eskizin olgunlaşarak sonuç ürün haline gelmesinde kilit bir rol oynar. Bu iletişimde yaşanacak herhangi bir kopukluk, tasarıma yansır. Dolayısıyla tasarımcı ve onun kağıda aktardıkları ile arasında geçen düşünsel iletişim, tasarımcıya yeni kanallar yeni yollar açar. Bu yeni fikirler yeni

eskizlerin doğmasına bu eskizlerde yeni fikirlerin oluşmasına/olgunlaşmasına neden olur. Bu döngü ne kadar çok uygulanır ve yinelenirse tasarım o oranda arınmış, son haline ulaşmış olacaktır. (Schon, 1983)

Eskizin tasarımcı ile kurduğu görsel iletişime paralel olarak, izleyici ile kurduğu ikincil bir iletişim ağı daha vardır. Bu ağ mutlak kurulması gerekmeyen bir ağ olarak tasarımcının seçimine terk edilmiştir. Dolayısıyla salt kendisi ile iletişim kurması amacı ile çizilen bir eskizin farklı bireyler üzerinde bir iletişim kurma zorunluluğu beklenemez. (İnceoğlu vd, 1995) Binlerce eskiz başkaları tarafından görülmeden ortalıktan kaybolur. Fakat eskizin içerisinde barındırdığı biçimler arasında yeni, beklenmedik ilişkileri ve yararlı bilgi üretimine dönük edinimleri ortaya çıkartabilmesi eskizin yaratıcısı dışındakilerle iletişim kurmasına olanak vermektedir. Bu olanak eskizlerin, içerisinde çizili olandan daha fazlasının okunabilmesi olarak ifade edilebilir. (İnceoğlu vd, 1997) Bu iletişim ağı eskiz ile izleyici arasında belirli bir zaman tanımı olmaksızın, farklı zaman dilimlerine yayılabilen bir iletişimdir.

#### 4. Yeni Eskiz Arayışları

Tasarımın iki boyutlu çizim ortamında temsil edilme tekniğinin değişim sürecinde araçların farklılaşması büyük rol oynamıştır. Kuşkusuz gelişen teknolojiler ile birlikte mimarlıkta da değişen yenileşen olanaklar söz konusudur. En önemli gelişme T cetveli ve gönye ile kurulan çizim pratiğinin yerini bilgisayar ortamına terk etmesidir. Ancak bu noktada çizim araçları olarak ön plana çıkan çizim ve görselleme programlarının düşünce ve çizgiye hakim olamadan üretim mantığı, mimarlığı teknik bir alana doğru itme tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Olumsuz olarak düşünmeden çizme, mevcut çizim kalıp ve kütüphanelerini kullanma gibi tasarımı anonimleştirmeye yönelik tehlikeler olarak ön plana çıkmaktadır. Bu tehlikeye sınırlı ekran üzerinde ölçek kaybı, tasarıma hakim olamama, yabancılaşma, klişeleşme, anonimleşme gibi etkenleri de dahil etmek mümkündür. Bu noktada tasarımın uygulamaya dönük teknik çizimleri gibi “eskizler” de dijital teknolojilerin gelişiminin yoğun olduğu günümüz mimarlık ortamında görsel iletişim olanaklarının dijital ortama taşınması gerekliliği ile karşı karşıya kalmıştır.

##### 4.1. Dijital Eskiz

“Dijital eskiz” terimi konvansiyonel eskiz tekniklerin bir kısmının terk edilerek dijital çağın gerekliliklerine uyumlu yeni durumu ifade eden bir terim olarak ortaya çıkmıştır. Dijital teknolojilerin özellikle serbest el çizimlerini destekleyecek şekilde kağıt ve kalemin uzantısı olarak eskiz üretim mantığının içinde yer alması dijital eskiz olarak tanımlanmaktadır. (Akipek, 2012) Bu tanım doğrultusunda dijital eskiz, iki boyutlu bilgisayar ortamında, kalemin etkin olarak kullanıldığı grafik programları ile birlikte arkaik yöntemlerle yapılan eskize göre kalem kalınlığı, tonlama, renklendirme, silme gibi farklı opsiyon olanakları sağlamaktadır. Bu noktada dijital eskiz ile normal eskizi farklı kılan en önemli ayrıntı, dijital eskizlerdeki silme olgusunun normal bir silgi işleminden çok çizilen son katmanın silinmesi; komut yöntemi ile geri alınması gibi olasılıklar düşünüldüğünde klasik yöntemler ile yapılan eskizlerde silme işleminin uygulanmamasıdır.

Esasında konvansiyonel eskiz tekniklerinin dijital teknolojik araçlar ile yeniden üretilme mantığı, “dijital eskiz” terimini tam olarak ifade edememektedir. Bu yeni terimi karşılayabilecek en büyük potansiyel, tasarım aşamasındaki kurgunun süregelen değişkenliği üzerinden okunabilir. Bu değişkenliği ifade eden bir örneklem olarak üç boyutlu çizim programları ele alınabilir. Sketch up, Archicad, Revit gibi üç boyutlu elemanlar ile tasarım üretebilme olanağı dijital eskiz kavramının iki boyuttan üçüncü boyuta sıçramasına neden olmuştur. Özellikle tasarlanan mekanın farklı noktalarından algılanmasına olanak sağlayan ve kısa süre içerisinde değişiklikler ile hacimsel düzenlemelere olanak sağlayan yapısı, eskizin dijital ortamı için avantajlar yaratmaktadır. Üç boyutlu bilgisayar ortamında tasarlanan yapının ilk hali ve sonuç ürün hali arasındaki fark bir nevi dijital eskiz

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

olarak yorumlanabilir. (Şekil 9) Dijital eskiz teriminin gelişme potansiyelini tetikleyen bir diğer unsur ise hesap, kural ve parametreye dayalı dijital tasarım kurgularının ortaya çıkmasıdır.



**Şekil 9:** Kayseri Ticaret Odası Hizmet Binası Ulusal Mimari Fikir Proje Yarışması Eşdeğer Ödül dijital eskizler (Üç boyutlu çizim programı aracılığıyla), ve sonuç ürün, Deniz Dokgöz, Ferhat Hacılibeyoğlu, Orhan Ersan

Dijital teknolojinin gelişimine koşut olarak, gerçek dünyanın mekan, zaman ve hareket gibi özelliklerini farklı arakesitlerle yeniden üretilebilmesi, tasarlama sürecindeki görsel düşünme mantığını kökten değiştirebilecek bir potansiyele sahiptir. Bu noktada siber mekan (Cyberspace) gibi sanal dünyalar yaratan dijital yaklaşımlar, görsel gerçeklik bazlı işleyişleri ile mekanı kurma ve okuma döngüsünü farklı boyutlara taşıyabilmektedir. (Rucker, 2006) Bu noktada insan beyninin düşünme kapasitesine paralel, düşünsel işlem kaybına neden olmadan somutlaştırıcı bir araç gelişimi dijital eskizin gerçek tanımına kavuşmasına neden olabilecektir. Dolayısıyla, farklı parametrelere dayalı dijital tasarım kurguları, eskiz kavramının yeniden ele alınmasına olanak sağlayacak potansiyelleri içermekte ve arkaik yöntemlerle ele alınarak evrimleşen eskizin farklılaşmasının önünü açacak ipuçlarını bünyesinde barındırmaktadır.

## 5. Sonuca İlişkin

Eskizin ve onu var eden üretilme pratiğinin düşünsel arka planı dikkate alındığında, belirli üst başlıklar altında çeşitli sonuçlara/önermelere varmak olanaklar dahilindedir.

### Çizimin gerekliliği

Teknoloji ve yaşam koşullarındaki değişimlere paralel olarak çizim üzerine yoğunlaşan etmenlerin geri plana itilmesi rağmen, çizim; tasarım alanındaki bütüncül tasarlama sürecinin temeli olma işlevini hala sürdürmektedir. (Wang, 2002) Bu noktada çizgi tasarımcılar için hala en değerli ve temel nüve olarak sürekliliğini korumaktadır.

### Eskizin yarattığı dil

Mimarların çalışma eskizlerinin önemsenmesi ve yayınlanabilir niteliğe kavuşması, mimarlık düşüncesinde bireyselliğin önem kazanmasına neden olmuştur. Her mimarın tıpkı el yazısı gibi, farklı bir çizgi diline sahip olması, o mimara özgü bir düşünsel anlatım yöntemi olarak eskizin değerlendirilebilmesine olanak sağlamakta, bu sayede birbirlerinden tamamen farklılaşmış, öznel diller ortaya çıkabilmektedir. Bu dili eskizi kurgulayan tasarımcının düşüncesine paralel araç ve malzeme kullanımı da pekiştirmektedir. Yalın çizgilerle oluşturulmuş eskizler ya da üstü üste çizilmiş çok sayıda düşünceyi barındıran eskizlerde bu anlatım dilinin özneliğini oluşturan seçkilendir.

### Eskizin çeşitlenmesi

Eskizlerde çizim tekniğinin anlatım aracı olarak yetersiz kaldığı ve/veya daha fazla bilginin izleyiciye verilmesi gerektiği düşünüldüğü durumlarda eskizi destekleyecek şekilde şema, açıklama metni, diyagram gibi yardımcı anlatım elemanlarının kullanılması gerekebilir. Bu tür bir eskiz çalışması bütüncül eskiz (çizge) olarak tanımlanabilir. (Yakın, 2012) 20. Yüzyılın ikinci yarısından bu yana birçok mimarın eskizleri –özellikle Peter Eisenman-, çizimden çizgeye doğru bir yönelim kaydetmiş ve sıklıkla tercih edilen bir eskiz yöntemi olarak kabul görmüştür. (Ro, 2009) Bu değişim, eskizin yaratıcısı ile dışı kapalı sürecinin terk edilerek izleyiciye açılması ve ifade gücünü artıracak şekilde eskizin çeşitlenmesine neden olmuştur.

### Eskizin evrimi

Eskiz, hangi tasarım aracı kullanılırsa kullanılsın görsel düşünme yollarının geçerliliğini koruması üzerine temellenmektedir. Farklı bir grafik, görsel düşünme yolunun gelişimi eskizin niteliğini değiştirecek ve evriminin bir sonraki adımı olabilecek potansiyeli bünyesinde barındırmaktadır.

### Sürecin izleri

Tasarım ürününü ön planda gösteren olgu her ne kadar sonuç ürün olsa da bu sonuç ürününe ulaşmayı sağlayan süreç en az sonuç ürün kadar belirleyicidir. Özellikle tasarım sürecindeki eskizler ve onun bütüncül aşamaları bütüncül bir tasarımın ortaya çıkmasını sağlayan önemli bir konumu bünyesinde barındırır. Tasarlama sürecinin en yaratıcı aşaması olan görsel düşünme (imgelerle düşünme) ve görsel anlatım (grafik anlatım) bu süreç ve bu sürecin aşamalarını yansıtır.

### Eskizin ilişkiler ağı

Eskizin en önemli işlevlerinden birisi görsel düşünme yönteminin soyut ortamdaki varlığını görsel anlatımlarla somut ortama taşımasıdır. Akılda üretilen bilgi ve var olan birikimlerin yansımalarıyla oluşan bu işleyiş görsel düşünme ve görsel anlatım arasındaki döngüsel bir bağı ifade eder. Bu sistematik bağ sürekli geri dönüşlerle birbirini destekler ve gelişir. Bu ilişkiler ağı düşünme ve anlatım/çizgi arasındaki ilişkinin birlikte yürüdüğünü gösterir. Dolayısıyla tasarıma ait anlam, işlev,

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

program, biçim gibi her türlü kararın oluşumu/gelişimi görsel düşünme ve görsel anlatımın kesintisiz ilişkisi ile kurulabilir.

### Eskizin hızı

Eskiz yapma olgusunu resim, illüstrasyon, karikatür, grafik tasarım gibi diğer çizgi odaklı üretimlerden farklı kılan ve belirleyici olan unsur hızdır. Eskiz yapısı ve doğası gereği hızlı üretilmelidir. Bu hızlı üretim, eskizin öznel kurgusunun en önemli parçasıdır.

### Eskizin gücü

Eskiz, gücünü yapılıırkenki rahatlığından ve yapıldıktan sonraki vazgeçilebilirliğinden – değersizliğinden- alır. Buradaki vazgeçilebilirlik-değersizlik- kelimesi, eskizi yapan tasarımcının ulaşmak istediği hedef doğrultusundaki memnuniyetsizliğidir. Bu noktada tasarımcının yapmış olduğu herhangi bir arayış onun için vazgeçilmesi son derece sıradan olabilen bir durumdur. Eskizin öznel bir kurgu olmasının ve ilk iletişiminin tasarımcısı ile gerçekleşmesinin temel nedeni bu vazgeçıştır.

## KAYNAKLAR

- AKİPEK, F. Ö. 2012. Dijital Eskiz. *Eskizler Çizerek Düşünme Düşünerek Çizme*. Nemli Yayıncılık. İstanbul. 85-91.
- ARNHEIM, R. 2007. *Görsel Düşünme*. Metis Yayınları. İstanbul.
- BALAMİR, A. 2012. Mimarlıkta Çizerek Düşünme, Düşünerek Çizme, Düşünmeden Çizme. *Eskizler Çizerek Düşünme Düşünerek Çizme*. Nemli Yayıncılık. İstanbul. 6-11
- GOEL, V. 1995. *Sketches of Thought*. MA: The MIT Press. Cambridge.
- GOLDSCHMIDT, G. 1994. On visual design thinking: The vis kids of architecture, *Design Studies*, 15, (2), 74-158.
- GOLDSCHMIDT, G. 1992, Serial Sketching: Visual Problem Solving in Designing, Cybernetics and Systems, *An International Journal*, 23, 191-219.
- HANÇERLİOĞLU, O. 2011. *Felsefe Sözlüğü*, Remzi Kitabevi A.Ş. İstanbul.
- İNCEOĞLU, N. 2012. *Eskizler Çizerek Düşünme Düşünerek Çizme*, Nemli Yayıncılık, İstanbul.
- İNCEOĞLU, N. GÜRER, T. ÇİL E. 1995. *Düşünce ve Anlatım Aracı Olarak Eskizler*, Helikon Yayınları, İstanbul.
- İNCEOĞLU, N. SOYGENİŞ, M. ÇİL, E.1997, Mimarlık Öğrencileri İçin Tasarımda Eskizler, YTÜ Basım Yayın Merkezi, İstanbul
- RO, S. (2009). *Drawign out the Interior*. AVA Publishing. Worthing.
- RUCKER, R. 2006. *The Lifebox, the Seashell, and the Soul*. NY: Thunder's Mouth Press. New York.
- SCHON, D. A. 1983. *The Reflective Practitioner*. Temple Smith. Londra.
- SCHON, D.A. WIGGINS, G. 1992. Kinds of Seeing and Their Functions in Designing. *Design Studies*, 13(2), 135-156.
- SUWA, M. GERO, J.S. PURCELL, T. 1998. The Roles of Sketches in Early Conceptual Design Processes, *In Proceedings of Twentieth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1043-1048.

SUWA, M., GERO, J. ve PURCELL, T. 1999. Unexpected Discoveries: How Designers Discover Hidden Features in Sketches. *Visual and Spatial Reasoning in Design II, Key Centre of Design Computing and Cognition*, 145-162.

TVERSKY, B. 1999. What Does Drawing Reveal about Thinking. In J. S. Gero & B. Tversky (Eds.) *Visual and spatial reasoning in design*. Key Centre of Design Computing and Cognition. Sydney, Australia. 93-101.

TVERSKY, B. SUWA, M. AGRAWALA, M. HEISER, J. STOLTE, C. HANRAHAN, P. PHAN, D. KLINGNER,

J. DANIEL, M. P. LEE, P. and HAYMAKER, J. (2003). Sketches for design and design of sketches. In Ugo Lindemann ( Editor), *Human behavior in design: Individuals, teams, tools*. Springer. Berlin. 79-86.

WANG, T. C. 2002. *Pencil Sketching*. John Wiley & Sons Inc. New York.

YAKIN, B. 2012. Tasarım Sürecinde Görsel Düşünme ve Görsel Anlatım İlişkisine Analitik bir Yaklaşım, Yayınlanmamış Sanatta Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.





# Mimarlık Eğitiminde Yapı Araştırmaları ve Mimari Tasarım Stüdyosu Süreçlerine Ortak Bir Gündem Önerisi: Sayısal İz-Cisim Araştırmaları

Can Gündüz<sup>1</sup>

## Özet

*Bu bildiri, mimarlık eğitiminde birbirinden kopmuş iki alt alan olarak işleyen ‘Yapı Araştırmaları’ ve ‘Mimari Tasarım Stüdyosu’ süreçlerinde öğrencileri kazandıkları bilgi edinimlerinden ortak çıkarımlarda bulunmaya, etkin ve yaratıcı bağlantılar kurmaya teşvik edebilecek bir içerik ve yaklaşım bütünü olarak önerilen “İz-Cisim Araştırmaları” yaklaşımını tartışmaktadır. Bilgisayar destekli çizim ve modelleme araçlarının bu araştırmalarda üstendikleri vazgeçilmez rol vurgulanarak, geleneksel olarak ayrılmaz addedilen ancak modern piyasa ekonomisine dayalı sektörlerin uzmanlaşma talepleri sonucu ayrık deneyimlenmek zorunda kalan mimari bilgi ve beceri aktarımları arasındaki alışverişin yeniden nasıl sürekli hale getirilebileceği üzerinde durulmaktadır. Örnek olarak Estonya asıllı Amerikalı mimar Louis I. Kahn (1901–1974) tarafından tasarlanan Fort Worth, Texas’daki Kimbell Sanat Müzesi’nde (The Kimbell Art Museum) sikloit hareket eğrisi kullanılarak hesaplanan betonarme kabuk üst örtü çözümü üzerinde durularak, buradan çıkarılan derslerin günümüz bilgisayar destekli tasarım araçlarıyla ilişkisinde kazanabileceği yeni olanaklara işaret edilmektedir.*

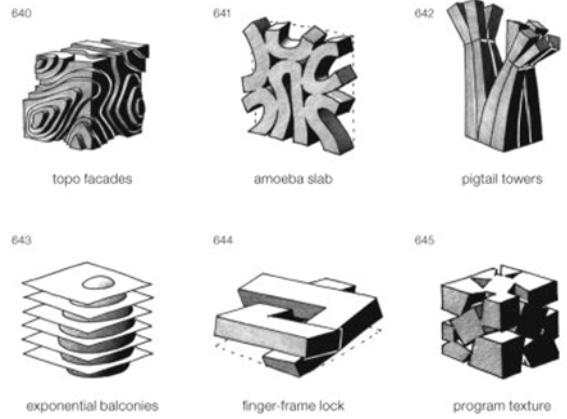
Anahtar Kelimeler: İz-cisim, sikloit, hareket eğrisi, parametrik tasarım, bütünleşik sistemler.

## 1. Giriş

Mimarlık eğitiminde ‘Yapı Araştırmaları’ ve ‘Mimari Tasarım Stüdyosu’ alt-alanlarındaki süreçlerin öğrenciler tarafından sanki birbirlerinden tamamen ayrık konulara ilişkin bilgi ve beceri aktarımlarıymış gibi deneyimlenmeleri karşımıza çıkan kronikleşmiş eğitsel sorunlardan biridir. Farklı bilgi-nesnelere odaklanıyor gözükken süreçler içerisinde “hayatta kalabilmek” için birbirinden görece bağımsız sorunlara ve bunlara özgü farklı başarı ölçütlerine ayrı ayrı uyum sağlamak zorunda kalan öğrenciler, aslında her iki alt-alanı da sürekli biçimlendiren temel bilim alanlarına her iki alt-alan içerisinde de giderek uzak düşebilmektedirler. (Resim 1 ve 2) Bu iki alt-alanın eğitsel stratejileri arasındaki süreksizliğin bir sorun teşkil ettiğine ilişkin tespit ve görüşler eğitim-öğretim ortamlarında sıklıkla dile getirilmekle beraber sorunun nasıl ele alınabileceğine ilişkin sistematik önerilerin tartışmaya açılmak üzere yeterince dolaşıma girmediği gözlenmektedir. Bu bağlamda önerilen “İz-Cisim Araştırmaları” yaklaşımı bu eğitsel sorunun kısa vadedeki çözümünden çok, hangi sorunsallarla birlikte ele alındığında daha verimli eğitsel deneyimlere olanak tanıyabileceğine odaklanmaktadır. Yaklaşımın yerleştiği pedagojik düzlem ve önerdiği sorunsalların belirlenmesinde izlenen düşünce çizgisinin aktarılabilmesi için öncelikle günümüzde Mimarlık mesleğinin genel olarak teknoloji, özel olarak da malzeme bilimi ve bilgisayar destekli tasarım teknolojilerindeki gelişmelerle ilişkisinde yaşamakta olduğu teknik, ekonomik ve kültürel dönüşümlere ilişkin bazı kritik tespitlerin dile getirilmesi önemli gözükmektedir. Daha sonra, bu tespitler ışığında belirlenen eğitsel stratejilerin sınanması için verimli bir örnek teşkil ettiği düşünülen Kimbell Sanat Müzesi’nin betonarme kabuk üst örtü çözümü vakası, bilgisayar destekli tasarım araçlarının sunduğu imkânlarla süregiden bir deneyim süreci olarak tarif edilmek üzere yeniden ziyaret edilmektedir.

<sup>1</sup> e-posta adresi: cangunduz@iyte.edu.tr, İYTE Mimarlık Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



**Resim 1 ve 2:** Yapı (sol) ve Tasarım (sağ) araştırmalarına özgü bilgi-nesnelerini örnekleyen ürünler

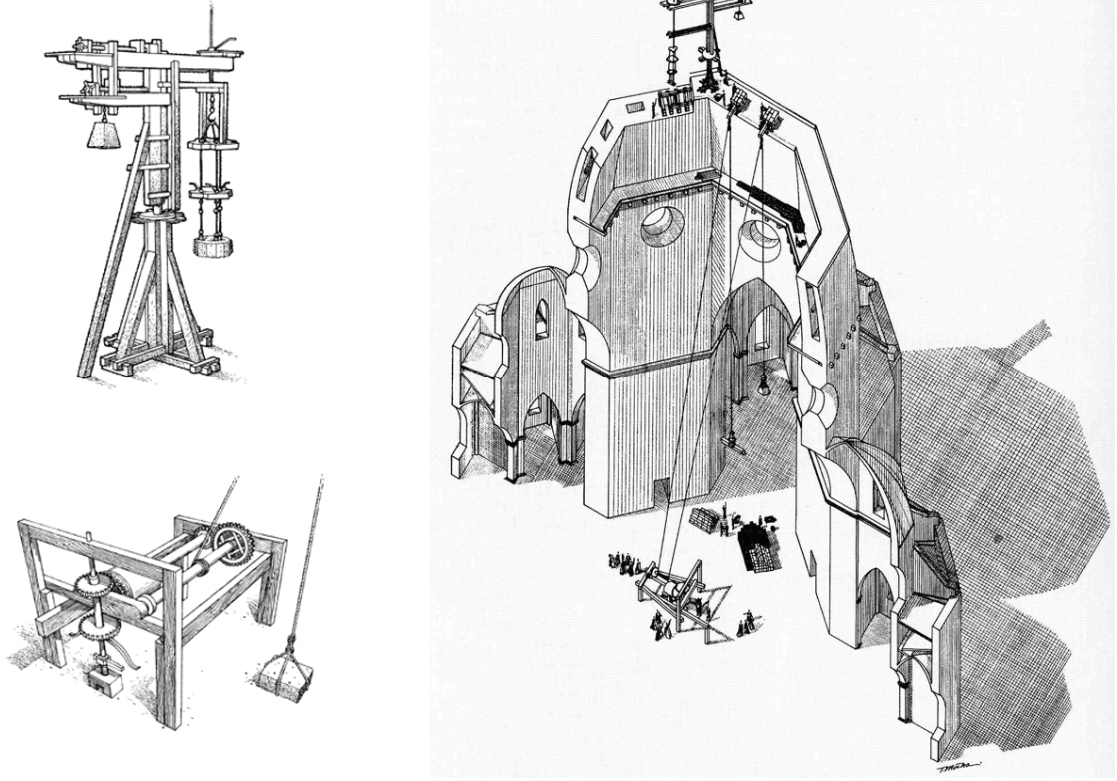
Resim1: Londra, NLA'da sergilenen bir yapı sistemleri maketi. Fotoğraf: Can Gündüz, 2010.

Resim2: *Siteless: 1001 Building Forms* kitabından 640-645 no'lu serbest el çizimler. BLANCIK, F. 2008.

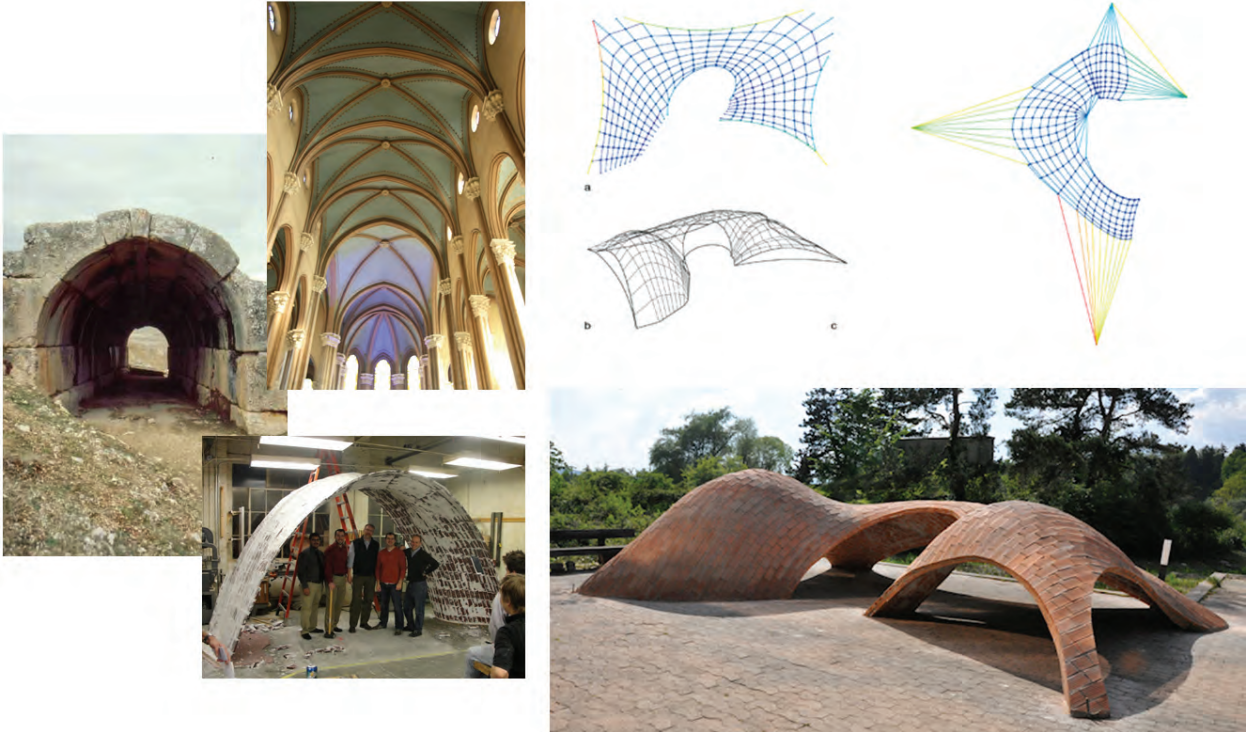
## 2. Kronikleşmiş Bir Sorundan Verimli Sorunsallara Doğru

Mimarlık eğitimi içerisinde yalnızca 'tasarım' ve 'yapı' alt alanlarını ve bu alanlarda uğraş veren eğitim kadrolarını yakından ilgilendiriyormuş gibi gözükten kronikleşmiş bir soruna ilişkin ilk elden tespitler farklı boyutlarıyla ortaya konmaya başladığında, aslında sorunun teknik, ekonomik ve kültürel veçheleri bakımından kaçınılmaz olarak tüm mimarlık mesleğini ve eğitimini ilgilendirdiği vurgulanmalıdır. Özellikle de içerisinde boğulmakta olduğumuz iletişim ve haberleşme teknolojilerine dayalı tekno-kültürel iklimin yoğun gösterge bombardımanı karşısında mimarlığın biçim ve tektonik temsil arayışları aracılığıyla geleneksel olarak beslendiği kültürel referansların krize girmiş olduğu (Vernooy, 1992: 93) göz önünde bulundurularak sorunun tarih, kuram ve eleştiriyi besleyen tüm söylem alanlarıyla ilişkiyle ele alınması gerektiği belirtilmelidir.

Bu bir bakıma mimarlık eğitiminin alt-alanları arasındaki geleneksel işbölümünün yeniden yapılandırılmasına karşılık gelen bir sorgulama sürecini önümüze sermektedir. Örneğin, mimarlık tarihi dersinde Floransa Katedrali'nin kubbesini tasarlayabilmek ve inşa edebilmek için Brunelleschi'nin icat etmek zorunda kaldığı sayısız mekanik araçlardan haberdar olamayan bir öğrencinin günümüz bilgisayar destekli tasarım araçlarını da yalnızca biçim arayışını çeşitlendiren ya da nihai ürünün sunumuna yönelik görselleştirme paketleri sunan gökten düşmüş yazılımlar olarak algılaması doğaldır. (Resim 3) Aynı şekilde, yapı fiziği dersinde, kemer, tonoz, kubbe gibi belirli tarihsel toplumsal koşullar altında ortaya çıkmış yapı bileşen ve sistemlerini tarih dışı arketipler olarak imgeleşine yerleştiren bir öğrencinin tasarım süreçlerinde bu bileşenleri güncel yapı teknolojileri ve bilgisayar destekli tasarım olanaklarıyla yeniden yorumlayabilmesi de beklenmemelidir. (Resim 4)



**Resim 3:** Floransa Katedrali'nin kubbesinin inşa sürecinde Brunelleschi'nin icat ettiği mekanik araçlar  
*AIArchitect*. [http://info.aia.org/aiarchitect/thisweek08/0725/0725p\\_duomo.cfm](http://info.aia.org/aiarchitect/thisweek08/0725/0725p_duomo.cfm) (Erişim: 12.04.2014)



**Resim 4:** "Tonoz"un (sol, 3 resim) BDT araçları ile parametrik olarak yeniden yorumlanması (sağ, 2 resim).  
Sağ resimdeki proje *BLOCK Research Group* tarafından *Rhinoceros* eklentisi *RhinoVAULT* ile tasarlanmıştır.  
<http://block.arch.ethz.ch/> (Erişim: 01.04.2014)

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Bu bakımdan en başta yapılması gereken, “sorun”u ve olası “çözüm”lerini iki alt alanın tasarruflarından mimarlık mesleğinin tüm söylem alanlarına taşıyacak “sorunsal”lara dayalı yeni bir araştırma gündemi oluşturmak olmalıdır. Bu araştırmaların temel hedefi de bahsedilen kopukluğu bizzat öğrenciler tarafından duyumsanabilir kılabilecek verimli örnekleri ortaya çıkarmak olmalıdır. Bu hedefle, iz-cisim araştırmalarının, gerek yapı bileşenlerinin bireysel ve belirli sistemler halindeki davranışlarının analizine odaklanan yapı araştırmalarına, gerekse mimari programın gereksinimleri doğrultusunda mekân/kabuk kompozisyonuna odaklanan tasarım araştırmalarının her ikisine birden getirdiği eleştiriler bulunmaktadır.

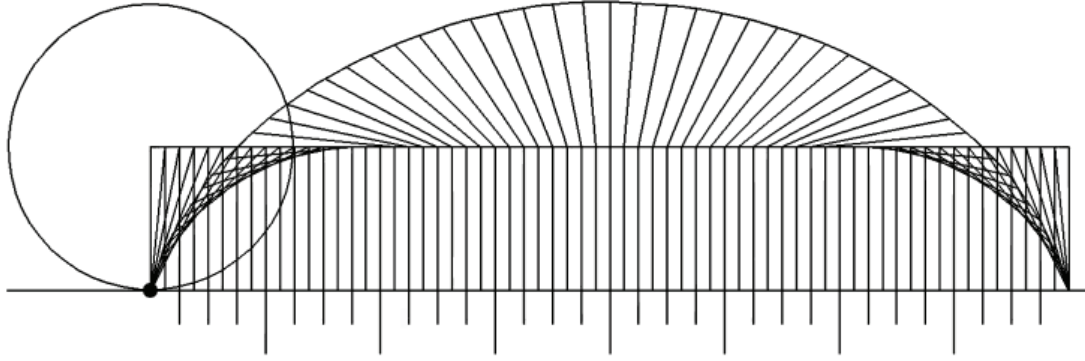
Örneğin, yapı araştırmalarına özgü süreçlerde ele alınan malzeme/sistemlerinin fiziksel davranışlarına, henüz bileşenler bazında gerçekleştirilebilecek bir geometrik form arayışından bağımsız, önceden verili normlar dayatarak yapı endüstrisinin standartlarını tasarımın işlemsel mantık düzlemine aşkın bir biçimde konumlandırması sözü edilen kopukluğun sorunsallaştırılabileceği noktalardan biri olarak tespit edilmektedir. Üzerinde durulması gereken eleştiri noktası, malzemelerin önceden belirlenmiş bir *mekânsal* form dayatmasından çok, sanki malzemelerin kendilerinin üretim ilişkileri tarafından belirlenmiş önceden verili *zamansal* bir form tarafından varsayılmakta olduğudur. Yapı bileşen ve sistemlerine konu olan malzemelerin zaman içerisindeki davranışı, fiziksel dayanım ve geometri ilişkisinde henüz form kazandıkları üretim süreçlerinde araştırma konusu olarak belirlenmelidir. Tasarım araştırmalarına özgü süreçlere konu olan mekân/kabuk kompozisyonuna yönelik araştırmalardaysa, bilgisayar destekli olanları da dâhil olmak üzere, tasarım araçlarının geometrik/mekânsal ortamlarının parça-bütün ilişkisini mekânsal olarak oldukça çeşitli biçimlerde belirleyebilmeye elverişli olabilmelerine karşın, yukarıda değinilen formun *zamansal* olarak önceden belirlenmesi sorunsalına benzer biçimde kayıtsız kaldığı gözlenmektedir. İz-cisim araştırmalarının önerdiği ise, formun geometrik üretimine ilişkin bilgi ile formun inşasına ilişkin bilginin, malzeme bilimleri araştırmalarına koşut bir biçimde, malzemelerin *zamansal* davranış araştırmalarına içkin süreçler olarak birlikte geliştirilmeleridir. Dolayısıyla, ilk elden bir sorunsal tespiti olarak mimari tasarım ve yapı araştırmaları pratiklerinin yalnızca *mekânsal* değil, belki de öncelikle *zamansal* süreçler olduklarını duyumsatacak örnekler üzerinde durulması gerekmektedir.

### 2.1. Sayısal İz-Cisim Araştırmaları ve *Sikloit* Hareket Eğrisi

Sayısal iz-cisim araştırmalarının bir kurucu babası varsa, o da standart-olmayan geometrinin (*non-standard geometry*) mimarlık alanındaki öncü pratik ve kuramsal çalışmalarıyla tanınan Fransız mimar Bernard Cache'dir. Cache'in 1980'lerin sonlarından itibaren hem hal olduğu bu tür araştırmaları adlandırmak için önerdiği *Objectile* kavramı, yalnızca her bir parametresine bir değer girildiğinde belirli bir nesne olarak tanımlanabilen, diğer zamanlardaysa açık-uçlu bir algoritma, oluşturucu ve tamamlanmayan bir gösterim olarak var olan *üreysel* (*generic*) bir nesneyi imlemektedir (Cache, 2011: 6). Ancak, Cache'in daha sonra itiraf edeceği gibi standart-olmayan geometrinin bilgisayar destekli tasarım araçlarıyla kazandığı form üretme olanaklarının mimarlık pratiklerine etkisi, tam da *zaman* sorunsalını Stoacı tanrılar gibi dışlayan yıldız mimarlar sayesinde olumsuz olmuş ve sahte bir yaratıcılığın teşvik edilmesine yol açmıştı. Bu öz-eleştiriye takiben Cache, standart-olmayan geometrinin araştırılmasına yönelik akademik çabasını tarihselleştirerek, Vitruvius'dan Dürer'e tasarım ve inşaa süreçlerine içkin araç/makina üretim pratiklerini günümüz bilgisayar destekli tasarım yazılımları koşullarında yeniden keşfetmeye vakfetmiş gözükmektedir. Burada önerilen “iz-cisim” kavramı, bu yönüyle Bernard Cache'in Fransız filozof Gilles Deleuze etkisindeki entelektüel çizgisinden ve bu doğrultuda geliştirdiği *Objectile* kavramından belirgin izler taşır. Diğer yandansa, başta dile getirilen mimarlık eğitimindeki kronik sorunların aşılmasına yönelik daha belirli bir araştırma gündemini tartışabilmek için yeniden kavramsallaştırılmaktadır.

Soykütük bakımından iz-cisimlerin ilklerinden ve en iyi bilinenlerinden biri, bu çalışmaya da ilham kaynağı olan *sikloit* (*cycloid*) hareket eğrisidir. (Resim 5) *Sikloit*, temel bilimlerin tarih içerisinde gelişimi boyunca özellikle Matematik ve Fizik alanlarının araştırma gündemlerini birbirine tercüme

edebilmesi sayesinde<sup>2</sup> geçmişten günümüze uzanan mekaniğe dayalı pek çok teknolojik icadın hayata geçirilmesinde etkin rol üstlenmiştir<sup>3</sup>. Matematiksel denklemlerle ayırık bir cisim olarak ifade edilebilmesine karşın asıl üretken gücünü *geometrik bir hareketin sürdürülmesine bağlı olan bir “iz-cisim”* olarak tanımlandığında kazanan doğru-sikloit, *bir doğru parçası üzerinde ötelenmeden yuvarlanan bir çember üzerindeki sabit bir noktanın yuvarlanma esnasında taradığı güzergâh* ya da *gidim-izi*<sup>4</sup> dir (*trajectory*)<sup>4</sup>.



Resim 5: Doğru-sikloit

Dolayısıyla, ‘doğru’, ‘çember’ ve ‘nokta’ gibi klasik geometrik cisimlerin tasarım imgeliğimizdeki ayırık ve durağan varoluşlarına alternatif bir biçimde *dinamik mekânsal-zamansal boyutlarıyla kavranarak sentetik ilişkilere sokulmalarıyla üretilen (ya da türetilen) bir geometrik iz-cisim biçimiyle* karşı karşıyayız. Çünkü bir “iz-cisim” olarak kavrandığında sikloit, hareketiyle kendisini oluşturan ‘çember’, ‘doğru’ üzerinde yuvarlanmayı *sürdürdüğü ölçüde ve süre boyunca* vardır, hareket durduğu andan itibaren *ayırık* bir geometrik cisim olarak kavranır; yani oluşturuluşu ve analizi eş-anlı ve süreğen bir hareket ve duraksama etkileşiminde gerçekleşir. Çizilebilmesini ve temsil olanaklarının tarih içinde gelişimini Galileo’dan (1599) Huygens’e (1673) çok sayıda düşünürün, geometrik davranışını epistemik olarak içeren mekanizmalar icat etmelerine borçlu olan sikloit eğrisi, daha geniş bir araştırmanın konusu olmak üzere, öğrencilere tasarım ile tasarım araçlarının üretiminin koşut süreçler olarak duyumsatılabilmesine eşsiz pedagojik olanaklar sunmaktadır.

<sup>2</sup> Sikloit eğrisinin sonsuz küçüklükler hesabının geliştirilmesinde üstlendiği disiplinler arası role dair bir tartışma için, bkz: Margaret E. Baron, *The Origins of the Infinitesimal Calculus*, Dover Publications, New York, 1987; ilk basım 1969, Pergamon Press, Oxford, England.

Sikloit eğrisinin Matematik ve Fizik alanlarını yaratıcı biçimlerde etkileşime sokabilmesine ilişkin bir çalışma için, bkz: Joella G. Yoder, *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the Mathematization of Nature*, Cambridge University Press, 1988.

<sup>3</sup> Bu açıdan iz-cisim odaklı yaklaşım, “nesne tasarımı ile beraber hareketin geometrisinin tasarımı”na (Korkmaz, 2009) odaklanan Kinetik Mimarlık araştırmalarının tasarım yöntemleriyle benzerlikler taşımakla beraber burada vurgulanan, tasarım nesnesinin kendisinden türetildiği hareketin (bu jestüel bir hareket de olabilir!) bir gidim-izi (*trajectory*) olarak zaman içerisindeki değişimiyle birlikte etkileşimli bir biçimde tasarlanma sürecidir. Kinetik Mimarlık üzerine İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Yüksek Lisans Programı bünyesinde Doç. Dr. Koray Korkmaz’ın yürütücülüğünde gerçekleştirilen başarılı akademik çalışma ve uygulamalar için, bkz: *MecArt Kinetic Designs in Architecture*, <http://mecart.iyte.edu.tr/index-tr.html>

<sup>4</sup> Sikloitin bu şekilde oluşturuluşu, çemberin hareketinin matematiksel davranışının tamamını verecek şekilde zamanın bir fonksiyonu olarak çözülen diferansiyel denklemler yoluyla matematiksel olarak ifade edilir.

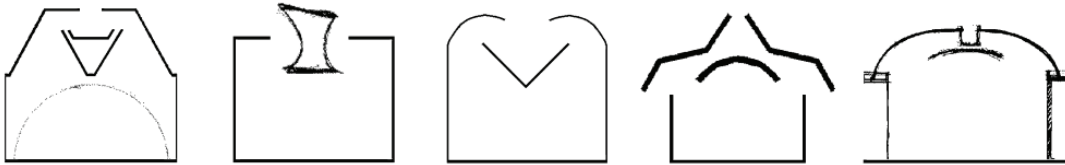
### 3. Kimbell Sanat Müzesi ve Sikloit Kesitli Üst Örtü Çözümü

Kimbell Sanat Müzesi'nin ince betonarme kabuk yapılı ve geniş açıklıklı üst örtü çözümünde sikloit eğrisinin stratejik rolü, bu binayı yapı araştırmaları ve mimari tasarım süreçleri arasında kurulması beklenen sürekliliğin vurgulanabileceği elverişli bir örnek olarak öne çıkarmaktadır. 1970'lerin başlarında hayata geçirilen projede<sup>5</sup> sikloit eğrisi binanın temel yapı bileşeni olan ince betonarme kabuk yapılı üst örtünün strüktürel, akustik ve aydınlatma sistemlerinin *bütünleşik* tasarlanabilmesini mümkün kılarak projenin bir mimarlık ve mühendislik şaheseri olarak tarihe geçmesini sağlamıştır.(Resim 6)



**Resim 6:** Kimbell Sanat Müzesi, Louis Kahn, 1972

Müzenin ana sergi mekanlarını örtecek betonarme kabuğun kesitinin belirlenmesi sürecinde Louis Kahn mekana dolaylı ışık alabilmek için pek çok farklı seçeneği göz önünde bulundurmuştu. (Resim 7) İnşaat mühendisi Komendant'ın sikloit kesitli ince betonarme kabuk yapısını yanlarından artgerilimli çelik kablolarla destekleme önerisiyle tepede açılabilir hale gelen yırtıklarla birlikte aradığı çözümü bulmuştu.

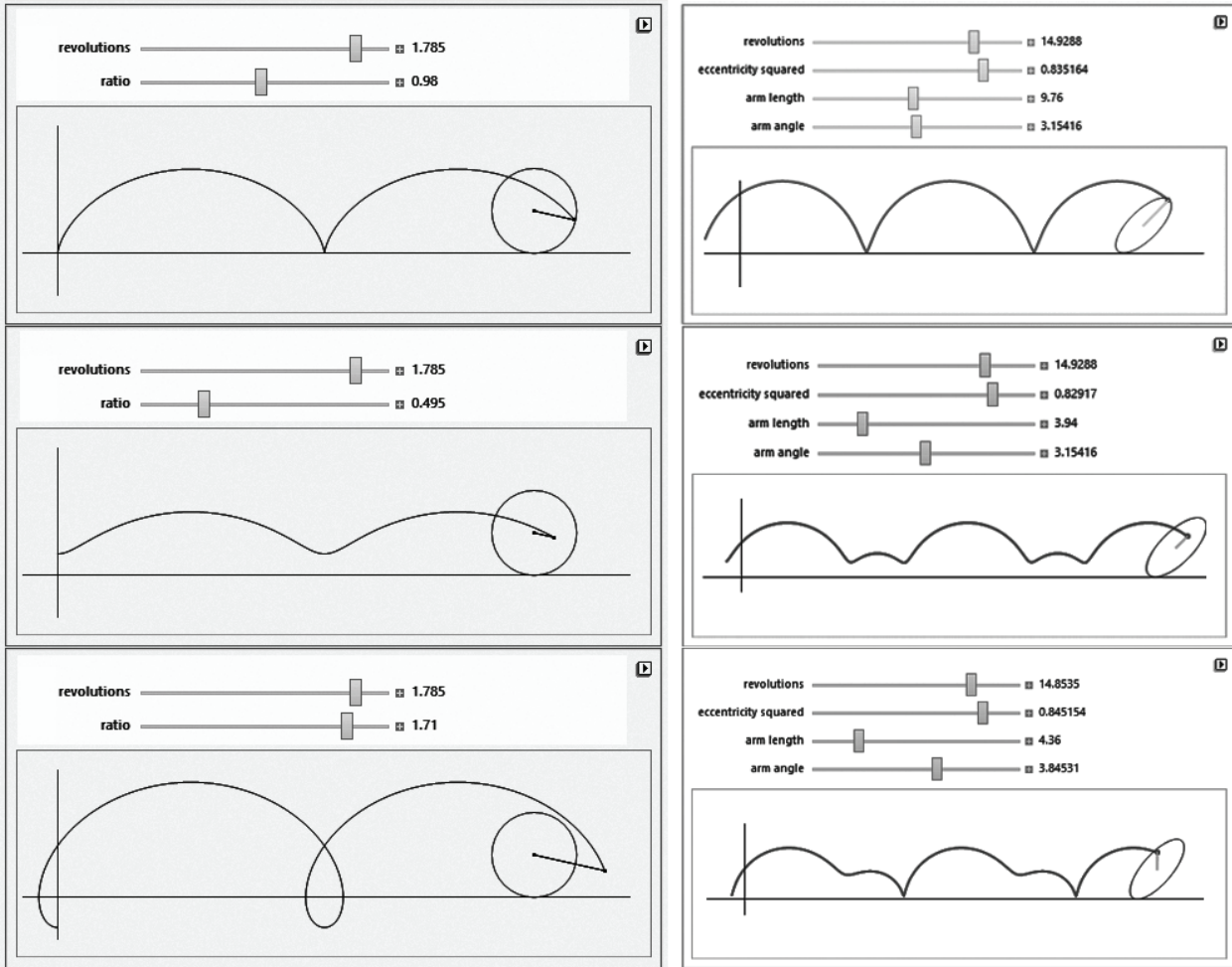


**Resim 7:** Kahn'ın çözüm arayışları. Park, Joo, Jang (2007) tarafından yeniden çizildiği haliyle aktarılmıştır.

<sup>5</sup> Fort Worth, Texas'daki Kimbell Sanat Müzesi (*The Kimbell Art Museum*) Estonya asıllı Amerikalı mimar Louis I. Kahn (1901–1974) ve projeye katkısı azımsanmayacak derecede büyük olan inşaat mühendisi August E. Komendant (1906 – 1992) tarafından tasarlanmıştır.

### 3.1. Sikloitin Bilgisayar Destekli Sayısal Araçlarla Araştırılması

Louis Kahn, tasarım ve düzen üzerine şiirsel bir yazısında ‘düzeni’ elle tutulmaz, sürekli olarak yükselen, arttıkça tasarımdaki çeşitliliği de artıran, bütünleşmeyi destekleyen, bildik olmayana biçim verdirecek yaratıcı bir güç olarak tanımlar (Kahn, 1991:148). Kahn’ın Kimbell Sanat Müzesi vakasında konvansiyonel olarak yarım daire kesitli bir tonoz çözümüyle yetinmek yerine, tepesi yırtılarak ışık alır hale getirilebilen bir başka “hesaplanabilir” eğriyi devreye sokması, *bildik olmayana biçim verdirecek güce* dair süregiden bir düzen arayışına karşılık geliyor olmalıdır. Kuşkusuz, sikloitten yola çıkılarak günümüzde gerçekleştirilecek bir iz-cisim araştırması da, geometrik cisimlerin analizini ve eş-zamanlı oluşturuluşlarının dinamizmini denetimli bir biçimde çeşitlendirebilecek ve onu eskizden inşaya uzanan mimari tasarım süreçlerinde kesintisiz bir hareket halinde görselleştirerek kavrayabilecek bilgisayar destekli tasarım araçlarının parametrik ve ilişkisel tanımlama kapasiteleriyle birlikte geçerlilik kazanabilmektedir. Örneğin, *Mathematica*’nın yaratıcısı Stephen Wolfram’ın geliştirdiği etkileşimli tanımlama/gösterim projesi *Wolfram*, etkileşimli arayüzü ile sikloit eğrisini oluşturan temel geometrik bileşenlerin ve bunların *parametrik* ve *zamansal* ilişkilerinin (daire ve eğrinin yarıçapı, tur sayısı, üzerinde döndüğü eğri) dinamik bir biçimde kavranmasına olanak tanımaktadır (Resim 8).



**Resim 8:** Wolfram ekran resimleri. Yuvarlanan daire (sol) ve elips (sağ) ile elde edilen farklı sikloit eğrileri.

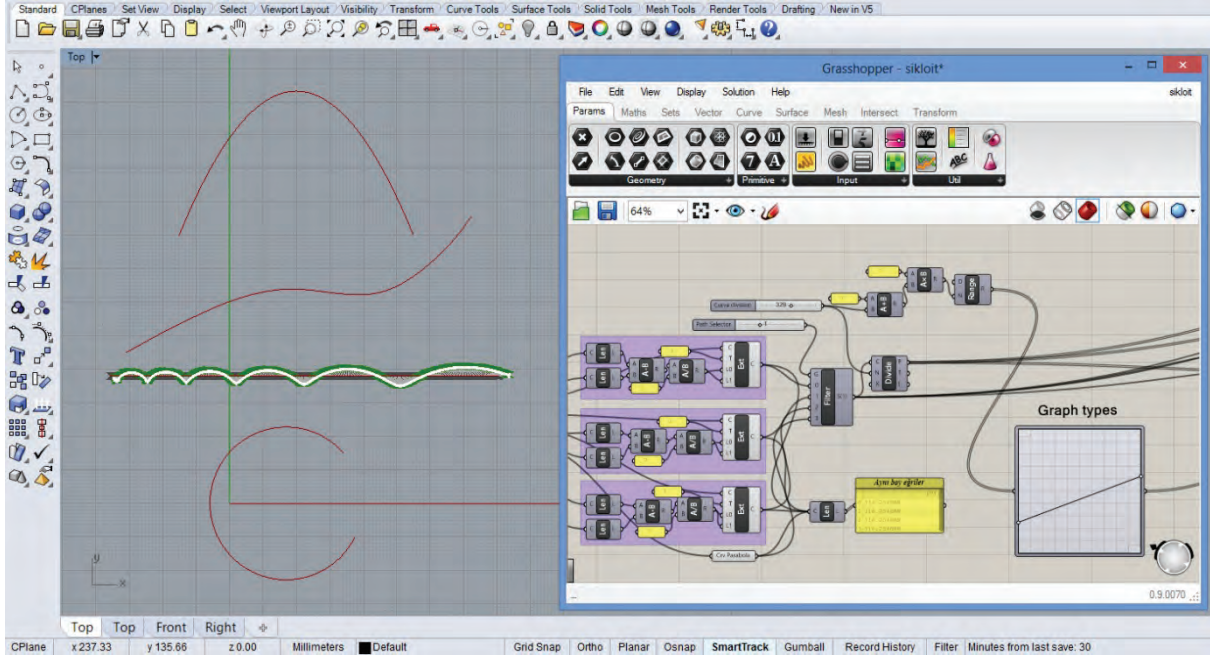
Wolfram Demonstartion Project. Erişim: 10.05.2014

<http://demonstrations.wolfram.com/CycloidCurves/>

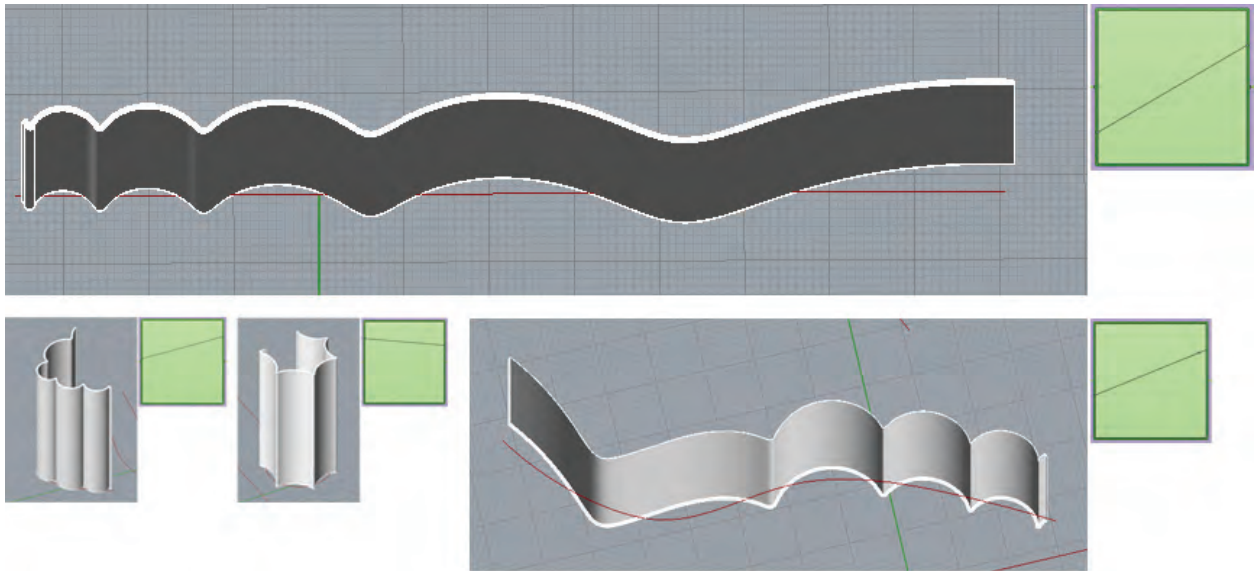
<http://demonstrations.wolfram.com/CycloidFromARollingEllipse/>

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Sikloitin sayısal tasarım araçlarıyla modellenebilmesi yönünde bir deneme de, *Rhinceros* üç boyutlu katı modelleme programı üzerinde çalışan *Grasshopper* parametrik tasarım eklentisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu denemede yuvarlanan geometrik cisim yalnızca dairedir. Ancak dairenin yarıçapı değişken ve üzerinde yuvarlandığı eğriler de eşit uzunlukta olmak üzere 4 farklı tipte belirlenmiştir: doğru parçası, açık eğri, parabolik eğri, dairesel-kapalı eğri. Parametrik modelde, yuvarlanmasıyla sikloiti oluşturan daire bu eşit uzunluktaki dört eğri parçasından biri üzerine merkezinden yerleştirilerek, hareketi boyunca kat ettiği yol eşit aralıklara bölünmüştür. Sonra, dairenin merkezinin bulunduğu nokta ile başlangıç noktası arasındaki mesafe ölçülerek, dairenin kendi eksenini etrafındaki dönüş açısı hesaplanmıştır. Son olarak, ortaya çıkan iz-cisimlerin tektonik bir ifade kazanmaları için eğriye 'kalınlık' ve 'derinlik' verilmiştir. (Resim 9 ve 10)



Resim 9: Rhinoceros programı ve Grasshopper eklentisi ekran resmi.



Resim 10: Çeşitli sikloit iz-cisim örnekleri.



## 4. Sonuç

Louis Kahn'ın Kimbell Sanat Müzesi'ndeki sikloit kesitli ince betonarme kabuk üst örtü çözümünden ilham alan bu çalışma, sayısal tasarım araçları ile sikloitin olanaklarını *iz-cisim araştırmaları* olarak kuramsallaştırılan eğitsel bir pedagojik çerçeve içerisinde tartışmaya yönelik bir ilk *eskiz* niteliğindedir. Baştaki kuramsal vaatlerin tartışmanın sonunda daha geniş yelpazedeki sayısal tasarım araçlarıyla (Yapı Bilgi Modeli programları, vb.) ele alınamamasındaki tüm sorumluluk yazara aittir.

## Teşekkür

Sikloit eğrisinin parametrik modellenmesine yönelik öneri ve katkıları için sevgili Burak Ercan'a teşekkürlerimi sunarım.

## KAYNAKLAR

- BACHMAN, L. R. 2002. *Integrated Buildings: The Systems Basis of Architecture*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- BARON, M. E. 1987. *The Origins of the Infinitesimal Calculus*, Dover Publications, New York; ilk basım 1969, Pergamon Press, Oxford.
- BLANCIAK, F. 2008. *Siteless: 1001 Building Forms*, MIT Press, Boston.
- CACHE, B. 2011. *Projectiles*, London, Architectural Association Publications.
- CONRADS, U. 1991. *20.Yüzyıl Mimarisinde Program ve Manifestolar*, çev. Sevinç Yavuz, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, Ankara.
- KORKMAZ, K. 2009/3. Kinetik Mimarlık Üzerine, *Arredamento Mimarlık*.
- PARK, J.; JOO, Y.; YANG J.G. 2007. Cycloids in Louis I. Kahn's Kimbell Art Museum at Fort Worth, Texas, *The Mathematical Tourist*,., cilt 29, Sayı 2.
- SMITH, D.E. 1923. *History of Mathematics*, Vol.2. New York, Dover.
- VERNOOY, D.A. 1992. Crisis of Figuration in Contemporary Architecture, *Center – The Filial Decade*, cilt 7.
- WOLFRAM, S. On-line. *Wolfram Demonstration Project*, <http://demonstrations.wolfram.com/CycloidCurves/>
- YODER, J.G. 1988. *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the Mathematization of Nature*, Cambridge University Press.



# Serbest-form yüzey yapılarında yeni gelişmeler

Mehdi Gorjian<sup>1</sup>, Mehmet Sarper Takkeci<sup>2</sup>

## Özet

*Dünyanın uyumu Biçim ve Sayı'da açığa çıkar, Doğa Felsefesinin tüm şiirselliği, kalbi ve ruhu matematiksel güzellik kavramıyla somutlaşır.(Thompson, 1992)  
"D'Arcy Wentworth Thompson"*

20. yüzyılın son on yılından başlayarak, serbest form tasarımın da popülerlik kazanmasıyla; serbest form kabuklar, yapı ve kabuğun tek bir katman olarak birleşimini sağlamış ve yapısal çözümlerde uluslararası bir çözüm haline gelmiştir. Bu yazı, stabil ve statik olarak etkin bir yapı elde etmek amacıyla, serbest formların tasarımı, analizi ve optimize edilmesine dair çözüm, teknik ve yöntemlere dair bir tarama içermekte ve görüş bildirmektedir.

Anahtar Kelimeler: doğa-esinli tasarım, serbest-form yüzeyler, optimizasyon, hesaplamalı yöntemler

## 1. Giriş

Geçtiğimiz 10 yılda, serbest form mimarlık çağdaş mimarlığın yüzünü değiştirmiştir ve değiştirmeye devam etmektedir. Bu durum sayısal modelleme yazılımları ve üretim tekniklerinde var olan gelişmeler ışığında mümkün olmaktadır. Bilgisayar, karmaşık mimari formların sınırlarını ilerletmeye yardımcı olarak bu formların gerçekleştirilebilir olmasına imkan tanımıştır. Bu gelişmeler, sadece yeni karmaşık formların üretilmesine imkan tanımakla kısıtlı kalmamıştır. Yeni araçların geliştirilmesiyle bu karmaşık formlar rasyonalize edilerek ve karmaşık geometrileri saflaştırılarak daha kolay ve maliyet bakımından daha kazançlı bir hale gelmeleri mümkün olmuştur. Üretim ve kurma işlemlerinde gereken veriyi sağlayarak tüm bu süreci düzenli ve otomatik bir süreç haline getirme imkanı ortaya çıkmıştır. Bu durum, serbest form mimari tasarımların, önceki zamanlardaki pahalı ve üretimi zor halini artık daha kolay gerçekleştirilebilir bir noktaya getirmektedir.

## 2. Doğa

Çok eski zamanlardan itibaren, insanlar doğa ve doğal organizmalar tarafından eşlik edilmektedir. Bu ilişki bazen farklı ve çatışık örneklerle sahip olsa da doğal organizmalar her zaman insan için etkileyici ilham kaynakları olmuştur. Doğal kaynaklar dünya üzerinde, medeniyetlerin gelişmesinde en önemli kaynaktır.

Doğanın çok önemli bir karakteristiğini şu şekilde özetleyebiliriz: Doğa sıçrama yapmaz. Doğa bilinçli davranmaz, denemeler yapar. Doğada var olan tüm organizmalar çevresinde yer alan çok sayıda faktörler etkileşir ve temelde rasgele bir şekilde değişime uğrar. Doğal seçim daha iyi olanı korur ve kalıtıma dayanır. Bu noktada sorulacak soru şudur; tasarım konusunda doğayı geçip, rasgele değişimleri kullanmayı terk mi ettik ya da kapsamlı bilgimiz ve zekamız sadece bir illüzyondan ibaret olup aslında doğayla aynı kalıtımsal prensipleri mi kullanıyoruz? İnsan; bilgi dağarcığı üzerinden değişiklikler ve geliştirmeler yapıp yeni bir şeyin denemesini yapmaktadır. Bu sebeple, insan, tarihinin başlangıcından bu yana süregelen ve arta gelen yeteneklerini, bilinçli ve kapsamlı bir düşünce yanılmasıyla karıştırmaktadır. (Dimčić, 2011)

<sup>1</sup> e-posta adresi: mehdi.gorjian@yahoo.com, Okan Üniversitesi, Mimarlık Bölümü

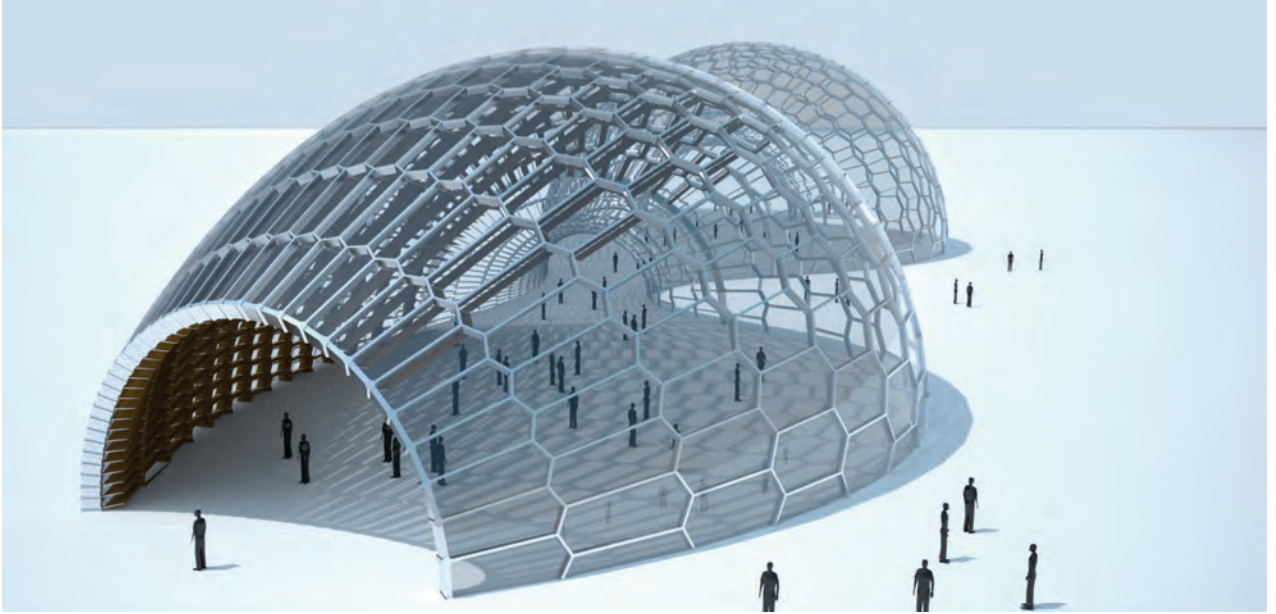
<sup>2</sup> e-posta adresi: mehmet.takkeci@okan.edu.tr, Okan Üniversitesi, Mimarlık Bölümü

### 3. Serbest-form

Serbest-form şekiller çağdaş mimarlıkta önemli bir rol oynamaktadırlar. Büyük ölçekli serbest-form yüzeylerin ortaya çıkmasıyla beraber geometrik olarak karmaşık bir tasarımın nasıl uygulanabilir ve maddi olarak karşılanabilir bir üretime doğru giden sürecine dair sorular ortaya çıkmaktadır.

Serbest-form tasarımlar ortaya çıkardığı mühendislik zorlukları ve özgün tasarım fikirleri açısından önemli bir alan barındırmaktadır. Açıkça görülmektedir ki, bünyesinde biçim, uygulanabilir bölünme, işlevsellik, malzeme, statik ve maliyet gibi bir çok unsuru barındıran tasarım süreci her aşamada geometrik gereklilikler ve mümkün serbestlik dereceleri arasındaki karmaşık ilişkilerden beslenmektedir. (Pottman, 2007)

Ortaya çıkan yeni teknolojiler mimari tasarımın araştırılmasını zenginleştirmiş ve mimari fikirlerin sınanmasını mümkün kılmıştır. Parametrik modelleme yazılımları gibi yeni araçlar, mimarların serbest-form tasarımları ve geçmişte görülmeyen karmaşıklığındaki tasarımları soruşturmasının yolunu açmıştır. Bu kavramsal soruşturma, yapısal performans, inşa etkinliği ve üretim uygunluğu gibi unsurlara bakarak serbest-formları değerlendirmektedir. Sonlu eleman analizi yöntemiyle beraber belirli yükler altında ve destek durumlarında yüzeyin gerilim-yük dağılımını elde ederek serbest-form yüzeyin yapısal performansını ve yapısal etkinliğini öğrenebilmek ve değerlendirmek mümkündür. (Markov, 2008)



Şekil 1: Serbest-form mimari (Pottman, 2007)

Serbest-form tasarımlara olan ilgi mimarlıkta çokta yeni değildir. Sidney Opera Binası ve tartışmaya yol açan tasarımı, serbest ve yumuşak bir biçim düşünmenin kolaylığını ve yapısal ve yapım gereksinimlerini karşılamanın zorluğunu göstermektedir. Daha sonra, Renzo Piano Bercy Alışveriş merkezi projesi ile serbest-form tasarım alanına girmiştir ve “blob” mimarlığın ilk örneklerinden birini ortaya koymuştur. Bu örnekte, Piano probleme mimari perspektiften yaklaşmıştır ve serbest form yüzeyi benzeştirerek standart cephe panelleri kullanarak hem yüzeyi basitleştirmiş hem de birleşim detaylarında çıkacak olası problemlerin de önüne geçmeyi hedeflemiştir. Bir diğer bahsedilmesi gereken yapı ise Frank Gehry'nin tasarladığı Guggenheim Müzesi'dir. Bu yapıda, karmaşık geometrinin adapte edilebilmesi, ince titanyum paneller çözülmüştür fakat sonuç olarak kusursuz yumuşaklıkta bir yüzey elde edilememiştir. Ayrıca küçük titanyum paneller kullanılmasından kaynaklı ortaya hedeflenenenden farklı bir doku çıkmıştır. (Baldassini, 2008)

## 4. Geometri, Biçim Ve Yapı

Yakın zamanda, mimari tasarımcıların ve kuramcılarının ilgisi özellikle mimari mekanın yazıldığı tanımlayıcı geometrilere kaymaktadır. Geometri, özellikle mimari iletişimin tercih edilen dili haline gelmiş; geometrinin sorgulanması mimarlık yazınında baskın yaklaşım olmuştur. Sayısal mimarlık tasarım ve yapım süreçlerini derinlemesine değiştirmektedir. Mimari tasarımda yeni sayısal yaklaşımlar (sayısal mimarlık) hesaplamalı kavramlara dayanmaktadır. Bu kavramlar arasında; topolojik uzay (topolojik mimariler), izomorfik yüzeyler (izomorfik mimariler), hareket kinematikleri ve dinamikleri (hareketli mimariler), anahtar biçim hareketleri (metamorfik mimariler), parametrik tasarım (parametrik mimariler) ve genetik algoritmalar (evrimsel mimariler) yer almaktadır. (Kolarevic, 2000) Bu taksonomiye, hesaplamalı yaklaşımdaki gelişmeler ışığında yeni kategoriler de eklenmeye devam etmektedirler. Özellikle performans tabanlı (yapısal, akustik, çevresel, v.b.) yöntemler biçimlerin üretilmesi ve dönüştürülmesi açısından kullanılabilir. (Kolarevic, 2000) Mimari geometride gerçekleşen gelişmeler, projeleri 3 boyutlu konsept halinden gerçeğe dönüştürmek için yararlı olmaktadır. Bir yapının ya da tekil bileşenlerinin akıllı 3 boyutlu modelleri, 3 boyutlu yazıcılara gönderilerek maliyet tahmini, imalat çizimleri ve detaylı koordinasyon için kullanılabilir hale getirilmektedir. Bu temsil seviyesi, müşteri, tasarım ve üretim takımları için ortaya gelişmiş bir anlama ve anlamlandırmanın ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Buna rağmen, bu modelin bileşenlerin ya da kalıpların doğrudan imalatını sağlaması ve inşa sürecinin içine girmesi bu alanda yaratılan yeni nesil yapılar için en fark edilir ilerleme olacaktır. Teknoloji ve tasarımın kesişimiyle müşteri, alan ve tasarım takımlarının yaratabildiği çeşitlilikte mimari ifadenin ortaya çıkması mümkün olacaktır. (Halıcıoğlu, 2008)

## 5. Geometri

Mimarlık temelde ilişkilerle alakalıdır. Bu ilişkilerin çoğu doğadaki geometri veya geometrik bir ifade bulmak üzerine kuruludur. Yapısal mühendislik çoğu zaman biçimi anlaşılır ve bağımsız alt sistemlere ayırtmaya dayanır. Zaten yapısal olarak tasarımın ön koşulu bu ilişkinin açık olarak anlaşılmasıdır. Çağdaş mimarlık çoğu zaman bundan kaçmakta ve alt sistemlerin mimari biçim kadar amorf olmasını hedeflemektedir. Yeni analiz araç ve imkanları; sistemlerin zarar görmesini ve izole edilmesini, karmaşık geometrilerin anlaşılıp bu geometrilerle başa çıkılmasını, birbirine bağlı alt sistemlerin etkinliğini ve imalatın yapılabilmesini mümkün kılmak açısından olmazsa olmazlardır. Doğa basit numerik kurallar kullanırlar. Örnek olarak, kabuklar karmaşık geometrilerini Fibonacci kuralları ile oluştururlar, ya da sabun köpükleri yüzey gerilim ve membranın dengesiyle var olmaktadır. (Stach, 2008)

## 6. Yüzey

Serbest-form yapıları, yüzey anlamı ve yüzey teması açısından tartışmak önemli olmaktadır. Geometri ve serbest-formu analiz ettiğimiz takdirde; yüzeyin rolü, hesaplamalı yapıların gelişim yöntemleri içerisindeki ağaç diyagramına işaret etmektedir.

Yüzey, yukarıda tartışıldığı üzere simülasyonlar için temel oluşturan, bir nokta ya da doğru gibi geometrik bir soyutlamadır. Yüzey kavramı nasıl ortaya çıkmıştır? Yüzey kavramı özellikle son dönemde hesaplamalı geometride, temsil ve ifade konusundaki gelişmelerden sonra önem kazanmıştır. Hesaplamalı geometride görsel olanla ilişkili her nesne yüzeyler aracılığıyla işlem yapmaktadır. Tasarım temsilleri, görselleştirme ihtiyacı sebebiyle değişime uğramaktadırlar. Hesaplamanın yapılabilmesi ve ortaya çıkan kesişimlerin ifade edilebilmesi açısından, daha küçük yüzeylerin dizimiyle ifade edilmektedirler. Bir tema olarak yüzey, günlük deneyimler ve diğer disiplinlerde de köklere sahiptir. Bu temaların bir kısmı geçmiş deneyimlere, bir kısmı da fenomen ve insan yapımı olmasına dayanmaktadır. (Kilian, 2006)

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

### 6.1. Nesne Olarak Yüzey

Geometrik olarak düşünecek olursak, yüzey sonsuz derecede incedir, devamlıdır ve uzayda var olur. Sayısal modelleme uygulamalarında yüzey bir nesne olarak görselleştirilmektedir. Bu durum tasarımcıları da yüzeyleri birer obje olarak kullanmaya yönlendirir çünkü simülasyonlarda bir nesne gibi görülebilirlerdir. Nesne olarak yüzey nosyonu görsel medya ile mimarlık arasındaki ilişkiyi de açıklamaktadır.



Şekil 2: Nesne olarak yüzey

### 6.2. İmge Olarak Yüzey

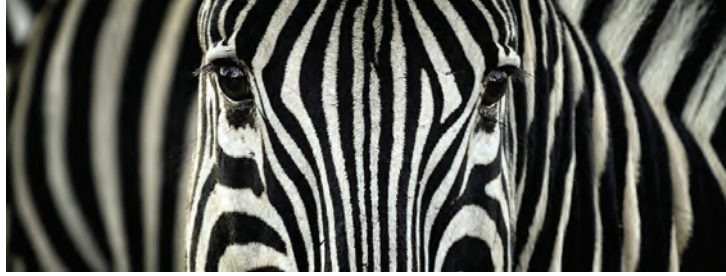
Her imge bir çeşit yüzey (ekran, kağıt, vs.) üzerinde varlığını sürdürmektedir. Yüzeyler imgeler için taşıyıcı niteliğindedir. Her hangi bir portre veya tasvir, çok boyutlu bilgisinin 2 boyuta indirgenmesiyle imge halini almaktadır.



Şekil 3: Le-Corbusier

### 6.3. Doku Olarak Yüzey

İfadenin görselleştirme tekniği içerisinden baskınlığı sonucu, doku haritalama (texture mapping) yüzeylere imge uygulama sürecinde temel bir süreç haline almıştır. Doku haritalama, istenen imgenin yüzey üzerindeki uzaysal konumlandırmasını mümkün kılmaktadır. Bu durum, imgelerin taşıyıcı olarak düzlemler dışında yüzeyleri de kullanmasını sağlamaktadır.



Şekil 4: – Zebra

### 6.4. Zanaat Olarak Yüzey

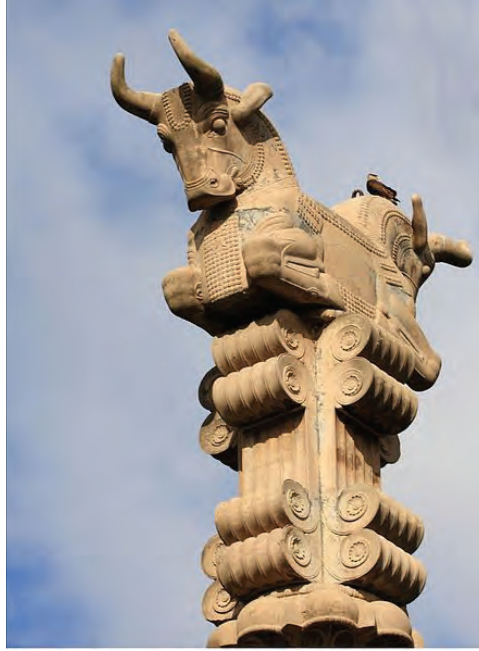
Sayısal ortamdaki doku haritalamanın doğal uzantısı; uzaysal yapım ve fiziksel olarak imalat aracılığıyla bileşen haritalama olarak düşünülebilir. Fiziksel kısıtlar doğrultusunda biçim ve işlevin birleşimi ve ifadesi zanaat olarak yüzeye örnek verilebilir.



Şekil 5

### 6.5. Katı Objeler Olarak Yüzey

Heykel gibi eksiltici süreçlerle ortaya çıkan yüzeyler, sayısal modelleme sürecinde nesneleşen yüzeylerden farklı olmakla beraber sayısal ortamda boolean modelleme ile benzer yüzeyler elde etmek mümkündür.



**Şekil 6:** Yüzey, malzemenin eksiltimesi veya çıkartılması ile ortaya çıkan ara bir durum olarak ortaya çıkmaktadır (Url-1)

### 6.6. Birleşim Olarak Yüzey

Geniş yelpazede malzeme kullanımı ve uçak, otomobil gibi yüksek performans araçlarında artan mühendislik optimizasyon süreçleri sonucunda, malzeme kolajları ve yapısal bütünlüğünü koruyacak nitelikteki birleşimler ortaya çıkmıştır.



**Şekil 7:** Heterojen birleşimler sonucu yüzey birleştirici rol oynamaktadır. Ortaya çıkan homojen yüzey, boya gibi katmanlara izin vererek birleşimin bütün olarak algılanmasını sağlamaktadır. (Kilian, 2006)

### 6.7. Sınır Olarak Yüzey

Bu durumda yüzey, biçimlenen ve kaybolan bir haldedir. Tam olarak ne bir nesne ne de durum olmasa da iki cisim arasındaki bölünmenin sınırında var olmaktadır. Bu durum yüzeyin topolojik



tanımını karmaşık hale getirmektedir. Çünkü yüzey tariflenebilir olmaktan ziyade, ortaya çıkan bir özellik halindedir. Nesne tabanlı modelleme yaklaşımları yüzeyin bu durumunu ifade edememektedir.



**Şekil 8:** Colorado Nehri, kum, kar ya da su gibi değişken ortamlarda, yüzey cisimler arasında sınır olarak ara bir durumdur. Yüzey, geçici ve sürekli evrim geçirmesiyle soyut bir haldedir. (Url-2)

### 6.8. Ağ Olarak Yüzey

Parçaların birbirlerine yakın olarak biraraya gelmesi, yüzey şeklinde nesnelere ortaya çıkartabilmektedir.



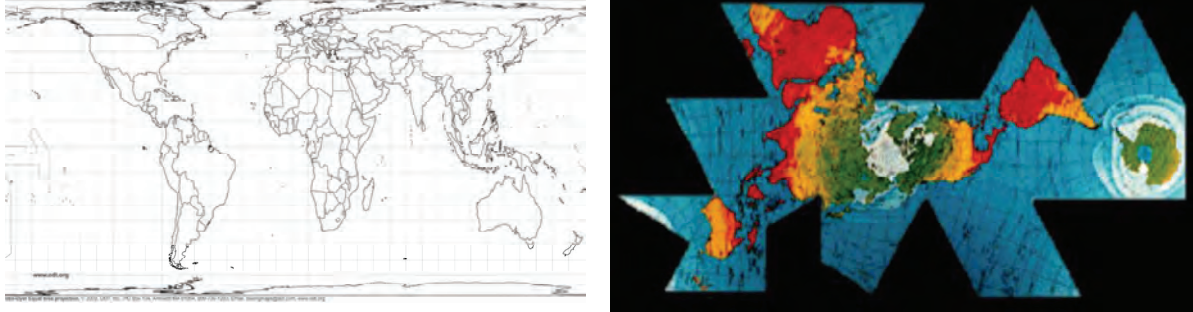
**Şekil 9:** Ağlar (mesh) birleşim ile yüzey halini almaktadırlar. Bir örgü ya da ağın bileşenlerinin bütünüyle ortaya yüzey çıkmaktadır. İdeal bir yüzeyden saparak, ağlar yüzeyleri kapsamaktadır.

### 6.9. Politika Aracı Olarak Yüzey

Yüzey panelizasyonu içerisinde mesaj iletebilmek mümkün olabilmektedir. Yüzey üzerinde yapılan haritalama politik bir görüşü de temsil edebilmektedir. Şekil 10'da görüldüğü üzere, geometrik objeleri, düzlemsel yüzeyler halinde açmak bilinçli hareketler olabilmektedir. Yüzey tercihleri bir politikayı yansıtabilirler. Hobo Dyer eşit alan projeksiyonu ve Buckminster Fuller'in dymaxion dünya

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

haritası bu duruma örnek teşkil edebilirler. Biri alanları korurken, diğeri mesafeler ve yerel bağlantılarla ilgilidir. Fuller, dymaxion haritalarını, üçgenlerin yer değıştirmesiyle daha sonra tekrar düzenlenebilecek şekilde yaratmıştır. Bakış noktasının değışmesiyle politik sınırların ve yapay bölümlenmelerin ortadan kaldırıldığı tek okyanus teorisini desteklemektedir. Hobo Dyer projeksiyonu ya da Mercator projeksiyonu ise Avrupa merkezli bakış açısıyla dünya haritasına bakmak üzerine kuruludur.



Şekil 10: Hobo Dyer ve Buckminster Fuller'e ait dymaxion haritaları

### 6.10. Yapı Olarak Yüzey

Yüzey eğimi yapısal bir potansiyel sunmaktadır. Biçim, malzemenin gerilim direnci, basınç dayanımı, ağırlık, yüzeyin yerel ve genel geometrisiyle kısıtlıdır.



Şekil 11: Anish Kapoor'un 2003 yılında Londra'da yaptığı Tate Modern yerleşimesinde görüldüğü üzere yüzeyler yapısal elemanlar olarak davranabilmektedirler. (Cecil Balmond ve Arup işbirliği ile) Gerilebilir membran sabit bir gerilime göre tasarlanmıştır. [17]

### 6.11. Yapboz Yüzey

Yüzeylerin potansiyelini ortaya çıkarmak için boyutsal standartlarının üstesinden gelmek gerekmektedir. Geometrik olarak bir standart tamamlamak için doğru şekilde bir araya gelen parçalara adapte edilebilir ve kullanılabilmek mümkündür. Bu yapısal, kompozisyona dair veya estetik bir parçalanma da olabilir. Genel bir yaklaşımın fabrikasyon makineleriyle kombine edilmesi sonucu, standart elemanlardan tasarıma bağlı bir detay çözünürlüğüne geçiş mümkün olabilir.



**Şekil 12:** Yapboz yüzey yaklaşımı ile yüzey bantlarını birbirlerine geometrik olarak birleştirerek genel bir yüzey elde edebilmek mümkündür.

### 6.12. Performatif Yüzeyler

Yüzeyler, performatif bir zarf olarak işlev gösterebilirler. Bu tip yüzeylerde ilişkiler (yüzey ve üretken kuvvetler) arasındaki ilişki karmaşıktır ve hepsi birbirleriyle ilintili faktörlerdir.

### 6.13. Parametrik Tanımlı Yüzeyler

Yüzeylerin parametrik tanımları, birden fazla tasarım özelliği barındıran yüzeyleri ifade etmektedir.

### 6.14. Katmanlaşmış Parametrik Tanımlı Yüzeyler

Çoklu parametrik bağımlılıkların tek bir parametrik yüzey bileşeninde toplanarak karmaşık tasarımların çözümlenebilmesini ifade etmektedir.(Kilian, 2006)

## 7. Morfoloji

Morfoloji, biyoloji biliminde bir organizmanın dış görünüş (biçim, yapı, renk ve doku gibi) ve bileşenlerini referans almaktadır. Fizyolojini tersine, temel olarak işlev ile ilgilidir. Mühendislik ve tasarımda, morfoloji terimi yapısal form arayışı olarak düşünülebilir. (Stach, 2008)

### 7.1. Yapısal Morfoloji

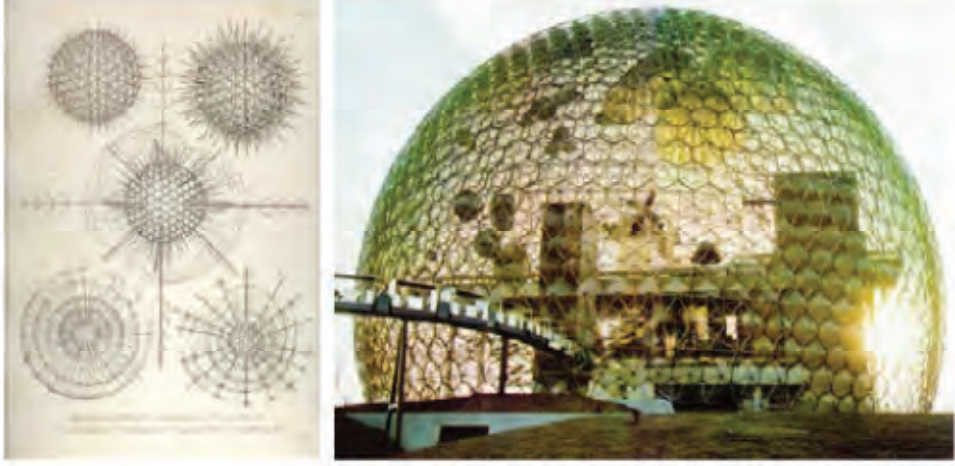
Yapısal morfoloji, ya da yapıların biçim bilimi, mimarlık araştırma alanları içerisinde, çoğunlukla mühendislik ve tasarım arasındaki boşluğu kapayan bir köprü olması iki disiplinin birbirini daha iyi anlaması açısından önemli ve aktif bir çalışma alanıdır. Yapısal morfoloji, geometrik biçim ve yapısal davranış arasındaki ilişkiyi incelemektedir. (Stach, 2008)

Sayısal tasarım ve fabrikasyon yapısal morfoloji alanından oldukça etkilenmektedir. Bilgisayar destekli tasarım ve üretimin artan kullanımıyla karmaşık geometriye sahip binaların yapılması imkanı ortaya çıkmıştır ve CAD (Computer-aided Design), sonlu eleman analizi, CAMP (Computer-aided Manufacturing and Prototyping) ve CAB (Computer-aided Building) gibi yaklaşımlarla içiçe bir

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

mimarlık ortaya çıkmıştır. Mimarlıkta yapısal morfoloji özellikle aşağıdaki sorunlara cevap aramaktadır:

- Statik dengeye sahip yapıların mekânsal düzenlemesi
- Biçim, kuvvet, malzeme arasındaki karmaşık ilişki: biçim arayışı, yapısal morfoloji ve optimizasyon
- Yapı bileşenleri için yeni malzeme ve imalat yöntemlerinin geliştirilmesi
- Yapım mühendisliği ve prototiplenmesi, inşa sürecinin tamamlanması
- Üretim yöntemlerinin tasarım ve mühendislik bileşenleri üzerindeki etkisi
- Ürün geliştirilmesi ve bileşen tasarımı için bir tasarım yöntemi



**Şekil 13:** Sol: Radiolarian iskeleti üçgenler ve farklı poligonlarla oluşturulabilmektedir. Ernst Haeckel: Die Radiolarien (RHIZOPODA RADIARIA) Berlin, 1862, Tafel 10 Sağ: Buckminster Fuller tarafından tasarlanan jeodezik kubbe

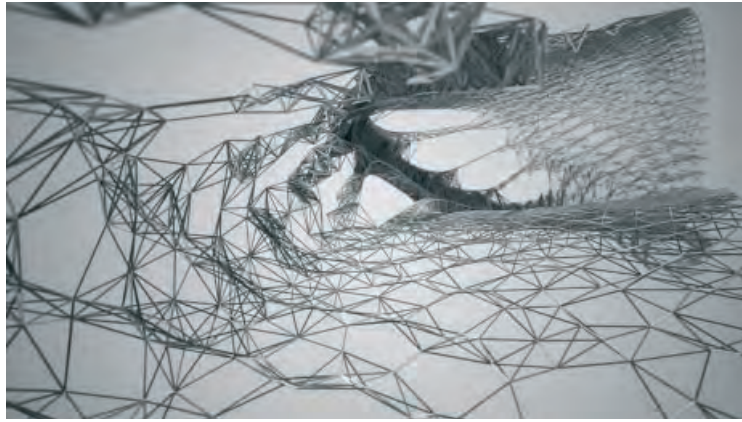
### 7.2. Özörgütlü Yüzeyler

Biyolojik sistemlerin mühendislik sistemleri soyutlanabilmekte ve tasarım objeler ve binalara uygulanabilmektedir. Biyolojik sistemler kendiliğinden bir araya gelmiş, genelde zayıf malzemelerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan güçlü yapıları ve dinamik tepki ve özellikleri ile alışlageldik mühendislik yapılarından farklıdır. Doğal sistemlerin hepsinin davranışı karmaşık ve uyum sağlayan özelliklere sahiptir. Örnek olarak, bitkiler yapısal davranışları ile mühendislik yapılarına yeni modeller yaratma olasılığı sağlamaktadırlar. (Architectural Design, 2006:2) Bütün biyolojik formlar kendiliğinden bir araya gelirken yer çekimi gibi dış faktörler, malzeme ve enerji ihtiyacı gibi etkenler altında bunu gerçekleştirmiştir. Bu tip yükler altında ortaya çıkan geometrik morfolojiler ve hüresel organizasyonlar oldukça yaygındır.

Tüm doğal sistemlerde bir örüntü gözlemlemek mümkündür. Belirli geometrik örüntüleri (üçgenler, beşgenler, spiraller vb.) bir çok farklı organizasyon ve değişken ölçeklerde görebilmek mümkündür. Bu örüntüler genel geçerdirler ve biyolojik özörgütlenme temelde geometrik diyebilmek mümkündür. Yine de çok küçük bir malzeme kümesinin ortak olduğunu göz ardı etmemek gerekir. (Architectural Design, 2006:2)

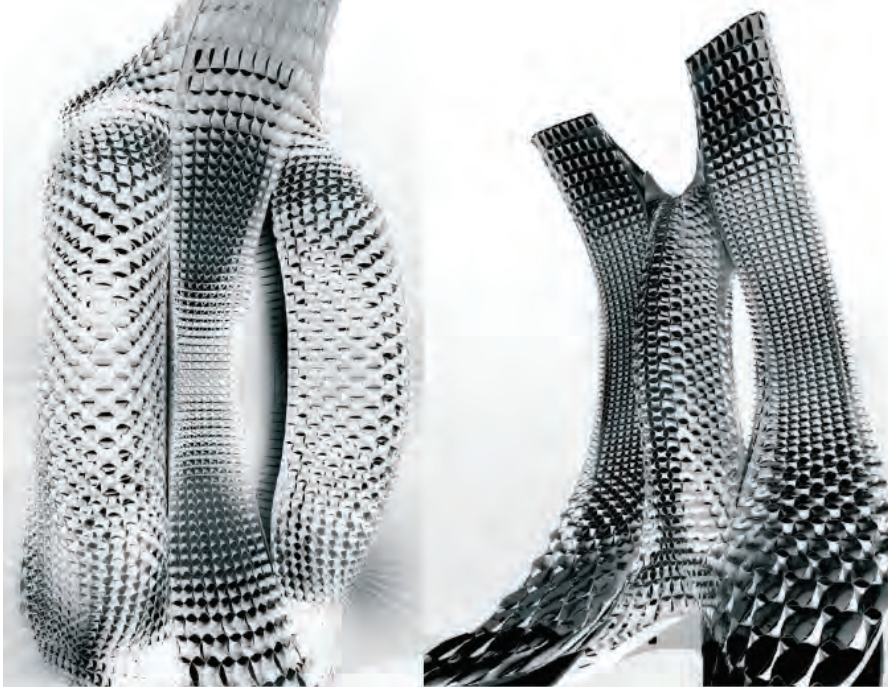
## 8. Örüntü

Örüntü (pattern) kelimesinin etimolojik kökü, Latince Pater veya Patron kelimelerine dayanmaktadır. Anlam olarak baba, efendi anlamına gelse de, daha sonra model, örnek, matris ve kalıp anlamlarına doğru evrilmiştir. Örüntünün çağdaş açıklaması ise bir sekans, dağılım, yapı veya ilerleme, seriler ya da tekrar eden, edilen bir frekans, sistem, aynı ya da benzer bileşenlerin süreci gibi farklı şekillerde açıklanabilir. Bu çoğul anlamlandırma; örüntülerin, yaratma, üretme, üreme, evrilme ve mekânsal süreçler gibi konu başlıklarında rol almasını sağlamıştır. (Architectural Design, 2009:6) Bu yazıda, mimarlıkta yer alan yüzeyler ve örüntüler olarak kısıtlı olsa da, örüntüler çok farklı alanlarda karşımıza çıkabilmektedir. Uzun zamandır mimari yüzeylerin üzerinde yer almakta, aynı zamanda insan yapımı tüm nesnelerin üzerine de yayılmaktadırlar. Mimari örüntüler geniş ve derin bir aktarıma sahip olduğu için çok iyi tanımlanmış ve birimsel işleve sahip olmaları beklenemez. (Architectural Design, 2009:6) Geleneksel mimarlıkta “süs” ve “dekorasyon” olarak tanımlanmıştır (Architectural Design, 2009:6) NURB yüzeylerin erken örnekleri de sadece haritalama veya projeksiyonlar değil aynı zamanda bir örüntüdürler.



**Şekil 14:** Krisztian Csemy, Jasmina Frincic ve Jakub Klaska Interiorities, Masterclass Zaha Hadid (Patrik Schumacher ve Ali Rahim), Uygulamalı Sanatlar Üniversitesi, Viyana, 2009

Örüntüler, Gestalt’a hizmet eden anahtar parametreler olarak düşünülebilmektedir. Bu parametrelerdeki küçük bir değişiklik ile farklı bir Gestalt değişikliğine yol açabilir. Bu tasarım gündemi, parametrik biçimlendirme olarak referans verilmektedir. Bu gündem içerisinde mimari yüzey örüntülerinin yer alabilmesi için belirli bir yüzey derinlik derecesi gerekmektedir. Parametrik biçimlendirme, mimari artikülasyonun en yoğun çalışılan biçimi olarak düşünülebilir ve etkili olabilmesi için görsel etkiden öteye geçmesi gerekmektedir. Değişen olay senaryolarıyla ilişkilendirilmiş Gestalt değişiklikleri anlama ve yönelim değişikliklerinden faydalanabilirse, dinamik ve yüksek performansa sahip “süs” ortaya çıkabilir. (Architectural Design, 2009:6)



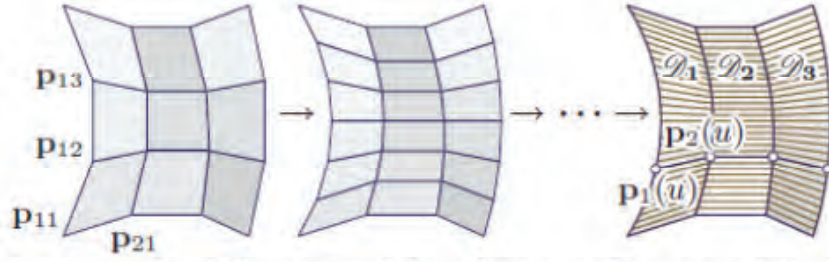
Şekil 15: Maren Klasing, Martin Krcha, Manuel Froeschl and Konrad Hofmann, Compressed Complexity, Masterclass Zaha Hadid (Patrik Schumacher ve Ali Rahim), Uygulamalı Sanatlar Üniversitesi, Viyana, 2006

## 9. Panelizasyon

Karmaşık serbest-form yapılar, ilk örneklerini verdiği dönemlerde, mimarlık ve inşaat alanlarında yer alan sorulara cevap bulabilmek için otomotiv ve uçak endüstrisinde yer alan sayısal teknolojiden faydalanmışlardır. Fakat mimarlık, bahsi geçen diğer sanayilerden estetik, statik, ölçek ve üretim teknolojileri açısından farklılık göstermektedir. Bir otomobil karoserini tek parça metalden yapabilecekken, benzer karmaşıklıkta bir mimari tasarım için formu daha basit parçalara yani panellere ayırmak gerekmektedir. (Schiftner, 2008)]

Yakın zamanda yapılan araştırmalar doğrultusunda, matematik ve geometri alanında ortaya çıkan gelişmiş araçlar bu alanda epey farklılık yaratmaktadır. Örnek olarak serbest-form biçimlerin düzlemsel dörtgen paneller ile kaplanmasıdır. Dörtgen paneller üçgen panellere göre daha avantajlı olabilmektedir çünkü ortaya daha az kenar, daha az birleşim, daha az destek elemanı, daha az malzeme ve daha az maliyet ve aynı zamanda daha az karmaşık düğüm noktaları ortaya çıkmaktadır. Düğüm noktalarının az olması üretim açısından avantaj yaratmaktadır. Dörtgen paneller ile yapılan panelizasyon diferansiyel geometri yöntemleri kullanılarak çözülebilmektedir. (Schiftner, 2008)

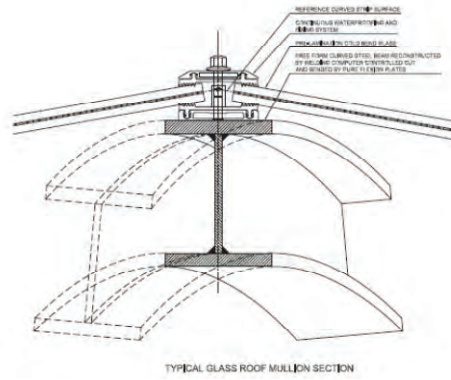
Çağdaş mimarlık örnekleri, bina yapımı için serbest-form yüzeyi geometrik primitiflere indirgemektedir. Çoğu malzeme için (cam paneller, ahşap paneller, metal plakalar, vb.) için çift eğimli paneller yaratabilmek oldukça zor ve maliyetlidir. Bu durumda sıklıkla kullanılan yol düz panellerle benzetim yapmaktır. Bir diğer yol ise, daha ucuz ve benzetmeden daha iyi bir yol olarak, tek eğimli panellerle bölümlenektir. (Schiftner, 2008) Yüzeyler, açılabilir yüzey bantlarından meydana gelmektedirler. Bu bantlar, tek bir doğrultuda (sıra, sütun ikilisinden biri) yer alan düzlemsel yüzeylerin saflaştırılmasıyla elde edilirler. Yumuşak ve benzetimli yüzeyler arasında bir noktada yüzeyleri temsil edebilmek, yüzeylerin parçalanıp açılabilir yüzey bantları (D-Strips) ile mümkün olabilmektedir. (Schiftner 2008)



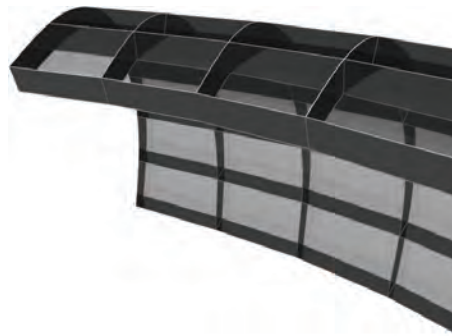
*Semi-discrete models as limits of discrete models. Partially subdividing quadrilateral meshes with vertices  $\mathbf{p}_{i,j}$  and planar faces  $\mathbf{p}_{i,j}\mathbf{p}_{i+1,j}\mathbf{p}_{i+1,j+1}\mathbf{p}_{i,j+1}$  yields, in the limit, a D-strip model consisting of developable strips  $\mathcal{D}_i$ . Each strip is bounded by edge curves  $\mathbf{p}_i(u)$  and  $\mathbf{p}_{i+1}(u)$ . We call the polygon with vertices  $\mathbf{p}_1(u), \mathbf{p}_2(u), \dots$  a ruling polygon.*

**Şekil 16:** Açılabilir yüzey bantlarının ortaya çıkması

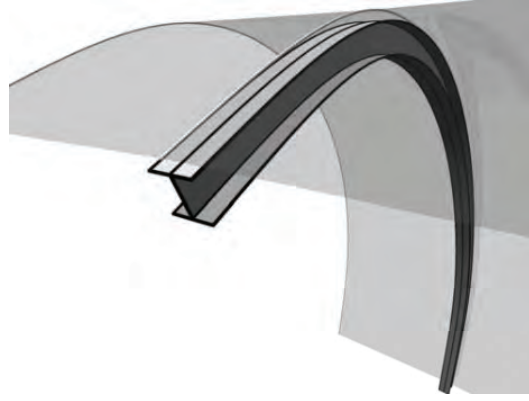
D-Strip modellerinin geometrik özellikleri, mimarlıkta serbest-form yapıların tek eğimli panellerle gerçekleştirilebilmesini sağlamak için çeşitli olanaklar sağlamaktadır. Şekil 17, destek eleman düzeni için, Şekil-18 ise çok katmanlı yapım yöntemleri için verilen örneklerdir.



**Şekil 17:** Panellerin destek elemanlarına bağlanması



**Şekil 18:** Kutu şeklinde kabuk yapısı, yüzey bantlarının denkleştirilmesiyle ortaya çıkmaktadır ve yüzeyi katmanlaştırmaya olanak tanımaktadır.



Şekil 19: Eğimli bir I profil ile eğimli bir modelin yerleşimi

## 10. Çok Katmanlı Yapılar

Yapılar tek bir ağ değil, yapının birden fazla katmanı olması sebebiyle birden fazla ağ içerirler. Farklı katmanlarda yer alan ağların ortaya çıkması olağan olarak görülebilir.

### 10.1. Burulmasız Düğümler

Çelik-cam kombinasyonu içeren bir tasarımda, tasarlanan biçimi üçgenlere ayırarak ortaya çıkarmak kolay ve sıklıkla rastlanan bir yöntemdir. Fakat bu yöntem kullanıldığında, özellikle düğüm noktalarında istenmeyen ve sorun çıkartan birleşimler ortaya çıkmaktadır. (Wallner, 2011)



Şekil 20: Burulma ve düğüm noktası. Çoğu örnekte, destek elemanlarının birleşim noktalarının düzgün birleşimlere sahip olmadığı gözlemlenebilmektedir. (Waagner-Biro Stahlbau)

### 10.2. Düzlemsel Yüze Sahip Ağlar

Kabuğunu düzlemsel cam paneller oluşturacak çelik yapıların, bu sebeple düzlemsel yüzlere sahip olmaları beklenir. Bu durumu yukarıda belirtildiği gibi üçgen bölümlendirmeyle gerçekleştirebilmek kolaydır fakat bu durum düğüm noktalarında sorun yaratmaktadır. Fakat dörtgen yüzlerle bu sorun ortadan kalkmaktadır. Bu sebeple mimarlar açısından dörtgen yüzler daha cazip hale gelmektedir. (Wallner, 2011)

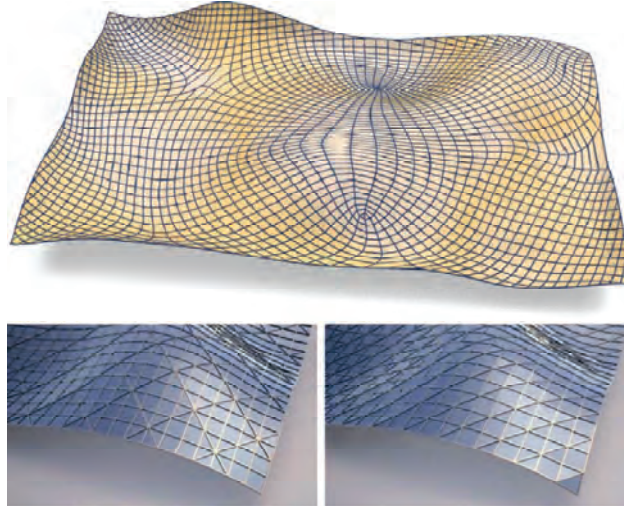




Şekil 21: YAS Oteli inşasından fotoğraflar. Dörtgen bölümlendirme ile burulmasız düğüm noktaları elde edilmiştir. (Waagner-Biro Stahlbau)

### 10.3. Tekrar Eden Ağlar

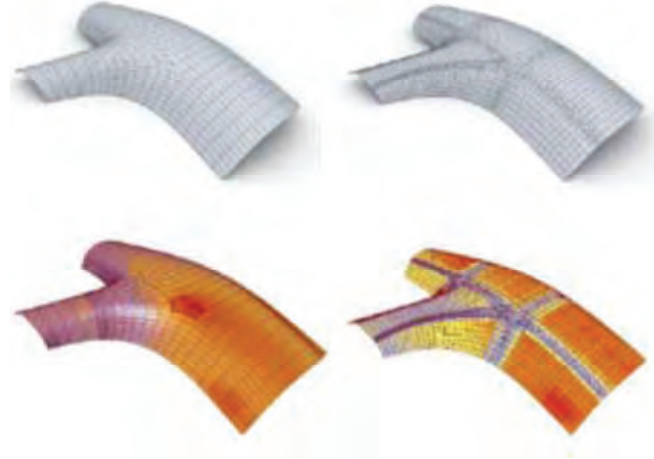
Farklı alt yüzeyler yerine tekrar eden alt yüzeylerden oluşan bütün yüzeyler elde edebilmek mümkün olabilmektedir. (Wallner, 2011)



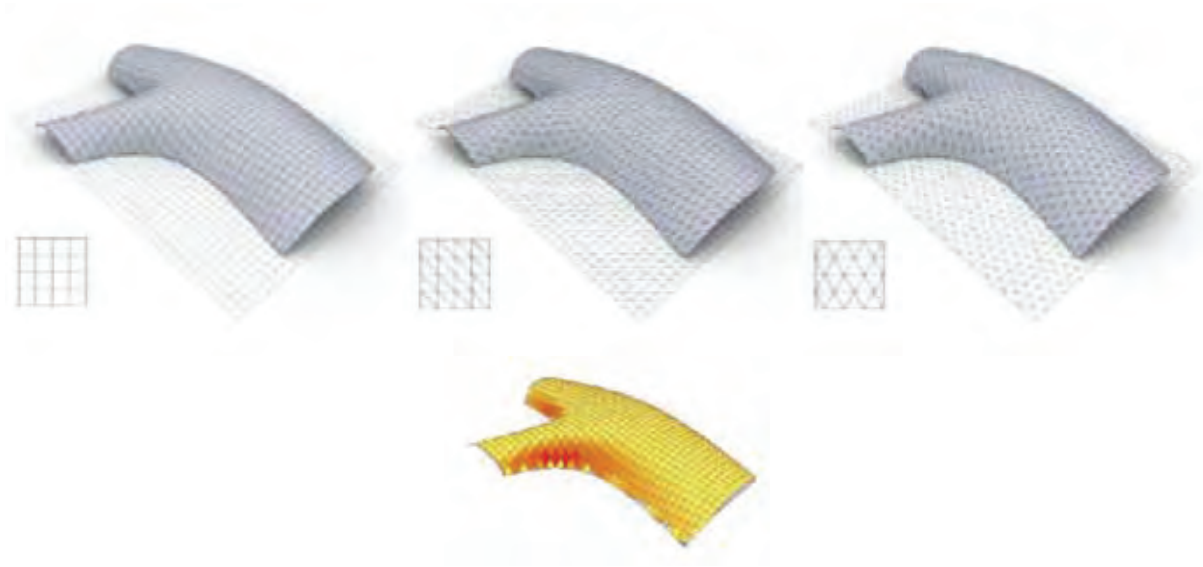
Şekil 22: Yüzey analizi, Louvre, Paris, İslam Sanat Müzesi (Bellini Architects)

## 11. Düşey Projeksiyon İki Boyutlu Grid

2 boyutlu bir gridi düşey projeksiyon ile yüzey üzerine çakıştırabilmek mümkün olabilmektedir. (Şekil 23) Bu projeksiyon sonucu yüksek eğime sahip noktalarda güçlü olarak çarpıtılmış elemanlar görebilmek mümkündür. Çarpıtılmış elemanlardan kurtulabilmek adına dörtgenler arasında diyagonaller yerleştirilebilmekte ya da yansıtılacak farklı bir üçgen grid düzeni oluşturmak gerekmektedir. İki yöntemde her ne kadar eşit dağıtılmış yüzler ortaya çıkarsa da, yüksek eğimli noktalarda uzun kenarlar elde etmek mümkün olamamaktadır. (Şekil 24)



Şekil 23: Sırasıyla, NURBS yüzey, çıkartılmış isocurve ağı, çoklu yüzey ağı, panel çarpıklığı analizi



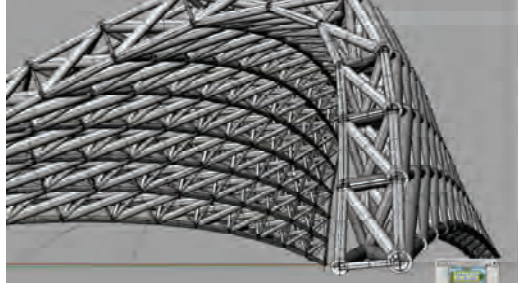
Şekil 24: Sırasıyla, düşey projeksiyon dörtgen grid, diagonaller, eşitlenmiş üçgen grid, panel çarpıklığı analizi

## 12. Altbölümleme

Yüzeyin genel biçimini koruyacak şekilde az sayıda poligon kullanarak geometrinin yeniden inşa edilmesi mümkün olabilmektedir. Matematiksel algoritmalara, kuvvet-yoğunluk yöntemi, hibrid ağ kullanımı gibi yöntemlerle alt bölümlenmeyle yüzeyler yeniden oluşturulabilirler.

## 13. Adaptif Uzay Kafesler

Yüzeylerin 2 boyutlu UV parametre uzayında temsil edilmesiyle beraber kafes sistemler yüzeylerin oluşturulmasında önemli bir yöntemdir. 2 boyutlu koordinatları üç boyutlu bir yüzeye yansıtarak dirençli ve uygulanması kolay serbest-form yüzeyler elde edebilmek mümkündür. (Kilian, 2006)



Şekil 25: NURBS yüzeyin, yapısal derinlik kazanarak 3 boyutlu bir yüzey halini alması

## 14. Sonuç

Serbest-form tasarım, özellikle yüzeylerle uğraştığında sadece yüzeyin geometrik tanımıyla değil, aynı zamanda yapısal kısıtların doğru teknolojiyle eşlenmesiyle gerçekleştirilebilir. Bu durum, fizik kurallarını yok sayan yüzeylerin ortaya çıkmasındaki temel prensiplerdir. Geçmiş, düzensiz geometrilerin araştırılmasından günümüzde bu karmaşık geometrilerin inşa edilebilmesi mümkün bir hal almaktadır. Teknoloji, maliyet ve estetik açısından sürdürülebilir bir serbest-form üretimi yakın gelecekte mümkün olabilecektir. Bu sayede, matematik, geometri, teknoloji ve üretim hepsi biraraya gelmektedir.

## KAYNAKLAR

- DİMČIĆ, M. 2011. PhD Thesis, Structural Optimization of Grid Shells based on Genetic Algorithms, Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen der Universität Stuttgart
- H.POTTMANN, Y.LIU, J.WALLNER, A.BOBENKO, W.WANG, 2007. Geometry of Multi-layer Freeform Structures for Architecture
- M.EIGENSATZ, M.KİLİAN, A.SCHİFTNER, N.J.MİTRA, H.POTTMANN, M.PAULY. 2010. Paneling Architectural Freeform Surfaces
- D'ARCY W. T.. 1992. On Growth and Form. Cambridge University Press,
- FRAZER, J. 1995. Evolutionary Architecture. London: Architectural Association
- MARKOV, I, 2008. Feasibility of Free-Forms, Proceedings of the 6th International Conference on Computation of Shell and Spatial Structures IASS-IACM 2008: "Spanning Nano to Mega" 28-31 May 2008, Cornell University, Ithaca, NY, USA
- STACH, E. 2008. Structural Morphology and Self-organization, Conference on Computation of Shell and Spatial Structures IASS-IACM 2008: "Spanning Nano to Mega" 28-31 May 2008, Cornell University, Ithaca, NY, USA
- KİLİAN, A. 2006. Design Exploration through Bidirectional Modeling of Constraints, Submitted to the Department of Architecture in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy in Architecture, Design and Computation at the Massachusetts Institute of Technology, February 2006
- STACH, E. 2008. Structural Morphology and Self-organization, Proceedings of the 6th International Conference on Computation of Shell and Spatial Structures IASS-IACM 2008: "Spanning Nano to Mega" 28-31 May 2008, Cornell University, Ithaca, NY, USA John F. ABEL and J. Robert COOKE (eds.)
- WALLNER, J., POTTMANN, H. 2011. Geometric computing for freeform architecture, Journal of Mathematics in Industry, 2011

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Architectural Design, 2006. Techniques and Technologies in Morphogenetic Design, Profile No 180, Vol 76, No 2, March/April 2006

Architectural Design, 2009. Patterns of Architecture, Profile No 202, Vol 79, No 26, November/December 2009

BALDASSİNİ, N. 2008. Glazing Technology: the Hidden Side of Free-Form Design, RFR, Paris, France, Advances in architectural geometry Conference, Vienna, Austria, September 13-16, 2008

KOLAREVIC, B. 2000. Digital Architectures, in M. Clayton and G. Velasco (eds.), Proceedings of the ACADIA 2000 Conference, ACADIA.

HALICIOGLU, F.H. 2008. The Effects of Advances in Architectural Geometry on the Building Form and Structure, Assist. Prof .Dr. Dokuz Eylul University Faculty of Architecture, Advances in architectural geometry Conference, Vienna, Austria, September 13-16, 2008

SCHİFTNER, A., RAYNAUD, J., BALDASSİNİ, N., BO, P., POTTMANN, H. 2008. Architectural freeform structures from single curved panels, Advances in architectural geometry Conference, Vienna, Austria, September 13-16, 2008

[Url-1] <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Perpolis.jpg> erişim tarihi 5 Haziran 2014

[Url-2] <http://www.mostbeautifulpages.com> erişim tarihi 5 Haziran 2014

[Url-3] <http://arpc167.epfl.ch>

[Url-4] <http://www.personal.psu.edu>

[Url-5] <http://news.nationalgeographic.com> erişim tarihi 5 Haziran 2014

## Doğadan Esinli Tasarım: Ses Etkisiyle Oluşturulan Deneysel Bir Form Bulma Yöntemi

Pınar Çalışır<sup>1</sup>

### Özet

*Son yıllarda dijital teknolojilerin hızla gelişmesi sonucu ortaya çıkan yeni tasarım araçları sayesinde, doğada var olan birçok karmaşık sistem mimari tasarım için ilham kaynağı olabilmektedir. Doğadan esinlenen mimari tasarım süreçlerinde, stüdyolarda doğal fenomenleri anlamak üzere bir çok fiziksel deney ve dijital simülasyon yapılmaktadır. Bu deneyler, hem doğal sistemlerin bileşenlerini çözümlenmede, hem de form bulma metotları için tasarım parametreleri oluşturulmasında yararlı olmaktadır. Bu çalışmada, bu anlayıştan yola çıkılarak oluşturulmuş “The Sound Motion Streaks” projesi, hem fiziksel ve dijital oluşum süreçleri bakımından hem de mimari form anlamında ortaya koyduğu değer yönüyle incelenecektir. Ses fenomeninden ilham alan The Sound Motion Streaks projesinde, ses fenomeni ile ilgili veri toplamak amacıyla ilk önce fiziksel, daha sonra dijital ortamda deneyler yapılmış; bu deney verilerinden ve dijital araçlardan beslenen bir form bulma yöntemi oluşturulmuştur. Sonuçta, hem harekete hem de zamana bağlı olan bu oluşum, forma kinetik bir yapı kazandırmaktadır.*

Anahtar Kelimeler: doğa esinli tasarım, periyodik sistemler, ses, form bulma, kinetik form

### 1. Doğadan Esinlenen Form Bulma Yöntemleri

Doğada var olan organik-inorganik formlar, karmaşık gibi görünen oluşum süreçlerinin sonunda ortaya çıkmış ve biçim kazanmışlardır. Doğal formların biçimlerinin ardında yatan süreçleri inceleyen ilk filozoflardan biri Goethe olmuştur (Tierney, 2007). 1806’da Goethe ilk kez “morfoloji” kavramını ortaya atmış ve doğadaki formların çevresel etkilerin bir sonucu olarak, sürekli bir değişim ve dönüşüm süreci içinde olduğunu belirtmiştir (Menges, Ahlquist, 2011). D’Arcy Thompson (1948) “On Growth and Form” adlı kitabında çevresel kuvvetlerin maddelerin şekillerini etkilediğinden, daha da önemlisi matematiksel soyutlamalarla bu kuvvetleri anlayabileceğimizden bahsetmiştir. Benzer şekilde, Philip Ball (1999), doğada var olan örüntü ve formların sadece biyolojik kodlamaların sonucu olmadığını, aynı zamanda arkalarında yatan basit fizik kurallarının da olduğunu ve bu kuralların çözümlenmesi sayesinde yapay ortamlarda bu oluşumları tekrarlayabileceğimizi belirtmiştir. Bütün bu fikirler, aslında doğada var olan dış kuvvetlerin, maddeyi şekillendirdiği ve maddenin görünüşünü etkilediğinden bahsetmektedir.

Sadece filozoflar ve bilim adamları değil mimarlar da doğanın form üretme süreçlerinden ilham alarak çalışmalar yapmışlardır. Doğanın az malzeme ve maksimum performans ile oluşturduğu bu form yelpazesi, mimarlar için her zaman ilham kaynağı olmuştur. Doğadan esinlenen bu form bulma çalışmaları yukarıdaki fikirlerden hareketle, doğanın formlarını oluştururken hangi kuralları ve süreçleri izlediğini ve bunu tasarıma aktararak nasıl formlar ortaya çıkabileceğini araştırır. Antoni Gaudí, Frei Otto, Felix Candela, Pier Luigi Nervi ve Heinz Isler gibi mimarlar doğal formları ve onların oluşum süreçlerini incelemiş ve kendi çalışmalarına uyarlamışlardır (Allison, 2008).

Bu bildiri kapsamında bahsedilen The Sound Motion Streaks projesi de ses dalgalarının malzeme üzerine etkilerinin temel alındığı bir form-bulma çalışmasıdır.

<sup>1</sup> e-posta adresi: pınar73062@gmail.com, İTÜ Mimari Tasarımda Bilişim Lisansüstü Programı

## 2. Bir Fenomen Olarak Ses

Doğada bir durumdan diğerine, sürekli hareket ve geçiş halinde olan birçok karmaşık sistem bulunmaktadır. Bu değişken sistemler –canlı ya da cansız- kendi tekrarlı örüntülerini ve formlarını oluştururlar ve bunu yaparken kendilerini oluşturan periyodik kuvvetlerin onları nasıl şekillendirdikleri ile ilgili ipuçları verirler. Bu kuvvetlerin yarattıkları titreşimler, salınımlar ve dalgalanmalar, örüntü ve formlara periyodik yapıları kazandırır. Küçük ölçekli yapılardan büyük ölçekli yapılara kadar etrafımızda, bu periyodik kuvvetler sonucu oluşan birçok sistem ve bu sistemlerin ürettiği birçok form ya da örüntü ile karşılaşabiliriz. Örneğin, insan vücudunda kasların çalışmasını sağlayan periyodik bilgi aktarımı sistemini düşünelim. Her kas bir diğeriyle aslında titreşimler sayesinde iletişim kurar (Jenny, 2001).

Doğadaki bu periyodik sistemlerden biri de sesin oluşumudur. Ses yalnızca duyarak deneyimleyebileceğimiz bir olgudur. Fakat duyma duyusu bize bu periyodik yapı ile ilgili görsel hiçbir veri vermez. Bu nedenle 18.yy'dan itibaren birçok bilim adamı sesin görsel yapısını incelemek için çalışmalar yapmıştır. Bunlardan en önemli Ernest Chladni bir keman ve un serpilmiş metal plakalar yardımıyla ses titreşimlerini görselleştirmeyi başarmıştır (Jenny, 2001). Cymatics çalışmalarını başlatan Hans Jenny ise bu alandaki diğer bir önemli isimdir. Jenny çalışmalarında sesin titreşimsel karakterini ve maddeler üzerindeki etkisini ortaya çıkaran birçok deney yapmıştır. Çalışmalarından gözlemediği kadarıyla, ses titreşimlerine ve dalgalanmalarına dayalı kinetik ve dinamik bir süreçtir ve periyodik formlar-örüntüler üretmektedir (Jenny, 2001). Sonuçta, ses titreşimleri yaratan ve buna bağlı sistematik örüntüler oluşturan fiziksel bir kuvvettir.



**Şekil 1:** Sağda.Chladni Deneyleri/Cymatics. Aynı topolojiye sahip örüntülerin frekans yüksedikçe sıklaşması (Jenny, 2001)

**Şekil 2:** Solda. Non-Newtonian Sıvı ile Cymatics Deneyleri. Ses dalgalarının malzeme ile etkileşimi ve freans arttıkça malzemede gerçekleşen biçimlenmenin karmaşıklaşması (Jenny, 2001).

Sesin bu periyodik yapısını aslında oluşum süreci belirlemektedir. Ses havadaki parçacıkları etkileyerek onları ileri-geri harekete zorlayan ve dengelerini bozan bir çeşit dalgadır [1]. Ses dalgası çarparak geçtiği parçacıkların dengelerini bozsa da onları ortamdaki konumlarından koparmaz, bu da aslında bizim dalga olarak gözlemediğimiz bir hareket oluşturur. Frekans, belirli bir sürede bu dalgalanma hareketinin oluşma sayısıdır. Amplitüd ise, bu hareketin şiddetini belirten ölçüdür [2]. Ses periyodik yapısını veren frekansı ve şiddetidir (amplitüd).

## 3. Form Üretiminde Sesin Kullanılması

Mimarlık tarihinde sesin kullanılması, daha çok seslerin hem biçimsel hem de anlam olarak şekil kazandığı müzik ile gerçekleşmiştir. Müzik, seslerin belirli aralıklarla ve belirli bir düzende bir araya geldiği bir kompozisyonudur. Antik çağlardan itibaren, filozoflar evrenin, müziğin bu harmonik kuralları çerçevesinde oluştuğuna inanmışlardır. Örneğin, Pisagor (MÖ. 532-497), evrenin harmonik bir enstrüman olduğunu ve müzikal düzenlere benzer matematiksel bir yapısı olduğundan bahsetmektedir. Ona göre, evrendeki planetler arasındaki mesafe, müzikal aralıklarla belirlenmiştir.Bu

nedenle, müzikal harmoni evrenin ana sırrıdır (Proust, 2009). Mimarlık pratiğinde, Alberti de oran ve perspektifle ilgili düşüncelerini şekillendirirken müzikal harmoniden etkilenmiştir. Bu nedenle, kendi tasarımlarında, mimari elemanların yerleştirilmesinde, müzikal oranlarla hareket etmiş ve yapılarında ahenk ve uyum yakalamaya çalışmıştır. Erözü (2008) de, Mimar Sinan camilerinde var olan matematiksel oranların müzikal aralıklarla benzeştiğinden bahsetmektedir.

Sesten ilham alan diğer mimari tasarımlarda da yine müzik etkili olmuştur. Örneğin, Daniel Libeskind, Oda Orkestrası müziğinden ve mekanda yarattığı etkisinden ilham alarak 28 çizimden oluşan “Chamber Works” adlı çalışmayı yapmıştır (Libeskind, 1991). Çizimin strüktürü, çizgiler ve semboller, akortlardan ve melodilerden ortaya çıkan sesin strüktürünü temsil etmektedir. Peter Cook, “Bloch City” adlı çalışmasında, Ernest Bloch’un keman konçertosunun notalarının mimariye direk dönüşümünü gerçekleştirmiş ve notaları kulelere, nota çizgilerini ise sokaklara dönmüştür (Capanna, 2009). Le Corbusier ve Iannis Xenakis ortak çalışması ile ortaya çıkan 1958 Philips Pavilyonu’nda ise, Xenakis’in Metastasis adlı müzikal eserinin matematiksel yapısı sonucu ortaya çıkan hiperbolik parabol şekli pavilyonun dış strüktürünü belirlemiştir (Lally&Young, 2007). The Sound Motion Streaks projesine benzer, sesi dış bir kuvvet olarak gören ve malzemeye etkilerinden ilham alan bir çalışma, 2004 yılında Winka Dubbeldam tarafından “Soundscapes” adıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, ses bir fenomen olarak tasarıma ilham olmuştur [3]. Tasarım için özel olarak bestelenen müziğin frekansları, dijital ortamda belirlenen başlangıç formunu deforme etmiş ve ses bir deformasyon aracına dönmüştür.

#### 4. “The Sound Motion Streaks” Projesi

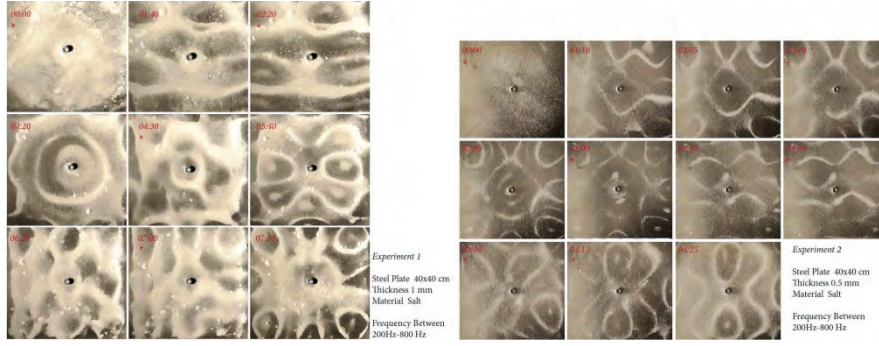
The Sound Motion Streaks yöntemi, sesin form üretme özelliğine dayanılarak dijital araçların da yardımıyla oluşturulmuş bir form bulma çalışmasıdır. Bu yöntemde lineer elemanlar ses etkileşimi sayesinde mekanda salınım ve dalgalanmalar yaratırlar. Bu hareketleri görünür kılan, lineer elemanların ürettiği granüler malzemedir. Sonuçta mekanda, sesin etkilediği lineer elemanların dalgalanmalarının izlerini takip edebildiğimiz bir süreç oluşmaktadır. Bu sistemi kurmadan önce, fiziksel deneyler yapılarak, sesin malzemeler ile etkileşimleri incelenmiş ve ses dalgalarının etkileri gözlemlenmiştir. Ardından dijital benzetim modelleri yapılarak, dijital malzemeler üzerinde sesin dinamik bir kuvvet olarak göstereceği davranışlar belirlenmiştir. Çalışmanın son aşamasında ise fiziksel ve dijital deneylerden toplanan verilerle farklı malzemelerin ve parametrelerin birlikte kurgulandığı bir sistem oluşturulmuştur.

##### 4.1. Fiziksel Deneylerle Ses Dalgalarının Etkilerinin Anlaşılması

Sesin periyodik yapısını oluşturan çeşitli faktörleri anlamak için bir takım fiziksel deneylerin yapılması, çalışmanın başında da anlatıldığı gibi doğal sistemlere dayalı form bulma metodlarında sık başvurulan bir yöntemdir. Bu nedenle, çalışmanın ilk aşamasında sesi görselleştirmek üzere bir dizi fiziksel deney gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3 ve 4’deki düzenekte 40x40 cm’lik metal bir plak (Şekil 1’de 1mm kalınlığında, Şekil 2’de ise 0.5mm kalınlığında) üzerine tuz serpilerek amplifikatöre bağlı bir hoparlöre monte edilmiştir. Daha sonra hoparlörlerden 200Hz ve 800Hz aralığında gittikçe artan frekanslar uygulanmıştır. Plaklar titreştikçe metal üzerindeki tuz, bu titreşimin belirlediği alanlara doğru hareket etmeye başlamıştır, ta ki titreşimin en az olduğu ve onu harekete zorlamadığı “toplanma noktalarına” kadar (belirgin beyaz çizgiler toplanma alanlarını simgelemektedir). Bu taneli materyal, frekans değişimi oldukça bir düzenden diğerine geçerek, gittikçe daha karmaşık örüntüler oluşturmaktadır. Metal plakların kalınlığı arttıkça titreşime karşı direnci arttığı için, ince olan plakta daha belirgin sonuçlar gözlemlenmiştir. Sonuçta farklı frekanslar farklı periyodik titreşimler oluşturduğu için her bir frekans kendi özel örüntüsünü oluşturmaktadır. Aynı frekansta kalındığı sürece örüntüde bir değişiklik olmamıştır. Yani bu deneyde zaman faktörü sadece örüntünün daha kararlı bir yapıya dönüşmesi için yardımcı olmuştur.

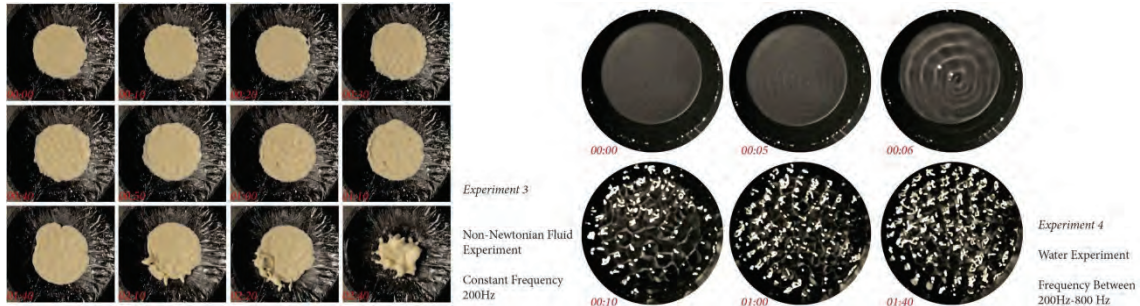
## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 3: Sağda. 1mm kalınlığındaki metal plakalardaki Chladni Deneyle.

Şekil 4: Solda. 0.5 mm kalınlığındaki metal plakalarda Chladni Deneyle.

Şekil 4 ve 5’de ise granül yapıdaki materyal yerine akışkan materyallere yönelerek, bunların sesin periyodik yapısına nasıl tepki verdiği gözlemlenmeye çalışılmıştır. Şekil 3’de mısır unu ve tuz karıştırılarak Non-Newtonian sıvı elde edilmiş ve bir hoparlörün çukur kısmına yerleştirilmiştir. Non-Newtonian sıvısının yapısından dolayı, farklı frekanslar genelde malzeme yüzeyinde benzer örüntüler oluşturmuştur, fakat sesin şiddeti ve uygulama zamanına bağlı olarak sıvı, kendi materyal etkileşiminin de etkisiyle yalnızca örüntü değil, 3 boyutlu formlar da üretmiştir. Aynı deneyin su ile gerçekleştirilmiş olanın da ise (Şekil 4), suyun bütüncül yapısından dolayı daha az, fakat ses şiddeti ve süre arttıkça daha yoğun örüntüler ve yüzey deformasyonları gözlenmiştir.



Şekil 4: Sağda. Non-Newtonian Sıvı Deneyle.

Şekil 5: Solda. Ses ve Sudaki Yüzey Gerilimleri. Su Deneyle.

Sonuçta bu 4 deneyden çıkarılan sonuçlara göre diyebiliriz ki ses; frekans, şiddeti ve uygulama zamanına bağlı olarak çeşitli salınım, titreşim ve dalgalanmalar yaratır. Bu periyodik yapısını açığa çıkaracak ve görselleştirecek şekilde malzemeler ile etkileşime girebilir. Malzeme yapısına bağlı olarak bazen yüzey deformasyonları (su gibi), bazen çeşitli örüntüler (granül yapıdaki malzeme gibi) bazen ise dinamik formlar oluşturabilir (Non-Newtonian sıvı gibi).

Çalışmanın ikinci aşamasında, bu fiziksel deneyler dijital ortamda simülasyonlarla yeniden oluşturulmuş ve fiziksel parametrelerin dijital malzemelerle etkileşimleri gözlemlenmiştir.

### 4.2. Dijital Benzetim Modelleri

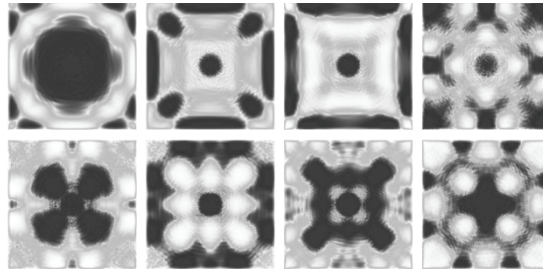
Sesin mekan içerisinde periyodik dalgalar halinde yayıldığını biliyoruz. Bu nedenle ses herhangi bir yüzeye çarptığında o yüzeye ritmik ve periyodik kuvvetler uygular. Eğer yüzeyde herhangi bir



materyal varsa, materyaller sesin bu ritmik kuvvetlerine tepki verirler. Çalışmanın bu kısmında, fiziksel deneyler sonucu ortaya çıkan sonuçlara göre, dijital ortamda benzetim modelleri yapılmıştır. Bu aşamada, Autodesk Maya programı kullanılarak, ilk dijital deney gerçekleştirilmiştir. Maya programında “dynamic force field” dediğimiz kuvvetler kolayca canlandırılmakta ve materyaller ile etkileşimleri gözlemlenebilmektedir. Bu dinamik kuvvetler, partiküller, akışkanlar ve polygon materyalleri çekerek, büzerek, kıvrıyarak ya da parçalayarak manipüle edebilirler. Ses değerlerinin yönettiği bu manipülasyon kuvvetini üretmek için, Autodesk Maya’da var olan AudioWave Node kullanılmıştır. AudioWave Node, saniyeye bağlı olarak sesin amplitüd değerini okuyan ve onu sayısal değerlere dönüştüren bir eklentidir. Ayrıca, Maya’da var olan HyperShade ile sahnede yer alan tüm materyal ve dinamik güç ilişkileri zamana bağlı olarak kontrol edilebilir. Fiziksel deneylerden farklı olarak, dijital ortamda hem partiküllü malzemeler hem de akışkan malzemeler üzerinde daha fazla kontrol sağlandığı için, dijital simülasyonlar daha gelişkin formlara ve kurulumlara olanak vermektedir.

#### 4.2.1. Örüntü Üretme Aracı Olarak Ses

Kare bir kap içinde bulunan iki farklı tip parçacıklı malzeme, bu kabın farklı noktalarına yerleştirilen ve AudioWave Node sayesinde ses dalgası üreten iki kaynakla etkileşime girmektedir. Bu kaynaklardan çıkan dalgalar ses değerlerine bağlı olarak periyodik bir kuvvet üretmektedir. Kap içinde bulunan malzemeler ses dalgaları sonucu birbirlerine çarptıkları için çeşitli örüntüler üretirler. Bu örüntüler dalgaların periyodik yapısından dolayı rastgele değil bir düzen içinde oluşur. Yüksek amplitüd ve sürecin uzaması daha karmaşık örüntüler ortaya çıkmasını sağlar. Ayrıca ses kaynağının bulunduğu nokta ve sayısı da örüntülerin karmaşıklığını etkiler.



Şekil 6: Tek Merkezdeki Kaynaktan Yayılan Dalgalar ve Partikül Etkileşimi (Gavelli, 2012).

#### 4.2.2. Yüzey Deformasyon Aracı Olarak Ses

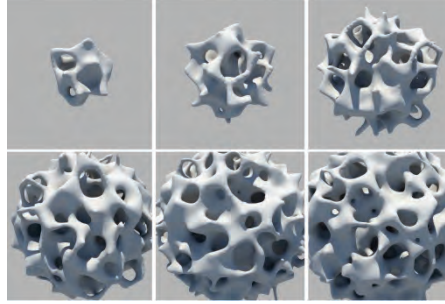
Diğer bir dijital modelde, sesin akışkan malzemenin yüzeyinde oluşturduğu gerilme kuvveti sonucu oluşan yüzey deformasyonunun benzetim modeli yapılmıştır. Belirli bir zaman sürecinde değişen amplitüd değerleri, aynı yüzeye uygulandığında poligon ya da nurbs yüzeylerin haritalarında değişiklik meydana getirir. Bu nedenle sesle beraber aktif bir yüzey meydana gelir. Yüksek amplitüd, yüzeyleri daha fazla deforme ederken, düşük amplitüd ve uygulama zamanının kısalığı deformasyonu azaltır.



Şekil 7: Ses Etkisiyle Yüzey Deformasyonu (Çalışır, 2012).

### 4.2.3. Hacimsel Form Üretme Aracı Olarak Ses

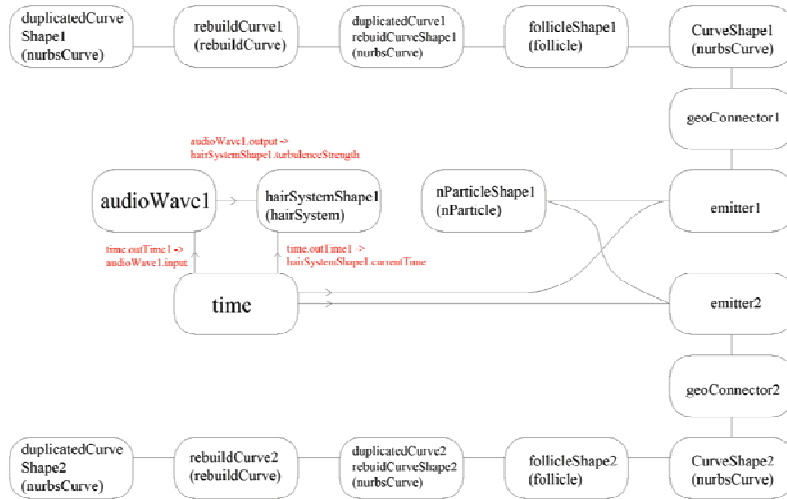
Üçüncü benzetim modelinde Non-Newtonian sıvısına benzeyen bir malzeme yaratılmaya çalışılmıştır. Bu şekilde ses dalgaları daha volumetrik formlar üretme imkanı bulabilmektedir. Bu süreçte partiküller ve mesh sistemler entegre edilmiş ve partiküllerin sese duyarlı hareketleri mesh malzeme sayesinde dondurulmuştur. Dondurulan bu malzeme tam-katı değil esnek-akışkan bir yapıda olduğundan zaman içerisinde değişen ses değerlerine karşı duyarlı ve gittikçe gelişen bir yapıdadır.



Şekil 8: Non-Newtonian Dijital Benzetim Modeli (Gavelli, 2012).

### 4.3. The Sound Motion Streaks Projesi

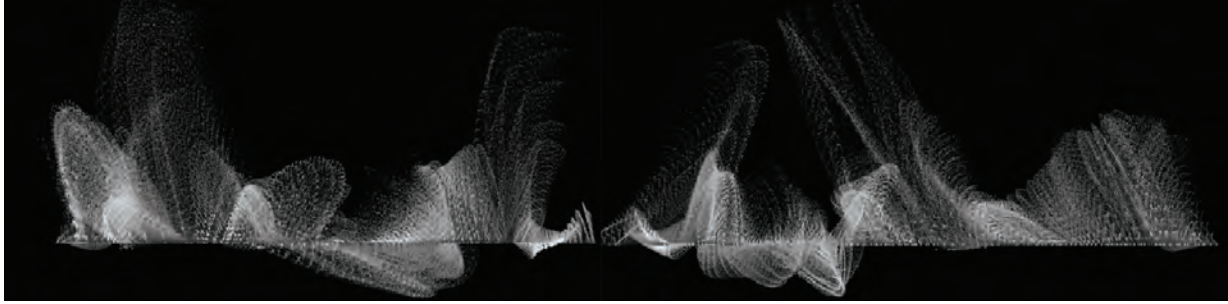
The Sound Motion Streaks projesi dijital benzetim modelleri ve fiziksel deneylerden yola çıkılarak oluşturulmuş bir form bulma çalışmasıdır. Bu çalışmada farklı dijital malzemeler, bir sistem içinde kurgulanarak ses etkisi ile ortaya çıkacak 3 boyutlu formlar bulunmaya çalışılmıştır. Sesin frekansı ya da şiddeti (amplitüd) sayısal ortama aktarılarak dijital malzeme ile etkileşiminin sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle dijital benzetim modellerinde olduğu gibi Autodesk Maya programı içinde var olan AudioWave eklentisi kullanılmıştır. Yine Maya'da var olan HyperShade sayesinde, AudioWave'den alınan bu sayısal değerler ve etkileyeceği dijital malzemelerle ilişkileri kontrol ve manipüle edilebilmektedir.



Şekil 9: HyperShade Bağlantısı (Çalışır, 2012).

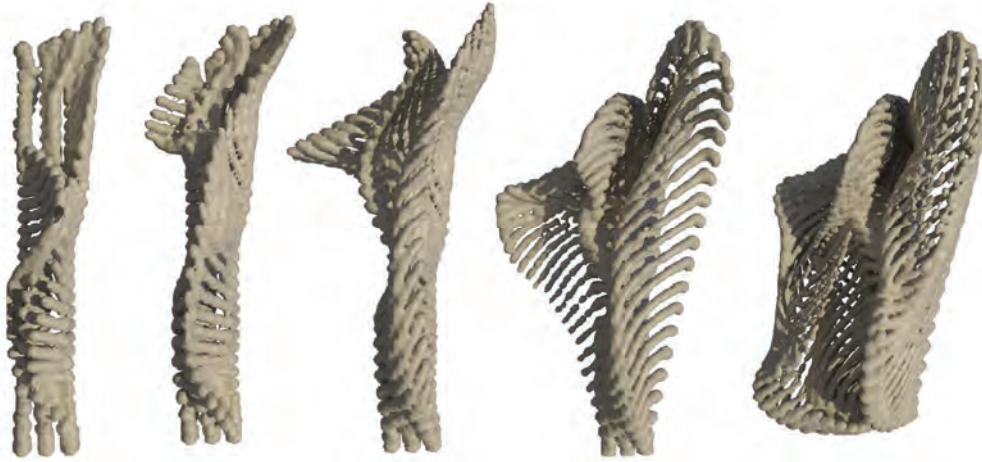
The Sound Motion Streaks projesinde tasarlanan formun ana strüktürünü lineer elemanlar oluşturmaktadır. Bu lineer elemanlar aynı zamanda tasarlanan formun sınırlarını belirlemektedir. Bu elemanların sesin etkileşimi ile hareketi, yine bu lineer elemanlardan salınan partiküller sayesinde mekanda takip edilebilmektedir. Bir nevi lineer elemanların hareketlerinin izleri mekanda çizilmektedir. Lineer elemanların hareketlerini dondurmak içinse partiküller mesh'e çevrilerek, daha

kararlı ve rijit formlar elde edilmiştir. Dönüştürülmüş ve daha kontrollü bir şekilde hareket eden bu hibrid malzeme farklı strüktürel formasyonlara yol açmıştır. Sonuçta bu çalışmada 3 farklı malzeme sistemi bir arada kurgulanıp, sesin etkisi ile malzemenin mekandaki hareketi dondurulmaktadır.



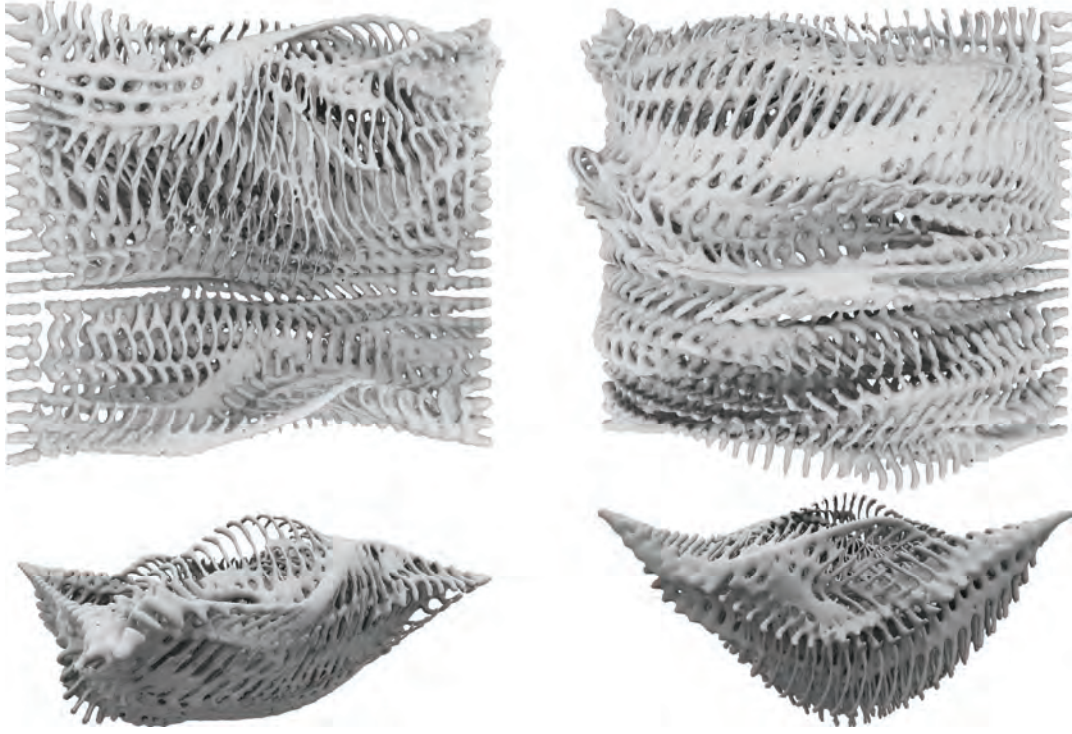
**Şekil 10:** Lineer Elemanların Mekandaki Hareketi ve Partikül Salınımı (Weiwei, 2012). Hareket Algısı.Dondurulmuş An.

Çalışmada oluşturulan hibrid malzeme sistemine bakacak olursak; partiküller, dijital ortamdaki noktasal elemanlardır. Partiküller, doğada var olan tanecikli yapılar gibi hareket ettikleri için, hava, yer çekimi, rüzgar gibi dinamik kuvvetlerin etkisiyle manipüle ve yeniden organize olabilirler. Lineer elemanlar olarak bahsettiğimiz “curve” sistemi ise, dinamik bir yapıya çevrilerek yine program içindeki dinamik kuvvetlerle etkileşime sokulabilir. Dinamik bir yapıya çevrilen lineer elemanlar elastik bir yapıya kavuşurlar ve mekanda daha serbest hareket ederler. Son olarak polygon’lar (mesh), tüm sistemi örten mimari bir kabuk oluşturur. Bu üç sistemin bir araya gelmesi sonucu ise hibrid bir malzeme oluşmaktadır.



**Şekil 11:** Hibrid Sistem (Lineer Elemanlar+Partikül Sistemi+Mesh) Hareketleri.Formun Gelişmesi (Çalışır, 2012).

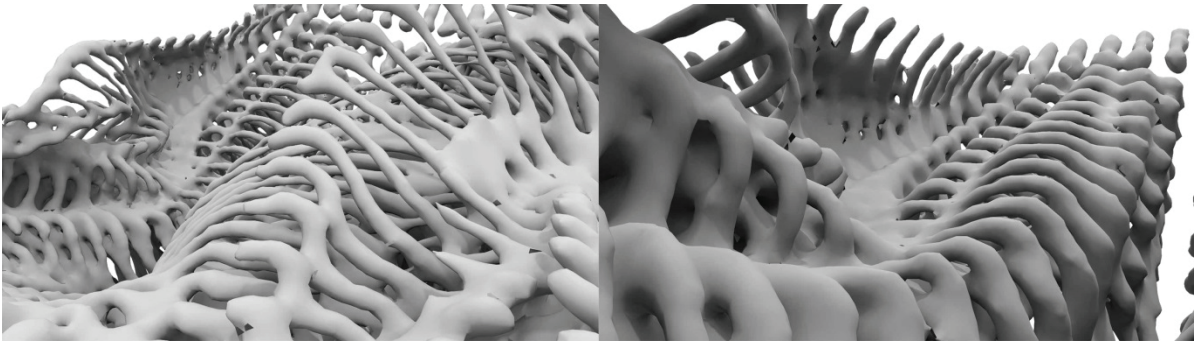
Bu çalışmada başlangıçta var olan belirli bir form olmamakla beraber, lineer elemanların yani oluşturulan “curve” sisteminin, bu formun mekân içindeki sınırlarını belirlediğini ve süreç sonunda oluşacak formu bir nebze şekillendirdiğini söyleyebiliriz. Sesin malzemeye form verdiği bu çalışmada, zaman da diğer bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm bu oluşumun bir süreç içinde ilerlemesi ve malzeme etkileşiminin derecesi, sestem alınan sayısal değerler yanında sürecin uzunluğu ya da kısalığıyla da ilgili olmaktadır. Yani oluşum için belirlenen zaman, süreç sonundaki formu etkilemektedir. Tüm bu oluşumun bir simülasyon içerisinde gerçekleştiğini söylersek, bu simülasyonlar aslında formun zamanla değişiminin gözlemlendiği süreçler olmaktadır.



Şekil 12: Sınırlandırılmış Bir Lineer Sistemde Yöntemin Denenmesi. Ön-Arka ve Yan Görünümler. (Çalışır, 2012).

Sesin şiddetine bağlı olarak lineer elemanların hareketlerinin aralıklarını belirleyebildiğimizden bahsettik. HyperShade sayesinde, sestten alınan sayısal verileri sistem içinde var olan başka malzemelerle de etkileşime sokabiliyoruz. Örneğin, sestten alınan sayısal değerler, lineer elemanların mekandaki hareketi sırasında onların izlerini süren partiküllerin miktarını etkileyebilir. Bu sayede, belirli noktalarda daha kapalı, belirli noktalarda daha geçirgen ve farklılaşan yüzeyler elde edebiliyoruz. Ayrıca, ekranda var olan temsili bir ses kaynağına, malzeme sisteminin uzaklık ve yakınlığı, biçimsel süreci etkilemektedir. Aynı şekilde, lineer elemanların dinamik yapısı formun karmaşıklığını belirlemede önemli rol oynamaktadır.

Tıpkı fiziksel deneylerde olduğu gibi, sistem elemanları, birbirleri ile etkileşime girmektedirler. Form oluşumu bir sürece bağlı olduğundan dolayı sistem gittikçe daha karmaşık ve elastik bir yapıya kavuşmaktadır. Bir noktadan sonra bu sistem, kendi kendini örgütleyen, lineer olmayan, sesin mekanda ve zamanda temsili olarak görebileceğimiz kinetik formlar üreten bir yapıya dönüşmektedir.

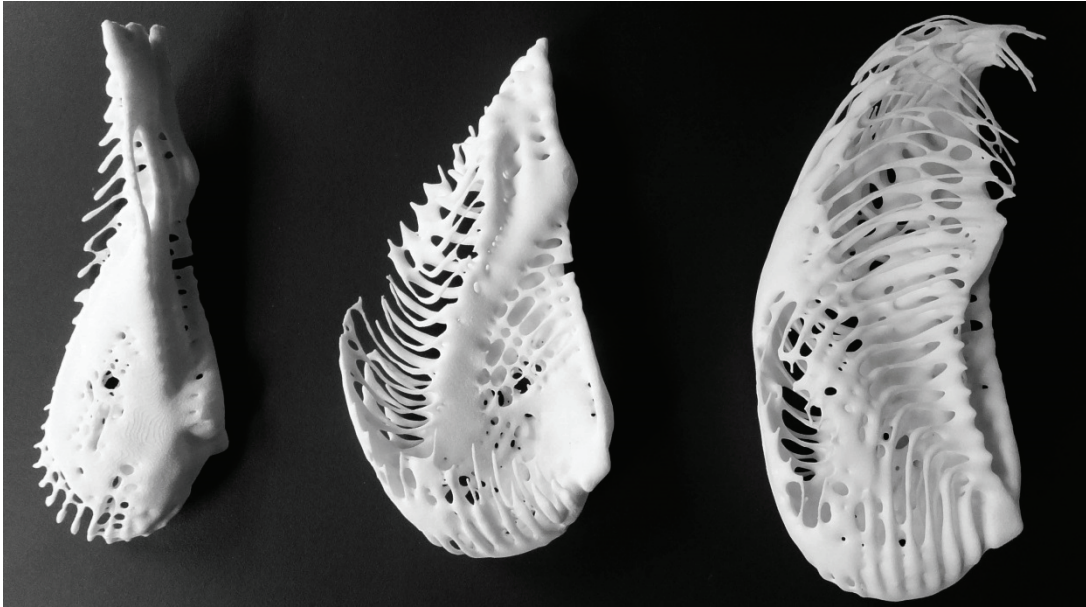


Şekil 13: Lineer Elemanların üst üste ve arka arkaya dizilimi ve kinetik form algısı (Çalışır, 2012).

## 5. Sonuç/Yorumlar

Kinetik terimini mimari için kullanmadan önce, bu terimin sanatla olan geçmişinden bahsetmek gerekmektedir (Terzidis, 2003). 1920’de Gabo ve Pevsner yayınladıkları manifestoda, zaman kavramının 4. boyut olarak resim ve plastik sanatlara eklenmesi gerektiğinden bahsetmişlerdir. Bu eklemleme zamanın hareket ve ritim olarak resimde ve plastik sanatlarda temsili ile gerçekleşmektedir (Rickey, 1963). Kinetik terimi hareketi ve devinimi çağrıştırmaktadır fakat bu hareket, her zaman gerçek bir hareket olmayabilir. Zamanın soyutlanması hareketin soyutlanması anlamına gelmektedir. Örneğin bir akış halindeki çizgiler, heykel ve resimde hareketin bir illüzyonu olarak algılanabilmektedir (Rickey, 1963).

Mimaride kullanılan kinetik kavramı da her zaman gerçek bir hareketi ifade etmeyebilir. Aksine hareketin ve zamanın form sayesinde soyutlanması da gözlemciye hareket kavramını algılatır. Terzidis (2003) “Expressive Form” adlı kitabında kinetik formun özelliklerinden oldukça uzun bahsetmektedir. Terzidis’e (2003) göre, kinetik form, daimi olan hareketi, hareket etmeyen bir yapıda ifade etmektir. Hareketin bu illüzyonunu “dondurulmuş hareket/an” olarak tanımlamaktadır. Bu dondurulmuş an, hem dinamik hem de statiktir. Tasarım süreci ve elastik yapısı düşünüldüğünde bu dondurulmuş andaki form aslında dinamiktir. Üretime geçildiği anda ise bu form artık statik bir yapıdadır. Fakat hala, içinde barındırdığı hareketi gözlemci tarafından takip edilebilir. Yine, Terzidis’e göre (2003), formu oluşturan elemanların üst üste ve yanyana olma durumu hareketin algısını kolaylaştırır. Aynı form üzerinde üst üste binmeler farklı zamanlardaki oluşumları takip etmemizi sağlar.



Şekil 14: 3d Print Modeli-Yüzey Detayları. Form gelişiminin 3 değişik aşamasını temsil eden 3 model.

Greg Lynn (1999) de “Animate Form” adlı kitabında, mimaride hareket kavramının sinematik bir yapıda olduğundan; malzemenin çoğalması ve ardı ardına dizilmesi sonucu oluşan statik anlar sayesinde canlandırıldığından bahsetmektedir. Yani, malzeme oluşum sürecinden ayrılmaz bir yapıdadır. Zamansa, bu formlarda kesintisiz eğrisel bir akış içinde temsil edilmektedir. Sonuçta kinetik form, heterojendir çünkü birbirinden farklılaşan elemanların süreç içinde üst üste dizilimi, yüzeyde değişik yoğunluklar ve gözenekler oluşturmaktadır (Kiendl, 2008). Bu da form kabuğunun pürüzsüz tek bir yüzey gibi değil, heterojen ve karmaşık bir yapıda olduğu izlenimini vermektedir. Kinetik formun oluşum sürecinin bir diğer avantajı da, formun sürekli değişim halinde olması ve sürecin ürettiği sayısız farklılaşan topolojilerdir.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Sesin form bulma metodunda ana parametre olarak kullanıldığı bu çalışmada, ses dijital malzemelerle etkileşimi sonucu mekanda görselleştirilmiş ve bu etkileşimden doğan hareket mekanda dondurulmuştur. Bu şekilde oluşan mekan, artık statik değil, onu oluşturan hareketi yansıtan, sesin görsel biçimlenmesini gözlemlediğimiz kinetik bir mekandır.

### Teşekkür

The Sound Motion Streaks Projesi Bartlett MArch Graduate Architectural Design 2012 Programı kapsamında, mimari stüdyo projesi olarak; Pınar ÇALIŞIR, Wei WEIWEI ve Ines GAVELLI tarafından oluşturulmuştur. Tüm fiziksel ortam deneyleri grup olarak gerçekleştirilmiştir. Stüdyo yürütücüleri, Daniel WIDRIG ve Fulvio WIRZ. Bu bildiri kapsamında değerli yorumlarından dolayı Prof. Dr. Gülen ÇAĞDAŞ'a ayrıca teşekkür ediyorum.

## KAYNAKLAR

Allison, I. 2008. *Self Organizational Architecture: Design Through Form-Finding Methods*. Master Thesis in Architecture, Georgia Institute of Technology. Erişim 09 Haz 2014  
[https://smartech.gatech.edu/jspui/bitstream/1853/22603/1/isaacs\\_allison\\_j\\_200805\\_mast.pdf](https://smartech.gatech.edu/jspui/bitstream/1853/22603/1/isaacs_allison_j_200805_mast.pdf)

Ball, P. 1999. *The Self Made Tapestry: Pattern Formation in Nature*. Oxford, Oxford University Press.  
Capanna, A. 2009. Music and architecture: a cross between inspiration and method. *Nexus Network Journal*, vol.11, no.2, 257-271.

Erözü, C. 2008. Mimarlık donmuş bir müziktir. *TMMOB Mimarlıkta Malzeme*. 10 Güz, 20-26.

Greg, L. 1999. *Animate Form*. New York, Princeton Architectural Press.

Jenny, H. 2001. *Cymatics*. San Francisco, Macromedia Press.

Kiendl, A. 2008. *Informal Architectures: Space and Contemporary Culture*. London, Blockdog.

Lally, S. & Young, J.v2007. *SoftSpace*. NewYork,Taylor and Francis.

Libeskind, D. 1991. *Counterdesign*. London, Academy Editions.

Menges, A. & Ahlquist, S. 2011. *Computational Design Thinking*. Sussex, Wiley.

Proust, D. 2009. The Harmony of the spheres from pythagoras to voyager. *Proceedings of the International Astronomical Union*, vol.5 (S260), 358-367.

Rickey, G.W. 1963. The morphology of movement: a study of kinetic art. *Art Journal*, vol.22, no.4, summer, 220-231.

Terzidis, K. 2003. *Expressive Form*. London, Spon Press.

Tierney, T. 2007. *Absract Space: Beneath the Media Surface*. NewYork, Taylor and Francis.

Thompson, D. 1948. *On Growth and Form*. Cambridge, Cambridge University Press.

[1] <http://www.acs.psu.edu/drussell/demos.html>

[2] <http://www.physicsclassroom.com/class/sound>

[3] <http://www.archi-tectonics.com/projects/soundscapes/construct>

## Doğadaki Örüntülerin Mimari Tasarım Sürecinde Yaratıcı Bir Araç Olarak Kullanılması

Özgür Ediz<sup>1</sup>, Abudureyimu Rexiti<sup>2</sup>

### Özet

*Çalışmada, doğada var olan mevcut dokuların bilgisayar destekli tasarım araçları ile modellenmesi ve sonrasında hızlı prototipleme makineleri ile üretilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda teknolojinin tasarım süreçlerine dahil edilmesinin “eskiz” yöntemlerine yeni bir bakış getirdiği görüşü ile geliştirilen çeşitli yaklaşımlar, yaratıcılık kapsamında tartışılmıştır. Bu çalışmanın kapsamı tasarım stüdyosu alanında; doğada var olan çeşitli dokuların - örüntülerin mimari tasarım sürecinde yaratıcı bir unsur olarak değerlendirilmesini içerir. Bilindiği gibi; doğa, çeşitli kurgusal kompozisyonları ile tarihi süreçte tasarımcılara her zaman yol gösterici, ilham verici olmuştur. Bu bağlamda tasarım sürecinde kullanılan yeni teknolojiler ile doğa arasında bir ilişki kurularak yaratıcılığı desteklemek amaçlanmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Doğa, Örüntü, Mimari Tasarım, Tasarım Süreci, Sayısal Tasarım, Ön Tasarım.

### 1. Giriş

Günümüz mimari tasarım yaklaşımlarında, özgün - doğa kaynaklı örüntüler sayısal teknolojiler desteği ile ele alınmaya gelmektedir. Söz konusu alandaki çalışmalar hem var olan dokuyu oluşturan dilin söz-dizimsel yapısını tanımlamakta hem de dili oluşturan karakteristik özelliklerin tanımlanarak yeni tasarım – formların oluşturulmasında kullanılmaktadır. Bu tür çalışmaların, özellikle ön-tasarım sürecinde tasarımcının ufkunu açmakta olduğu ve yeni tasarımsal fikirlerin oluşmasında önemli bir yer kapladığı izlenmektedir.

Son yıllarda gelişen ve büyük bir hızla devinen teknolojinin sağladığı imkanlar ile, yaşantımızda karşılaştığımız büyük değişimler paralellik gösterirler. Bu değişimler yaşadığımız çeşitli süreçleri de oldukça derin bir şekilde etkilemiştir. Hayatımıza giren çeşitli teknolojik gelişmeler doğal olarak hem yaşantımızı hem tasarım süreçlerini ve hem de tasarımsal algımızı farklılaştırmıştır. Özellikle son yıllarda oluşan teknolojik değişimler; mimari tasarım alanını ve sürecini bilgisayar destekli tasarım kavramları bağlamında oldukça derinden etkilemiştir. Daha önce ancak laboratuvar ortamında kullanılabilen çeşitli araç ve gereçler artık üretim maliyetlerinin düşmesiyle evlerimize kadar girmiş günlük hayatımızın birer parçaları olmuşlardır.

Yukarıda bahsedilen değişim-gelişimler hesaplamalı yaklaşımların birer ürünü olarak mimari tasarım kapsamında gerek çalışma ortamlarında gerekse eğitim kaynaklı çeşitli kurumlarda kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında geliştirilecek yöntem ise daha çok mimari tasarım eğitimi ile ilgili olarak stüdyolarda teknolojinin kullanımını kapsamaktadır. Bir çok farklı bakışın ve yaklaşımın olduğu tasarım stüdyoları, artık çağdaş teknoloji ile iç-içe olarak kurgulanabilmektedir. Gerek ön-tasarım ve gerekse ilerleyen çeşitli tasarımsal aşamalarda teknolojinin kullanım alanı kapsamını her geçen gün genişletmiştir. Bu tür çalışmaların temel amacı ise; yaratıcı ve yenilikçi tasarımsal süreçlerin çıkma potansiyelinin yüksek olması ve dolayısıyla tasarımcıyı motive etmesi olarak belirlenebilir.

Tasarım süreci, içinde bir çok farklı dinamiği barındıran, çeşitli parametrelerin devinimi ile gelişen, kişiye özgü katmanların olduğu oldukça karmaşık bir o kadar da farklılıklar gösteren bir kapsamda ele alınabilir. Çağdaş ülkelerde tasarım – yaratıcılık – yenilikçilik bireylerde aranan en önemli özellikler

<sup>1</sup> e-posta adresi: ozgurediz@gmail.com, Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü.

<sup>2</sup> e-posta adresi: abdu504504@gmail.com, Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

arasındadır. Yaratıcı bir birey, problem çözme olarak da tanımlanan tasarım sürecinde hızlı ve pratik yöntemler geliştirebilir. Aynı zamanda olaylara farklı bakabilme, çeşitli donanımları farklı alanlarda kullanabilme gibi özellikleri de sahiptir. Bir yandan yatay düşünerek hızlı hareket ederken, diğer yandan ise dikey düşünme yöntemini kullanarak belirli bir alanda derinlemesine bir araştırma yapabilir. Noktaya odaklı çalışarak hedefini belli ederken, belirli bir noktadan başlayarak genişleyen ve farklı spektrumlara açık yöntemler ile çalışabilir. (Ertürk, 1987) Kısaca söylemek gerekirse, yaratıcılığı üst düzeyde olan bir tasarımcı; bütüncül bakış açısı ile olaylara uzaktan bakabilme davranışı gösteren ve aynı zamanda en küçük detaydaki derinliklerden faydalanabilen bir donanıma sahip olmalıdır.

Tasarım eğitimi ise belirli bir eğitim kurgusu ile karşımıza çıkan öğrencilerimizin algı düzeylerini geliştirmek ve klişe yaklaşımların formatlanması gerekliliği üzerinden meseleye bakmak olduğundan oldukça zor bir süreçtir. Yaratıcı olabilmek aslında gene en önemli kavram olarak bu süreçte de karşımıza çıkar. Ünlü ressam Henri Matisse'in söylediği gibi "her birey yaşadığı çağ ile ilişki kurar" tespitinden yola çıkarak nesiller arasında ortaya çıkan farklılaşmaların altını çizmek yanlış olmayacaktır. Günümüzde yeni doğan bir birey cep telefonu, internet, bilgisayar gibi kavramları hazır durumlar olarak göreceğinden hiç yadırgamadan o donanımları hayatının her noktasında kullanabilmektedir. Oysa yaşarken ortaya çıkan değişimlerin o birey üzerindeki etkisi çeşitli alışkanlıkların edinilmesini gerektirdiğinden, süreç diğerine oranla daha zor geçmektedir. Bu durum eğitim kurumlarında, teknolojik gelişmelere paralel olarak çeşitli güncellemeler yapmanın gerekliliğini ortaya koyar. Böylelikle, geleneksel yöntemler, yavaş yavaş süreçte daha yeni bakışların gelişmesiyle değişir-gelişirler.

Yenilikçi tasarım araçları arasında üç boyutlu üretim yapabilen hızlı prototipleme makinaları gerek sanayide, gerek eğitim alanında ve gerekse yaşama alanlarımıza kadar girmiştir. Bu araçlar, büyük sanayi tesislerinde kitlesel bireyselleştirme kapsamında kullanılırken (örneğin; Airbus uçaklarının farklı parçalarının ayrı noktalarda üretilerek, daha sonra montaj amaçlı bir araya getirilmesi gibi..), mimari tasarım süreçlerinin de ayrılmaz bir parçası olma aşamasındadır. Özellikle iki boyutlu eskiz ortamında çalışılan tasarımın hızlı bir üretimle model olarak ortaya konması kapsamında oldukça pratik bir araç niteliğindedir. Bu bağlamda çalışma kapsamında geleneksel eskiz kavramının iki boyutlu olmasından öte; teknolojik araçlar ile hızlı prototipleme makinelerinin tasarım sürecinde açtığı perspektiflerin incelenmesi hedeflenmektedir. Çalışma yüksek lisans tez çalışması doğrultusunda geliştirilecek bir modelin tartışılması amaçlı sunulacaktır.

Çalışma kapsamında, tartışılması düşünülen sorular ya da düşünceler şu şekildedir:

- 3 Boyutlu eskiz nedir ?
- Bütünleşik ön tasarımın önemi,
- Mimari Tasarım – benzeşime dayalı tasarım kurgusu,
- Ön tasarım sürecinin ucunun açık olması,
- Sonsuz alternatife hızlı bir şekilde ulaşabilmek,
- Yeni mimarlık öğrencilerinin 3. Boyuta ve bilgisayar teknolojilerine hakim olabilmeleri,
- Çalışmanın, geleneksel yöntem ve süreçlerden farkı,
- Önerilen çalışmanın güçlü ve zayıf yönleri nelerdir ?

Ayrıca çalışma sürecinde kullanılacak araç - gereç ve yazılımlar aşağıdaki gibidir:

- - Hızlı prototipleme makinesi Projet 160,
- - Hızlı prototipleme makinesi Cube 3D,
- - Sketchup yazılımı.



## 2. Mimarlık – Doğa Benzeşimi

Mimarlık ortamı kendine ait ürünü oluştururken tarih boyunca çeşitli alanlardan beslenmiştir. Bu durum mimarlık eyleminin yaşantımızla ne kadar bütünleştiğinin, iç-içe olduğunun bir göstergesidir. Çeşitli müzikal organizasyonların, çeşitli matematiksel kurguların, edebiyatın ya da doğal örüntülerin mimarlığı etkilemeleri bu anlamda oldukça doğaldır. Özellikle son yıllarda doğa kaynaklı karmaşık örüntülerin mimarlık ortamında sıkça görülmektedir. Bu kapsamda, ünlü mimarlık düşünürü ve uygulayıcısı Charles Jencks'in günümüz mimarlığının; bilimin ilgi odağının kendini organize eden sistemler ve karmaşık yapılar ile ilgili olacağını söylemiştir. (Jencks, 1987.)

Çevremizi yukarıdaki bağlamda incelediğimizde çeşitli doğal kurguların yapıyı çevreyi bir şekilde etkilediğini ve biçimlendirdiğini görürüz. Mimari ve tasarımsal kurgular bu kapsamda öne çıkarlar. Örneğin; Çin'deki olimpiyatlar için tasarlanmış olan "Su Küpü" (water-cube), Pekin Ulusal Stadyumu (Bird-Nest), Çin Opera Merkezi bu tür örnekler arasında sayılabilirler. (Şekil 1-2) Mimarlık mesleği sürekli olarak doğa kaynaklı formlardan ve doğal kurgulardan etkilenmektedir.



Şekil 1. Çin'deki Olimpiyat Yüzme Havuzunun kurgusu



Şekil 2. Pekin Ulusal Stadyumu (bird-nest)

Doğal çevre ise kendi içinde "kendine benzer" (self – similar) ve fraktal örüntülerden oluşur. Sahil şeritleri, gökyüzündeki bulutlar, ağaçların ve nehirlerin örüntüleri, yıldırımlar bunlara verilecek örnekler arasındadır. (Bovill, 1996) (Şekil 3-4) İnsanoğlu tarihi süreçte doğayı inceleyerek bir çok çıkarımlar yapmıştır. Ayçiçeği bitkisini ve deniz kabuklarını araştırmış; tavşanların üreme kurgusu üzerinde düşünmüş, Fibonacci dizisi ile karşılaşmıştır. (Yanega, 1996) Benzer olarak İngiltere coğrafyasının sahil uzunluğunu hesaplamaya çalışmış sonuçta bunun pek de imkanı olmadığını hissetmiş ve "fraktal kurgular"ın birbirine benzeyen sonsuz tekrarlarını görmüştür. (Gleick, 1987) Başka bir deyişle; sezgisel olarak hissettiklerini ve gözlemlediklerini matematiksel olarak tespit etmek ve kurgulamak arayışında olmuştur.

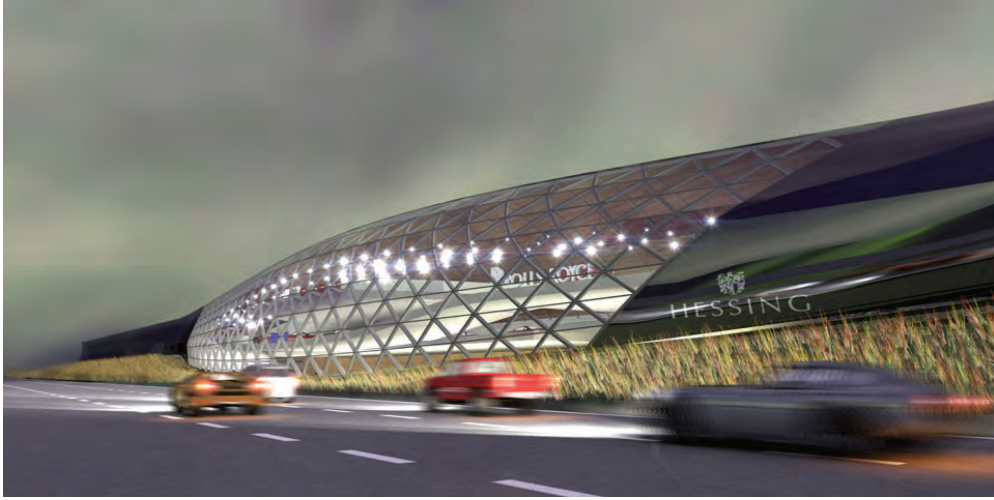


Şekil 3. Ağaç Strüktürü



Şekil 4. Yıldırım

Günümüze yaklaştığımızda ise, Güney Amerikada'ki bir kelebeğin kanat çırpmasının Orta Asya'da bir fırtınaya yol açabileceği kuramı bambaşka çevreleri tetiklemiştir. (Gleick,1987) Böylelikle bu durum; “Kaos Teorisi”ni ortaya çıkarmış; tüm yaşantımızı, teknolojiyi, farklı alanlardaki bilimsel çalışmaları etkilemiştir. (Mandelbrot, 1982) Mimarlık alanında ise; olasılıkların ve alternatiflerin farklı geometrik kurgular ile değerlendirilebileceği ortaya çıkmıştır. Teknolojide olan bu gelişmelerle, farklı biçim tabanlı yaklaşımların gerçek hayatta da oluşturulabileceğini görmüş ve yeni uygulamalar kapsamında yakın geçmişimizde önemli mimari izler oluşturmuştur. Hollanda, Utrecht'de yer alan Oosterhuis'e ait Hessing Cockpit, Bilbao'da Gehry'nin tasarladığı Guggenheim Müzesi, Hadid'in Peak Klüp Binası vb. gibi örnekler bu yaklaşımlar arasında sayılabilirler. Sonuçta, endüstri devrimi ile başlayan “Seri Üretim” mantığının yerini; bilişim devrimi sonrası “Kitlesele Bireyselleştirme” mantığına terkettiğini hep birlikte yaşamakta ve izlemekteyiz. (Şekil 5).



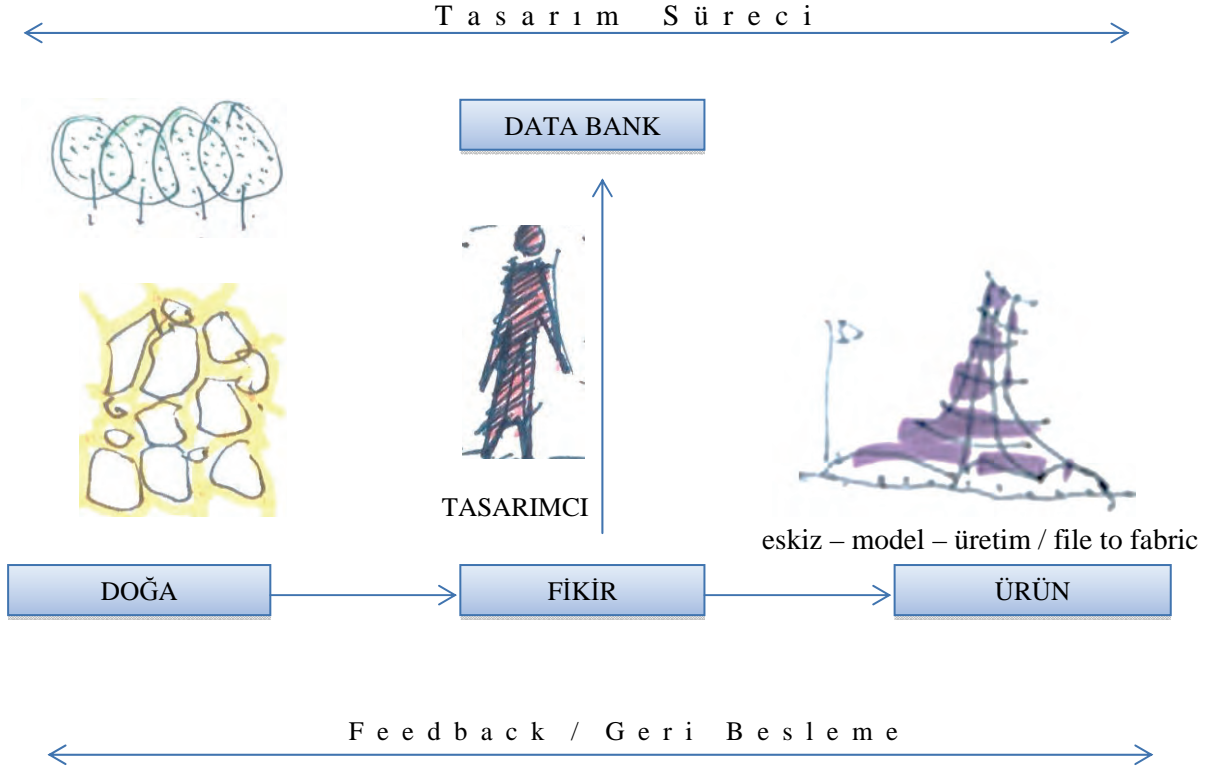
Şekil 5. Hessing Cockpit, Utrecht (<http://www.eikongraphia.com/?p=41>)

### 3. Mimari Tasarım – Teknoloji - Eğitim

Günümüze yansıyan teknolojik değişimler sonucunda; tasarım stüdyosu eğitimi de mimarlık eğitim kurumlarında farklılaşmaya başlamış ve yeni teknolojilerin potansiyeli çeşitli yaklaşımlarla değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu çalışmanın kapsamı tasarım stüdyosu alanında; doğada var olan çeşitli dokuların - örüntülerin mimari tasarım sürecinde yaratıcı bir unsur olarak değerlendirilmesini içerir. Bilindiği gibi; doğa, çeşitli kurgusal kompozisyonları ile tarihi süreçte tasarımcılara her zaman yol gösterici, ilham verici olmuştur. Bu bağlamda tasarım sürecinde kullanılan yeni teknolojiler ile doğa arasında bir ilişki kurularak yaratıcılığı desteklemek amaçlanmaktadır.

Çalışma sürecinde, doğaya ait çeşitli yapılar, tasarım sürecinde “eskiz- doğaçlama” kavramları doğrultusunda incelenecektir. Böylelikle, çevremizdeki doğal uyaranların biz tasarımcıları nasıl etkilediği, nerelere götürdüğü gibi sorulara yanıtlar aranmıştır.

Tasarım süreci aşağıdaki grafikte izlendiği karmaşık ve geri dönüşlü bir yapıya sahiptir. Bu kapsamda geliştirilen tasarım sürecinin en sonunda elde edilen 3 boyutlu ürün bir eskiz ürünü olarak değerlendirilmiştir. Bu kurgu başa dönerek sürekli bir şekilde denemeye açıktır. (Şekil 6 )



Şekil 6. Tasarım Süreci

Yöntem olarak ise incelenen doğal dokuların bilgisayar ortamında modellenmesi ve hızlı prototipleme araçları ile üretilmesi öngörülmektedir. Söz konusu çalışmada yeni teknolojilerin bir eskiz aracı olarak kullanılması hedeflenerek; yaratıcı düşünceye ve yaklaşımlara katkısı ürünler kapsamında tartışılacaktır. Ülkemizdeki mimarlık bölümlerinde çeşitli – birbirinden farklı tasarım stüdyosu yaklaşımları bulunmaktadır. Çalışmada ayrıca tasarım stüdyosunun yeni ve teknolojik donanımlar ile motive edilmesi hedeflerden biridir. Tasarım sürecinde yeni teknolojilerin kullanılması zamandan ve iş gücünden tasarruf sağlarken diğer taraftan da yeni önerilerin geliştirilmesinde bir çok seçenek üretme fırsatını da sunar. Hızlı ve birçok potansiyel önerinin geliştirilmesi ise asıl tasarımın seçiminde önemli bir rol oynar, tasarımcıya zaman kazandırır.

#### 4. Ön Tasarım Süreci – Teknolojik 3B Eskizler

Çalışma kapsamında tasarım sürecinde önemi tartışılmaz olan “eskiz yapma eylemi”, üç boyutlu “eskiz” yapmak olarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Tasarımcılar, eskiz kavramı ve ön tasarım süreci ile görüşlerini her dönemde belirtmişlerdir. Rönesans döneminde eskiz yapmanın karşılığı “*pensieri*” yani “*düşünceler*” anlamını taşımaktadır. Aynı zamanda “*çizerek düşünmek*” ifadesi ile de örtüşen eskiz çalışmaları temel olarak:

1. Gezi notları ve tasarıma hazırlık aşamasında yapılan izlenim eskizleri, var olanı resmetme betimleme vb.,

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

2. Henüz olmayanı tasarlama; tasarım sürecinde düşüncenin görselleştirilmesi amacına yönelik, bir ana fikri veya kavramı anlatan eskizler olarak iki ayrı grupta yer alırlar. (İnceoğlu,1995)

Birinci grup eskizler yapılış teknikleri, ele alınışları ve sonuç ürün yönünden resme daha yakındır. İkinci grup eskizler ise tasarım çalışmalarının bir parçası, düşüncenin görselleştirilmesi, görsel taslakları veya öncüleridir. Görsel bir anlatım olmak dışında resim sanatına bir yakınlıkları yoktur. Bu iki grup eskizin birbirine yakınlığı ve birlikte incelenmelerinin nedeni, her ikisinin de öğrenme, bilme, algılama süreci sonucu grafik bir anlatım olarak ortaya çıkmaları ve teknik çizimler veya resim gibi sanatçının kendine dönük bir iletişim aracı olmalarıdır. (İnceoğlu,1995)

Çalışma süreci, teknolojinin sunduğu üç boyutlu hızlı prototipleme makinelerinin mimari tasarımda bir eskiz aracı olarak kullanılmasını kapsayarak, sadece iki boyutlu olan klasik eskizlerden ayrılıp, üçüncü boyutun kullanılmasını da içerir. Süreç, öncelikle mevcut doğada yer alan çeşitli dokuların fotoğraflarının çekilmesi ile başlamıştır. Çekilen çeşitli dokular yapılan bir ön eleme ile ayıklanmış, mimari dokuları çağrıştıran-hatırlatan dokular çalışma sürecinde tercih edilmiştir. (Şekil 7)



Şekil 7. Üzerlerinde çalışılması amaçlı çekilen çeşitli doğa fotoğrafları

Seçilen ağaç dallarının mimari kurgularda hatırlattığı kentsel doku ya da detay olarak bakıldığında güneş kontrol elemanı ya da taşıyıcı strüktür benzerliği ilgi çekici bulunmuş ve süreçte tercih sebebi olmuştur. Böylelikle seçilen dokular çeşitli üç boyutlu yazılımlar ile modellenerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Ancak görseller modellenmeden önce Photo-Shop ortamında tam kontrast olarak siyah/beyaz olarak değerlendirilmiştir. (Şekil 8).

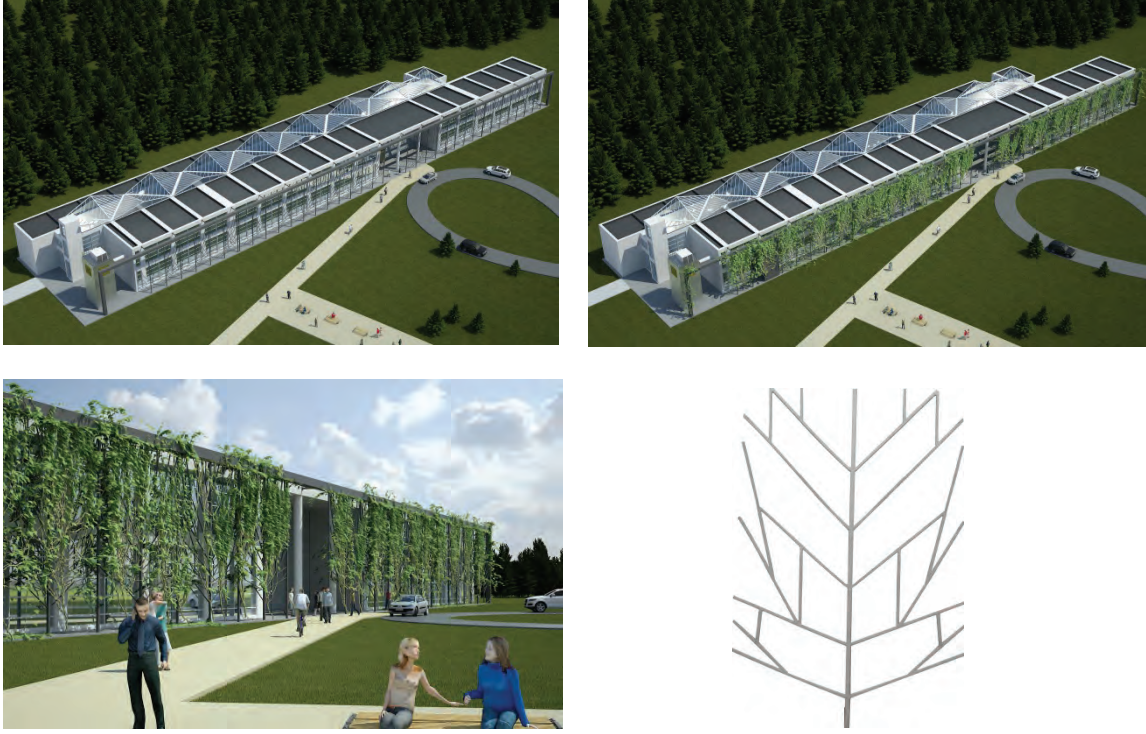


Şekil 8. Seçilen ağaç fotoğrafı, renkli ve siyah beyaz çalışma

Elde edilen üç boyutlu modeller, Projet 160 ve Cube adlı hızlı prototipleme makinelerinde üretilmiştir. Farklı iki üretim biçimi aşağıdaki sonuçları vermiştir. (Şekil 9)



Şekil 9. Geliştirilen ağaç modeli ve detaylardaki çevrimsel süreklilik



Şekil 10. U.Ü., Müzik Eğitimi Ana Bilim Dalı Binası için geliştirilen güneş kontrol elemanları ve prototip tasarımı (Tasarım: Özgür Ediz).

Sonuçta elde edilmek istenen ürün parametrik bir kurguya da sahip olan bir güneş kontrol elemanı olarak U.Ü. Müzik Eğitimi Ana Bilim Dalı Binası üzerinde test edilmiştir. Elde edilen model, bir bitki duvarı gibi çalışarak batı cephesine etki edecek sert ışığı kontrol etmek amacıyla geliştirilmiştir. Kışın yapraklarını döken bir bitki ile sarılan strüktür, yazın yaprakları ile güneşi içeriye almaz ve mimarinin bir parçası olarak süreklilik ve değişkenlik gösterir. (Şekil, 10)

Tasarımda kullanılan ağaç kurgusu mevcut ağaç algoritmaları dikkate alınarak geliştirilmiştir. Halen çalışma kapsamında üç boyutlu prototip makineleri ile test sürdürülmektedir. Yukarıda, başlangıç biçimi ve yan-yana geliş kuralları ile kurgunun nasıl gerçekleştiği çeşitli modeller üzerinden anlatılmaktadır. (Şekil,10)

Çalışma kapsamında ele alınan doğa oluşum örnekleri arasında yeryüzü kabuğundaki çatlaklar da yer almaktadır. Aşağıdaki şekilde elde edilen fotoğraf ile geliştirilen üç boyutlu model çalışması görülmektedir. (Şekil, 11)

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 11. Yeryüzü kırılmaları ve mimari örüntü (U.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü öğrenci çalışması)

## 5. Sonuç

Günümüzde mimari tasarım süreci belirleyici “kapalı bir süreç” olmaktan çıkmış ve sürekli gelişen, devinen, kısmi kuralları, ölçütleri olan, önceden tahmin edilemeyen “olasılıklara açık bir süreç”e dönüşmüştür (Ediz, Kırılı, 2012). Bu kapsamda doğa mimari tasarım sürecinin öngörülemez olması gibi kendi iç dinamikleri ile bir model olarak potansiyel bir kaynak niteliğindedir. Tasarım sürecinde imgelem olarak karşımıza çıkan doğadaki örüntüler; sezgilerimiz ve kayıtlı verilerimiz ile çeşitli hiyerarşik parametreler kullanılarak gelişirler. Susanne Langer’in söylediği gibi tasarım, “imgelemin ve duygunun biçimlerini bize bir bütün olarak verir; benzer bir deyişle sezginin kendisini durulaştırır ve örgütler” (Langer,1953). Burada bahsedilen duygu doğa ile insan arasındaki etkileşim ile ortaya çıkan çeşitli esinlenmelerdir.

Tasarım sürecine farklı ve dinamik bir bakış getiren teknoloji, çalışma kapsamında üç boyutlu hızlı prototipleme makineleri üzerinden ele alınmıştır. “*File to fabric*” kavramının oluşmasına sebep olan teknolojiye bu gelişme, eğitim kapsamında mimari tasarım stüdyosunu da etkilemiştir. Çalışma sonucunda elde edilen ürünler, dokunulabilir modeller oldukları için katılımcıları tüm algılarının katılımı ile pozitif yönde etkilemiştir. Katılımcılar, çektikleri doğa fotoğraflarından üretilen modellere kadar olan süreçte sayısal teknolojilerin farklı düzeylerini kullanmayı öğrenmişler, sürecin bir resimden - bir ürüne dönüşümüne tanık olmuşlardır.

Çalışma, mimari tasarım sürecinin yeni teknolojiler ile bütünleşerek, mimari tasarım sürecindeki yaratıcılık, ufuk açma, farklı bakabilme gibi kavramların potansiyellerini tartışmak üzere bir yüksek lisans çalışması olarak halen sürdürülmektedir.

## KAYNAKLAR

BOVILL, C., 1996, *Fractal Geometry in Architecture and Design*, Birkhauser , Boston

EDİZ, Ö. KIRLI, G. 2012. Mikro Ölçekteki Kurguların Mimari Tasarımda Yaratıcı Modeller Olarak Kullanılması. Mimarlıkta Sayısal Tasarım 2012 Ulusal Sempozyumu.15-27.

ERTÜRK, Z., “Mimaride Yaratıcılık”, *Yapı*, Sayı:74, pp.25-28, 1987.

GLEICK, J., 1987, *Chaos:Making a New Science*, Penguin, New York.

İNCEOĞLU, N., GÜRER, T., ÇİL, E., *Düşünme ve Anlatım Aracı Olarak Eskizler*, Helikon Yayınları İstanbul,1995.

JENCKS, C., 1987, *Post-Modernism, The New Classicism in Art and Architecture*, Rizzoli, NY and Academy, London.

LANGER, K. S. (1953). *Feeling and Form: A theory of art*. Charles Scribner's Sons, New York

MANDELBROT, B., 1982, *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman and Company, New York.

YANEGA, D., 1996, Sex Ratio and sex Allocation in Sweat Bees, *J.Kansas Entomolgy Soc.* 69, 95-115.

### Elektronik kaynaklar:

#### Şekil 1

<http://image.baidu.com/i?tn=baiduimage&ct=201326592&lm=-1&cl=2&nc=1&word=%E5%8C%97%E4%BA%AC%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E6%B8%B8%E6%B3%B3%E9%A6%86&ie=utf-8&ie=utf-8>

[http://baike.baidu.com/link?url=xLOK0USe8SfOnKIx59e9ujKBp5DUPRBzEJoLuBJuUtOY3JnbIQn2N8ZqWa8o\\_PJF](http://baike.baidu.com/link?url=xLOK0USe8SfOnKIx59e9ujKBp5DUPRBzEJoLuBJuUtOY3JnbIQn2N8ZqWa8o_PJF)

#### Şekil 2

[http://image.baidu.com/i?tn=baiduimage&ipn=r&ct=201326592&cl=2&lm=-1&st=-1&sf=1&fmq=1389861203899\\_R&pv=&ic=0&nc=1&z=&se=1&showtab=0&fb=0&width=&height=&face=0&istype=2&ie=utf-8&ala=7&ori\\_query=%E9%B8%9F%E5%B7%A2&fr=ala\\_spot&word=%E9%B8%9F%E5%B7%A2](http://image.baidu.com/i?tn=baiduimage&ipn=r&ct=201326592&cl=2&lm=-1&st=-1&sf=1&fmq=1389861203899_R&pv=&ic=0&nc=1&z=&se=1&showtab=0&fb=0&width=&height=&face=0&istype=2&ie=utf-8&ala=7&ori_query=%E9%B8%9F%E5%B7%A2&fr=ala_spot&word=%E9%B8%9F%E5%B7%A2)

[http://image.baidu.com/i?tn=baiduimage&ipn=r&ct=201326592&cl=2&lm=-1&st=-1&fm=result&fr=&sf=1&fmq=1194685584148\\_R&pv=&ic=0&nc=1&z=&se=1&showtab=0&fb=0&width=&height=&face=0&istype=2&ie=utf-8&word=%E9%B8%9F%E7%AA%9D](http://image.baidu.com/i?tn=baiduimage&ipn=r&ct=201326592&cl=2&lm=-1&st=-1&fm=result&fr=&sf=1&fmq=1194685584148_R&pv=&ic=0&nc=1&z=&se=1&showtab=0&fb=0&width=&height=&face=0&istype=2&ie=utf-8&word=%E9%B8%9F%E7%AA%9D)

#### Şekil 3

[https://www.google.com.tr/search?q=y%C4%B1d%C4%B1r%C4%B1m&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=\\_MeU5rYK4Ly7Abg04HYCQ&ved=0CAYQ\\_AUoAQ&biw=1366&bih=586#q=kuruba%C4%9Fa%C3%A7&tbm=isch&facrc=0%3Bkurumu%C5%9F%20a%C4%9Fa%C3%A7&imgcr=\\_](https://www.google.com.tr/search?q=y%C4%B1d%C4%B1r%C4%B1m&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=_MeU5rYK4Ly7Abg04HYCQ&ved=0CAYQ_AUoAQ&biw=1366&bih=586#q=kuruba%C4%9Fa%C3%A7&tbm=isch&facrc=0%3Bkurumu%C5%9F%20a%C4%9Fa%C3%A7&imgcr=_)

#### Şekil 4

[https://www.google.com.tr/search?q=y%C4%B1d%C4%B1r%C4%B1m&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=\\_M-eU5rYK4Ly7Abg04HYCQ&ved=0CAYQ\\_AUoAQ&biw=1366&bih=586](https://www.google.com.tr/search?q=y%C4%B1d%C4%B1r%C4%B1m&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=_M-eU5rYK4Ly7Abg04HYCQ&ved=0CAYQ_AUoAQ&biw=1366&bih=586)

#### Şekil 5

<http://www.eikongraphia.com/?p=41>

#### Şekil 11

[http://image.baidu.com/i?tn=baiduimage&ipn=r&ct=201326592&cl=2&lm=-1&st=-1&fm=result&fr=&sf=1&fmq=1150439508769\\_R&pv=&ic=0&nc=1&z=&se=1&showtab=0&fb=0&width=&height=&face=0&istype=2&ie=utf8&word=%E5%90%90%E9%B2%81%E7%95%AA%E7%81%AB%E7%84%B0%E5%B1%B1%E8%8D%92%E5%9C%B0](http://image.baidu.com/i?tn=baiduimage&ipn=r&ct=201326592&cl=2&lm=-1&st=-1&fm=result&fr=&sf=1&fmq=1150439508769_R&pv=&ic=0&nc=1&z=&se=1&showtab=0&fb=0&width=&height=&face=0&istype=2&ie=utf8&word=%E5%90%90%E9%B2%81%E7%95%AA%E7%81%AB%E7%84%B0%E5%B1%B1%E8%8D%92%E5%9C%B0)





## Facilitating Computational Thinking Through Pattern Generation

Birgül Çolakoglu<sup>1</sup>, Eysa Atawula<sup>2</sup>, Lina Alkhodari<sup>3</sup>

### Özet

*Computation in all scientific and design fields made radical implications in the ways of reasoning. It caused the most radical shift of mental processes since modernism that require a new epistemological approach. With “Computational design” we are not any more talking about conventional design aided with computers but a completely new way to perform design activities, from research to evaluation, communication and education. This affirms that computational design is a new culture of design activity. The study presented in this paper summarizes the first part of educational model which aim was to elaborate integration of this new culture of design activity into architecture curricula. The educational model includes two graduate course work(s): introduction to computational design thinking and computational design making conducted in consequent semesters.*

Key words: computational thinking, parametrical thinking, shape grammar, pattern generation.

### 1. Introduction to Computational Thinking/Making by Utilizing Shape Grammars

A new movement called “Computational thinking” emphasize that computing is much broader than programming. In 1950s, 1960s the term has been known as “algorithmic thinking”. Computational thinking consists of some very basic problem solving skills such as the ability to think logically, algorithmically, and innovatively. However, today the term has been expanded to describe a set of thinking patterns such as understanding problems with appropriate representation, reasoning at multiple levels of abstraction, and developing automated solutions.

This movement brought revolution in the making that has began in 1930s and developed in three stages: tools 1940s, methods 1980s and processes 2000s. Today computational concepts are embedded into everyday thinking in many fields. Science and engineering fields embraced this new movement and adapted their thinking and making processes accordingly long before the design fields. The term “computational engineering/science” referred to the search for new discoveries using computation as the main method. Following the same steps the term computational design referred to the search for new design making using computation as the main method. One of the first attempts of using computational approach in art and architecture started with work of George Stiny and James Gips on “Shape Grammar”.

Shape grammar is described at two levels: computation theory and visual/ spatial thinking. Firstly, it is a computation theory with developed formalism (rule based system) that represents spatial/visual thinking. It can be used as an analysis tool, for decomposition of complex shapes and as a synthesis tool, for generating complicated forms starting from a simple shape.

At the second level, shape grammar is interpreted as visual design grammar. It is utilized to represent spatial thinking. In this context shape grammar as pointed by Ozkar “represents the philosophy of

<sup>1</sup> bigi\_c3@yahoo.com, YTU Mimarlık Fakültesi

<sup>2</sup> eysa1989@gmail.com, YTU YTU Mimarlık Fakültesi

<sup>3</sup> Lina.alkhodari@gmail.com, YTU Mimarlık Fakültesi

looking at the world that is not through learnt or imposed decompositions, but through those that have a practical meaning at that point in time.” The shape grammar way of computing with shapes, makes designer aware of computational design thinking processes inherent in his/her design processes.

## 2. Course 1\_ Introduction to Computational Design Thinking

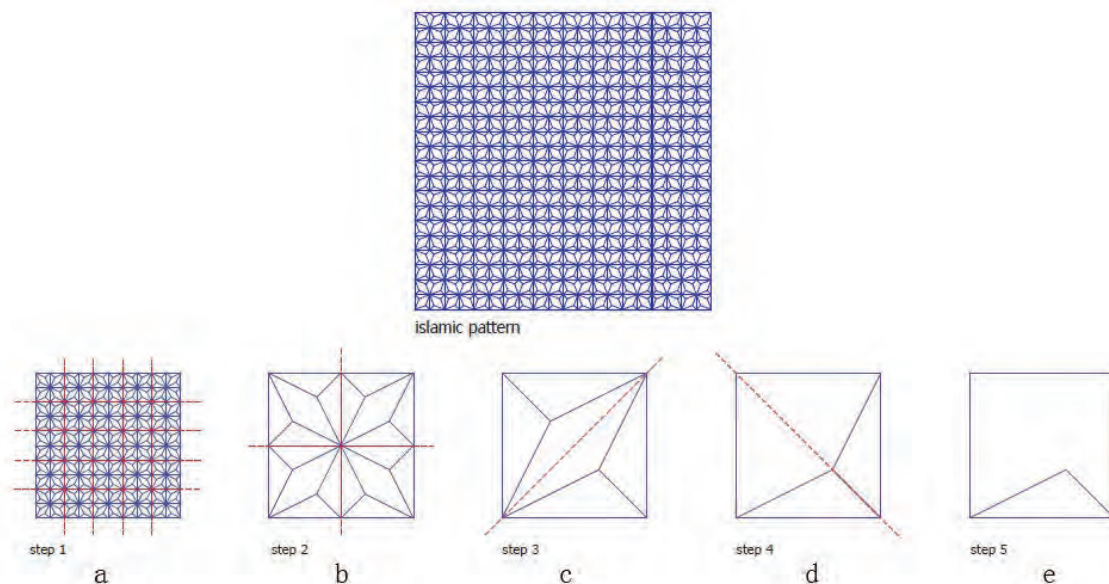
The aim of the first course conducted in above given frame work has been to establish intellectual foundations for a design culture based on computational thinking/making. Here shape grammar identified as visual design grammar is utilized as tool for teaching the concepts of computational logic and making to architecture students. The course is structured around three assignments; 1- shape grammar analyses of patterns; 2- parametric definition of pattern rules and their decoding; 3- implementing patterns on 3D surface. In this paper two students studies will be illustrated. In the first study the student chose an existing Islamic pattern, in the second, study the student created her own pattern for analyses and parametric definition.

### 2.1. Computational Analysis And Construction Of The First Geometrical Pattern

The first assignment consists of design analyses of 2D pattern. Here two such analyses are illustrated. First, the students are introduced with shape grammar way of computing with shapes. Then, they are asked to choose an existing shape composition-pattern or to draw their own pattern for computational analyses. The emphasize is given on shape grammar way of seeing and counting with shapes. The aim of this assignment was to introduce design students with algorithmic-computational design thinking through visual shape calculations.

This study represents Islamic Pattern analyses illustrated in (figure 1). The analysis consists of three stages:

*In Stage 1*, the original motif is decomposed in five steps until the smallest unit is found. (figure 1)



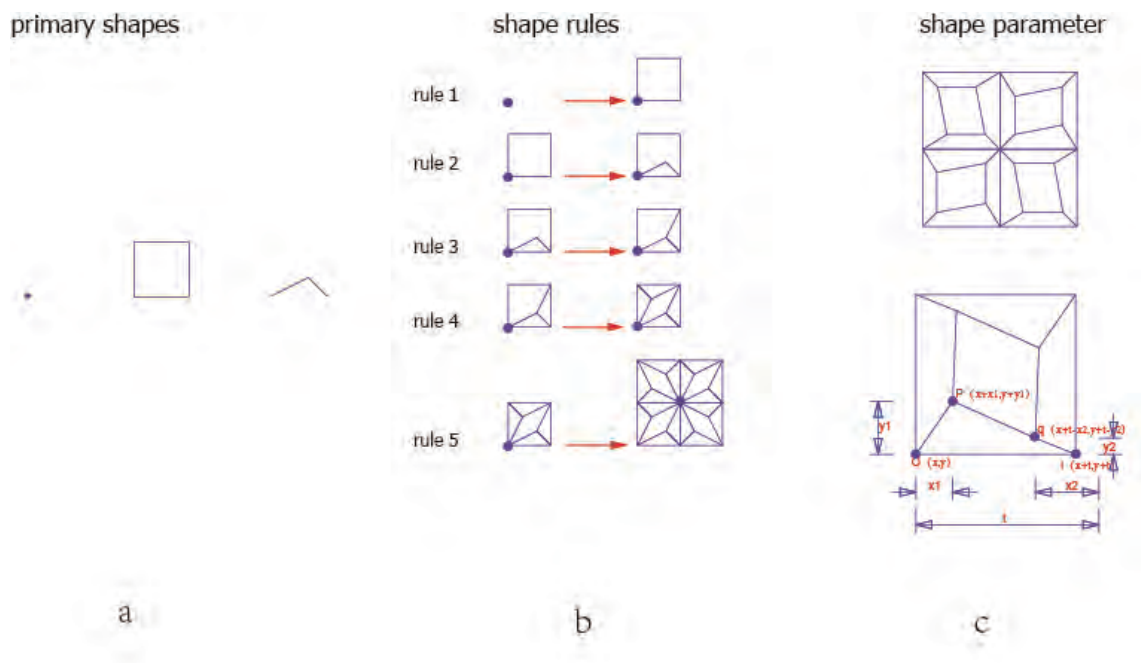
**Figure 1:** Pattern De-composition

In step one, the pattern visually analyzed and its repetitive structure is defined through grid shown in (figure 1- a). In the second step the repeated module in the pattern is illustrated. Here, the repeating

module is divided in to four even smaller units. The modules are generated by three times rotation at 90° of any unit. In step three, the unit is divided into two parts, lower half and upper half which is symmetric by the axis showed in the (figure 1-c). In step four, the lower part of the shape is divide into two triangles which is also symmetric by the axis shown in the (figure 1-d). The result is the basic element of this pattern (the triangle) shown in the (figure 1-e).

The second assignment consists of encoding the shape rules in computational environment. Here, Python scripting environment run under Rhino is chosen for encoding the shape rules. The aim of this assignment was to make shift in student’s mental process from visual-drawn to symbolic mathematical definition of the pattern.

In stage 2, first, basic shapes are defined as illustrated in (figure 2-a). Then, five shape rules are defined as shown in (figure 2-b), and then five parameters ( $x1, x2, t, x2, y2$ ) are defined as shown in (figure 2-c) to construct algorithmic definition of the pattern.



**Figure 2:** Parametric rule schema

Rule one: draws a square with a length of  $t$  at the defined point  $O(x, y)$ .

Rule two: draws a triangle in the square. Three points of the triangle are point  $O(x, y)$ , point  $p(x+x1, y+y1)$  and point  $q(x+t-x2, y+t-y2)$ . ( $0 < \{x1, y1, x2, y2\} < t$ ). then point  $q(x+t-x2, y+t-y2)$  connected with point  $l(x+t, y+t)$ .

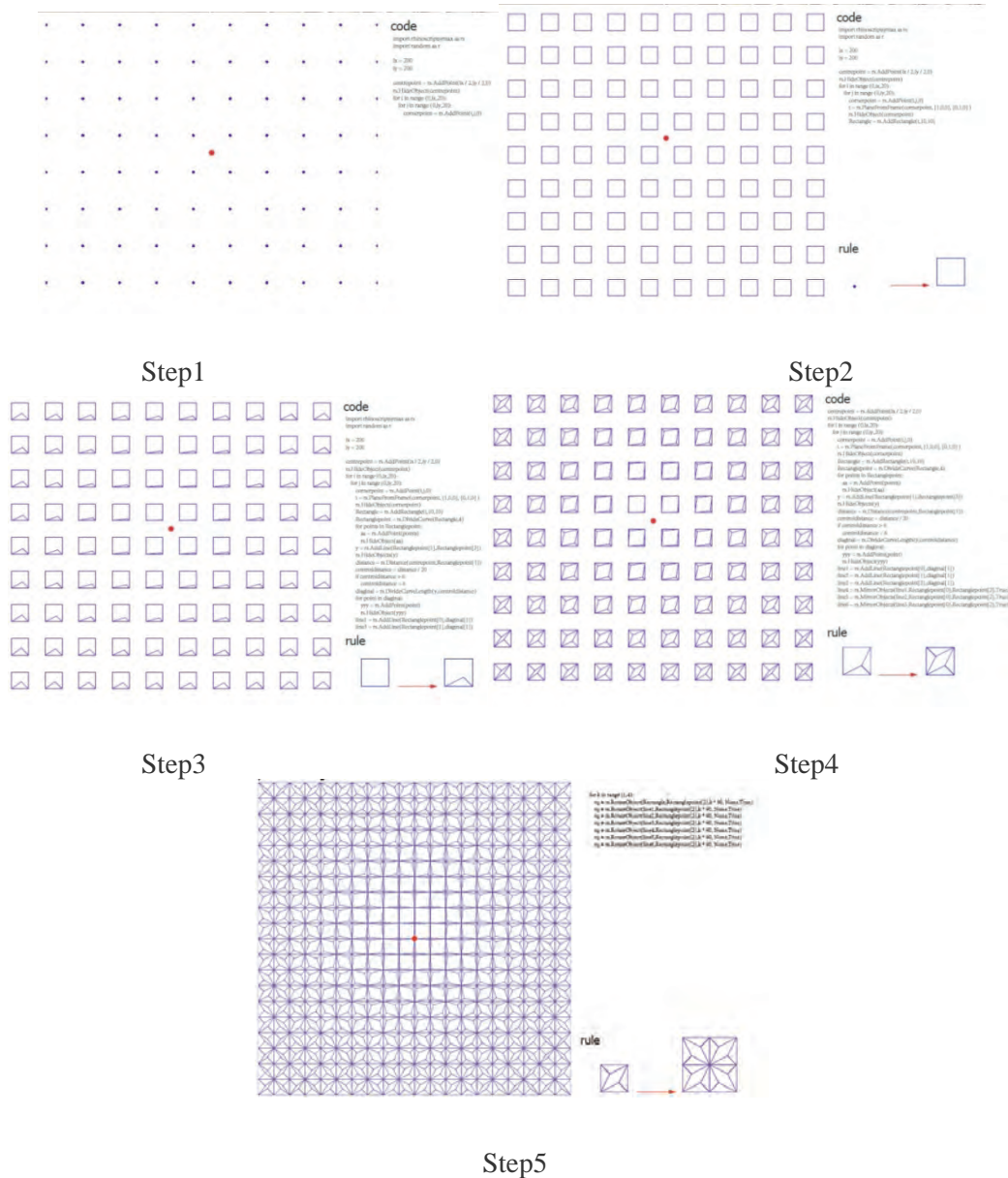
Rule three: the shape created by rule 2 is mirrored by the diagonal axis of the square. By this process, the lower half part of the unit is build.

Rule four: mirrors the shape generated by rule 3 by the other axis of the square. After this step the smallest unit is generated.

Rule five: the unit is rotated three times at 90° from the point  $O(x,y)$ . This step generates the repeating unit of the pattern.

In step 3, scripting language python run under Rhino is used to code the parametric rules. The parametric rule schema is transformed into pattern generation algorithm in computer language. In (figure 3), the point is used as attractor point to calculate parameters of the pattern.

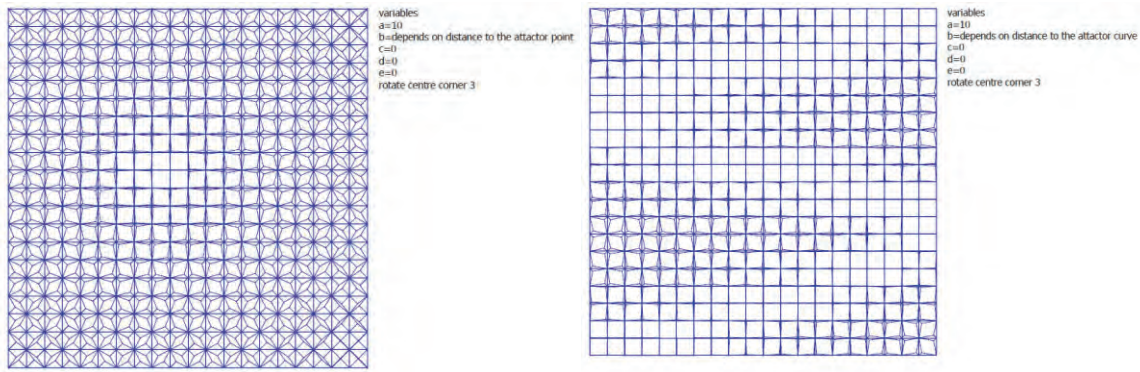
## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



**Figure 3:** Encoding shape rules in rhino script

In the first step the point grid is generated. Then a square with the size of ( $t$ ) is drawn starting from the point grid. In step three the parameter of the triangle is calculated according to the distance from the center of each square to the attractor point. Then other shape rules are followed to generate the pattern.

Stage 4, illustrates new patterns generated by applying different parameters to the variables defined in the script.



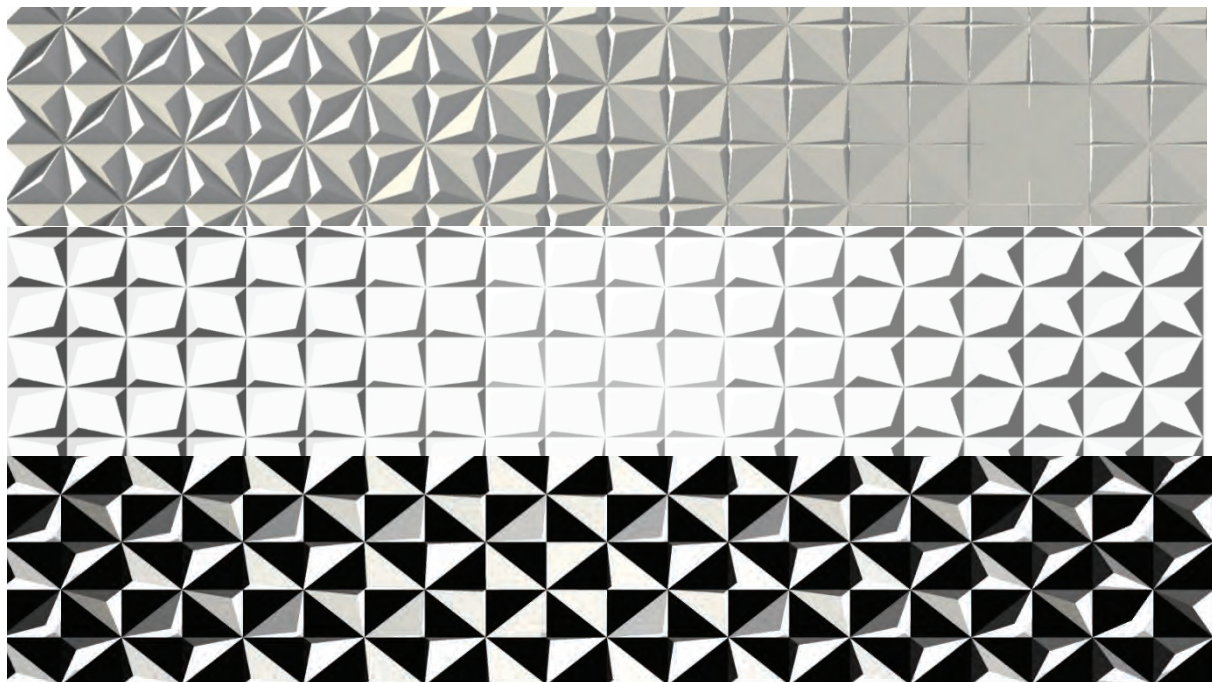
**Figure 4:** New pattern generations

In this process, different methods are used to define the variables of the shape, such as one point attractor, two point attractor, or curve attractor. With different values of the variables, variations of the original motif are produced.

For the second analyses the student draw her own pattern in her own way and then analyzed it in shape grammar way of seeing.

The third assignment, asked student to utilize 2D pattern generation algorithms on 3D surface as cladding.

In the first step, the(z) coordinate of the points of the triangle is changed in the pattern generation algorithm. In the same way, the scripting language is used to generate the three dimensional surface. (figure 5) shows some of the surface generated by this algorithm.

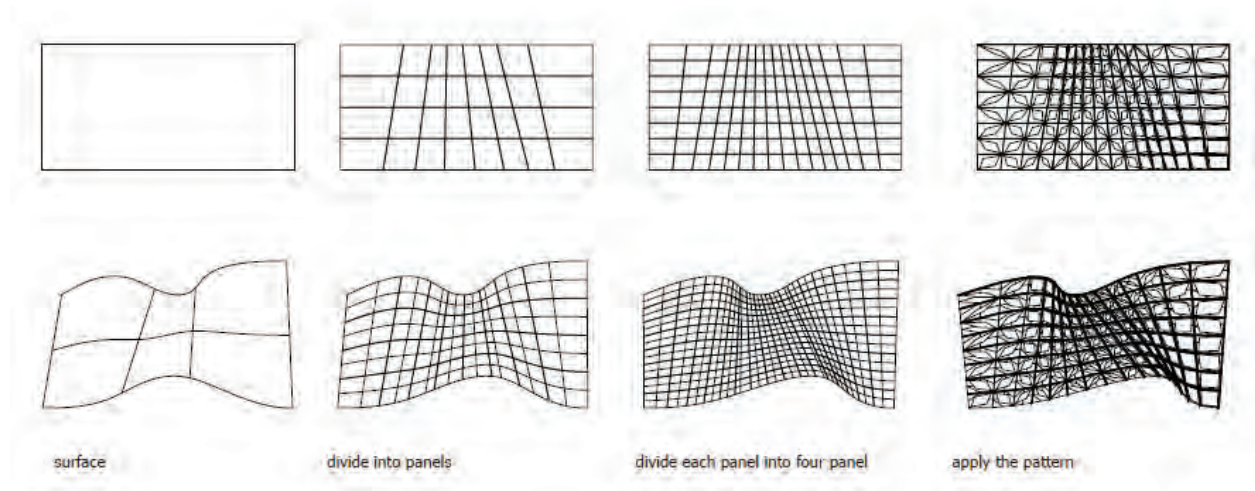


**Figure 5:** Three dimensional pattern generation

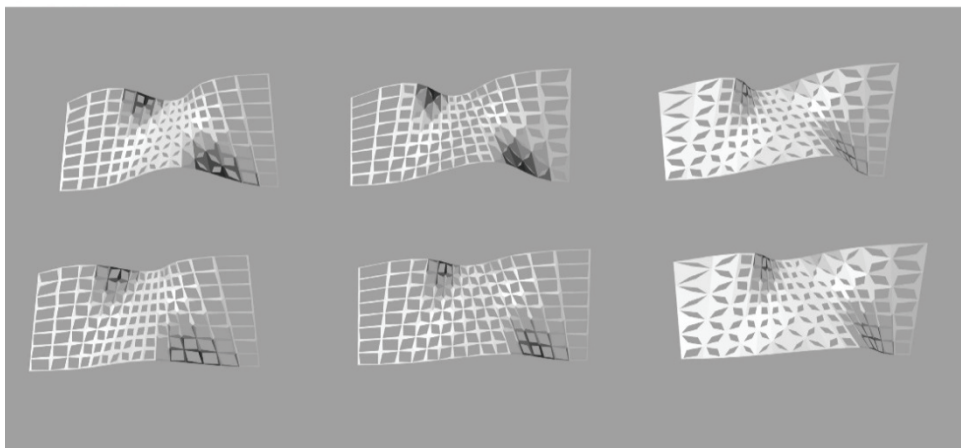
In the second step the same algorithm is used as a façade cladding method for a three dimensional surface. Grasshopper is used as a designing tool to apply algorithm to the surface to generate three dimensional patterns. The angle between sun light and surface normal is the determining factor of the pattern variation.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Figure 6 shows the process of application of the pattern on the surface. First, three dimensional surface is generated in rhino environment as shown in (figure 6 and 7). Then, the surface is divided into small rectangular pieces by some distance parameter, these pieces corresponds to the modules in the pattern generation rule. Then, each small surface is divided to four equal surfaces which correspond to the square in shape rule. After that, the same algorithm is used to apply the pattern on the surface. The parameters are defined by the sun angle of the surface normal. Grasshopper definition of surface and some variations of the pattern generated according to different sun angle are shown in (figure 7 and 8). After the façade pattern is decided, the physical model is made. As illustrated in (figure 9 and 10).



**Figure 6:** Application of patterns for surface cladding



**Figure 7:** Some pattern variations according to different sun angle.

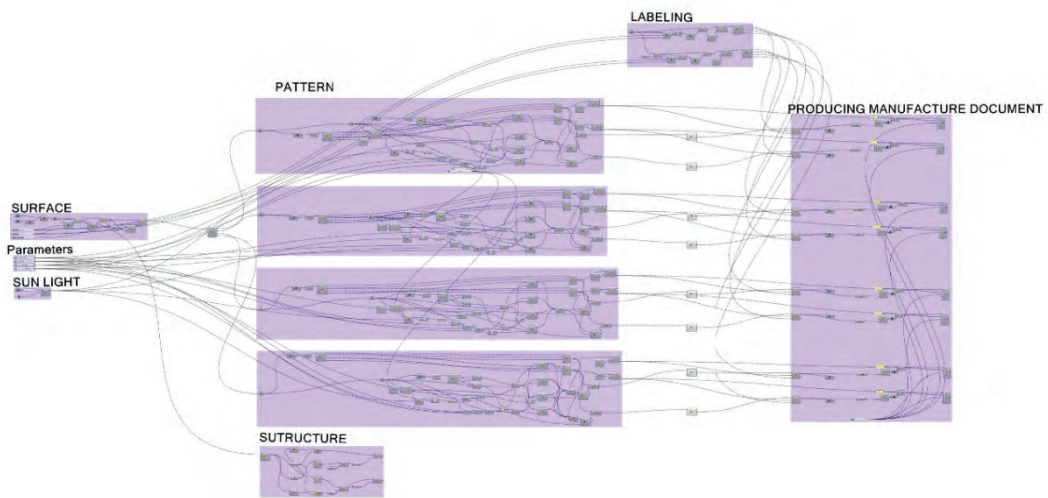
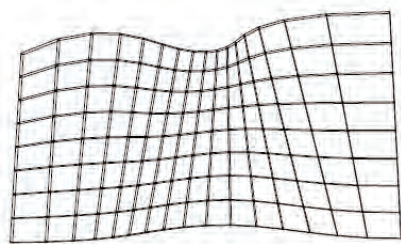
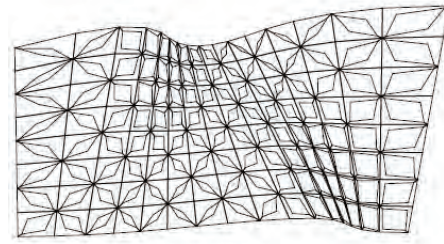


Figure 8: Grasshopper definition



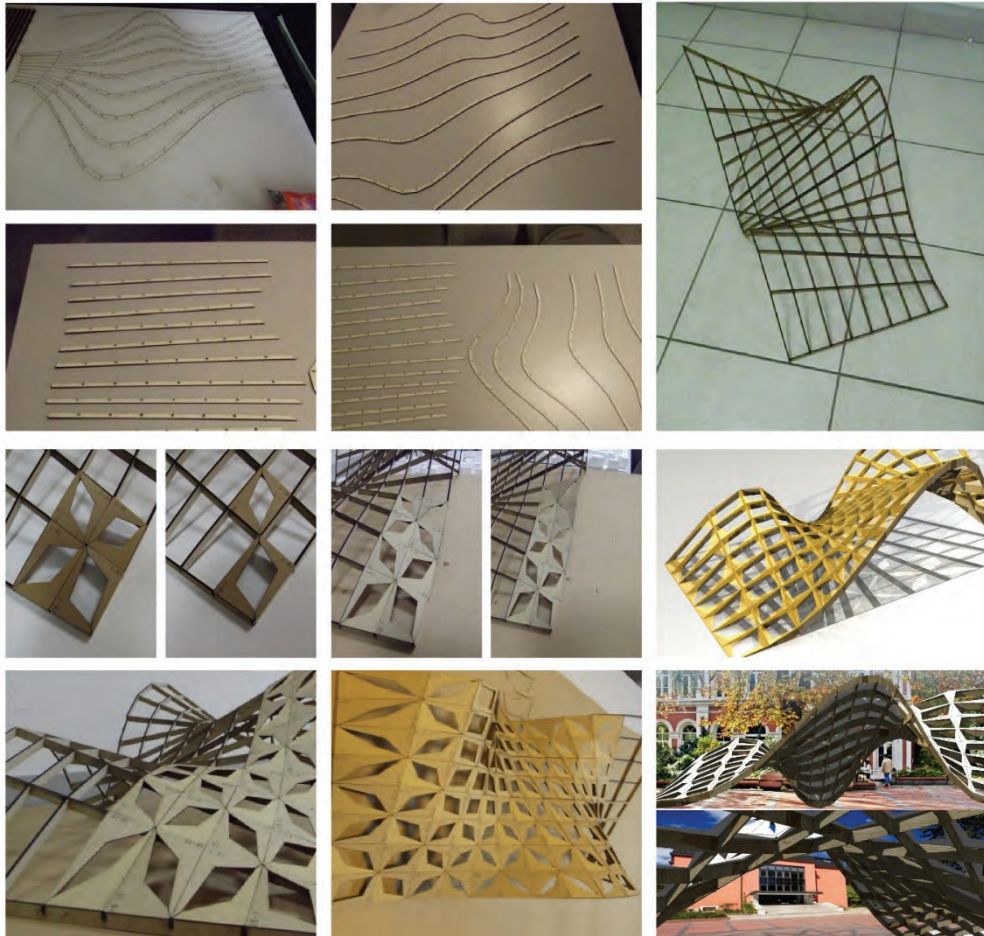
sutstructure



panel



Figure 9: Chosen pattern for surface cladding



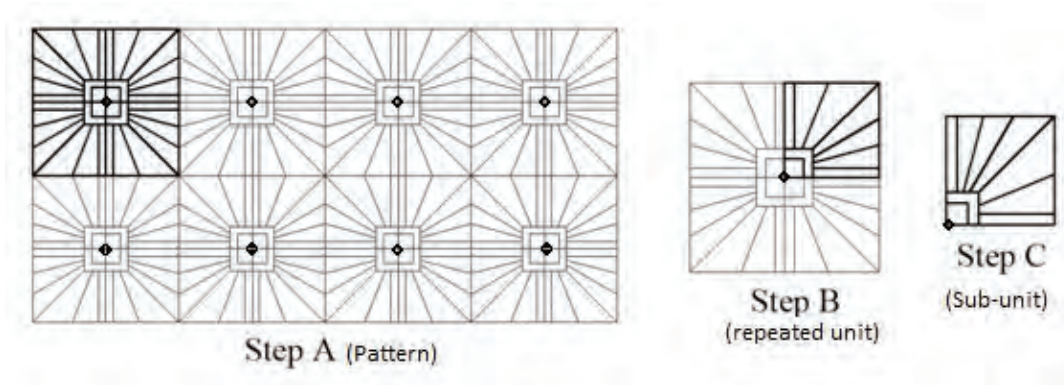
**Figure 10:** Application of patterns for surface cladding

## 2.2. Computational Analysis and Construction Of The Second Geometrical Pattern

Geometrical Patterns are analyzed using computational method of shape grammar in four stages: Stage 1, Pattern analysis; Stage 2, definition of shape grammar rules, Stage 3, mathematical analysis and encoding shape rules, stage 4, generating variations from the original pattern.

Stage 1: In order to computationally generate the pattern shown in (figure 11- step A), we need to visually decompose it into a repeated unit; This repeated unit is decomposed again into four sub-units as shown in (figure 11,step B). The origin point of the repeated unit is the center point of the repeated unit as shown in (figure11, step B), then the repeated unit can be generated by reflecting the sub-unit on the y-axis then reflecting both of them on the x-axis to generate the repeated units. Therefore the next stage will describe shape grammar rules which generate the sub-unit utilizing mathematical relations based on the center point. In the next three stages.





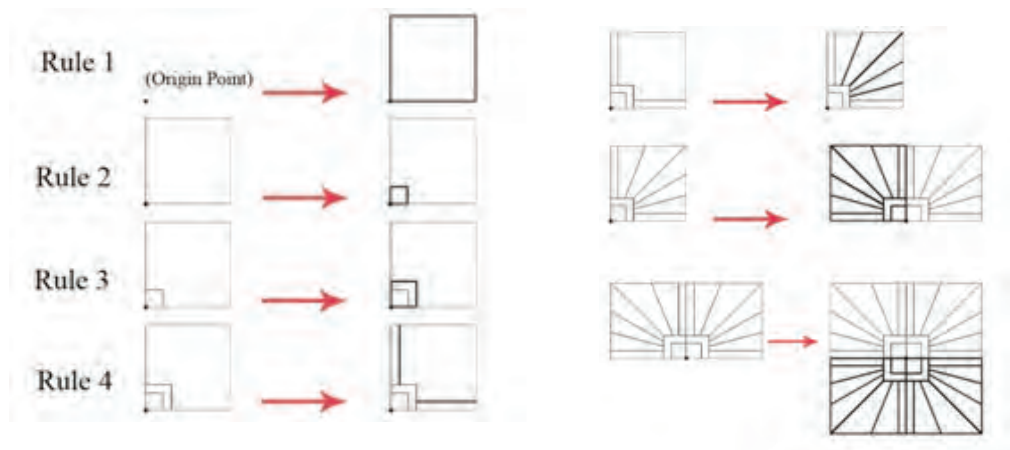
**Figure 11:** Pattern Analysis

Stage 2: The basic shape grammar rules which formulate the repeated unit of the pattern are defined into seven rules:

- Rule 1: draws a square on a defined point (center point).
- Rule 2: draws the small inner square.
- Rule 3: draws the big inner square.
- Rule 4: draws a horizontal line and a vertical line.
- Rule 5: draws the diagonal lines with defined angels.
- Rule6: reflects the generated shape on the y-axis.
- Rule 7: reflects the generated shapes along on the x-axis.

These seven rules are shown in (figure 12- rules 1 to 7). Here, Python scripting environment run under Rhino is chosen for encoding the shape rules.

The next stage will describe the parametric schema of the rules.



**Figure12:** Shape Grammar Rules

Stage 3: In order to express the sub-unit parametrically, the x, y and z coordinates for each of the points P0-P13 needs to be found. To do that, suppose the following:

- The sub-unit is a square with a side length equal to a parameter ( $t$ ).
- The lower left corner point  $P0=[x, y, z]$  is the relational point of the sub-unit where all the other points are calculated according to it (see figure 13- step A).
- The coordinates of the helping point A shown in (figure 13-a) are fixed according to ( $t$ ), fixing the point will guarantee that the lines are met in the boarder of the sub-unit square with

### VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

the lines in the neighbor sub-unit. In this pattern, the coordinates of the point A are  $[(x+0.1t),(y+0.1t),z]$ .

Then the rules are calculated as follows:

Rule 1: P0 and P1 are the corners which were used to draw the square of the sub-unit, since the side length of the square is equal to  $(t)$ , the coordinates of the point P1 are calculated as follows:

- $P1=[(x+t), (y+t), z]$

Rule 2: The small inner square is defined by the points P0 and P2; the side length of this square is equal to  $(M \times t)$  where  $0.1t \leq M \leq N$ . Restricting  $(M)$  to be greater than or equal to  $(0.1t)$  guarantees the inner square will always include the imaginary point, while being less than or equal to  $(N)$  prevent the inner square from exceeding the large square (the sub-unit square). Therefore:

- $P2=[(x+Mt),(y+Mt),z]$ .

Rule 3: The same method implemented in Rule2 to create the small inner square can be used to create the big inner square which is defined by the points P0 and P3; the side length of this square is equal to  $(N \times t)$  where  $M \leq N \leq 1$  with  $(N)$  being always larger than  $(M)$  guarantees that the bigger square is always bigger than the small one, and with being less than 1 means that both of the inner squares will be inside the square of the sub-unit. Therefore:

- $P3=[(x+Nt),(y+Nt),z]$ .

Rule 4: Horizontal line is drawn between the points P4 and P13, while the vertical line is drawn between the points P8 and P9 as shown in (Figure 13- Step A). Following is how these points are calculated according to P0:

- $P4=[(x+Nt),(y+0.1t),z0]$
- $P13=[(x+t),(y+0.1t),z0]$
- $P8=[(x+0.1t),(y+Nt),z0]$
- $P9=[(x+0.1t),(y+t),z0]$

Rule 5: The coordinates of the points P5, P12, P6, P11, P3, P1, P7 and P10 are calculated according to P0 to draw the four diagonal lines. Following are the details of how P5 is calculated:

The x-value of the point P5 is equal to the x-value of the point P0 plus the side length of the big inner square which is  $(Nt)$ .

The y-value of the point P5 is equal to the y-value of the point P0 plus the y-value of the point A plus the distance between the points P4 and P5.

Referring to the appendix check the (Trigonometry triangle),  $\tan(R) = \text{opposite} / \text{adjacent}$ , so, multiplying  $\tan(R)$  by the adjacent will give the opposite. For the triangle (A, P4, P3), if  $\tan(\Theta1)$  is multiplied by  $(Nt-0.1t)$  it will give the length of the line between the points P4 and P5. Therefore:

- $P5=[(x+Nt),(y+0.1t+(\tan(\Theta1) \times (N-0.1)t)),z0]$

The same way is used to calculate the points P12, P6, P11, P3, P7 and P10, following are their coordination:

- $P6=[(x+Nt),(y+0.1t+(\tan(2 \times \Theta1) \times (N-0.1)t)),z0]$
- $P7=[(x+0.1t+(\tan(\Theta3) \times (N-0.1)t)),(y+Nt),z0]$

- $P10=((x+0.1t+(\tan(\Theta3)\times0.9t)),(y+t),z0)$
- $P11=((x+t),(y+0.1t+(\tan(2 \times\Theta1)\times0.9t)),z0)$
- $P12=((x+t),(y+0.1t+(\tan(\Theta1)\times0.9t)),z0)$

Note that: the selected values which were used in the code drawing the pattern shown in (figure14, step A) are as follow:  $\Theta1= 15^0$ ,  $\Theta2=23^0$ and  $\Theta3=22^0$ .

Rule 6: The sub-unit is reflected on the y-axis to generate the upper left sub-unit as shown in (figure 12- Rule6).

Rule 7: The upper sub-units are reflected on the x-axis to generate the lower sub-units as shown in (figure 12-Rule 7).

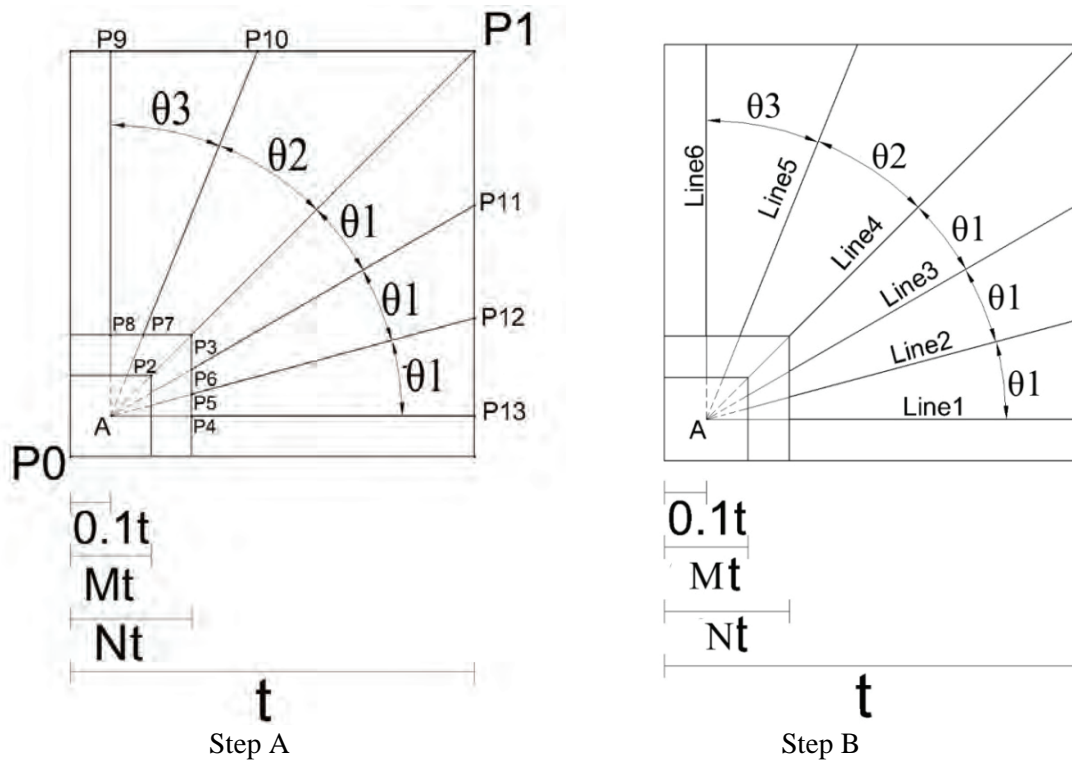
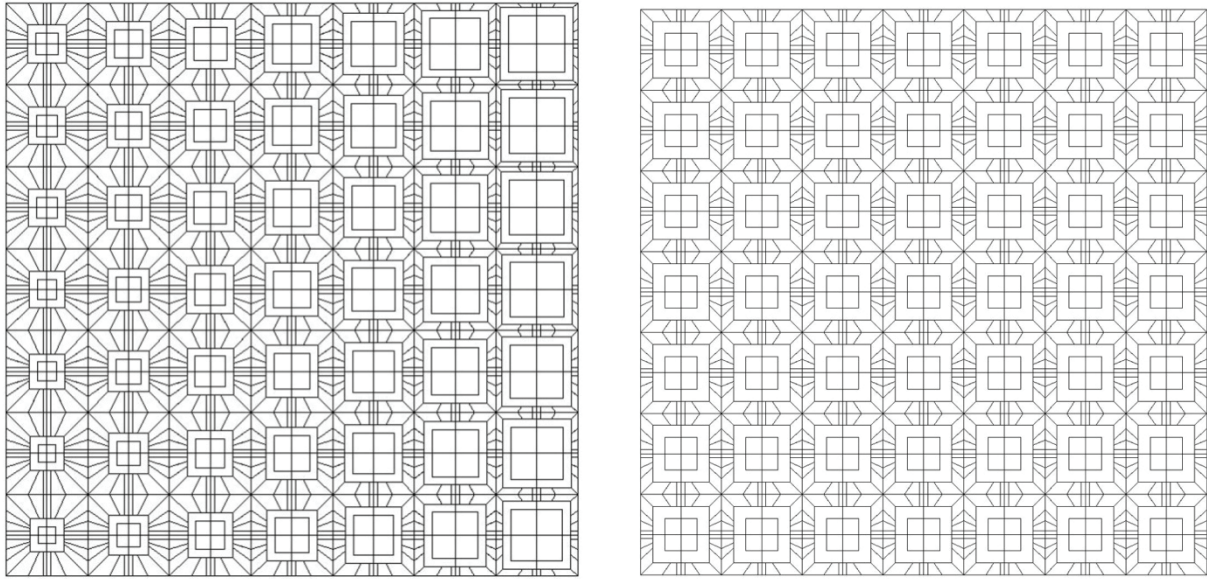


Figure 14: Mathematical Analysis

Stage 4: Many variables can be obtained by changing the ( $M$ ) and ( $N$ ) parameters as shown in (figure 15).



**Figure15:** Obtaining Variations

### 3. Discussion

This paper describes the methodology of teaching computational subjects in design using first, a visual-based representation of shape grammar. Then, it's computational implementation. Taking into account the architecture students emergent skills to think in abstract symbolic logic, the paper argues that shape grammar is a viable pedagogical tool to teach students to think computationally as they engage in design problem solving task. However, a more complex design context is needed in order to test the practical value of this new design method. Therefore the second course, “computational design making” has been developed to investigate practical application of this new design method.

### REFERENCES

M. ÖZKAR, J. STİNY, “Introduction to Shape Grammars”, in SIGGRAPH Course 2009.

STİNY, G AND GİPS, J, 1972, Shape Grammars and the Generative Specification, Petrocelli OR (ed) Best computer papers of 1971, pp. 125-135.

STİNY, GEORGE, 2006, Shape, MIT Press

WING, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.

## Yapı Bilgi Modelleme Yazılımlarının Bina Başarımı Programları ile Birlikte İşlerliklerinin Tasarım Sürecine Etkisi

Onurcan Çakır<sup>1</sup>, Yelin Demir<sup>2</sup>, Mustafa Emre İlal<sup>3</sup>

### Özet

*Bu çalışmada, YBM yazılımları ile bina başarımı programlarının ortak çalışmalarına dair literatür incelenmiş, seçilen dört örnek program üzerinden birlikte kullanım potansiyelleri değerlendirilmiş, mimarların bu yazılımları neden aktif olarak kullanmadıkları tartışılmış, günümüzde yazılım üreticilerinin bu konuda nasıl bir strateji izlediğinden bahsedilmiş ve bu programların birlikte işlerliklerine dair ilerisi için önerilerde bulunulmuştur.*

Anahtar Kelimeler: Yapı Bilgi Modelleme (YBM), Bina Başarımı, Benzetim.

### 1. Giriş

Günümüzde tasarım, bina başarımının farklı parametrelerden oluşan karmaşık ilişkiler ağını birçok disiplinle beraber ele alabilmek için, Yapı Bilgi Modelleme (YBM) sistemleri üzerinden ilerlemektedir. Bütün parametrelerin etkilerini bir modelde toplamak ancak analiz yazılımları ile mümkün hale gelmektedir. YBM sistemleri, bilgisayar ortamında tasarım ürünlerinin yalnızca birer görsel öge olmanın ötesinde, yapı fiziği ve çevre kontrolü açısından değerlendirilmeye olanak sağlaması için mimar ve mühendisler tarafından kullanılmaktadır. Bu programların disiplinler arası analiz ve tasarım yazılımları ile ortak çalışmaları sayesinde, aynı model üzerinden birçok meslek grubunun projeye dahil olmasını sağlayarak, sorun olma potansiyeli bulunan noktaların tasarım süreci içerisinde çözümlenmesine olanak vermeleri, vaad edilen olumlu yönlerinden biridir. YBM sistemlerinde oluşturulan nesnelere, geometrik verilere ek olarak yapı maliyeti, malzeme özellikleri gibi bilgileri de içermektedir. Bu sistemlerde mimari tasarım, veritabanlarındaki bilgiler üzerinden şekillenmekte olduğundan, her bir yapı elemanına ait veriler diğer yapı fiziği programlarında kullanılmak üzere aktarılabilmektedir.

Yapıları fiziksel çevreleri ile beraber tasarlarlarken, tasarım ortamı ile analiz yazılımlarının bütünleşmesi temel önkoşullardan biridir. Kullanılan çizim programlarından alınan verinin analiz yazılımlarına aktarılması veya yeniden aynı modelin bir kopyasının oluşturulma zorunluluğunun üstesinden gelinmesi için, YBM sistemleri devreye girmiştir. Yazılımların aynı modeli okuyabilme ve tek dosya üzerinden çalışabilme özelliği, birlikte işlerlik olarak tanımlanmaktadır. Programlar arası dosya aktarımı sırasında sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Mimarlık ve mühendislik programlarının birlikte işlerlik problemleri dolayısıyla ortaya çıkan zaman kaybının her yıl yaklaşık 16 milyar dolarlık ek maliyet getirdiği tahmin edilmektedir (Gallaher vd, 2004). Bu yüzden programlar arası iletişimin ve geçişlerin düzenli hale getirilmesi, hem tasarımcıların çalışması sırasında sektöre uğramalarını hem de ekonomik açıdan kayıpların azaltılmasını sağlayacaktır. Birlikte işlerlik probleminin ortadan kalkması için önerilen çözümün, analiz programları ile ortak çalışmaları mümkün olacak YBM sistemleri ile geleceği düşünülmektedir. Fakat henüz arzu edilen seviyede bir birlikte işlerlik sunan sistemler bulunmamaktadır. Net bir çözümün yokluğunda, detaylı analizlere dayanan başarım tabanlı tasarım yerine, basit tasarım ilkelerine dayalı yeşil bina tasarım anlayışı ön plana çıkmıştır. LEED ve BREEAM gibi sertifika sistemleri ile “yeşil tasarımlar” günümüzde desteklenerek üretilmektedir.

<sup>1</sup> e-posta adresi: onurcancakir@gmail.com, İYTE Mimarlık Fakültesi

<sup>2</sup> e-posta adresi: yelindemir@iyte.edu.tr, İYTE Mimarlık Fakültesi

<sup>3</sup> e-posta adresi: emreilal@iyte.edu.tr, İYTE Mimarlık Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

Mevcut YBM teknolojilerinde kısıtlı sayıda analiz yazılımları tasarım ortamlarıyla bütünleştirilmiş olarak kullanıcılara sunulmaktadır. Buna rağmen, mimarların tasarım sürecinde analiz yazılımlarını kullanmadıkları görülmektedir. Bu durum, birlikte işlerlik probleminin temelinde yatan teknolojik nedenlerin yanısıra mimarların geçirdiği eğitim sürecinin de bir sonucudur. Mimarlık eğitimi süresince yalnızca mimari tasarıma odaklanılması ve analiz yazılımlarının kullanılmasının yeterince teşvik edilmemesi, mimarların bu alışkanlığı edinmedikleri için meslek hayatlarında da analiz programı kullanma eğilimlerinin düşük olmasına sebep olmaktadır. Mevcut durumu değerlendirmek adına bu bildiride, birlikte işlerliğin incelenmesi için dört örnek program üzerinden veri aktarımı çalışmaları yapılmış ve sonuçlar üzerinden ortak veri modellerine dair önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Literatür

Mimarların analiz yazılımlarını kullanmayı tercih etmemelerinin sebepleri literatürde incelenmeye devam etmektedir. Tasarımın ilk aşamalarında verilen kararlar, sonuçta ortaya çıkan yapının bina enerji başarımını etkilediğinden, erken tasarım sürecinde benzetim programları mimarların faydalandıkları önemli bir araçtır (Weytjens vd, 2012). Daha önce yapılmış çalışmalarda, mimarların tasarım sürecinde bina başarımı benzetim programı kullanımları incelenmiştir. Crawley ve diğerlerinin çalışmasında yirmi bina başarım programı karşılaştırmalı değerlendirilmiş, yazılımların bir ortak dillerinin olmadığı görülmüştür (Crawley vd, 2008). Bu durum, mimar kullanıcıların hangi yazılım aracının kendi çalışma yöntemlerine daha uygun olduğunu bilememelerine yol açmaktadır (Kanters vd, 2014). Ahn ve diğerleri (2014) de YBM araçları ile enerji analiz programlarının arasında ortak bir dil geliştirilemediğini saptamışlardır. Mimarlık ve mühendisliği de kapsayan birçok farklı disiplin arasında bilgi aktarımı ve sunumu için "Industry Foundation Classes" (IFC) adlı veri modeli kullanılmaktadır. IFC, yapı elemanları hakkında geometriye ek olarak malzeme, maliyet, yapım tekniği gibi tasarım ve üretim süreci için gerekli olan her türlü bilgiyi içinde barındırır. Yapı üretimi ile ilgili tüm disiplinlerin birlikte işlerliği adına yapılar için ortak bir tanım oluşturan IFC modeli, YBM programlarının ortak bir dil üzerinden iletişim kurmalarını sağlar. Her ne kadar IFC, arada bir köprü görevi görsün de bu dosya türü, analiz için gerekli olan tüm bilgiyi içinde depolayamamaktadır.

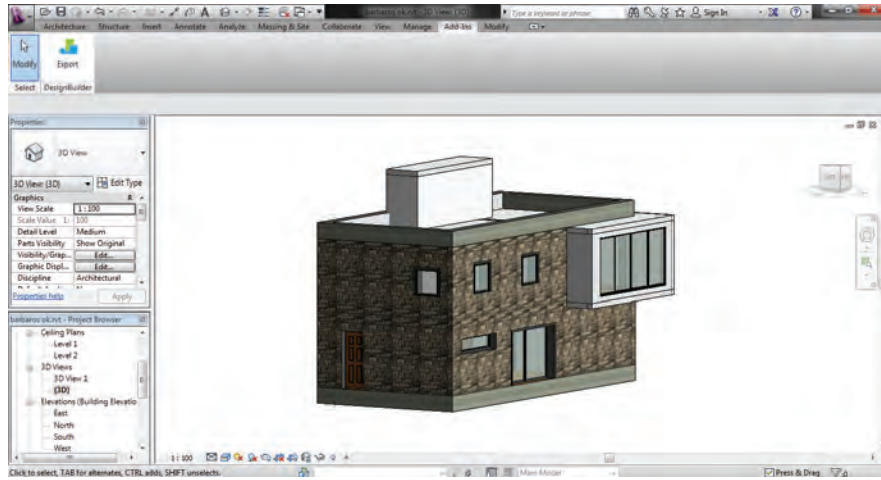
Attia ve diğerleri (2012), bina başarım analizi yazılımlarında mimar ve mühendislerin kullandıkları tercih farklarını incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre, farklı disiplinlerin ortak çalışmasına yönelik araçlar, kullanıcılar tarafından tekil işlevleri yerine getirenlere oranla daha yüksek puanla değerlendirilmiştir. YBM sistemleri, kendi içlerinde bulunan enerji benzetimi eklentileri ile kullanıcılarına bir çözüm önerse de, diğer yazılımlarla birlikte çalışmaları konusunda henüz önemli bir gelişme kaydedememişlerdir.

Birlikte işlerlik probleminin çözümü, sadece mimari tasarım sistemlerinin geliştirilerek analiz programlarının bu ortamlarla bütünleştirilmesinden beklenmemelidir. Analiz programlarının kendi aralarında bir ağ oluşturmalarına yönelik çalışmalar da gerekli olan ortak veri modelinin belirlenmesi için önemli katkılar sağlamaktadır (İlal, 2009). Böyle ortak bir analiz platformunun geliştirilmesi ile birlikte işlerlik probleminin çözümü için bir adım atılması sağlanacaktır. Böyle bir çalışmaya örnek olarak SEMPER projesinin (Mahdavi, 1996) devamı olarak adlandırabileceğimiz S2 sistemi (Lam vd., 2002) verilebilir. Bu sistem, geliştirilen prototip ile, ısı konfor, akustik ve aydınlatma gibi birbirinden farklı çalışma alanlarında kullanılan analiz programlarının yaygın bir bilgisayar ortamı üzerinden birlikte çalışabildiğini göstermiştir.

### 3. Dört Programın Birlikte İşlerliğe Dair İncelenmesi

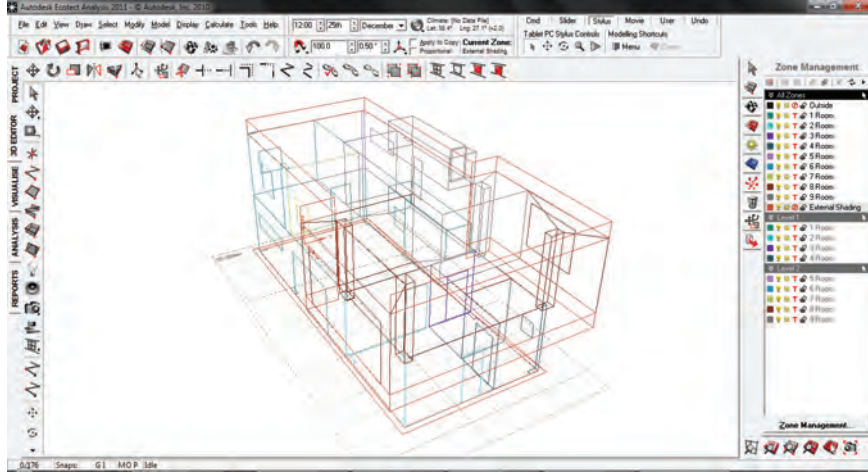
Bu çalışmada, birlikte işlerliğe dair teknik problemlerin belirlenebilmesi için, 'Revit 2013' YBM sisteminden proje verileri 'Ecotect', 'DesignBuilder 3' ve 'Odeon 11' analiz programlarına aktararak yazılımların ortak çalışma potansiyelleri sınanmıştır. Ecotect ve DesignBuilder programlarında, yapı fiziği alanlarından ısıtma ve soğutma yükleri hesaplamalarına dair karşılaştırmalar yapılmış, Odeon yazılımında ise yangın süresi hesabı yapılarak akustik ortam değerlendirilmiştir.

İki katlı bir konut yapısı, Revit yazılımında oluşturulmuştur (Şekil 1). Ecotect programına veri aktarımı IFC dosyası aracılığıyla gerçekleştirilememiştir. Ecotect IFC dosyasını okuyamamıştır. IFC gibi birlikte işlerlik problemine çözüm olarak geliştirilmiş bir diğer veri modeli "gbXML" (Green Building Extensible Markup Language) modelidir. IFC bütün disiplinlerin veri ihtiyaçlarını göz önünde tutarken gbXML yalnızca enerji analizi yapan yazılımların ihtiyaçlarına yönelik geliştirilmiş bir modeldir. Veri aktarımı gbXML dosyası ile denendiğinde başarı ile gerçekleştirilebilmiştir (Şekil 2). Ecotect ve Revit yazılımlarının ikisinin de Autodesk firmasına ait olmaları, bu iki yazılımın birbiri ile uyumlu çalışmalarının altında yatan temel sebeplerden biri olarak görülmüştür. DesignBuilder yazılımı için ise, yine Revit'te oluşturulan gbXML dosyası kullanılmıştır. Bu yazılım, iki katlı yapının ikinci katını bütüncül olarak algılayamamış ve istenen model elde edilememiştir (Şekil 3). İkinci katın ortadan ikiye ayrılmış bir hacim gibi görünmesi ve modelde tüm duvarların ve pencerelerin ikiye bölünmüş olarak ortaya çıkmasına sebep olan bu sorun, ancak ikinci katın DesignBuilder'da yeniden modellenmesi veya düzeltilmesi ile aşılabilmektedir. Küçük ölçekli projelerde bu tür düzeltmelerin yapılması mümkün olmakla beraber, detaylı ve büyük projelerde bu düzeltmeler, modelin sıfırdan yapılması ile benzer bir zaman alabileceğinden, kullanışlı bir veri aktarma mekanizmasının var olmadığı anlaşılmıştır. Farklı firmalar tarafından üretilen Revit ve DesignBuilder yazılımlarının, gbXML gibi bir dosya türü üzerinden belli bir ölçüde veri aktarımı sağlayabiliyor olmalarına rağmen, birlikte işlerlik henüz istenen düzeyde değildir.

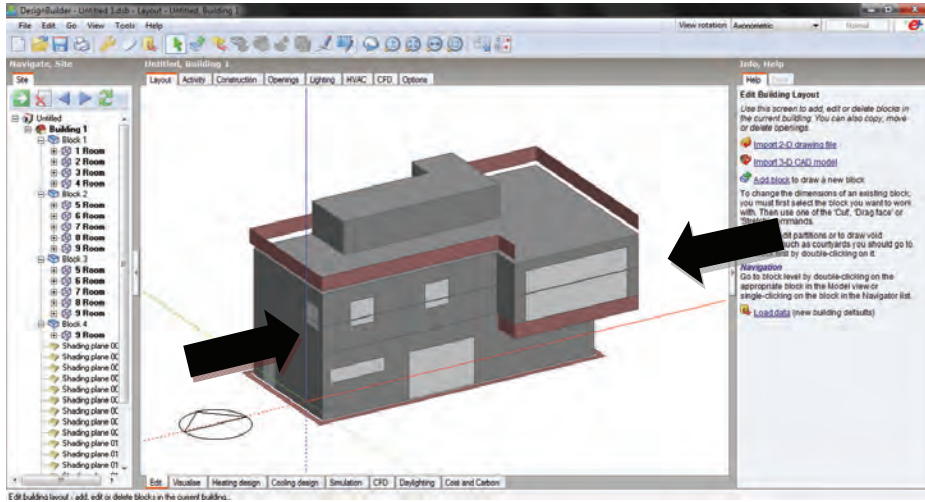


Şekil 1: Revit tasarım ortamında oluşturulmuş model.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



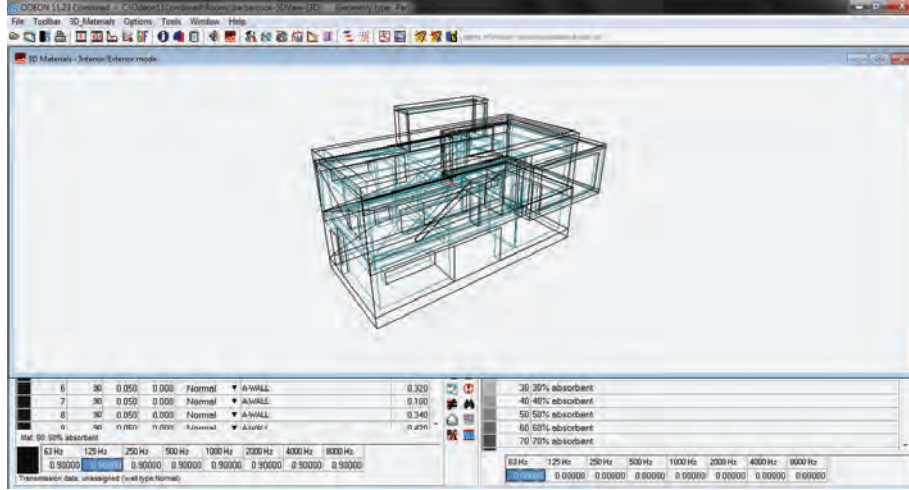
Şekil 2: Ecotect'e aktarılan model.



Şekil 3: DesignBuilder'da yapının ikinci katındaki mekan ve nesnelere yatay bir hat boyunca ikiye bölünmüş durumdadır.

Ecotect ve DesignBuilder yazılımlarının, sürdürülebilirliğin genel olarak enerji verimliliği üzerinden değerlendirildiği günümüz mimarlık piyasasında, tüm zorluklara rağmen YBM programları ile ortak çalışmaya yatkın oldukları veya en azından bu konuda girişimlerinin olduğu bilinmektedir. Ancak bir diğer kullanıcı konforu açısından değerlendirilmesi gereken akustik konusu, erken tasarım sürecine dahil edilmemekte ve ileri aşamalarda devreye girecek uzmanlara terk edilmektedir. Aynı model akustik açıdan ele alındığında, Revit'ten dxf çizimi veya ifc dosyası olarak alınan veriler, Odeon yazılımına aktarılabilen ama akustik hesaplama için fazlasıyla karmaşık bir geometri ortaya çıkarmaktadır (Şekil 4). Bu karmaşık modelin ayıklanarak temizlenmesi Odeon'da zordur. Modelin temizlenmesi için SketchUp programı kullanılabilir. SketchUp için yazılmış olan IFC2SKP (ifc'den SketchUp'a) ve SU2ODEON (SketchUp'dan Odeon'a) eklentileri ayrıca işlemi hızlandırmak için kullanılabilir. Sonuçta Revit'ten aktarılan modelin yeniden işlenmesi gerekmektedir, Revit'in oluşturduğu ifc veya dxf dosyaları doğrudan Odeon tarafından kullanılamamaktadır. Programların bahsedilen özelliklerinin karşılaştırmalı değerlendirmesi Tablo 1'de toplanmıştır.





**Şekil 4:** Odeon'a aktarılan model. Analiz için bu kadar yüzeye ihtiyaç yoktur. Sadece incelenecek mekânın iç yüzeylerinin modelde bulunması istenir.

**Tablo 1:** Ecotect, DesignBuilder ve Odeon yazılımlarının Revit ile birlikte işlevlikleri

Yazılım	Kullanım alanı	Desteklenen dosya türleri	Revit modelinin aktarımından notlar	Kullanılabilecek yardımcı programlar
Ecotect	Yapı fiziği konuları (Aydınlatma, ısı ve akustik analizleri)	gbXML, ifc, dxf, 3ds	ifc dosyası aktarılamadı. gbXML üzerinden sağlıklı veri aktarımı gerçekleşti.	-
Design Builder	Enerji analizleri	gbXML	Bir kısım veri gbXML üzerinden aktarılabilmiş, ancak aktarım sırasında binanın katları arasındaki ilişki doğru kurulamamıştır. Daha sonra bu hatalar, DesignBuilder yazılımı içinde yeniden çizilmek sureti ile düzeltilmiştir.	DesignBuilder Revit plugin (Revit'ten DesignBuilder'a gbXML dosyası aktarımı için kısayol)
Odeon	Akustik analizler	dxf, 3ds	Akustik hesaplamalarda yalnızca yüzeylere ait bilgiler yeterli olduğundan ve xml dosyaları farklı türde çok sayıda bilgi içerdiğinden, bu bilgiler ayıklanmadan modelin doğrudan kullanılması verimsiz bir aktarıma sebep olmaktadır. Dosyalar Revit'ten Odeon'a aktarılmadan önce SketchUp veya benzeri bir programda yalnızlaştırılarak, olası hataların önüne geçilebildiği not edilmiştir.	IFC2SKP (ifc'den SketchUp'a) ve SU2ODEON (SketchUp'dan Odeon'a)

#### 4. Güncel Durum ve Bulut Tabanlı Sistemler

Her ne kadar farklı disiplinlerin ortak çalışmasına yönelik programlar mimar ve mühendisler tarafından tercih edilse de, bu programların arasında yaşanan uyumsuzluk sorunları ve her programda

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

problemsiz çalışacak veri modelleri üzerinden ortak bir dil geliştirilememesi YBM'nin henüz istenen düzeyde bir başarıya ulaşmadığını göstermektedir. Günümüzde YBM yazılım firmaları bu sorunları kendi içlerinde çözmeye yönelmiş ve aynı firmaya ait tasarım ve analiz programlarının birbirleri ile uyumlu çalıştığı görülmüştür. Böylece aynı firmaya ait programlar ile çalışıldığında birlikte işlerlik sorunu çözülmüş gibi görünmektedir. Fakat bu durum bina başarımı açısından yetersizliklere neden olmaktadır. Birçok mimari tasarım programı birbirine benzer ve geçerli sonuç ürünleri üretirken, analiz programlarından alınan sonuçlar farklılıklar gösterebilmektedir. Her bina benzetim programının kendine özgü algoritması, yöntemi, varsayımları ve kısıtlamaları vardır. Birçok durumda birden çok analiz programının kullanılıp, sonuçlarının karşılaştırılması gerekebilmektedir. Bu nedenlerden dolayı birlikte işlerlik için firmaya özel çözümler üretmek yerine, tüm programlar için geçerli olan ve sektörün tamamını kapsayan standartlar geliştirilmelidir.

IFC veya gbXML dosyası oluşturmadan kolayca analiz hizmetlerine mimarların ulaşmasını sağlamak amacıyla son yıllarda bulut tabanlı çözümler de kullanıcılara sunulmaktadır. YBM yazılım firmaları, bina başarımına yönelik çözümleri ve analiz kısımlarını yine kendi programlarının içinde bütünleşmiş olarak çözerken, zaman alan analiz işlemlerinin kullanıcıların bilgisayarı yerine internet üzerinden ulaşılan özel sunucularda yürütülmesi ile büyük projeler için hızlı sonuç elde edilmesini sağlamayı tercih etmeye başlamışlardır. Autodesk, Revit yazılımının içinde bulunan Energy Analysis hizmetini internet üzerinden bulut tabanlı (cloud-based) olarak kullanıcılara sunmaktadır. Bentley'in Bentley Connect Scenario Services (BCSS) hizmeti ise bu internet tabanlı teknolojilere bir diğer örnektir. BCSS, tüm benzetim araçlarını kendi içerisinde bütünleştirerek, kullanıcılara birçok dalda analiz olanağı sağlamaktadır. Böylece dosya aktarımına gerek kalmadan, analiz için gereken tüm bilgiye doğrudan yapı bilgi modeli üzerinden ulaşılabilmektedir. Örneğin, strüktürel analiz için taşıyıcı sistem parametreleri internet üzerinden bulut sisteminin analiz araçlarına gönderilebilmektedir. Tasarım bir yandan devam ederken, yapılan analizin sonuçları yine internet üzerinden geri bildirim olarak alınabilmekte ve sistemin istendiği gibi çalışıp çalışmadığına bakılarak gerektiğinde sürece müdahale edilebilmektedir (AEC Magazine, 2014). BCSS de, sadece Bentley programlarıyla bağlantılı olarak çalışan bir çözümdür. Örneğin, üç boyutlu modeller yaratmak ve bu modelleri Scenario Services platformuna yüklemek için yine Bentley'in STAAD.Pro for Structural programına ihtiyaç vardır. Ayrıca tasarım BCSS platformuna aktarıldıktan sonra sonuçların detaylıca değerlendirilmesi için yine Bentley'in masaüstü programları kullanılmak zorundadır (Bentley, 2014). Mevcut durumda BCSS'nin diğer firmaların yazılımları ile birlikte kullanılabilme olanağı yoktur. Oysa birlikte işlerlik sadece disiplinler arası veri aktarımını değil, farklı yazılım firmalarının ürünlerini kullanan mühendis ve mimarların işbirliğini de desteklemek zorundadır. Tüm firmalar birlikte işlerliğe dair çözümlerde ortak hareket etmelidirler.

## 5.Sonuç

Mevcut durumda programlar arası dosya aktarımı, henüz kullanıcılar için yeterli kullanılabilirlikte değildir. YBM sistemleri hızla gelişmekte olsalar bile halen birlikte işlerlik sınırlıdır. Temel olarak YBM programlarından diğer yazılımlara veri geçişinin daha kolay hale getirilmesi, programların farklı meslek grupları tarafından eş zamanlı olarak kullanılmasını teşvik edecek ve tasarım sürecine katkıda bulunacaktır. Birçok şirket, kendi içinde sağlıklı çalışan bir özel sistem kurmuş olmakla beraber, tüm programların birbirine veri aktarımı gerçekleştirebileceği, açık ve ortak çözümler içeren bir veri modeli oluşturulmadığı sürece, YBM yazılımları ile bina başarım analizi programlarının beraber çalışmaları yeterli düzeye ulaşamayacaktır. Açık sistemlerin desteklenmesi ve farklı şirketlere ait yazılımların birbirlerine sorunsuzca aktarılmasının sağlanması ile kullanıcılar analiz programlarını tasarım süreçlerine dahil edebilecek ve bu sistemlerin kullanımı yaygınlaşacaktır.

Bu bildiri kapsamında birlikte işlerlik probleminin teknik boyutları ele alınmıştır. Fakat mimari tasarım sürecinde birlikte işlerlik problemi teknik bir problem olmanın yanısıra mimarlık eğitiminin başından itibaren ele alınması gereken bir konudur. Mimarlık eğitimi süresince öğrencilerin, analiz programlarının tasarım sürecine dahil edilmesi ile ilgili aldıkları yönlendirme oldukça sınırlıdır. Bunun sonucunda, meslek hayatlarında da birçok mimar, tasarım aşaması bittikten sonra uzmanlar

aracılığı ile yapı fiziği konularında binanın yeniden ele alınması yolunu izlemektedir. Bu da tasarımda değişikliklere gidilmesine, sürecin uzamasına ve bu yüzden ek maliyetlerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurularak, mimarlık tasarım stüdyolarında yapı fiziği bilgisinin yüzeysel kalmaması için, analiz programlarının tasarımın erken aşamalarından itibaren kullanılması teşvik edilmelidir.

## KAYNAKLAR

- AEC MAGAZINE. 2014. On-line. *Simulation-Driven Conceptual Design*, <http://aecmag.com/software-mainmenu-32/597-simulation-driven-conceptual-design>
- AHN, K., KIM, Y., PARK, C., KIM, I., LEE, K. 2014. BIM Interface for Full vs. Semi-automated Building Energy Simulation, *Energy and Buildings*, 68, 671–678.
- ATTIA, S., HENSEN, J. L. M., BELTRÁN, L., DE HERDE, A. 2012. Selection Criteria for Building Performance Simulation Tools: Contrasting Architects' and Engineers' Needs, *J. Build. Perform. Simul.*, 5 (3), 155–169.
- BENTLEY. 2014. On-line. *Bentley Connect Scenario Services BCSS FAQ*, <http://bentleyconnectscenariomanager.cloudapp.net/HomeDashBoard/FAQ>
- CRAWLEY, D. B., HAND, J. W., KUMMERT, M., GRIFFITH, B. T. 2008. Contrasting the Capabilities of Building Energy Performance Simulation Programs, *Building and Environment*, 43(4), 661-673.
- GALLAHER, M. P., O'CONNOR, A. C., DETTBARN, J. L., GILDAY, L. T. 2004. Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry, *NIST GCR 04-867 report*.
- İLAL, M. E. 2009. The Building Performance Perspective for Interoperability: Requirements for a Future Analysis Network, *27th eCAADe Conference*, September 16-19, 2009, Istanbul, Turkey.
- KANTERS, J., HORVAT, M., DUBOIS, M. 2014. Tools and Methods Used by Architects for Solar Design, *Energy and Buildings*, 68, 721-731.
- LAM, K. P., MAHDAVI, A., GUPTA, S., WONG, N. H., BRAHME, R., KANG, Z. 2002. Integrated and Distributed Computational Support for Building Performance Evaluation, *Advances in Engineering Software*, 33(4), 199-206.
- MAHDAVI, A. 1996. SEMPER: A New Computational Environment for Simulation-based Building Design Assistance, *International Symposium of CIB W67 (Energy and Mass Flows in the Life Cycle of Buildings)*, August 6-10, 1996, Vienna, Austria.
- WEYTJENS, L., MACRIS, V., VERBEECK, G. 2012. User Preferences for a Simple Energy Design Tool: Capturing Information Through Focus Groups with Architects, *PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an Environmentally Responsible Architecture*, Lima, Perú 7-9 November 2012.



# Performans Odaklı Tasarımda Parametrik Araçların Kullanımı Üzerine Bir Uygulama

Burak Ercan<sup>1</sup>

## Özet

*Mimarlık alanında kırk yıldan uzun bir süredir performans temelli tasarım yapılmaktadır. Daha önce yalnızca mühendislik ve teknik uzmanlık alanlarına dahil olan performans odaklı tasarım, son on yıldır mimarların erişimine de açılmıştır. Hesaplamalı ve parametrik araçlarla simülasyon yazılımlarının kullanıcı arayüzündeki son gelişmeler, mimarların sürece etkin olarak katılımını mümkün hale getirmiştir. Her tasarım süreci, projeye göre özelleşebilen ve o projenin aşamalarının gerektirdiği detay seviyesine uygun bir iş akışı gerektirir. Bu sürecin denetim ve otomasyonu için temel olan, tasarım araçlarının özelleştirilmesi ve parametrik hale getirilmesidir. Zira veritabanlarını idare etme, okuma, yazma ile ilgili olan tasarım süreci, aynı zamanda bu veritabanlarını değiştirme, tercüme etme ve sunma eylemleri haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, sıcak iklimdeki bir ofis binasının dış cephe gölge elemanları için özelleştirilmiş bir tasarım süreci oluşturmaktır. İlk tasarımdaki gölge elemanları, performans simülasyonu kullanmaksızın tasarlandı. Daha sonra ritm, derinlik, açı ve eleman adedi değişkenleri kullanılarak gölge elemanları alternatifleri oluşturuldu. İlk tasarım ile günışığı performansı kriterlerine dayanan ve evrimsel algoritmalarla elde edilen alternatifler karşılaştırıldı. Sonuç olarak, az sayıda parametreyle elde edilen çok sayıda geometrik kombinasyon arasından, günışığı faktörü ve güneş ışıını bakımından en iyi alternatifler seçildi.*

Anahtar Kelimeler: performans odaklı tasarım, parametrik tasarım, bina simülasyonu, grasshopper

## 1. Performans Odaklı Tasarım: Bir Uygulama Denemesi

Tasarım süreci tekrarlardan, yeni denemelerden ve birbiriyle çelişen bileşenlerden oluşan nispeten belirsiz bir süreçtir ve bu yüzden tasarım alternatiflerinin üretiminin olabildiğince az zaman ve emek ile denemesi tercih edilecek bir yoldur. Bunun için en uygun yöntemi ve araçları uygulamak da ancak bu konularda uzmanlaşmış bir mimari ekibin olmasını gerekli kılmaktadır. Mimari tasarımın ayrılmaz bir parçası olarak sonuçların görsel olarak üretimi ve tercihen kolay değiştirilebilir olması salt nümerik sonuçlara ve tablolara tercih edilir. Bu yüzden geometrik verinin diğer veriler ile ilişkisi eksiksiz, anında kurulmalıdır ve bu sürecin tasarımın eskiz aşamasından itibaren kesintisiz olarak uygulanması önemlidir. Bunun gerçekleşmesi de sadece mevcut yazılım alternatiflerinin kullanımı ile değil, aynı zamanda söz konusu projeye özel ayrı veri ve yazılım parçalarının birbiri ile etkileşimli olarak alışverişte bulunabilmesi ile mümkündür.

Simülasyon detayı ve hesaplama süresi arasındaki ters orantılı ilişkiyi dengede tutabilmek için, tasarım aşamalarına göre düzenlenmiş ve her aşamanın gerektirdiği detay seviyesine göre çizilmiş bir yol izlenmesi gerekmektedir. Her aşamada elde edilecek sonuçların başarısı, simülasyon modelinin ne kadar iyi soyutlanabildiği ile ilgilidir. Sayısal olarak gerçeğe en yakın sonucu elde etmekten çok tasarım alternatifleri arasındaki sonuçları karşılaştırarak sürecin amaca uygun yönde ilerlemesini sağlamak önceliklidir. Simülasyon araçlarını sisteme entegre ederken en kısa sürede en çok alternatifi amaca uygun olarak ve tasarım aşamasının gerektirdiği kadar tolerans ve hassasiyet ile kullanmak amaçlanmalıdır.

Projenin evrimi, bir başka deyişle yenilikçi ve verimli sonuçlar üretme potansiyeli, daha çok tasarımın ilk aşamalarında belirlenir. Dolayısıyla iyi görüş ve kavramların ilk aşamalarda projeye entegre edilmesinin getirisi daha fazla olacaktır. Simülasyon yazılımları ve parametrik araçların tasarım

<sup>1</sup> e-posta adresi: bkercan@yahoo.com, ODTÜ Mimarlık Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

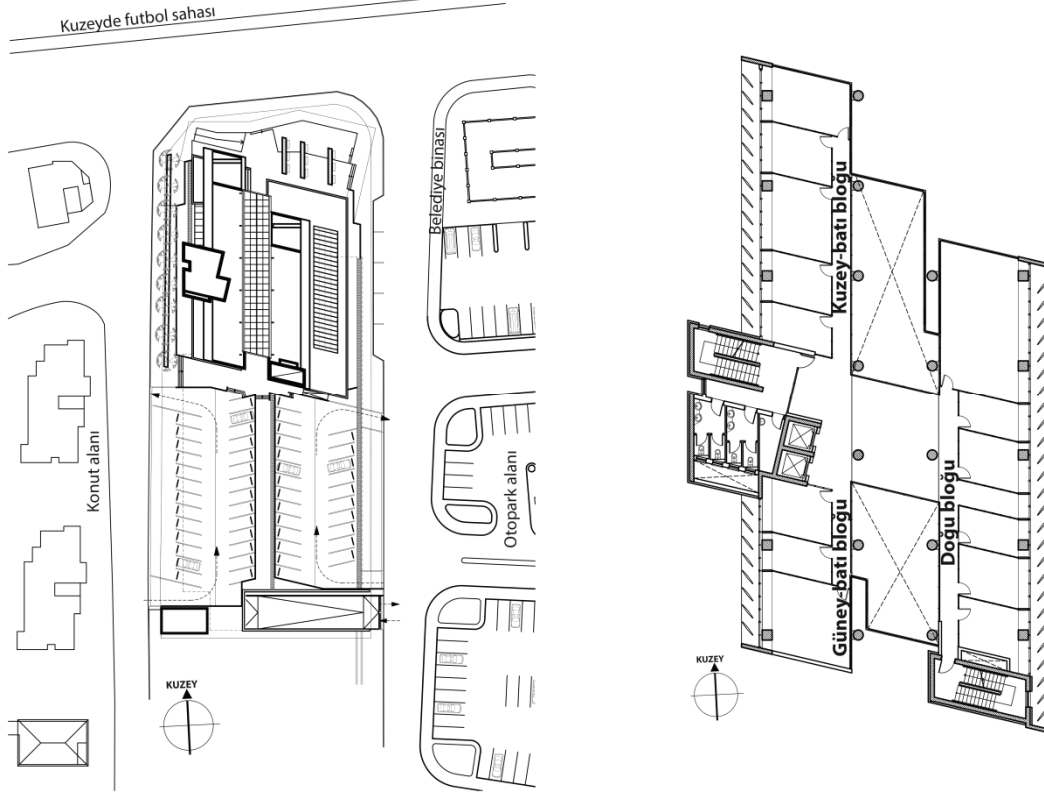
sürecine erken katılımı önemlidir. Konvansiyonel tasarım sürecinde gördüğümüz, aynı biçimde (aralıklar, geometri) tekrar eden bina elemanlarından farklı olarak, performansa dayalı sayısal tasarımın önemi değişken, farklılıklara cevap veren ve aynı zamanda anlamlı bir alternatif sunmaktan gelir (Oxman 2006). Ancak Simülasyon araçları çok detaylı ve doğru değerler verebilmesine karşın bunlar kaliteli bir tasarım ve yaşam kalitesini tek başına garantilemez. Bu yüzden kesinlik ile yaratıcılık arasındaki dengenin iyi kurulması gerekir.

Bütün bunlar göz önünde bulundurularak performans odaklı tasarım uygulamasına örnek olacak bir çalışma sunulacaktır. Çalışmada ele alınan yapının dış cephe gölge elemanlarının genetik algoritma ve parametrik bileşenler ile üretimi için sadece bu yapıya uygun bir metod önerilerek performans kriteri olarak gün ışığının ofis içindeki dağılımı göz önünde bulunduruldu. Gölge elemanlarının geometrisi ile gün ışığı değerleri arasında parametrik bir ilişki kurularak olası tasarım alternatifleri üretildi ve sonrasında da alternatifler arasından seçim yapıldı. Kapsayıcı ve kesin bir simülasyon sonucu elde etmekten çok metod üzerinde durularak tasarımın ileri aşamalarında diğer yazılım araçlarının da sisteme eklenmesi ile genişlemesi mümkün bir yapı oluşturuldu.

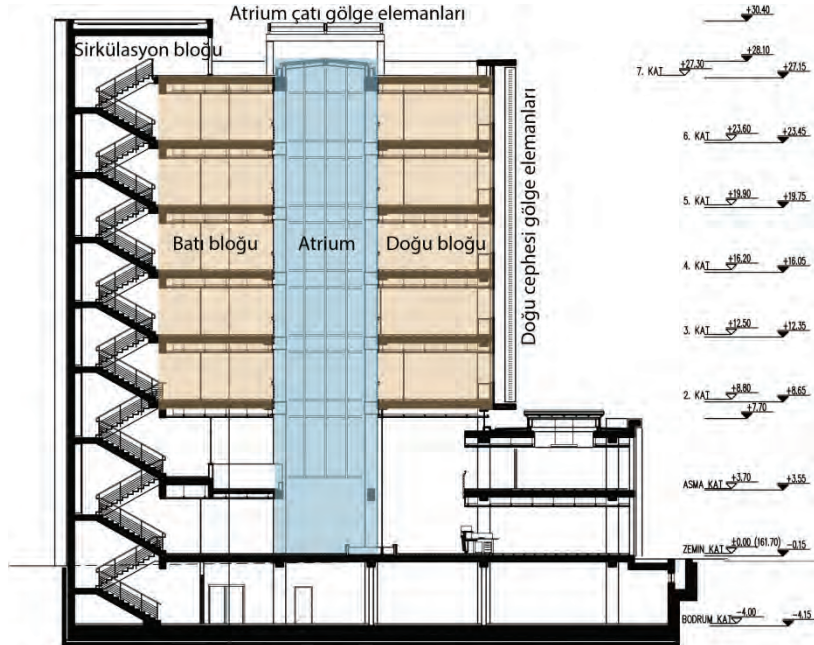
### 1.1. Örnek Bina

Söz konusu yapı Kıbrıs Lefkoşa'da bir banka için beş katlı bir ofis binası olarak tasarlandı ve ilk tasarım aşamasında simülasyon araçları kullanılmadığı için iklimsel kararlar mimari öngörü ve tecrübeye dayanarak yapılan varsayımlar ile şekillendi. Bir atrium ile birbirinden ayrılan iki ofis bloğundan oluşan yapı, kuzey güney yönünde uzanmaktadır ve uzun cepheler doğu ve batı yönündedir. Gün ışığı kontrolü için her iki cephe boyunca uzanan eşit aralıklarla yerleştirilmiş düşey gölgelikler tasarlanmıştır. Söz konusu çalışmada hem bu gölgeliklerin performansı hem de parametrik olarak üretilen seçenekler arasından performans kriterlerine göre seçilen üç alternatif ile karşılaştırma yapılmıştır.

Kıbrıs Lefkoşa'da bulunan banka genel müdürlüğü ve şubesini barındıran bina, kuzeyinde futbol sahası ve yeşil alanlar, batısında ve güneyinde konutlar, doğu tarafında belediye hizmet binası ile çevrili bir konumdadır. Ofis bloklarının dışında binanın ilk iki katı merkez şube, çok amaçlı salon, kafeterya ve binanın öne ve arka girişleri ile bu fonksiyonları birbirine bağlayan bir holden oluşmaktadır. İki ofis bloğu birbirine, indirekt doğal ışık kaynağı olarak da işlev gören atrium ve içindeki köprülerle her katta bağlanmıştır. Kütle kararlarında arazinin geometrisi, açık otopark alanının büyüklüğü kadar, her kattaki işlevin proje programında önceden belirlenmiş olması da etkili olmuştur. Kuzey-güney doğrultusundaki yönelme ile güney cephede gün ışığına maruz kalan alanın en aza indirilmesine dikkat edilmiştir. Atrium çatısında ve güney cephesine yerleştirilen sabit gölge elemanları ile doğrudan güneş ışığının kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Yarışma sonucu seçilen binanın uygulama projesi yaklaşık bir sene önce tamamlanmıştır ve inşası ile ilgili olarak yönetimin ihale sürecini başlatması beklenmektedir.



Şekil 1: Vaziyet planı ve tipik ofis katı



Şekil 2: Enine kesit

### 1.2. Kullanılan Yazılımlar

Bina modelinin oluşturulması için ana yazılım olarak Rhinoceros 3D programı, parametrik modelleme ve genetik algoritmanın tasarım sürecine katılması için ana yazılım üzerinde çalışan Grasshopper ve simülasyon yazılımı ile iletişimi sağlayan Diva eklentisi kullanıldı. Gün ışığı faktörü (GF) ve yıllık güneş ışınımı (YGI) hesaplamaları için Radiance yazılımı Diva ile etkileşimli olarak çalıştı. Son olarak da tasarım alternatiflerinin üretilmesi için Grasshopper içinde bulunan Galapagos genetik algoritma (GA) modülü kullanıldı.

Aydınlatma simülasyonunda yansıyan ışığın hesaplanabilmesi önemli bir etkidir. Diva eklentisi de bu amaca uygun olarak, Radiance yazılımının kullanılmasını sağladı. Bu çalışmanın tamamlanmasından sonra Radiance yazılımını kullanarak simülasyon yapan eklentilerin sayısı artmıştır. Galapagos evrimsel çözücü sadece tek erekli optimizasyon algoritması kullanmaktadır. Bu yüzden optimizasyon sürecinde birden fazla optimizasyon kriteri varsa çoklu-ereklerin (*multi-objective*) uygunluk fonksiyonu (*fitness function*) içinde birbiri ile ilişkisine bağlı olarak kullanılması gerekmektedir. Evrimsel çözücü (*evolutionary solver*) olarak çoklu-erekli algoritmaları kullanan Octopus eklentisi, bu analizin yapıldığı sırada stabil olarak çalışmadığı için Grasshopper eklentisi içinde hazır olan Galapagos modülü ile çalışma tamamlandı.

### 1.3. Modelleme Süreci Ve Bina Bileşenleri

Aşırı ısınmanın engellenmesi için sıcak iklimlerde dış cephe gölgelikleri önemli yer tutmaktadır, bunun yanı sıra ofis mekânında doğal aydınlanmanın da olabildiğince homojen dağılması ve bu sayede yüksek ışık kontrastı oluşturabilecek noktaları da en aza indirmek gerekmektedir. Bu amaçla bina tasarımında farklı stratejiler birbirini destekleyecek şekilde kullanılmıştır. Bunlardan ilki ince plan şeması kullanılarak gün ışığının daha kolay erişimi sağlanmıştır, ikinci olarak iki blok birbirine doğal ışık alan bir atrium ile bağlanarak ofis mekânlarının tek taraflı olarak aydınlatılması engellenmiştir. Son olarak da ofis blokları yönlenmesinde günün en sıcak saatlerinin binayı etkilediği güney cephesine en az yüzey alanı açıkta kalacak şekilde bir yönlenme tercih edilmiştir. Batı ve doğu cephelerindeki ve atrium üzerindeki gölge elemanlarını göz önünde bulundurunca gün boyunca direkt gün ışığına maruz kalmadan doğal ışığın yansımaları olarak iç mekânı aydınlatmasına dikkat edilmiştir.

Bu kurgunun işleyebilmesi için dış cephe gölge elemanlarının geometrisi en önemli bileşen olarak durmaktadır. Yapılan çalışmada binanın tasarım kriterleri ve bütünlüğüne katkıda bulunacak şekilde gölge elemanlarının geometrik olarak optimizasyonu ve parametrik olarak üretimi üzerinde durulmuştur.

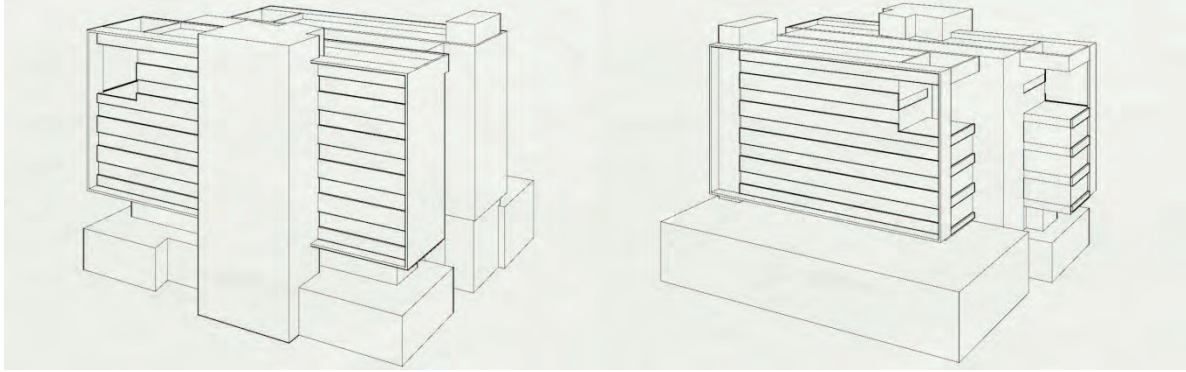
34 ve 44 metre uzunluğunda ve 6 metre eninde olan iki ofis bloğu son iki katta kuzey ucunda iki kat yüksekliğinde bir teras oluşturacak şekilde bir aks mesafesi kadar geri çekilmiştir. Cephelerde kullanılan düşey gölge elemanları, tasarım bütünlüğünü sağlamak amacıyla bu kısımlarda da devam etmektedir. Batıdaki ofis kütleleri sirkülasyon şaftı ile ayrıldığı için kuzey ve güney olmak üzere optimizasyon sürecinde iki blok olarak ele alınmıştır.

İlk tasarımda atrium ve doğu-batı cepheleri boyunca yerleştirilen gölge elemanları hem sabit bir açı ile hem de cephenin üzerinde eşit aralıklar ile kullanılmıştır. Yeni üretilecek tasarım alternatiflerinde hem dinamik ve değişken bir form elde edilmesi hem de ofis içindeki gün ışığı kalitesinin artırılması hedeflendi. Bu amaçla gölge elemanlarının geometrisini belirleyen dört parametre kullanılmıştır. Bunlar gölge elemanı açısı, derinliği, cephe üzerindeki eleman sayısı ve aralarındaki mesafeyi belirleyen orantı fonksiyonudur. Gölge elemanlarının açısı cephe yüksekliği boyunca farklı olacak şekilde ve yatay düzlemde bina cephesi ile artı-eksi 45 derece açı aralığında değişebilir olarak tasarlandı. Eleman derinliği parametresi 0.1 ile 1.1 metre aralığındaki değerler arasından seçildi. Her cephede kendi uzunluğuna göre minimum ve maximum eleman sayısı belirlendi ve en uygun gölge elemanı sayısı her cephe için denendi. Son olarak da cephe bölümlenmesinin eşit bölümlenmek yerine



bir yönde azalan aralıklar ile yerleşimini belirleyen bir parametre kullanıldı. Bu dört parametre ile hem atrium hem de simülasyonu yapılan üç ayrı bloktaki gölge elemanlarının tasarımında kullanıldı.

Binanın sabit tutulan bölümlerinde gün ışığı analizine uygun olarak yansıyan ışık hesaplanabilmesi için yüzey yönlendirmelerine göre modelleme yapıldı. Hesaplama zamanlarını daha kısa tutabilmek amacıyla pencere doğramaları, kolonlar ve ofis içi modüllerle paneller modele dahil edilmedi. Bina geometrisi ve malzemeleri bütün simülasyonlarda sabit tutuldu, böylece gölge elemanlarının geometrisinin tek değişken olması sağlandı. Konu edilen binayı çevreleyen binalar, sadece kütesel olarak ve aralarındaki bağlantıyı oluşturan zemin, kaldırım ve yollar da ayrıştırılmadan tek bir yüzey olarak modellendi.

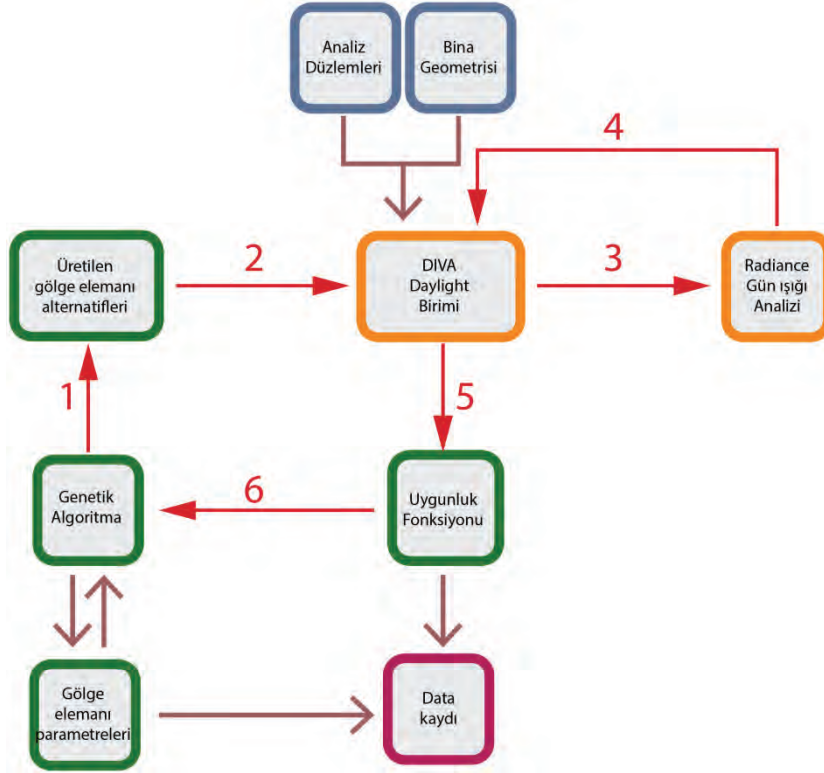


Şekil 3: Bina modelinin (gölge elemanları olmadan) güney-batı ve kuzey-doğu görüntüleri

#### 1.4. Simülasyon Kurgusu Ve Sistem Bileşenleri

Sabit tutulan bina geometrisi ve çevre binalar aktif olarak Grasshopper bileşenleri ile bağlandı ve tasarımda daha ileride yapılabilecek değişikliklerin aynı anda aktarılabilmesine dikkat edildi. Simülasyonlarda ölçümlerin yapılacağı analiz düzlemleri Rhinoceros içinde modellendi ve bölümlenme ayarları için Grasshopper'a aktarıldı. Gölge elemanları Grasshopper içinde parametrik olarak modellendi ve geometriyi oluşturan parametreler alternatiflerin üretimi için Galapagos modülüne bağlandı. Genetik algoritma ile alternatiflerin üretimi sürecinde simülasyon sonuçlarının daha kısa sürede elde edilmesi için gölge elemanları düzlemsel yüzeyler ile daha az detayda oluşturuldu. Her aşamanın sonunda seçilen alternatifler eğrisel yüzeyler olarak daha yüksek detayda oluşturularak analiz sonuçları biribiri ile karşılaştırıldı. Başlangıç jenerasyonunda daha fazla varyasyon elde etmek için 75 tasarım alternatifi üretildi ve devamındaki nesillerde popülasyon sayısı simülasyon sürelerini de dikkate alarak 25 ile sınırlandırıldı. Her nesilde elde edilen alternatifler Diva eklentisi ile simülasyon için Radiance programına aktarıldı ve sonuçlar tekrar Diva modülü üzerinden Grasshopper içinde uygunluk değerinin hesaplanması için kurulan modüllere aktarıldı ve bu değerler bir sonraki popülasyonun elde edilmesi için tekrar Galapagos modülüne aktarıldı ve bir sonraki neslin üretimine geçildi. Galapagos genetik algoritma modülünün parametreleri veya uygunluk fonksiyonu değerlerini kaydetmek gibi bir özelliği bulunmamaktadır. Bu yüzden her nesil için elde edilen sonuçlar aynı anda Grasshopper içinde kurulan veri kayıt komponentleri ile daha sonra kullanılmak üzere excel dosyası olarak kaydedildi.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

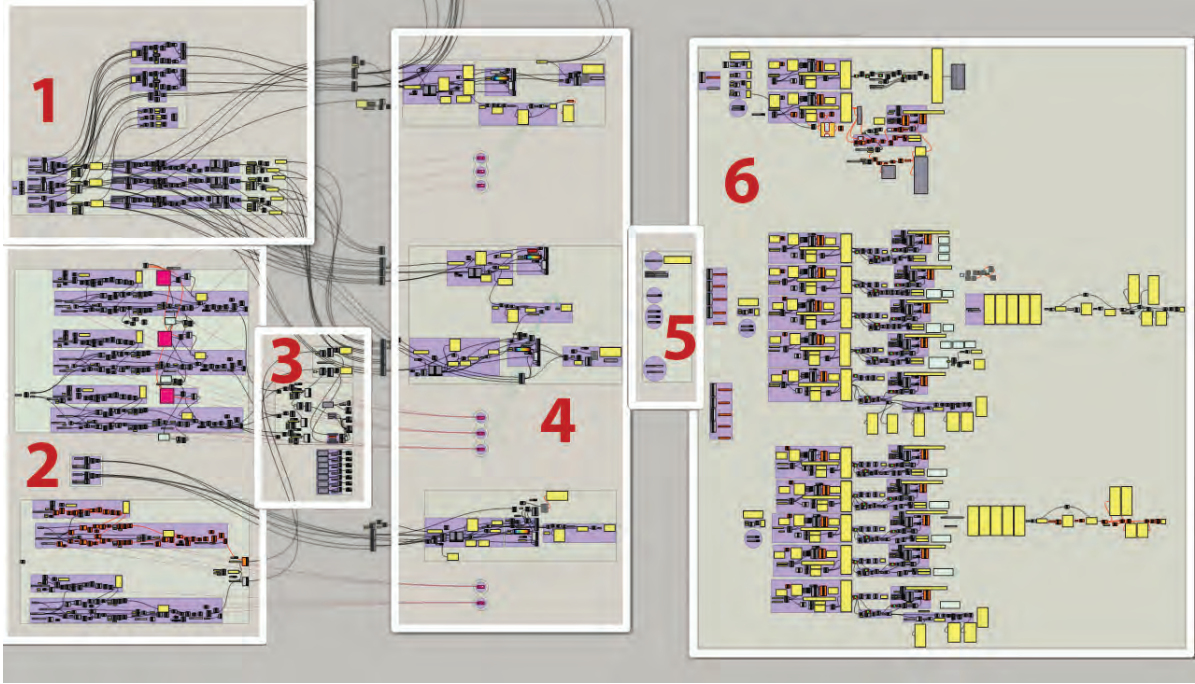


Şekil 4: Genetik algoritma ve simülasyon döngüsü

Grasshopper içinde kurgulanan sistemi 6 grupta özetleyebiliriz:

1. Analiz düzlemi ve detayını belirleyen birimler
2. Gölge elemanı geometrisini oluşturan parametrik birimler
3. Rhino modeli ve bina bileşenleri bağlantıları
4. Simülasyon ve genetik algoritma birimleri
5. Analiz ve bina blokları kontrol merkezi
6. Veri kaydetme ve okuma birimleri

Bu gruplar tasarım kurgusunun işleyişine göre birbiri ile bağlantılı olarak işlemektedir. Bu çalışma boyunca sabit tutulan bina geometrisi Rhino'da modellendi ve Grasshopper'a aktarıldı (3). Gölge elemanları tamamen parametrik olarak modellendi (2). Gün ışığı ve güneş radyasyonu hesaplamaları için kullanılan analiz düzlemleri Rhino'da modellendi ve Grasshopper içinde istenilen detay seviyesine göre daha küçük birimlere bölündü (1). Bu birimlerden gelen geometrik bilgi Diva arabiriminde olan malzeme atama modülü üzerinden geçerek veya doğrudan simülasyon birimi ile bağlanarak gün ışığı faktörü (*daylight factor*) ve yıllık güneş ışınımı (*annual solar irradiation*) hesaplamaları için Radiance programına aktarıldı. Genetik algoritma (Galapagos) modülleri her optimizasyon süreci için ayrı olarak ilişkili olduğu parametrelere ve uygunluk fonksiyonuna bağlandı (4). Veri kaydı komponentleri ile hem gölge elemanı parametreleri hem de uygunluk fonksiyonu her nesildeki popülasyon için Grasshopper içinde kaydedildi ve kayıt sonrasında excel dosyası olarak saklandı. Daha sonra yapılan kayıtlar tekrar buradaki birimler ile okunup sonuçların dökümü, görselleştirilmesi ve herhangi bir nesildeki gölge elemanı alternatifinin tekrar oluşturulabilmesi için kullanıldı (6). Yapılacak analiz ve bina bloğunu seçimleri için gerekli komponentler daha kolay kullanım amacı ile bir araya toplandı (5).

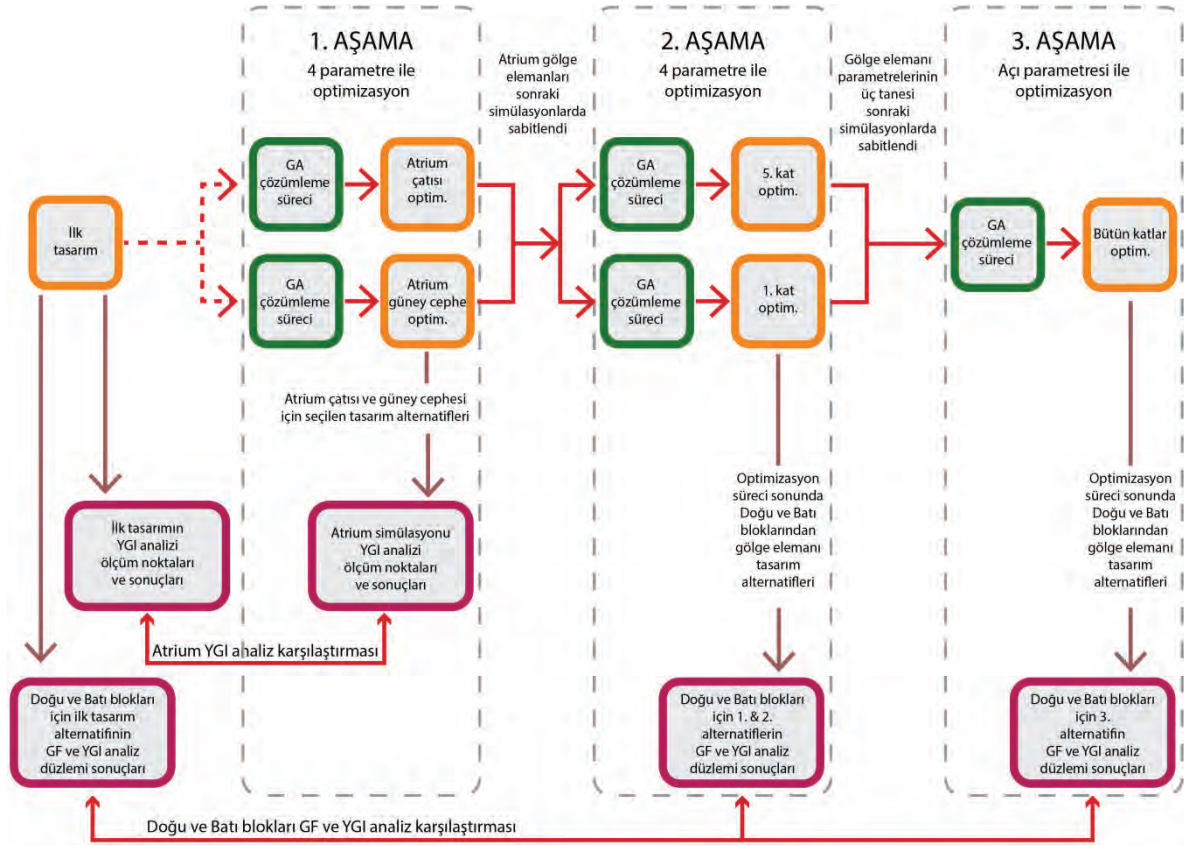


Şekil 5: Grasshopper kurgusu ve işlev bölümleri

## 2. Alternatiflerin Seçimi Ve Tasarım Aşamaları

Tasarım sürecinde üç aşamalı bir kurgu yapıldı ve her aşamanın tamamlanmasından sonra diğer aşamaya geçilerek seçilen tasarım alternatiflerinin sonuçları birbiriyle ve simülasyon öncesi yapılan tasarımla karşılaştırıldı. İlk aşamada atrium çatı ve güney cephesinde gölge elemanları için bir optimizasyon süreci uygulandı ve üretilen alternatifler içinden birer tanesi seçilerek diğer aşamalarda sabit tutuldu. İkinci aşamada gün ışığı değerleri arasında en fazla farkın birinci ve beşinci katlarda olacağı öngörüsü ile her blok için birinci ve beşinci katlar için olmak üzere iki optimizasyon süreci yapıldı ve aralarında önemli bir fark olup olmadığına bakıldı ve yakın değerler elde edilmesi durumunda iki katın ortalaması alındı. Birinci kata ve beşinci kata göre en iyi sonucu veren iki alternatif seçimi bu aşamada yapıldı. İkinci aşamanın sonunda iki farklı kat için elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak gölge elemanı parametrelerinden üç tanesi sabitlendi ve üçüncü aşamaya geçildi. Üçüncü aşamada ise her blok için beş katın çalışma düzlemlerinin ortalamasını optimize edecek şekilde sadece gölge elemanı açılarının değişmesi ile elde edilen alternatifler ile bir optimizasyon süreci uygulandı. Bu aşamadan çıkan çözümler arasından da üçüncü alternatif seçimi yapıldı.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 6: Tasarım akışı ve alternatif seçimleri

Birinci aşamada atrium gölge elemanlarının optimizasyonu için analiz nodlarında yıllık güneş ışınımının (YGI) ve analiz noktalarının standart sapma değerini de dikkate alan bir uygunluk fonksiyonu tanımlandı. İkinci aşamada kullanılan uygunluk fonksiyonu iki bileşenden oluşmaktadır. Bu aşamada batı ve doğu cepherindeki gölgelikler için tanımlanan uygunluk fonksiyonunda hedef olarak çalışma düzlemi üzerindeki ortalama %2 gün ışığı faktörünün /GF) ve aynı zamanda bina cephesindeki ortalama yıllık gün ışınımı (YGI) değerinin de en az düzeyde tutulması kriter olarak belirlendi. Her iki uygunluk fonksiyonu da analiz noktalarının standart sapma değerini de minimize etmeye yönelik olarak tanımlandı. Cephe üzerindeki analiz noktalarından elde edilen yıllık gün ışınımının (YGI) ortalaması 1/100 ağırlık faktörü ile çarpımı yapıldı, bu sayede çalışma düzleminde elde edilen ortalamanın niceliksel büyüklüğü ile yakın değerler elde edildi ve uygunluk fonksiyonunda bu iki değer toplamı kullanıldı. Üçüncü aşamada uygunluk fonksiyonu çalışma düzlemi üzerindeki gün ışığı faktörünün (GF) ortalamasının %2 olması ve analiz noktaları arasında standart sapmanın da minimum tutulması ile belirlendi.

### 2.1. Birinci Aşama

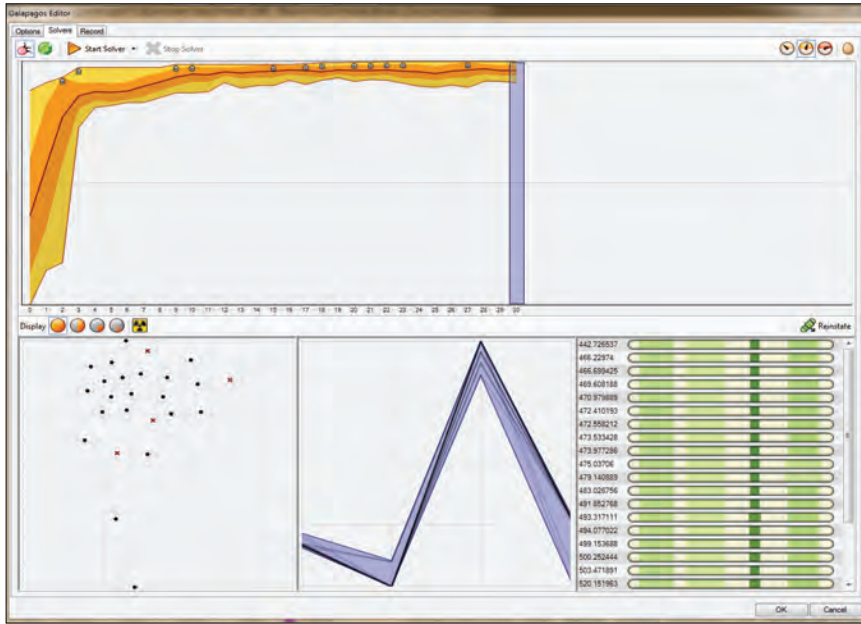
Atrium çatısı ve atrium güney cephesi için ayrı iki optimizasyon yapıldı. Atrium çatısına ulaşan güneş ışınımı tamamen gölge elemanları ile kontrol edilirken, güney cephesi gölge elemanlarının yanında bina kütlelerini gölgelemesi ile daha farklı bir karakter göstermektedir.

Seçilen uygunluk fonksiyonu yıllık güneş ışınımının (YGI) ve analiz noktalarının standart sapma değerinin minimumda tutulması ile belirlendi ve dört parametre ile alternatifler üretildi. Gölge elemanı sayısı atrium çatısı için 18-40 ve güney cephesi için 18-30 aralığında tutuldu. Genetik algoritma çözümlene süreci boyunca ilk nesilde yetmişbeş ve sonrakilerde yirmibeşer adet olmak üzere toplam 800 alternatif denendi. Evrim sürecinde uygunluk fonksiyonunda artık daha fazla bir

iyileşme görülmediği ve bireylerin birbiri ile farklılıklarının azalmasını takiben otuzuncu nesilde sürecin durdurulmasına karar verildi.

**Tablo 1:** Atrium çatısı uygunluk fonksiyonu değerleri ve Galapagos grafiği

Gen_0	Gen_1	Gen_2	Gen_3	Gen_4	Gen_5	Gen_6	Gen_7	Gen_8	Gen_9	Gen_10	Gen_11	Gen_12	Gen_13	Gen_14	Gen_15	Gen_16	Gen_17	Gen_18	Gen_19	Gen_20	Gen_21	Gen_22	Gen_23	Gen_24	Gen_25	Gen_26	Gen_27	Gen_28	Gen_29	Gen_30	
633.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	636.7	
607.1	706.6	573.8	635.7	675.5	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	654.8	
803.6	643.4	661.7	586.4	635.1	542.8	533.7	635.9	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	509.1	
656.8	727.1	596.2	629.9	647.3	682.0	645.9	550.5	590.0	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	514.5	
685.7	665.3	608.3	687.9	629.0	679.6	552.4	554.7	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	513.5	
598.9	569.3	585.0	598.3	577.5	612.6	607.3	552.8	553.5	502.1	529.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	
611.9	663.2	598.8	701.9	563.9	576.4	607.3	552.8	553.5	502.1	529.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	530.9	
999.3	654.2	592.0	559.6	662.7	574.9	640.5	493.9	524.5	538.8	522.7	526.4	525.7	494.4	495.1	510.7	508.7	538.0	499.9	468.3	462.3	471.4	469.3	550.5	468.4	468.4	468.4	468.4	468.4	468.4	468.4	
654.7	568.8	612.5	615.9	772.4	630.7	578.5	601.3	510.2	522.4	510.4	469.7	498.9	480.1	460.8	495.4	458.9	397.5	469.7	447.3	451.9	462.8	587.5	471.2	449.5	499.2	471.1	503.4	502.4	499.2	499.2	
896.4	586.3	621.6	651.3	618.2	543.4	651.4	511.4	513.0	462.2	573.9	495.1	526.1	494.8	540.3	461.2	490.5	528.1	470.2	471.1	522.7	568.7	546.4	460.9	443.7	504.2	460.9	504.2	460.9	524.6	472.4	
618.0	632.1	625.0	597.2	597.0	607.8	499.5	581.2	497.7	526.1	497.4	492.7	495.1	467.2	507.2	523.8	506.9	542.2	541.3	535.1	445.3	471.1	569.2	455.4	494.7	573.2	455.4	494.7	573.2	455.4	494.7	
985.4	535.9	586.5	625.1	594.0	630.4	513.1	552.4	523.0	531.5	526.1	604.6	496.0	493.7	548.1	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	468.3	
630.9	622.2	668.2	685.1	701.5	560.6	595.2	498.0	492.1	586.4	495.2	497.6	568.1	497.7	523.5	491.3	491.2	514.5	604.3	527.1	443.2	443.2	505.0	386.6	467.1	464.7	464.7	464.7	464.7	464.7	464.7	
837.7	635.9	589.2	674.4	659.3	583.0	526.5	526.3	534.9	565.7	496.9	530.6	564.6	492.1	513.4	508.5	494.2	505.6	466.3	490.0	562.1	522.8	525.8	468.4	449.1	463.1	524.7	539.1	533.5	540.4	539.1	
601.7	557.6	566.5	566.2	620.5	605.4	605.8	523.9	463.2	502.6	498.0	464.3	495.7	467.2	552.7	560.8	544.1	467.2	468.3	501.6	505.0	455.9	455.9	519.6	560.3	466.3	467.2	455.9	542.0	542.0		
885.6	573.8	795.8	668.5	652.1	687.1	584.1	566.5	597.1	565.0	567.0	513.3	493.2	465.5	506.1	524.4	467.1	508.3	506.1	520.9	466.3	529.2	500.0	466.3	519.6	560.3	466.3	467.2	455.9	542.0	542.0	
736.1	879.6	827.4	603.3	662.1	654.0	645.9	686.4	549.2	497.1	536.7	464.3	559.3	530.2	464.4	535.4	465.5	461.7	471.1	506.5	535.4	546.8	463.2	513.5	491.1	538.2	455.4	494.8	566.4	566.4		
837.7	635.9	589.2	674.4	659.3	583.0	526.5	526.3	534.9	565.7	496.9	530.6	564.6	492.1	513.4	508.5	494.2	505.6	466.3	490.0	562.1	522.8	525.8	468.4	449.1	463.1	524.7	539.1	533.5	540.4	539.1	
951.3	771.6	644.3	597.6	592.3	656.6	630.0	498.3	619.5	512.8	558.7	563.8	497.7	508.9	494.9	585.1	522.5	553.7	499.9	471.1	542.5	575.3	542.5	575.3	542.5	575.3	542.5	575.3	542.5	575.3	542.5	
756.6	750.1	617.4	707.5	648.8	682.2	641.1	592.7	578.2	496.7	531.0	642.8	497.0	494.1	497.0	494.1	497.0	494.1	497.0	494.1	497.0	494.1	497.0	494.1	497.0	494.1	497.0	494.1	497.0	494.1	497.0	
581.9	737.3	663.9	525.4	677.1	619.1	592.5	624.2	597.3	526.3	580.1	526.7	490.0	536.4	499.2	499.2	506.0	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	499.2	
655.4	633.7	696.3	615.3	660.1	604.2	599.9	499.9	531.2	616.6	530.6	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	496.3	
902.7	651.8	659.8	684.8	508.5	606.0	495.6	492.9	597.2	567.9	495.7	543.2	464.8	496.3	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	
637.4	710.7	542.5	588.9	570.9	610.7	557.9	626.0	664.0	533.5	586.1	494.4	568.1	494.4	568.1	494.4	568.1	494.4	568.1	494.4	568.1	494.4	568.1	494.4	568.1	494.4	568.1	494.4	568.1	494.4	568.1	
940.4	692.8	648.0	643.9	682.5	652.9	561.3	493.9	578.0	517.7	493.9	578.0	517.7	493.9	578.0	517.7	493.9	578.0	517.7	493.9	578.0	517.7	493.9	578.0	517.7	493.9	578.0	517.7	493.9	578.0	517.7	493.9
643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9	643.9
904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8	904.8
854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6	854.6
985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6	985.6
648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8	648.8
761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4	761.4
612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5
892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2	892.2
835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7	835.7
960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8	960.8
983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8	983.8



Galapagos ile üretilen nesiller boyunca gözlenebilen değerlere göre sürecin sonlandırılmasından

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

edilen ortalama değerler ile en yakın sonuçları veren elemanlar arasından seçildi. Bu seçim atrium güney cephesi ve çatı arasında ışık dağılımının yüksek kontrast oluşturmaması için yapıldı, burada da yine tasarımcı müdahalesi ile salt üretilen seçeneklerdeki değerlere göre karar verilmeyerek binanın diğer bileşenleri ile karşılaştırma yapılması tercih edildi. Bu seçimlerin sabitlenmesinin ardından batı ve doğu cephesinin gölge elemanlarının üretildiği ikinci aşamaya geçildi.

### 2.2. İkinci Aşama

İkinci aşamada optimizasyon süreci birinci ve beşinci katlar için ayrı olarak yapıldı ve belirlenen uygunluk fonksiyonunda ofis çalışma düzlemindeki %2 gün ışığı faktörü (GF) hedefi ve o kata denk gelen cephe bölümündeki yıllık güneş ışıınımı (YGI) değerinin de minimum olması kriterleri belirlendi. Aynı zamanda ölçüm noktalarında standart sapmanın da minimum tutulması dikkate alındı.

Daha önce bahsedildiği gibi binanın batı kısmında yer alan sirkülasyon bloğu sebebiyle bu blok iki ayrı blok olarak ele alındı. Doğu, güney-batı ve kuzey-batı blokları cepheleri için farklı eleman sayısı alt ve üst limitleri belirlendi ve her katta ve cephede yaklaşık 40x40cm çözünürlükte analiz yüzeyleri oluşturuldu. Her blokta birinci ve beşinci kat için ayrı olmak üzere toplam 6 simülasyon süreci çalıştırıldı. Her birey için hesaplanan uygunluk fonksiyonunun belirlenmesi için, biri gün ışığı faktörü diğeri de yıllık gün ışıınımı değerleri için iki ayrı simülasyon yapıldı. Dördüncü jenerasyon icore7 dört çekirdekli 3.4Ghz bir işlemci ile her simülasyon 30 ile 45 saniye arasında değişen sürelerde tamamlandı, iki simülasyon sonucunda bir bireyin uygunluk fonksiyonunun belirlenmesi için 60 ile 90 saniye arasında süre harcandı. Toplamda 25 jenerasyon ve 700 alternatif üretimi yaklaşık 14 saat sürdü. Aynı anda 4 ayrı optimizasyon süreci her bir işlemcide ayrı olarak başlatıldı ve bütün blokların optimizasyon süreci yaklaşık 28 saat içinde tamamlandı.

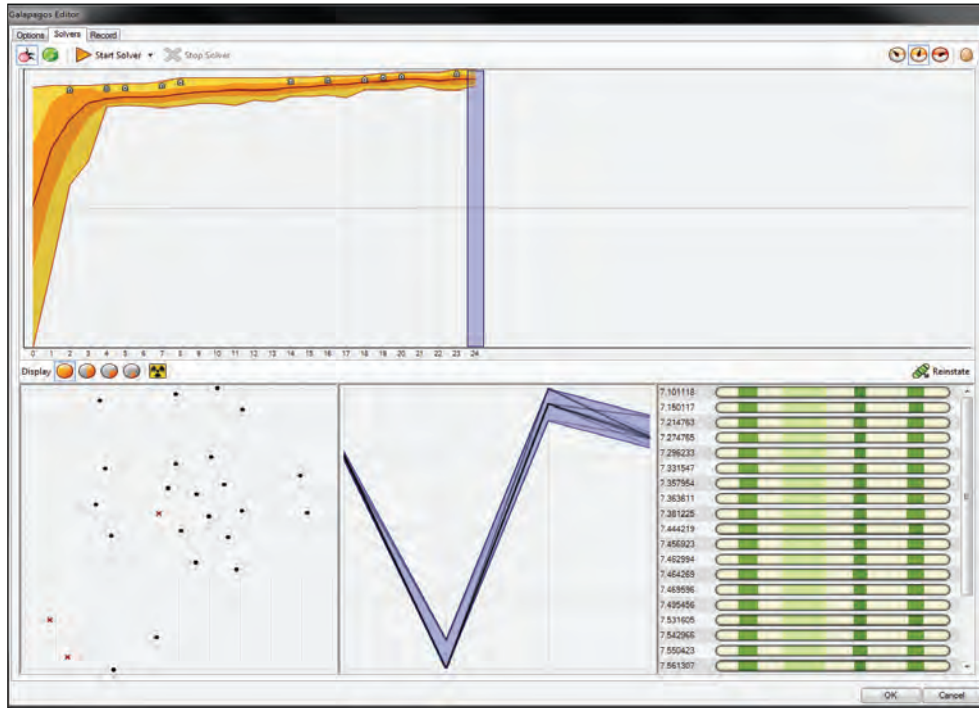
Doğu bloğu birinci kat için yapılan simülasyonlar boyunca evrim eğrisi onuncu nesilden sonra yatay bir seyir izlemiştir. Aynı eğilim beşinci kat için de benzer bir karakter sergilemiştir. Kuzey-batı bloğunda is bu yatay seyir 15inci jenerasyondan sonra gözlemlenmiştir. Bu blok kuzey cephesinden yüksek oranda gün ışığına maruz kaldığı için burada sonuçlara etkisi önemlidir. Güney-batı blok da benzer bir seyir göstermiştir, bu blok görece daha kısa bir cephe yüzeyine sahip olması sebebiyle bölümlenme parametresi diğer bloklardaki kadar etkili olmamıştır.

Gölge elemanı parametrelerinin en iyi sonuç veren değerlerinin belirlenmesi için popülasyon eğrisinin yatay seyir gösterdiği son 13 jenerasyon dikkate alınmıştır. Her parametrenin birinci ve beşinci kat için ortalama değerleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır ve gölge elemanı açıları hariç diğer üç parametre sabitlenmiştir. Bu aşamada sabitlenen ortalama değerler ile birinci ve beşinci katlar için en iyi uygunluk fonksiyonu veren elemanların gölge elemanı açı değerleri ile birinci ve beşinci katlara göre optimize edilmiş iki alternatif belirlendi. Üç parametre sabit tutularak sadece gölge elemanı açıları ile optimizasyon yapılan üçüncü aşamaya geçildi.

Tablo 2: Doğu blok 1ci kat uygunluk fonksiyonu değerleri ve Galapagos grafiği

Gen_0	Gen_1	Gen_2	Gen_3	Gen_4	Gen_5	Gen_6	Gen_7	Gen_8	Gen_9	Gen_10	Gen_11	Gen_12	Gen_13	Gen_14	Gen_15	Gen_16	Gen_17	Gen_18	Gen_19	Gen_20	Gen_21	Gen_22	Gen_23	Gen_24
16.367	9.783	10.953	8.148	8.126	8.175	7.927	8.064	7.987	7.802	7.829	8.312	7.617	7.655	7.655	7.623	7.528	7.818	7.979	7.787	7.593	7.511	7.607	7.595	7.488
8.599	9.399	8.530	7.898	8.142	8.046	8.060	8.310	7.980	7.615	7.588	7.667	7.889	8.042	7.727	8.001	8.014	7.978	7.908	7.541	7.562	7.888	7.558	7.334	7.488
7.699	9.586	7.672	8.444	7.598	8.181	8.094	7.508	7.715	7.768	7.970	7.987	8.128	7.866	7.624	7.828	7.959	7.941	7.488	7.731	7.589	7.364	7.508	7.334	7.294
9.974	7.106	8.352	8.132	7.902	7.838	7.991	8.376	8.378	7.886	8.233	7.593	7.852	7.861	7.634	7.626	7.651	7.705	7.575	7.600	7.770	7.333	7.765	7.444	7.593
12.545	10.399	8.128	8.489	8.212	7.863	7.990	8.061	7.748	7.639	7.847	8.073	7.670	7.863	7.818	7.694	7.806	7.948	7.543	7.225	7.281	7.584	7.312	7.207	7.850
12.136	9.040	8.095	8.125	8.024	8.114	8.036	7.872	8.312	8.122	7.719	7.637	7.526	7.678	7.646	7.558	7.732	7.677	7.558	7.340	7.522	7.229	7.630	7.101	7.154
9.234	9.789	8.434	8.141	8.254	7.882	8.208	7.918	7.832	7.914	8.177	8.005	8.126	8.047	8.019	7.844	7.627	7.692	7.522	7.488	7.651	7.223	7.366	7.366	7.738
9.211	10.795	10.711	10.769	8.311	8.234	8.125	8.217	7.995	7.972	7.844	7.688	7.932	7.932	7.847	8.002	7.858	7.691	7.780	7.690	7.663	7.582	7.510	7.688	7.688
14.097	9.724	7.852	7.657	7.703	8.102	7.691	8.121	7.859	7.963	7.966	7.652	7.652	7.652	7.652	7.723	7.512	7.536	7.615	7.259	7.703	7.611	7.717	7.361	7.532
13.919	7.648	10.717	7.981	8.028	8.317	8.358	8.147	7.949	8.170	7.919	8.078	7.997	9.333	7.658	7.654	7.610	7.492	7.300	7.221	7.337	7.880	7.504	7.302	7.687
10.141	10.019	8.003	8.120	7.853	7.621	8.050	7.757	7.918	7.603	7.920	7.564	7.915	7.628	7.741	7.689	7.667	7.724	7.544	7.780	7.338	7.521	7.508	7.538	7.688
11.805	7.693	7.711	8.400	7.961	7.988	8.075	8.064	8.124	7.573	7.770	7.663	7.859	7.653	7.728	7.728	7.502	7.712	7.337	7.561	7.366	7.444	7.618	7.618	7.618
13.941	10.848	8.297	7.668	8.132	8.086	8.338	7.891	8.116	7.837	7.750	7.962	7.813	7.928	7.979	7.574	7.590	7.579	7.299	7.803	7.333	7.632	7.567	7.533	7.214
9.121	9.888	8.469	7.974	8.228	7.576	8.109	7.852	7.888	7.649	7.787	7.632	7.673	7.819	7.612	7.696	7.564	7.635	7.521	7.686	7.686	7.494	7.779	7.567	7.567
9.461	9.069	7.636	8.514	8.074	8.051	7.711	8.399	8.327	7.634	7.675	7.937	7.659	7.883	7.640	7.539	8.058	7.790	7.691	7.288	7.628	7.396	7.515	7.577	7.577
12.017	8.417	9.121	8.209	8.186	8.122	8.137	7.934	7.867	7.744	8.004	7.645	8.125	7.827	7.523	7.536	7.302	7.418	7.444	7.251	7.518	7.528	7.238	7.332	7.332
14.527	8.430	9.858	8.916	9.520	8.092	8.270	8.104	7.867	8.373	8.001	8.024	7.759	7.808	7.831	7.644	7.405	8.036	7.701	7.673	7.579	7.293	7.293	7.763	7.273
12.182	8.548	9.243	8.279	8.130	8.192	7.792	8.303	8.177	8.071	7.700	8.314	7.944	7.946	7.631	7.736	7.516	7.515	7.508	7.306	7.306	7.444	7.713	7.543	7.543
13.941	11.005	8.392	8.129	8.232	7.939	8.105	8.073	7.968	7.939	7.947	7.886	8.086	8.170	7.719	8.083	7.610	7.535	7.508	7.300	7.204	7.554	7.573	7.294	7.303
8.273	11.311	9.204	7.831	8.118	7.946	7.993	8.058	8.023	8.230	7.595	7.762	7.872	7.872	7.929	7.851	7.880	7.736	7.564	7.784	7.686	7.817	7.331	7.688	7.688
11.813	8.233	11.140	8.421	8.024	8.237	7.996	8.159	8.021	7.880	7.736	8.063	7.553	7.730	7.729	7.697	8.132	7.645	7.574	7.460	7.366	7.611	7.444	7.663	7.663
11.542	14.371	10.248	8.081	8.359	8.077	8.015	8.128	7.938	7.945	7.982	7.797	7.898	7.718	7.894	7.687	7.854	7.668	7.556	7.406	7.488	7.526	7.377	7.377	7.562
13.206	8.096	8.297	8.014	8.081	8.100	8.238	7.929	7.743	7.961	7.672	7.630	7.672	7.890	7.925	7.968	7.686	7.525	7.317	7.490	7.522	7.614	7.783	7.799	7.386
9.934	11.005	8.403	10.330	8.034	8.391	8.025	7.911	7.756	7.695	8.302	7.662	7.705	7.873	7.663	7.666	7.660	7.609	7.513	7.580	7.275	7.311	7.815	7.561	7.561
13.171	11.169	9.319	8.158	8.323	8.144	8.179	7.960	7.909	8.104	8.010	7.661	8.219	7.734	8.168	7.758	7.642	7.672	7.637	7.679	7.500	7.488	7.688	7.688	7.688

15.297  
12.046  
13.918  
12.271  
9.589  
11.548  
10.163  
11.005  
10.938  
12.887  
13.401  
11.638  
8.901  
10.857  
10.241  
9.057  
12.538  
9.567  
7.949  
13.205  
12.602  
14.118  
13.538  
11.506  
12.784  
14.005  
10.218  
12.020  
12.188  
14.981  
8.540  
10.256  
8.647  
11.269  
10.020  
10.091  
10.052  
10.531  
8.014  
14.402  
11.520  
10.036  
10.499  
11.560  
15.102  
9.037  
13.564  
11.579  
9.541  
11.908



### 2.3. Üçüncü Aşama

Üçüncü aşamada sadece gölge elemanı açıları değişken olarak kullanıldı ve çalışma düzleminde gün ışığı faktörünün beş kat için ortalama optimizasyonu üzerinde duruldu. Hedef olarak seçilen %2 gün ışığı faktörüne ve analiz noktalarında standart sapmanın minimize edilmesi ile uygunluk fonksiyonu tanımlandı. Önceki süreçten farklı olarak tek kat bazında değil bütün katların ortalamasının optimize edilmesi üzerinden devam edildi. Daha önce 4 parametre (gen) ile elde edilen kromozom yerine her bir gölge elemanının 16 değişken açıdan oluşması ile her cephe için çok fazla değişkeni olan

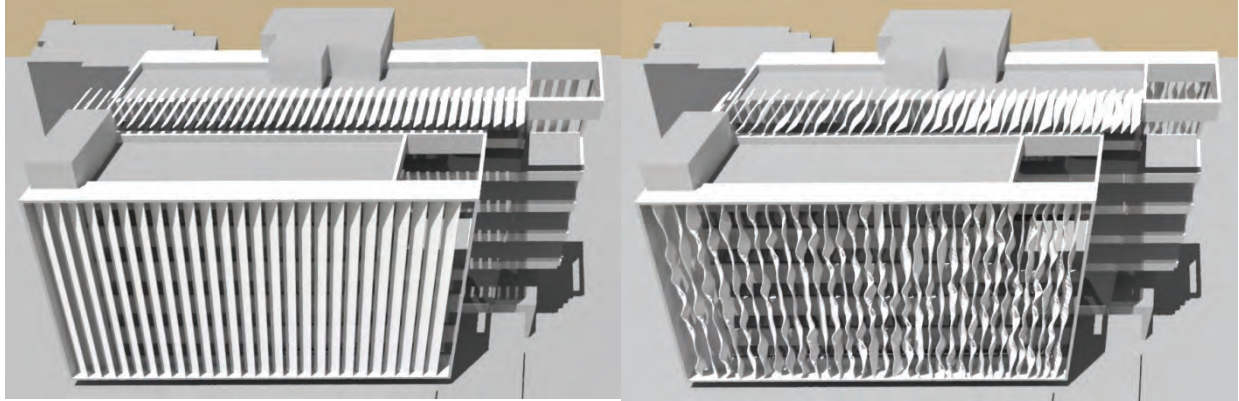




### 3. Sonuçlar ve Değerlendirmeler

#### 3.1. Atrium Sonuçları

Seçilen gölge elemanı alternatifleri ile ilk tasarım arasında yapılan karşılaştırmada ortalama değerlerde önemli bir düşüş olduğu görüldü. Özellikle gölge elemanı derinliği ve açı varyasyonları bu sonuçlarda etkili oldu. Uygunluk fonksiyonunda analiz noktaları arasındaki standart sapma da dikkate alındığı için atrium güney cephesindeki YGI değerlerinin, bina kütleli ile gölgelenmesi sebebiyle çatı değerlerine göre daha düşük olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 7: İlk tasarımdaki atrium çatı gölge elemanları ve seçilen alternatif (doğu cephesi 3cü alternatif ile birlikte)

Tablo 4: Atrium çatı analiz sonuçları

ATRIUM ÇATISI	Yıllık Güneş Işınımı min ve max değerler (YGI) kWh/m <sup>2</sup>	Yıllık Güneş Işınımı ortalaması (YGI) kWh/m <sup>2</sup>
İlk Tasarım	356 - 973	579.7
Alternatif Tasarım	127 - 993	349.6

Tablo 5: Atrium güney cephesi analiz sonuçları

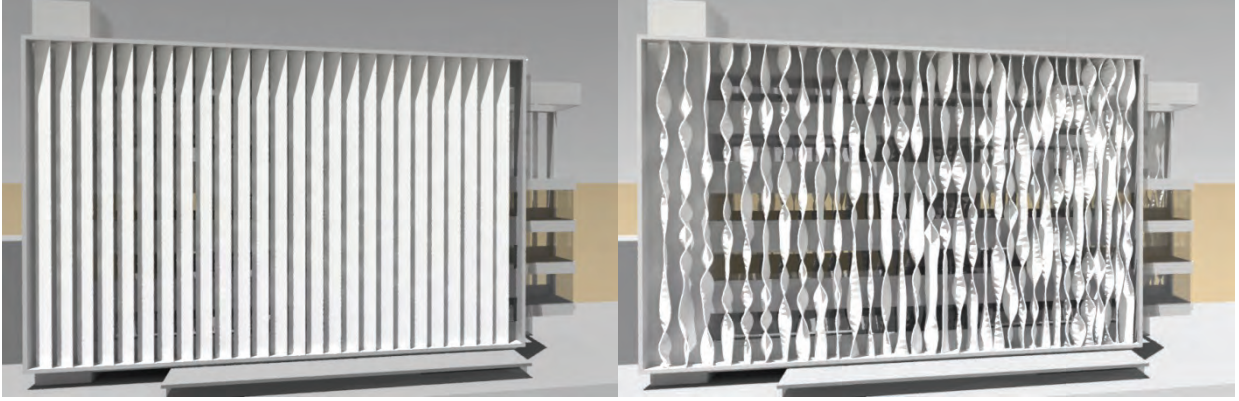
ATRIUM GÜNEY CEPHESİ	Yıllık Güneş Işınımı min ve max değerler (YGI) kWh/m <sup>2</sup>	Yıllık Güneş Işınımı ortalaması (YGI) kWh/m <sup>2</sup>
İlk Tasarım	125 To 733	369.2
Alternatif Tasarım	117 To 654	264.1

#### 3.2. Doğu Ve Batı Cephe Sonuçları

Alternatif olarak seçilen gölge elemanları ile alınan sonuçlarda, cephelerde hesaplanan yıllık güneş ışınımı değerlerinin %70 ile %100 arasında bir artış yönünde olduğu görülmektedir. Bu değerlerle atrium güney cephesi değerlerini karşılaştırdığımızda birbirlerine yakın olduklarını görmekteyiz. İlk tasarımda gölge elemanlarının fazla tedbirli tasarlandığını ve iç mekânda doğal aydınlatmayı olumsuz

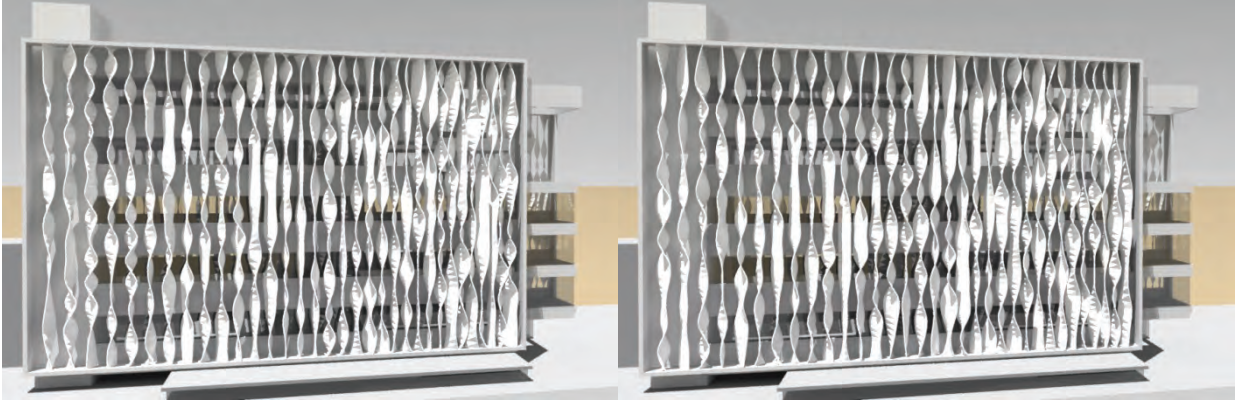
## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

yönde etkilediğini görebiliyoruz. Üretilen alternatifler sonucunda, cephelerdeki YGI değerlerinin daha homojen bir dağılım gösterdiğini söyleyebiliriz.



İlk Tasarım

1. Alternatif



2. Alternatif

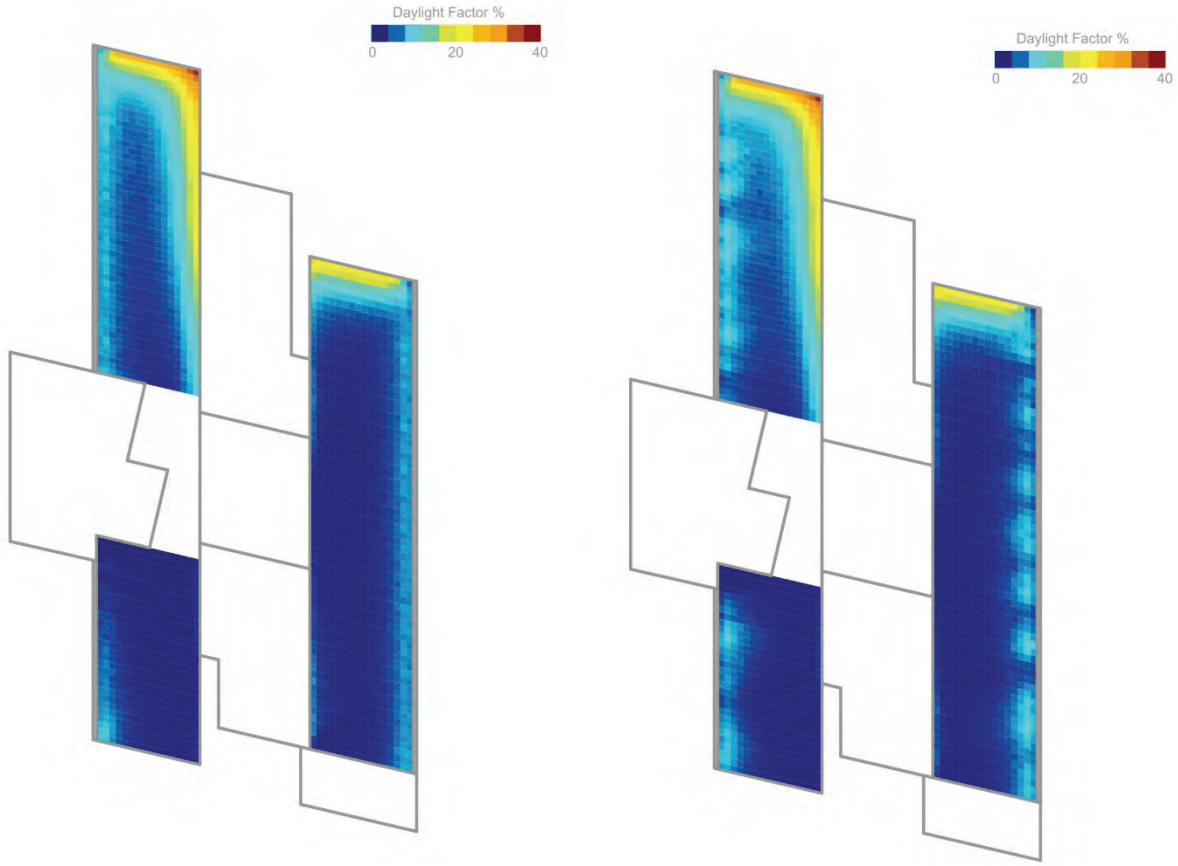
3. Alternatif

**Şekil 8:** Doğu cephesi için ilk tasarım ve seçilen alternatifler

### 3.3. Doğu Ve Batı Blokları Çalışma Düzlemi Sonuçları

Çalışma düzlemi, GF sonuçlarında bloklar arasındaki konum ve kütleli etkiler analiz değerlerinde açık bir şekilde görülmektedir. Hesaplama sürelerini makul seviyede tutabilmek için bütün simülasyonlarda ışığın yansımaya sayısı iki ile sınırlı tutuldu, daha fazla yansımaya sayısı ile hesaplama gidildiğinde elde edilen değerler daha yüksek ve daha doğru olacaktır.

Doğu ofis bloğunda gün ışığı büyük ölçüde gölge elemanlarının kontrolündedir, kuzey cephesinde gölge elemanı bulunmayan sınırlı bir bölgede, cepheden içeriye doğru yaklaşık 1 metreye kadar olan mesafede yüksek değerler elde edilmiştir. Tasarımın sonraki aşamasında bu kısım ile ilgili ayrı bir strateji geliştirilmesi gerekmektedir. Eğer bu yüksek değer gösteren kısmı göz ardı edersek ortalama gün ışığı faktörü değeri %3.43'ten %2.9'a düşmektedir. %2'den düşük olan alanların oranı katlar arasında %30 ile 45 arasında değişmektedir. Işık dağılımında gün ışığının kat içinde daha derin bir alana ulaştığı görülmektedir.



Şekil 9: Birinci kat için ilk tasarım ve üçüncü alternatifin GF dağılımı

Kuzey-batı blokta kütle yerleşiminin etkisiyle kuzey ve doğu cephelerden gelen kontrolsüz gün ışığının en önemli etken olduğu görülmektedir. İlk üç ofis katında durum böyleyken son iki katta (özellikle beşinci kat) ofis bloğunun geri çekilmesi ve strüktürel çerçeve ile kısmen gölgelenmesi bu etkinin daha az olmasını sağlamıştır. Daha ileri aşamada bu blok için ek gölge elemanları düşünülmelidir. Ortalama GF değerleri, bütün alternatiflerde ilk tasarıma yakın olmakla birlikte, artmıştır. Uygunluk fonksiyonunda analiz noktaları arasındaki standart sapmayı azaltmaya yönelik tanımlama ışık dağılımında etkisini göstermektedir. Bu blokta kuzey ve doğu cephelerindeki yüksek gün ışığı miktarı sonuçlarda belirleyici olmuştur.

Güney-batı blok, gölge elemanlarının etkisinin en çok görüldüğü bloktur. Diğer bloklar gibi diğer cephelerden kontrolsüz gün ışığı almamaktadır. İlk tasarımda %2 gün ışığı faktörünün altındaki ofis alanı %55-75 arasında değişmektedir; sadece batı cephesine çok yakın alanlarda %5 değeri civarındadır. Bütün alternatiflerde ortalama gün ışığı faktörü, bütün katların ortalamasında %30 civarında artmıştır. Kat bazında bu değerler %25 ile 40 arasında değişmektedir; %1 gün ışığı faktörünün altında olan alanlar ise ilk tasarıma göre %25-55 arasında azalmıştır.

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

**Tablo 6:** İlk Tasarım GF değerleri - Doğu Blok

DOĞU BLOK ÇALIŞMA DÜZLEMİ - İLK TASARIM	Gün Işığı Faktörü min-max (GF) %	Gün Işığı Faktörü Ortalaması (GF) %
Kat 1	0.362 - 23.617	3.197
Kat 2	0.519 - 24.571	3.364
Kat 3	0.568 - 25.294	3.579
Kat 4	0.643 - 17.259	3.597
Kat 5	0.791 - 18.432	3.423
ORTALAMA		3.43

**Tablo 7:** 3cü Alternatif GF değerleri - Doğu Blok

DOĞU BLOK ÇALIŞMA DÜZLEMİ - 3cü ALTERNATİF	Gün Işığı Faktörü min-max (GF) %	Gün Işığı Faktörü Ortalaması (GF) %
Kat 1	0.434 - 23.522	3.336
Kat 2	0.596 - 24.202	3.628
Kat 3	0.68 - 24.679	3.761
Kat 4	0.703 - 14.826	3.487
Kat 5	1.058 To 17.406	3.534
ORTALAMA		3.55

Sonuç olarak ilk tasarımdan sonraki süreçte amaçlanan performans kriterlerine göre ışık dağılımında bir iyileşme sağlanmıştır. Dikkate alınması gereken bir diğer nokta da yansıyan ışık hesabının düşük tutulması sebebiyle özellikle atriumdan yansıyan ışığın etkisinin yeterince belirgin olmadığıdır. Burada denenen süreç tasarımın sonraki aşamaları için bir başlangıçtır ve olası senaryolar için farklı parametreler ve kurgular ile sürecin devam etmesi gerekmektedir. Özellikle binanın kuzey cephesi için de farklı gölgeleme senaryoları denenmelidir. Bu tasarım sürecindeki en önemli kazanım monoton bir ofis cephesinin gölge elemanlarının geometrisi ile kırılmış olması ve her ofis mekânının birbirinden farklı bir karakter kazanmış olmasıdır. Parametrik olarak tasarlanan gölge elemanları, iç mekândaki ışık kalitesinin yanı sıra ofis iç mekânı ile dış mekân arasında kurulan ilişkinin de geliştirilmesine katkı sağlamıştır.

### 3.4. İleriye Dönük Değerlendirmeler

Tasarım süreci sürekli olarak problem çerçevesinin tekrar tekrar oluşturulmasını gerektiren bir yapıdır. Tasarımcı ile tasarım arasında interaktif bir ilişki vardır ve bu ilişkide hem tasarım hem de tasarımcı değişim ve dönüşüme tabidir (Dorst & Cross, 2001). Performansa dayalı ve parametrik olarak kurulan bu ilişkide ortaya çıkan sayısal modelin yönetiminin iyi kurgulanması ve sürecin gerektiğinden daha karmaşık hale gelmemesi önemlidir. Tasarım sürecinin yönetilebilir parçalara bölünerek tasarımın kalitesini arttıracak bir kurgunun burada en önemli amaç olduğu söylenebilir. Kurulan sayısal modelin karmaşıklığı her gün değişen yazılım ve donanım bileşenleri ile yakından ilişkilidir, o yüzden bir genelleme yapılmasından çok o sıradaki olanaklar ile ne yapılabileceği daha önemlidir.

Bu çalışmada sunulan gölge elemanı tasarımı performansa dayalı parametrik bir metod denemesi olarak yapıldı. Sürecin sonunda mükemmel tasarıma ulaşmaktan çok, daha fazla sayıda umut vadeden tasarım alternatifi üretmek önemsendi. Bina tasarımında önemli olabilecek bütün tasarım parametrelerini sayısal modele dahil etmek mümkün değildir, nitekim tasarımcının sayısal modele kolaylıkla aktarılamayacak birçok fikri ve deneyimi mevcuttur. Parametrik üretim sonucunda önemli olan elimizde konvansiyonel tasarım süreçleri ile elde edemeyeceğimiz kadar çok amaca uygun alternatif olmasıdır. Tasarımın ilerleyen aşamalarında bu alternatifleri başka performans kriterleriyle test etmek ve geliştirmek, modüler ve eklenmeye uygun bir tasarım yapısı ile mümkündür.

## KAYNAKLAR

DORST, K., & CROSS, N. 2001. Creativity in the design process: co-evolution of problem solution. *Design Studies*, 22, 425-437.

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



# Algoritmik Tasarım Uygulamalarının Güncel Yeterliliğinin YBM Vakası Üzerinden Tartışılması

Batuhan Taneri<sup>1</sup>, Sertuğ Tanrıverdi<sup>2</sup>

## Özet

*Bu çalışma, sayısal tasarım metodolojilerinin potansiyelinin mimarlık disiplini tarafından ne kapsamda kullanıldığını araştırarak algoritmik tasarım (AT) olgusunun mimarlık disiplini tarafından nasıl ele alındığını sorgulamaktadır. Günümüz koşullarında Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) gibi yöntemi ile oluşmuş üretim pratikleri bu araştırma için bir karşılaştırma zemini oluşturmakta ve bu çalışmada hedef vaka olarak yer almaktadır. Bu pratikler içerisinde, mimari tasarımın bu süreçteki ne kadar ileri aşamaları kontrol edebilir güçte olduğu; bu sayısal metodolojileri ne kadar potansiyeli ile kullandığını gösterebilir. Bu karşılaştırmalı inceleme, literatürde çalışma konusu olmuş örnekler üzerinden tartışılarak kurgulanacaktır. Ayrıca bu çalışma, diğer disiplinlerin de mimarlık disiplinine olan bakış açılarını anlamamıza yardımcı olacak ve mevcut durumda gelişen bağlam karşısındaki yeterliliğinin sorgulanmasını sağlayacaktır.*

Anahtar Kelimeler: algoritmik tasarım, yapı bilgi modellemesi, mimarlık mesleği

## 1. Giriş

Sayısal olguların mesleki hayatlarımızdaki egemenliği o kadar olağan ve yaygın hale geldi ki bu sayısal olgulardan oluşan toplu kümenin tümünü birden sayısal tasarım olarak adlandırmaktayız (Oxman, 2006). Bunun yanısıra Mitchell (2005), endüstriyel modernizme referans vererek, yapıların üretiminin kağıt esaslı tasarım süreçleri ve çizimlerin yerine artık sayısal bilgiler aracılığı ile gerçekleştiğini belirtmektedir. Bir başka deyişle, yapılar artık sayısal araçların yardımı ile tasarlanmakta, belgelenmekte, üretilip bir araya getirilmektedir. Bu çalışma da bu olgular arasından kendisine YBM (Yapı Bilgi Modellemesi) ve AT (Algoritmik Tasarım) konularını çalışma konusu olarak seçmektedir.

Sayısal tasarım alanındaki yayınların ortak özelliği, tasarım nesnelerinin ve bunlara ait *mantıksal temelin belgelenmesi*, açıklanması ve yorumlanması konularına vurgu yapmalarıdır. Bu bağlamda sayısal tasarımın temel sorularını ve gelecekteki olasılıklarını tanımlamaya çalıştığımızda, bunları birbirine bağlayabilecek bir bağlantının henüz kurgulanmamış olduğunu görebiliriz. Bu temel soruların en dikkat çekenini ise sayısal tasarımın yeni bir tasarım biçimi olarak kendine has bir olgu mu; yoksa yeni araçlarla gerçekleştirilen geleneksel tasarım uygulaması olup olmadığıdır (Oxman, 2006). Bu bağlamda, bulmayı amaçladığımız sayısal tasarım araçlarının nasıl kurgulanması gerektiği ve var olanların bu gerekliliği nasıl karşıladığıdır.

Sayısal tasarımın tasarım ve mesleki icra üzerindeki artan etkisi, gelecek araştırma ve geliştirmeleri açıklama ve bunlara rehberlik etmek için var olan teorileri ve metodolojileri yeniden değerlendirmesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Mimari tasarım araçlarının AT çerçevesinde nasıl şekillenmesi gerektiğini gösterecek bağlam çok geniş bir araştırma alanıdır. Bu çalışma, bu araştırmanın bağlam içerisindeki YBM olgusu ile AT araçlarının mimarlık için nasıl etkileşim şekillenmesi gerektiğini araştırmayı hedeflemektedir.

Bu bağlamı genel olarak tariflemek istersek bilgisayar destekli tasarım (CAD) başlığı altında toplandığını gözlemlemekteyiz. Güncel CAD sistemleri ürünün biçimini temsil etme açısından kuvvetli olmalarına karşın aslında ürünün tasarlanmasında kullanılan ve ortaya çıkarılan tasarım

<sup>1</sup> e-posta adresi: batuhantaneri@gmail.com, İYTE Mimarlık Fakültesi

<sup>2</sup> e-posta adresi: wismic@gmail.com, İYTE Mimarlık Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

bilgisini taşıyamamaktadır (Lee & Lee, 2001). Buna bağlı olarak, CAD sistemlerinde temsil edilen model karmaşık bir mühendislik işi sonucu olmasına rağmen, modelin değerlendirilmesi, modifikasyonu ve yeniden tasarlanması için gerekli olan bilgiyi içermediği vurgulanmaktadır (Lee & Lee, 2001). CAD sistemlerindeki bu eksiklik beraberinde ve bu araçların tamamen sembollerin anlam kaybına uğramış olması mesleki icrada açıklar bırakmıştır.

Buna karşın, mühendislik disiplinleri ise bu açıkları Yapı Bilgi Modellemesi sistemleri ile kapatmak için önemli bir aşama kaydetmişlerdir. Mimarlıkta kullanılan sayısal araçlar sadece tasarım sürecini değil üretim süreçlerini de önemli bir şekilde etkilemiştir. YBM yazılımları bu bağlamdaki en önemli araçlar olmuştur. YBM sistemleri, bir yapı projesinin gelişimi sürecinde, alana özel araçların ise tasarım analizi ve değerlendirmesinde kullanılmaktadır (Sanguinetti vd., 2012). Aydınlatma, enerji kullanımı, mekanik tesisat tasarımı ve bunun kontrol sistemleri, strüktürel analiz, maliyet analizi vs. için kullanılan araçlar, yapılması için özelleşmiş verilere gerek duyan analizlerdir. YBM, yapı tasarımında ve inşaatında kullanılan temel dokümantasyonu manuel yönetim için insan tarafından okunabilenin aksine otomasyon için makine tarafından okunabilen ve geri beslemeli hermeneutik süreci takip edebilen temsiliyetler haline dönüştürür (Arayıcı vd., 2011). İki boyutlu çizimlerin el ile üretildiği tasarım süreçlerinde projeye dahil olan her alan uzmanı veya danışman tasarımı danışmanın perspektifinden değerlendirmek için kendi analiz araçlarına ve manüel olarak mimarın tasarım niyetli çizimlerinden oluşturulmuş veri kümelerine sahipti. Bu sürecin çok zaman alması ve uzman danışmanların tasarım karar verme süreçlerine ayrılmış zaman diliminde sürece dahil olamamaktaydılar. YBM teknolojilerinin ortaya çıkış sürecinde bu eksikliklerin giderilmesi tasarım sürecini deneyime dayalı sezgisel karar verme süreçlerinden kurtarmış oldu (Sanguinetti vd., 2012).

## 2. Tanımlar

Bahsi geçen karşılaştırmanın yapılabilmesi için tanımların belirlenmesi gerekmektedir. YBM ve AT disiplinlerarası metodolojiler ile oluştukları için karmaşık çerçevelere sahiptirler. Bu karmaşık çerçevelerde yorumlar ile birlikte oluşmuş farklı tanımlar ve uygulamalar vardır. karşılaştırmalı bir inceleme yapılabilmesi için nitelikli tanımlar kullanılmalıdır. Bu bağlamda tek bir tanımlı kabul etmektense farklı tanımların bir araya getirilerek kavramların geçmişlerini de içeren daha detaylandırılmış bilgi kümelerini tanım olarak ele almak daha sağlıklı olacaktır.

### 2.1. Yapı Bilgi Modellemesi – Tanımlar

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) terimi, yapılan yayınlarda farklı şekillerde tanımlanmıştır. Her ne kadar yapı endüstrisi için teknoloji yeni olmasa da yazılımlarda gelişmeler ve ilerlemeler olmuş ve buna bağlı olarak farklı isimler (BIM, VC 3D CAD, IS, CIC, and IT) almıştır. Bu sistemleri hepsi yapı endüstrisinin parçaları için etkileşimli bir bilgi paylaşım ortamı oluşturmuştur.

YBM yönteminin ticaret anlayışı bakımından değerlendirmesi ise; YBM'nin bir kısım için bir yazılım uygulaması olduğu; başka bir kısım için yapı bilgisinin tasarlanması ve belgelenmesi için bir süreç olduğu; diğer bir kısım için ise paydaşlar arasında yeni prensiplerin, anlaşmaların ve ilişkilerin uygulanmasını gerektiren mesleğin geliştirilmesine ve mesleğin icrasına yeni bir yaklaşım olduğudur (Aranda-Mena vd., 2008).

McGraw Hill raporu ise YBM'ni “operasyonların veya projelerin tasarımı ve inşası için sayısal model kullanımı ve yaratılması süreci” olarak tanımlar (Hill, 2009). Bu, müteahhitlerin YBM'ne olan bakış açılarını net bir şekilde bir belgeleme aracı olarak gördüklerini tanımlamaktadır.

YBM için başka bir tanım ise, “yapı bilgisinin tüm boyutlarını içeren sayısal olarak inşa edilebilecek tasarım önerisi önermeden önce azaltılmış risk ve artırılmış değer ile optimize edilmiş yapı çözümleri geliştirmek için kullanılabilecek akıllı bir 3B sanal yapı modeli” şeklinde ortaya konulmakta ve bu tanım tasarım aşamasına odaklanmaktadır (Woo, 2010). Bu tanımdaki optimize edilmiş yapı



çözümleri tanımlaması dikkat çekici bir öneme sahiptir ve konvansiyonel mimari tasarımın uygulanmasına karşı baskın bir müdahale yaratma kapasitesine sahiptir.

## 2.2. Algoritmik Tasarım

Algoritma, sonlu sayıda adımda bir problemi çözmeye çalışma sürecidir (Terzidis, 2006). Algoritmalar genelde tanımlı bir problem için belirli bir çözüm ile tasarlanırlar. Ancak, çözümleri belirsiz, bilinmeyen ya da tam tanımlanmamış problemler de vardır. Tasarım problemleri de aslında tam tanımlanmamış problemlerdir (Eastman, 1969; Simon, 1969). Bu durumlarda algoritmalar, olası çözümlere gidilebilecek yolları keşfetmek için kullanılan araçlar olarak kullanılırlar. Algoritmalar, tasarım problemlerinde bir ürün üretmektense bütün sürecin kontrolünde tepkisel bir sistem olarak çalışma potansiyeline sahiptir (örneğin yapay zeka uygulamaları).

Algoritmik ifadesi ise tasarım problemlerinin çözümünde biçimsel tekniklerin kullanılmasına referans verir. Dolayısıyla aslında bu yöntem standart analog tasarım süreçleri ile ilgili olduğu gibi, sayısal tasarım süreçleri ile de ilgilidir. Ancak, sayısal tasarım alanı içerisinde, tasarımcının kullanıcı arayüzünün getirdiği kısıtlamaları ortadan kaldırarak yazılım dillerinin kullanılmasına ve biçimin değil yazılımın direk manipülasyonu ile tasarım yapmaya referans verir. Genellikle, AT güncel olarak RhinoScript, MEL, Visual Basic ya da 3dMaxScript gibi program dillerinin kullanılmasıyla komut dizisi tabanlı (parametrik) tasarım uygulaması şeklinde icra edilir. Buna karşın, programlamanın zorluğu nedeniyle, Generative Components ve Grasshopper gibi araçlarla programlama işi görüntüsel hale gelmiştir. Güncel uygulamada, AT, yüzeysel olarak bilgisayarın problem tanım kümesi içerisinde çalışan arama motoru olarak çalışma kapasitesinden ve çok zaman tüketecek işlemleri hızlı yerine getirebilme becerisinden faydalanır. Dolayısıyla, algoritmik tasarım standart tasarım kısıtlamalarının getirdiği sınırlar ötesinde optimizasyon ve diğer görevlere elverişlidir. Ancak, problem tanımının zorluğu ve süreçten çok ürün odaklı düşünülmesi sebebi ile bu optimizasyon yeteneğinin rastgele verilerle öngörülemeyen sonuçlar üretmeye yönelik uygulamalar yaygındır. Diğer görevler olarak tanımlanabilecek etkinlikler üzerine daha fazla çalışma yapılması gerektiğini göstermektedir.

Tarihte bakıldığında da algoritmalar, mimarlıkta geniş ölçüde kullanılmaktadır. Algoritma ifadesi daha çok bilgisayar bilimleriyle ilişkilendirilir. Buna karşın, mimarlık mesleğindeki yönergeler, yetkiler ya da kurallar özünde algoritmaldır (Terzidis, 2006). Tarihsel süreçte bu mantık ile bakıldığında sadece biçim üreten bir araç olmaktan çok süreci kontrol eden bir sistem olarak gözükmektedir. Mesleki icrada tasarım sürecinin akılcılaştırılması tasarım projelerinin gerçekleştirilmesi ve tasarımcılar arasındaki iş yükünün dağılımı için yapılandırılmış, belirli ve iyi tanımlanmış yönergelerin kullanımının ihtiyacını kapsamaktadır. Günümüzde, mimarlıkta bilgisayar kullanımının en baskın şekli, elle yürütülen tasarım kararları ve biçime dair karşılık veren bilgisayar uygulamalarıdır (Terzidis, 2006).

AT yöntemi üzerine yapılan çalışmalar ve deneyler ise ya biçim üretimi problemleri üzerine ya da tasarım sürecinde karar verme süreçlerinde tasarım seçenekleri üretimi üzerine odaklanmaktadır. AT yöntemleri üzerine yapılan akademik çalışmaların çoğu da mühendisler tarafından yürütülmekte olduğu gözlemlenmektedir. Varolan anlayışta mantıksal temelin belgelenmesini içeren bir tasarım teorisi olmadığı için bu tip yöntemlerin çalışıldığı ofislerde ise mimarlar algoritmaları yapı elemanlarına dair biçim üreten araçlar olarak kullanmakta ya da günümüz karmaşık yapılarını verimli bir şekilde zamanında bütçeyi aşmadan tasarlamak için kullanılmaktadır (Terzidis, 2006).

### 3. Mesleğin Geleceği

Mimarlık, tarihi boyunca başka disiplinlerden beslenmiş ve ödünç aldığı metodolojileri ve beraberinde gelen bilgiyi mesleğin teorisine ve icrasına özümseyerek katmıştır. Ancak günümüzdeki durumda metodolojilere yön verebilme önderliğini kaybettiği gözlenmektedir. Mimarlık mesleği, tarihte daha önce de değişen paradigmalara mücadele edip ayak uydurmayı ve yapı üretimindeki kontrolü elinde tutmada başarılı olmuştur. Bunun en önemli sebebi ise bu konudaki gerekli bilgiye hakim olup mesleki deneyim açısından da hep usta konumunda kalmasıydı. Mekan kavramı hakkında bilgi birikimine ve mekan üretimi deneyimine sahip tek meslek her zaman mimarlık olmuştur.

İçinde bulunduğumuz sayısal çağda bildiğimiz geleneksel üretim biçimleri yeniden köklü bir değişim içerisindedir. Bilgisayar destekli üretim biçimleri artık sadece gündelik hayatımızda kullandığımız nesnelere için kullanılmamakta yapı üretiminde de yerini almaya başlamıştır. Dolayısıyla kullandığımız araçlar her zaman beraberinde düşünce sistemlerimizi de yeniden biçimlendirmiştir.

Örnek olarak YBM gözönüne alındığında yapı sürecinin sayısal teknolojilerin yardımıyla çok detaylı, kapsamlı, kontrollü ve verimli olarak işlenebildiği aşikardır. Güncel uygulamalardaki AT örnekleri, böyle bir sistem karşısında bu sistem içerisindeki çalışan alt birimlerden daha kapsamlı bir işlerliğe sahip gözükmemektedir. Bu da YBM merkezli bir yapı tasarımı sisteminde mimari tasarımın bir alt birim olarak çalışabilme ihtimalini doğurmaktadır. Mimari tasarımın kapsayıcı rolünün geri plana atılmış olması beraberinde daha önce ortaya atılmış “Mimarsız Mimarlık” söyleminin(Negroponte, 1975) yeniden ortaya çıkmasına zemin oluşturmaktadır.

Ancak, sayısal tasarım başlığı adı altında şekillenen metodolojiler, mimarlık disiplininin diğer disiplinler ile yaptığı disiplinler arası çalışmalarda tasarım süreci içerisinde karar verme süreçlerine geleneksel tasarım süreçlerinde olduğundan daha fazla katkıda bulunmalarını sağlamasıyla beraber mimarın bu tasarım sürecindeki yetki ve sorumlulukları mimarlık disiplini tarafından güncellenmemiştir. Buna ek olarak, mimarın süreci yöneten ve mekana dair kararları veren uzman olmaktan çıkıp sadece biçim üretip biçimsel kararları veren bir uzman konumuna getirdi (Sanguinetti vd., 2012).

Üretimde gelişen süreç ile tasarım kavramında gelişen süreçler kıyaslandığında, mimarın temel temsiliyet medyası olan tasarım çizimleri üzerindeki kontrolü ve değişmezliğinin ortadan kalkması ortamı oluşturmaktadır. Akademi bu anlamda kontrolü almakta ve değişen medyanın etkilerine rehberlik edecek teorik desteği verememektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri ise geliştirilen ve mesleki icrada kullanılan sayısal tasarım araçları akademide değil mimarlık ofislerinin araştırma ofislerinde üretilmiş olmasıdır (Oxman, 2006).

### 4. Sonuç

YBM sistemleri, mimarlık, mühendislik ve inşaatla ilgili icraların arasındaki koordinasyonu sağlamak ve olası hata ve ihmallerin önüne geçmek amacıyla kullanılan yazılımlar olarak düşünülmekteydi (Issa, Zuppa, & Suermann, 2009). Ancak, literatürdeki en önemli eleştirilerden biri, yapı üretimi organizasyonunda bu üç ana aktör haricinde bir de mal sahibinin olduğu ve YBM sistemlerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi için YBM'nin faydalarının neler olduğunu ölçerken mal sahibinin de bu organizasyonun bir parçası olduğunun unutulmaması gerektiği vurgulanmaktadır (Barlish & Sullivan, 2012).

YBM sistemleri üzerine yapılan çalışmaların çoğu yazılımın üretilme amacı gereği yapı üretim sürecinin verimliliği ve özellikle tasarım sürecinden kaynaklanabilecek hata, ihmal ve maliyet konuları açısından önceden teşhis ve alternatif çözümler üretme konularına odaklanmaktadır. YBM, gelişmekte olan bir sistemdir ve dolayısıyla eksiklikleri uygulamalarda kullanıldıkça tamamlanacaktır. Mimarlık, mühendislik ve inşaat alanlarında uygulamacıların girişimleri ile, biçim, işlev ve teknik

parametrelere ait veri ve bilgilerin analizi, belgelemesi ve paydaşlar arasındaki iletişimi sağlama anlamında gelişmeye devam etmektedir. Bu girişimler, herhangi bir mühendislik bilgi alanına ait örneklerde olduğu gibi artan detay, hassasiyet ve verimlilik seviyeleri ile problemlerin tarifi ve çözümü şeklinde sürekli bir gelişmelere yol açmaktadır.

Bu çalışmanın temel eleştirisi tam da bu noktada başlamaktadır. Çünkü bahsedilen gelişmeler ve ilerlemeler yapı üretimini doğrusal bir süreç olarak kabulünden yola çıkarak bunun doğrusallığını da korumaya yönelik olarak devam etmektedir. Bu açıdan bakıldığında, geleneksel yapı üretimi sürecinde ortaya çıkan bir problem çözüm gerektirdiği sırada mimar devreye girerken artık bu yeni yapı üretimi sürecinde ortaya iki problem çıkmaktadır. Birincisi, oluşan problem getirilecek çözüm noktasal olacaktır. Her ne kadar, üç boyutlu modelin karşılık veren bir model olması ve var olan değişikliğin etkisinin diğer paydaşların yaptığı işe olan etkilerinin gözlemlenebildiği bir ortam imkanı vermesi sürekli vurgulansa da getirilen çözüm noktasal olacaktır. Çünkü bu yapı üretim sürecinde mimar, herkesten ve herşey den sorumlu usta değil sadece biçimden sorumlu bir uzman haline gelmektedir. İkincisi ise ortaya çıkan problemleri çözümünde seçenek üretimi önemlidir. Mimar, geleneksel yapı üretimi sürecinde bununla baş edebilmiştir. Ancak, yeni yapılarımızın karmaşıklık seviyesi çok artmaktadır. Bu bağlamda algoritmik mimarlık yaklaşımı mimara YBM ile üretilmiş model aşamasına gelmeden sayısallaştırılabilecek diğer mühendislik bilgi alanına ait girdileri de kullanarak bir tasarım önerisi üretmesine yardımcı olabilecek potansiyeldedir. Çünkü esas sayısallaştıramadığımız “mekan” ve bununla ilişkili metafizik kavramların kontrolünü sadece mimar yapabilmektedir. Yapı üretimi sürecinin merkezine YBM sistemleri ile üretilmiş modelleri koymak, mekan dediğimiz olgunun yapı oluşturan denklemden çıkarılması demektir. Dolayısıyla, mimarlık disiplini bu üretim süreçlerinde kontrol sahibi bir rol üstlenmedikçe mesleğin de geleceği tehlikeye girmektedir.

Algoritmik mimarlığa bu bakış açısından yaklaştığımızda ise mimari tasarımda algoritmaların kullanılması üzerine yapılan çalışmalarına mesleğin icrasında kullanılma yeterliliği açısından yeniden bakmamız gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda çalışmaların odaklandığı iki kullanım alanın baskınlığı göze çarpmaktadır. Birincisi, yapı elemanlarının özellikle cephe sistemlerinin dolayısıyla yapının ana formunun çevresel etkenlere en verimli şekilde cevap verebilmesinin alternatiflerinin arandığı çalışmalardır. Odaklanılan bu konu her ne kadar belki de mimarlar tarafından sadece biçim üretme çalışması olarak yorumlanmasa da özellikle mühendislik disiplinin yaklaşımı mimarlara biçim uzmanları olarak yaklaşımının desteklenmesine yol açmaktadır. Algoritmaların mimari tasarım ile ilgili çalışmalarda baskın olan ikinci kullanılma alanı ise mimari program elemanlarının düzenlenmesi, yerleştirilmesi, planlanması işinin yine sayısallaştırılabilen tasarım girdilerinin kullanılarak alternatifler üretimidir. İki kullanım alanı da mekan kavramına ilişkin olarak mekan organizasyonu ve mekanı oluşturan çeperlerin biçimlenmesi işlerini mekanın sadece ısı konfor vs gibi sayısallaştırılması mümkün olmuş parametreleri kullanmakta ancak mekanın olgusal kalite ve özelliklerinin üretimin dışında bırakmaktadır.

YBM aslında özetle yapı bilgisinin sayısallaşmasıyla mimarlığın yapı tasarım sürecinin tümünü kontrol edebilecek bir ortam oluşturmaktadır. Ancak, bunun için mantıksal temel esaslı, kapsamlı tasarım teorileri için çalışmalar yapılması gerekmektedir. AT getirdiği potansiyel ile mesleğin geleceğinde mimarın aktör olarak yapı sürecindeki rolünü genel kontrol rolünü geri üstlenmesine yardımcı olabilir niteliktedir. YBM gibi sistemlerin gelişmesi ile bu genişletilmiş rol ve uygulama üstlenilmediği takdirde daha geri bir role atılabileceği mümkün gözükmemektedir. Mimarlık disiplini, klasik mimarlığın söylemini Vitruvius’a dayanmış olması, modern mimarlığın kendi söylemini kapsamlı bir şekilde geliştirmiş olması, post modernizmin bu söylemler üzerinden tepki geliştirmiş olması gibi içinde bulunduğumuz durumda da felsefi ve teorik bir altyapı üretilmeli ve bunun için AT daha kapsamlı olarak ele alınmalıdır.

## KAYNAKLAR

- ARANDA-MENA, G. C., C.; CHEVEZ, A.; FROESE, T. 2008. *Building information modeling demystified: does it make business sense to adopt BIM?* Paper presented at the CIBW78 2008 International Conference on Information Technology in Construction Santiago, Chile.
- ARAYICI, Y., COATES, P., KOSKELA, L., KAGIOGLOU, M., USHER, C., & O'REILLY, K. 2011. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. *Automation in Construction*, 20(2), 189-195. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.016>
- BARLISH, K., & SULLIVAN, K. 2012. How to measure the benefits of BIM — A case study approach. *Automation in Construction*, 24(0), 149-159. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>
- EASTMAN, C. 1969, May 7-9, 1969. *Cognitive Processes and Ill-defined problems: a case study from design.* Paper presented at the International Joint Conference on Artificial Intelligence, Washington D.C.
- HILL, M. 2009. The business value of BIM: getting to the bottom line.
- ISSA, R. R. A., ZUPPA, D., & SUERMANN, P. C. 2009. BIM's Impact on the Success Measures of Construction Projects *Computing in Civil Engineering (2009)* (pp. 503-512).
- LEE, K.-S., & LEE, K. 2001. Framework of an evolutionary design system incorporating design information and history. *Computers in Industry*, 44(3), 205-227. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-3615\(01\)00075-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-3615(01)00075-6)
- MITCHELL, W. 2005. *Constructing complexity.* Paper presented at the Tenth International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures, Vienna, Austria.
- NEGROPONTE, N. 1975. *Soft architecture machines*, The MIT Press, Boston.
- OXMAN, R. 2006. Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 27(3), 229-265. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2005.11.002>
- SANGUINETTI, P., ABDELMOHSEN, S., LEE, J., LEE, J., SHEWARD, H., & EASTMAN, C. 2012. General system architecture for BIM: An integrated approach for design and analysis. *Advanced Engineering Informatics*, 26(2), 317-333. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2011.12.001>
- SIMON, H. 1969. *The Sciences of the Artificial.* Cambridge, MA: MIT Press.
- TERZIDIS, K. 2006. *Algorithmic Architecture:* Taylor & Francis.
- WOO, J. W., J.; KANG, D. 2010. *Use of as-built building information modeling.* Paper presented at the Construction Research Congress 1.

## Seyirci Konumuna Cevabi Akustik Sahne Tasarımı

Erdem Yıldırım<sup>1</sup>

### Özet

*Bu çalışmada ses duyumu artırma amaçlı, değişken seyirci konumlarına bağlı olarak biçim güncelleyebilen bir sahne tasarımı ve bu modelin sayısal tasarım metotları kullanılarak yapılan analizleri üretken mimarlık (generative architecture) bağlamında tartışılmıştır. Kentsel akustik konusu üzerinde yapılan çalışmalar ses kirliliği ve gürültü önleme başlıkları üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmanın özgünlüğü ses yüksekliğini artırarak akustik kazanç sağlamayı kentsel bağlamda irdelemesidir. Tasarlanan akustik sahneyle, seyircilerin, kentin aktörleri ve bu aktörlerin performansları ile etkileşime girerek geçici ve öznel deneyimler yaşamasına olanak tanıyacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte etkileşimli duvar alanına yeni bir işlev tanımı olarak akustik kazanç ortaya konulmuştur. Oluşan nihai formun akustik simülasyonları yapıldığında ses yoğunlaşmasının gerçekleştiği kanıtlanmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** İnsan Bilgisayar Etkileşimi, Parametrik Tasarım, Kentsel Akustik

### 1. Kentsel Performans ve Mekan İlişkisi

“... metropoliten bir hayat tarzı ve onunla atbaşı giden mimarının icat ve denenişinin kolektif bir deney olarak yürütüldüğü bir mitos adası ... yeni teknolojilerin Galapagos Adası, en güçlünün hayatta kalmasına dair yeni bir bölüm, bu kez makine türleri arasında bir mücadele ...” (Koolhaas, 1994).

2007 yılından itibaren kentte yaşayan insan sayısının kırsalda yaşayan insan sayısını geçtiği bilinmektedir. Kent, sosyoekonomik ve kültürel özellikleri yönetim durumu ve nüfus bakımından kırsal alanlardan ayırt edilen, genellikle tarımsal olmayan üretimin yapıldığı, daha önemlisi hem tarımsal hem de tarım dışı üretim dağıtım ve denetim işlevlerinin toplandığı, teknolojik gelişme derecelerine göre belirli bir büyüklük, heterojenlik ve bütünleşme düzeyine varmış, ikincil toplumsal ilişkilerin, toplumsal farklılaşma, uzmanlaşma ve hareketliliğin yaygın olduğu yerleşim alanıdır (Kızılcıkelik, 2000).

Kentler insanoğlunun bu güne kadar meydana getirdiği en karmaşık yapılardır. Kente dair tasarımların karmaşık ve iç içe geçmiş değişkenleri vardır. Bu değişkenlerin merkezinde ise insan bulunur. Bu nedenle, kullanıcıyı merkeze alan, onun davranışlarını ve mekan üretim pratiklerini esas alan tasarım yöntemlerini – ki kısaca ‘kullanıcı odaklı tasarım’ yaklaşımları olarak adlandırabiliriz – kamusal alanları biçimlendirmede kullanışlı bir yöntem olduğu bilinmektedir (Lefebvre, 1992). Tüm mekan ölçeklerinde olduğu gibi kentsel alanlarda da üstten kavrayıcı ve nesnel tasarım yaklaşımlarına kullanıcının tepkisi alternatif çözümler üretmek olmuştur.

Çalışma konusu dahilinde ele alınan kentsel müzik performansları göz önünde burulduğunda kentsel girintilerin geçici sahnelere dönüştüğü görülmektedir. Kullanıcılarının kendi kendine ürettiği pratikler, sayısal tasarım yöntemleri kullanılarak yeniden üretilmiştir. Elde edilen sonuç ürün, sahnenin arka fonunu oluşturacak bir hiperyüzey modelidir. Bu hiperyüzeyin işlevsel amacı ses kaynağından çıkan dalgaları izleyiciye odaklayarak akustik kazanç sağlamaktır. Kentsel aktivitelerin en çok gerçekleştirildiği zaman dilimi olan Gezi sürecinde yapılan basit prototipte, mobil cihaz uygulamasıyla elde edilen verilere göre ortalama +7db kazanç sağlandığı tespit edilmiştir (Resim 1).

<sup>1</sup> e-posta adresi: erdem.yildirim@deu.edu.tr, DEÜ Mimarlık Fakültesi



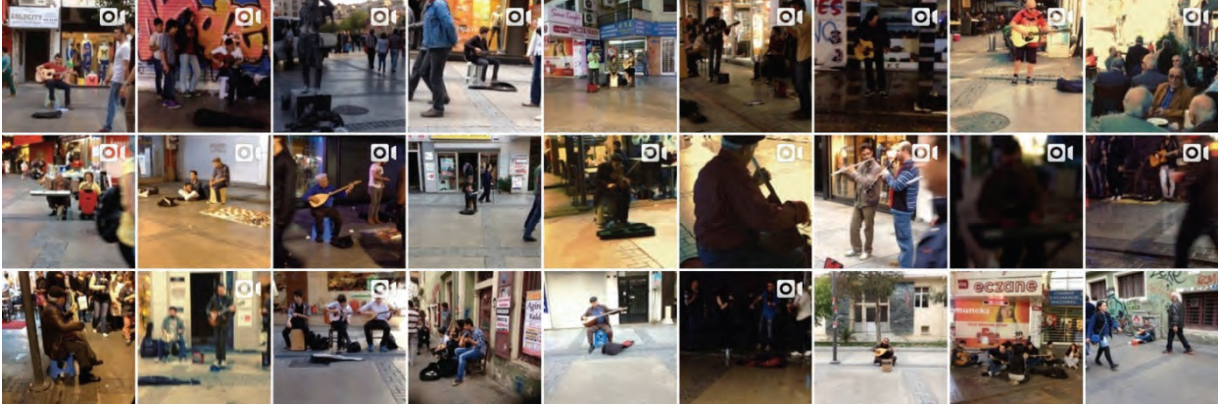
**Resim 1:** Gezi Sürecince Gündoğdu’da inşa edilen akustik sahne arka fonu.

## 2. Tasarımın Kurgusu

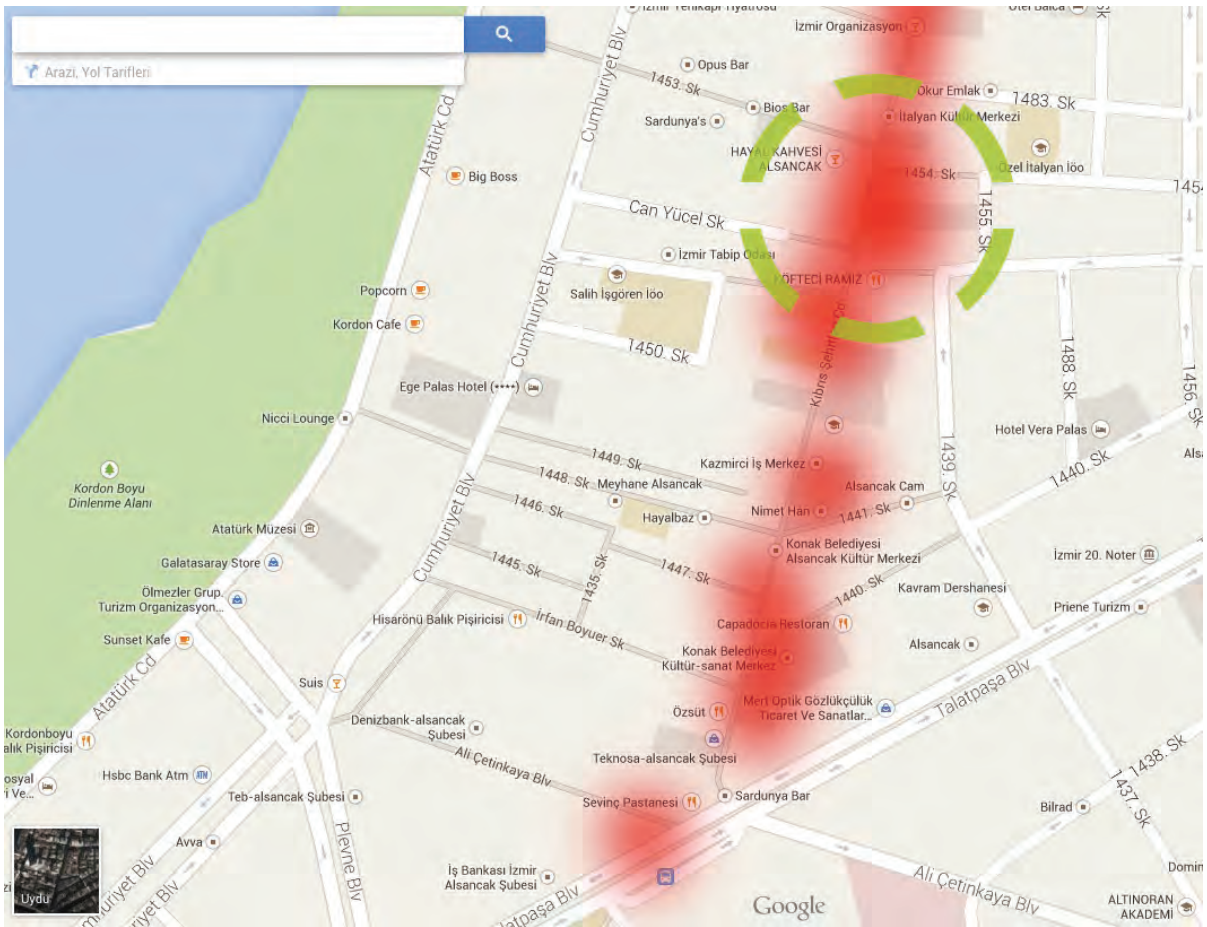
### 2.1. Çalışma Alanı Seçimi

Sokak müzisyenleri ile yapılan röportajlar doğrultusunda elde edilen verilere göre, performansların yer seçimleri incelendiğinde, yaya yoğunluğu en etkili kriter olduğunu söylenebilir. Ticari kaygılar dolayısıyla tercih edilen konumlanmalarda kentsel yaya sirkülasyonunun gözetildiği saptanmıştır. Bu doğrultuda, çalışmanın mekansal kapsamı olarak İzmir’in en yoğun yaya sirkülasyonuna sahip arteri olan Kıbrıs Şehitleri Caddesindeki etkinlikler seçilmiştir (Resim 2). Cadde üzerinde rastlanan müzik etkinliklerinin konumları bir yıl boyunca saptanarak kartografyası çıkarılmıştır.

Kartografya üzerinde beliren en yoğun alan Gazi Kadınlar Sokağı ve Can Yücel Sokak arası olarak ortaya çıkmaktadır (Resim 3). Cadde genişliğinin, eski yapılaşma sınırı uyarınca daraldığı bu bölgenin başlangıç noktasında etkinliklerin yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan görüntü kaydı bu noktadan alınarak maksimum veri elde edilmeye çalışılmıştır.



**Resim 2:** Bir yıl boyunca Kibris Şehitleri Caddesi'nde gözlemlenen müzik etkinliklerinden örnekler



**Resim 3:** Kibris Şehitleri Caddesi müzik etkinlikleri kartografyası

## 2.2. İnsan Etkileşimi

İlk olarak yukarıda konumu belirtilen kentsel mekanda bir sokak müziği etkinliği sırasında mikroskobik yaya analizi ölçeğinde görüntü çekimi yer almaktadır. Bu görüntüler, perspektifleri düzeltilerek mekânın koordinatlarına oturtulmuştur (Resim 4). Daha sonra seyircilerin hareket vektör konumlarının yoğunluk haritası çıkartılmış, ve ağırlık merkezi saptanmıştır. Diğer bir deyişle zamana göre değişken seyirci pozisyonlarına dayalı veri koleksiyonu yapılmıştır. Çalışmada plansal çekim kullanıldığı için konum verileri iki boyutlu parametrelerden oluşmuştur.

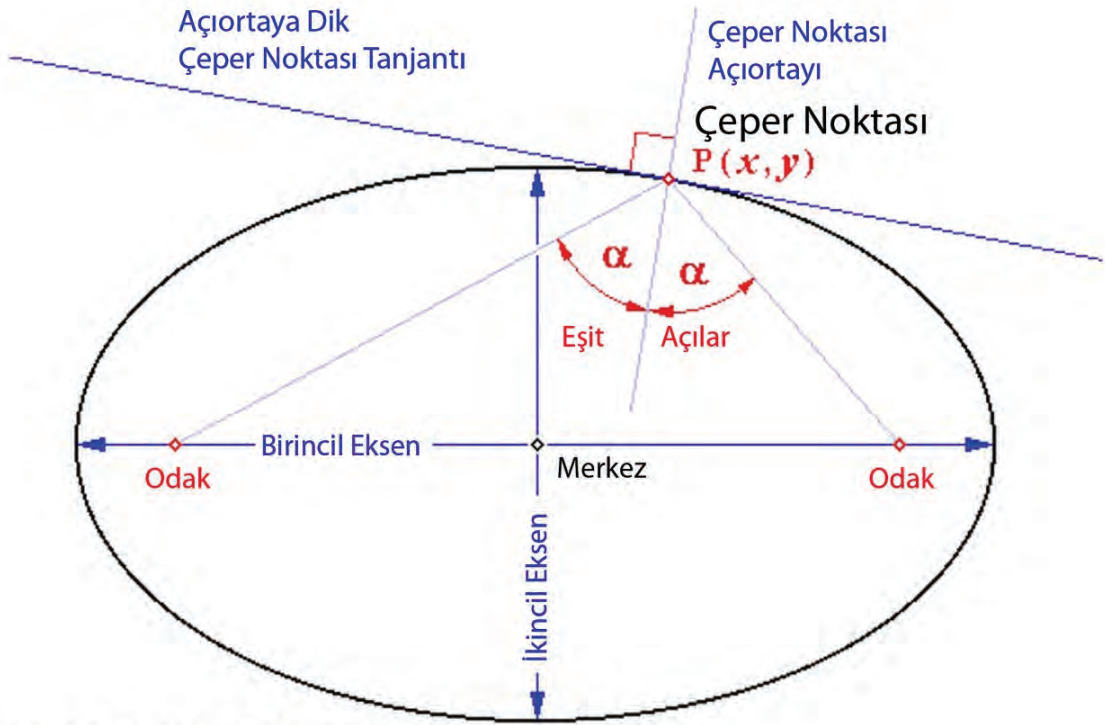


Resim 4: Hareketli görüntüden iki boyutlu konum bilgisi elde edimi

### 2.3. Geometrik Açılım

Hiperyüzeyin temel yapısı elipsoid formuna dayanmaktadır. Elips geometrisinin açılımında iki merkez ve bu iki merkeze olan toplan uzunluk girdileri bulunmaktadır (Strang, 1991). Bunula birlikte elipsin bir merkezinden çıkan ışın, çeperinde yansıyarak diğer merkezden geçmektedir (Resim 5). Bu geometrik kural kullanılarak tasarımın kurgusu oluşturulmuştur. Ses kaynağı birinci odak olarak seçilerek sabit tutulmuştur. İkinci odak ise hedef olarak alınıp sesin yönlendirileceği nokta olması amaçlanmıştır.



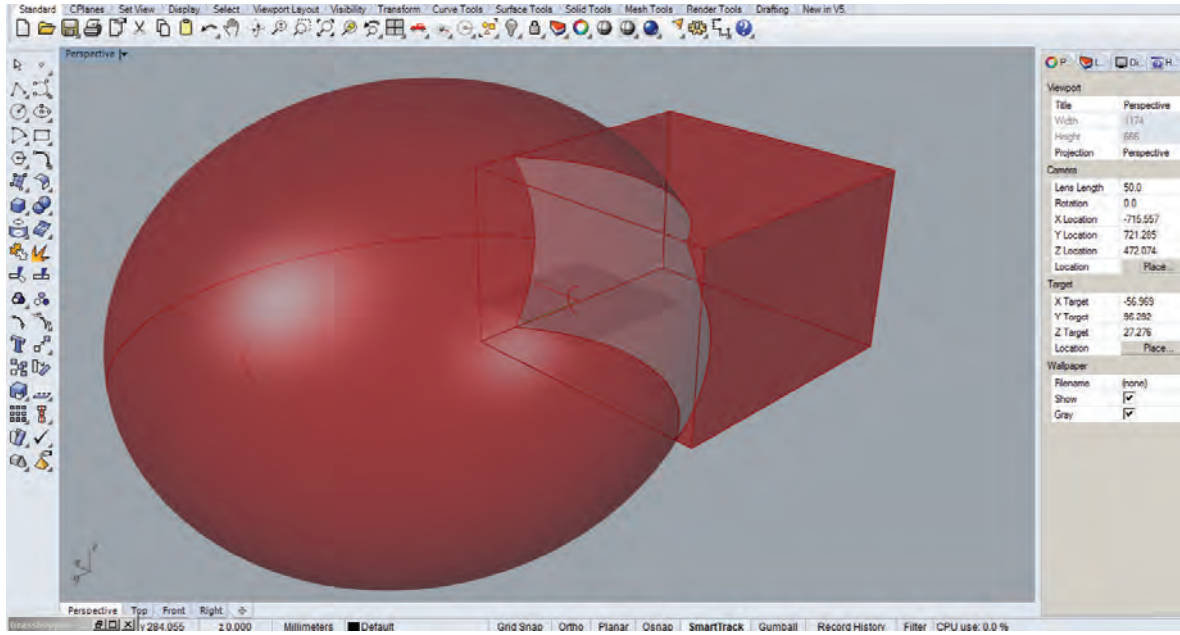


Elips üzerindeki herhangi bir nokta  $P(x,y)$   
 $x$ = Merkez ile yatay uzaklığı  
 $y$ = Merkez ile dikey uzaklığı

**Resim 5:** Elips çeperindeki bir noktanın geometrik tanımı

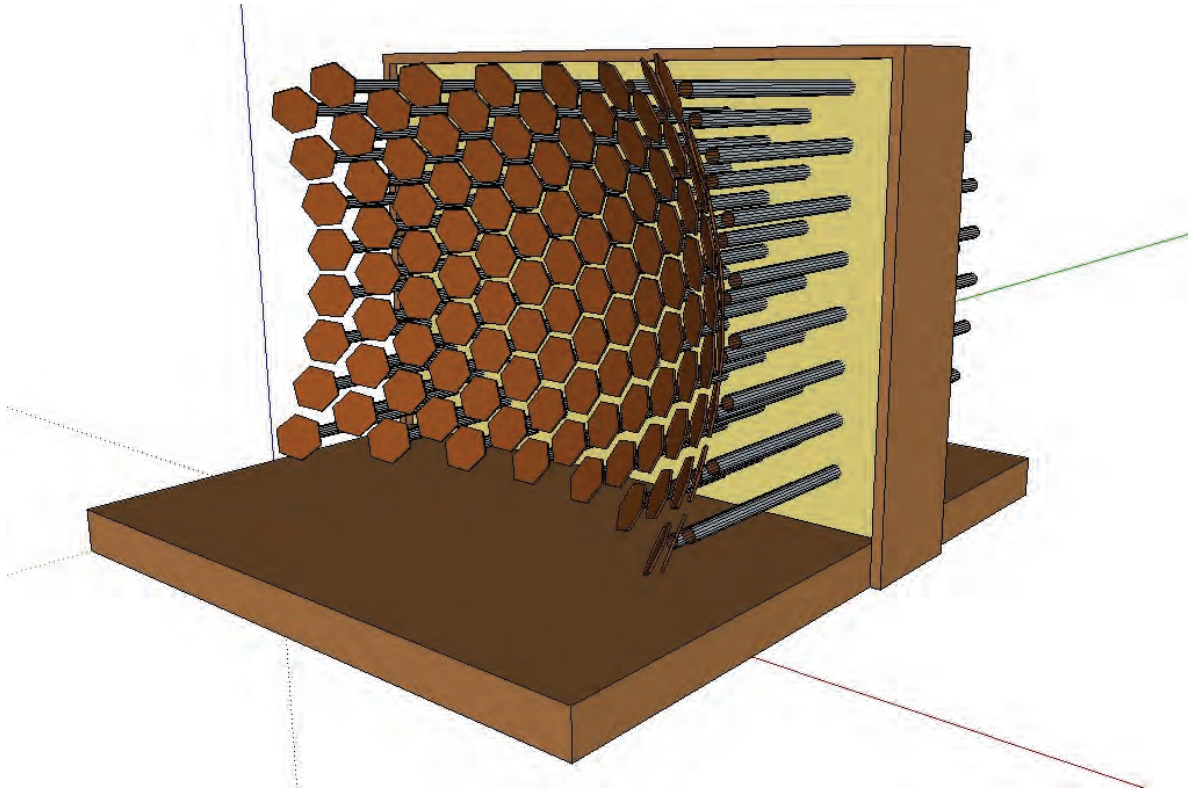
Çalışmanın ikinci aşamasında parametrik modelleme yazılımı olan Grasshopper kullanılmıştır. Oluşturulacak olan hiperyüzeyin temel geometrisi iki merkezli elipsoide dayanmaktadır. Birinci odak ses kaynağı varsayılarak sabit tutulmuştur. Yukarıda bahsedilen dinleyicilerin ağırlık merkezi ise ikinci odağın konumunu vermektedir. Elipsi oluşturan üçüncü girdi olan iki odağa olan toplam uzaklık ise maksimum verim sağlamak adına evrimsel tasarım eklentisi (Gallapagos) kullanılarak hesaplanmıştır. Yazılan algoritmada *Gallapagos* eklentisinin uygunluk (*fitness*) girdisi, maksimum yüzey alanı oluşacak şekilde yazılmıştır. Akustik arka fonun yüzey alanının büyüklüğü, yansıtacak partiküllerin niceliğine doğrudan etki etmektedir. Tasarım hacmi olarak küçük konteyner boyutu olan 300x200x200 cm ölçüleri kullanılmıştır. Elde edilen farazi elipsoid tasarım hacmi ile kesiştirilerek arka fonun hiperyüzeyi elde edilmiştir (Resim 6).

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



**Resim 6:** Tasarım hacmi ile farazi elipsin kesişim yüzeyi

Oluşan içbükey formun üretimi gridal parçalanma ile oluşması öngörülmüştür. Orthogonal grid çaraz noktaların birbirine uzaklığından dolayı formun esnekliğine yanıt vermekte zorlanmaktadır. Bu noktada hegzagonal grid tercih edilerek panellerin birbirine olan uzaklığı eşitlenerek daha fazla etkin yüzey alanı elde edilmiştir (Resim 7).



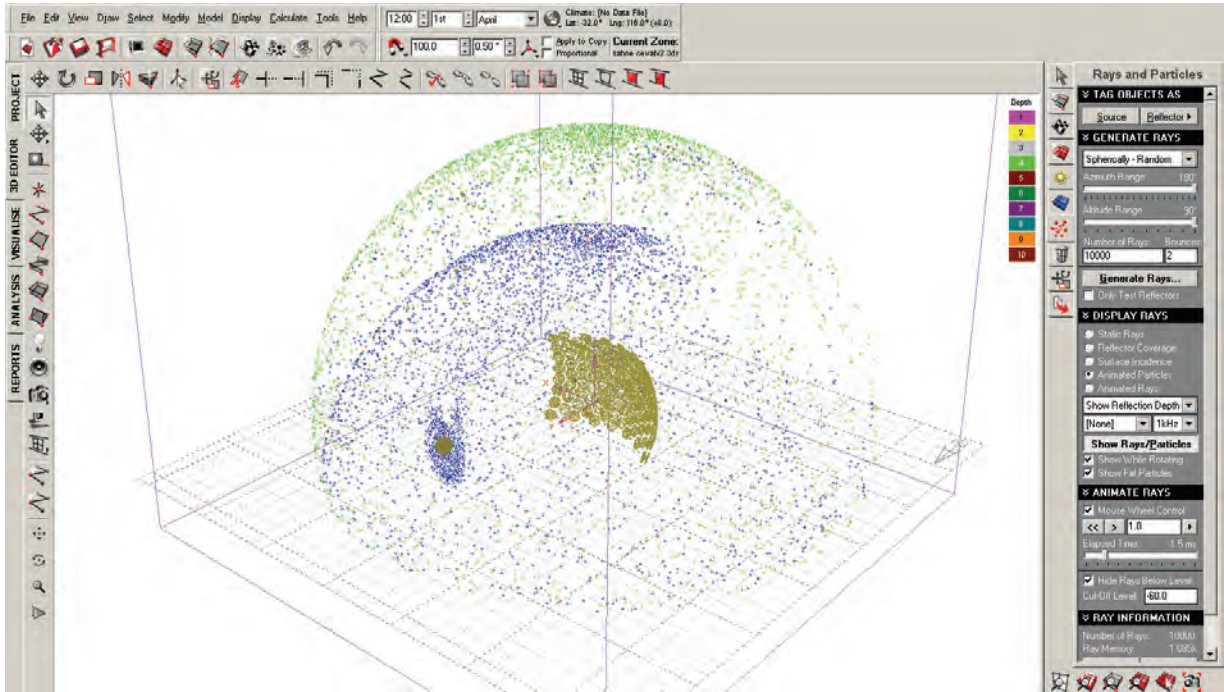
**Resim 7:** Nihai Form

### 3. Akustik Simülasyon

Öncelikle akustik simülasyon programları çoğunlukla kapalı hacimlerdeki analizler için kullanılmaktadır. Ancak bu çalışmada kentsel açık mekan konu olması sebebiyle parçacık yansıması sayısı önemini kaybetmiş, sadece ilk yansıma dikkate alınmıştır. Akustik simülasyon programı (Autodesk Ecotect) kullanılarak yapılan analizlerde dB cinsinden kazanç sağlanacağı öngörülmektedir (Resim 8). Simülasyon incelendiğinde daha önce belirlenen odak noktasında partiküllerin yoğunlaştığı açıkça görülmektedir.

Farklı noktalarda alınan odaklarla model sınanmış ve karşılaştırılmıştır. Dinleyici odağının frontal konumlanmalarında kazancın maksimum olduğu, açılı konumlanmalarında ise hegzagonal ötüntüye bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir.

Çalışmanın ilerleyen safhalarında Odeon gibi sadece akustik analiz üzerine yoğunlaşan yazılımlarla kararlı verilerin elde edilmesi planlanmıştır. Tasarımın, sahne arkasının düz bir yüzey olma durumu ile kıyaslanarak ne kadar kazanç sağlayacağı dB cinsinden elde edilmesi amaçlanmaktadır.



Resim 8: Tasarımın Akustik Simülasyonu

### 4. Sonuçlar

Çalışmanın sonucunda kullanıcı konumuna göre kendini güncelleyen, cevabi (*responsive*) bir akustik arka fon tasarlanmıştır. Bu kinetik yüzeyin en önemli ve özgün kriteri görsellik dışında işlevsel olarak bir amaca hizmet etmesidir. Akustik kazanç sağlanması planlanan tasarımın uygulama aşamasında pinomatik veya hidrolik sistemlerin kullanılabileceği düşünülmektedir. Ancak uygulama kolaylığı bakımından parçaların boyutunun büyütülerek sayısının azaltılması, dolayısıyla daha az hareketli elemanlar kullanılması öngörülmüştür.

Ayrıca yaya hareketlerinin algılanması ve vektörlere dökümünde kullanılan video iz sürme tekniği bazı noktalarda aksamaktadır. Özellikle yayaların çok fazla durağan olduğu anlarda hareket tespiti zorlaşmaktadır. Bu yüzden video iz sürme yerine süperonik ve kızılötesi sensörlere dayalı bir

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

mantıkla çalışan *Kinect* arabirimi kullanılması planlanmaktadır. Böylelikle izleyicilerin sadece konumu değil, beden hareketlerinin de veri olarak kullanılabilme avantajı doğacaktır.

Tasarımdaki odaklama mantığının tersten uygulanması durumunda, diğer bir değişle seyircinin sabit, ses kaynağının değişken durumu söz konusu olduğunda daha farklı deneyimler elde edilebilir.

### **Teşekkür (varsa)**

Bu çalışmada beni destekleyen arkadaşlarım Bilge Göktoğan, Müge Halıcı ve Deniz Balık'a teşekkür ederim.

## **KAYNAKLAR**

KIZILÇELİK, S. 2000. Sosyoloji Yazıları 2, Anı Yay, Ankara, 114.

KOOLHAAS, R. 1994. Delirious New York: A Retroactive Manifesto for Manhattan, The Monacelli Press, New York.

LEFEBVRE, H. 1992. The Production of Space, Wiley-Blackwell, Oxford, 195.

STRANG, G. 1991. Calculus, Wellesley-Cambridge Press, Wellesley, 124.

## Malzeme, Biçim Ve Başarım Tabanlı Bir Yazılım Geliştirme

Sevil Yazıcı<sup>1</sup>, Leyla Tanaçan<sup>2</sup>

### Özet

Günümüzdeki mimarlık uygulamalarında, biçimin mimari ölçekte üretilmesine yönelik uygulanan başarımların benzetimleri, çoğunlukla tasarımın ilerleyen aşamalarında tasarımla bütünleştirilmektedir. Bu durumda, geri bildirimlerle, tasarım sürecindeki verimliliğin düşmesi kaçınılmazdır. Hesaplamalı Tasarım (HT) yöntemleriyle oluşturulan parametre, kural ve ilişkilerin açıkça tanımlandığı sistemlerin yapımı, mimari tasarım sürecini yeniden şekillendirecektir. Böylece mimar, tasarımın temel sürücüsü olan malzemenin yanısıra biçim ve başarımla eş zamanlı olarak etkileşimde bulunma olanağı bulacaktır. Bu doğrultuda, yaygın kullanılan bir Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) aracı olan Rhino arayüzünde çalışması öngörülen bir uyumlu ek yazılım modeli geliştirilmiştir. Modelin gösterim tekniği Bütünleştirilmiş Modelleme Dili (Unified Modeling Language:UML) kullanılarak oluşturulan, farklı içerik ve işlevlere sahip bir dizi diyagramla ortaya konmuştur. UML sınıf diyagramları, Rhino uyumlu ek yazılımlarının geliştirilmesinde kullanılan C++ programlama diline uygun gösterim diliyle oluşturulmuştur. Modelde, yapının öncelikli olarak ayakta durabilmesini sağlamak için, Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEY) kullanılarak statik strüktürel başarımların analizi gerçekleştirilir. En uygun biçimi kullanıcıya sunmak için ise malzeme ve geometri optimizasyonlarının yürütüldüğü strüktürel optimizasyon işleme konur. Yazılım geliştirilmesi, veri tabanı modülünün tasarlanması, SEY ile sağlanan statik strüktürel başarımların analizi ile strüktürel optimizasyon modüllerinin oluşturulması, modüller arasındaki ilişkilerin sağlanması ve kodun oluşturulması aşamalarından oluşmaktadır. Önerilen model, malzemeyi tasarım sürecinin başına getirerek tasarımın bütünleşik olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bütünleşik hesaplamalı tasarım, benzetim, optimizasyon

### 1. Giriş

Profesyonel mimarlık uygulamaları incelendiğinde, mimar tarafından tasarlanan biçim-malzeme ve başarımla ilişkilendirilerek mimari ölçekte üretiminde, mühendislik çözümlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Biçimin mimari ölçekte üretilmesine yönelik olan başarımların (performans) benzetimleri, çoğunlukla sürecin ilerleyen aşamalarında tasarımla bütünleştirilmektedir. Uygulanan mühendislik çözümleri kapsamındaki analiz yöntemleri ise uzman bilgisi gerektirmekte, mimar ve tasarımcıların yabancı olduğu kapsamlı verilerle çalışmaktadır. Analiz sonuçlarına göre, geri bildirimlerle tasarım sürecinin başına dönülmesi ve tekrarlanan işlemlerle süreçte verimliliğin düşmesi kaçınılmazdır. Diğer yandan, Hesaplamalı Tasarım (HT) yöntemlerinin tasarım sürecinde kullanımı, sorunları parametre, kural ve ilişkiler doğrultusunda sistem bütünlüğü içerisinde çözmeyi gerektirmektedir.

Tasarım sürecinde malzemenin öncü olarak değerlendirilmesi, ilk olarak en uygun (optimal) biçimi bulma aracı olarak, fiziksel modellerdeki davranışların incelenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşımın öncülerinden Gaudi, 19. yüzyıldan 20. yüzyıla geçiş sürecinde, doğanın en verimli biçimleri oluşturduğunu vurgulayarak, Gotik mimarının yüksek taş katedrallerdeki strüktür anlayışını geliştirmiştir. Yüzlerce ağırlıkla oluşturulmuş, asılı zincir modelinin ayna yoluyla yansıtılmasıyla, Colònia Güell Kilisesi'nin kemer biçimlerini sınamıştır (Sweeney ve Sert, 1960). Gaudi, dengede olan strüktürel biçimlerle yaptığı denemeler sonucunda; duvar ve kolonların doğal olarak düşey olamayacağını belirterek, bunu vektörel kuvvet dağılımlarıyla açıklamıştır (Burry, 2006).

Tasarım sürecinde malzemenin, önemli bir aktör olarak karşımıza çıktığı diğer alan ise, bir mühendislik paradigması olan başarımların benzetimleridir. Günümüzde, HT'nin her geçen gün daha

<sup>1</sup> e-posta adresi: sevil.yazici@ozyegin.edu.tr, Özyeğin Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi

<sup>2</sup> e-posta adresi: tanacan@itu.edu.tr, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

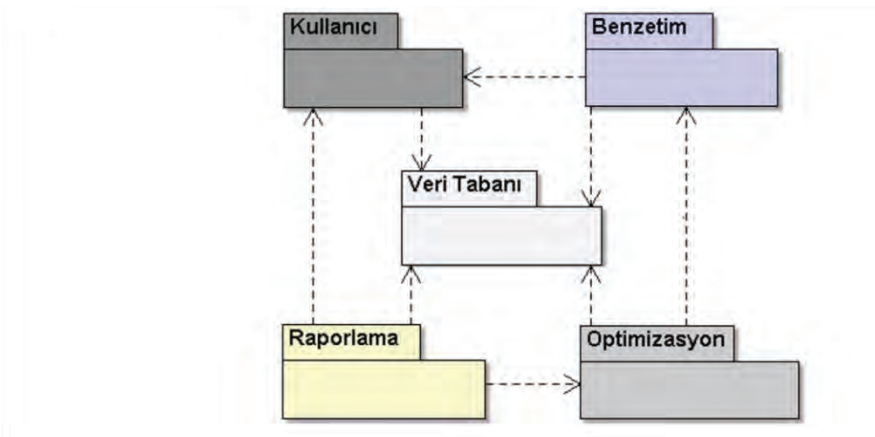
yaygın olarak tasarım sürecinde kullanılmasıyla malzeme, biçim ve başarımlar kavramları farklı kapsamlarda ele alınmaktadır (Xie vd., 2005; Xie vd., 2011; Oxman, 2009; ICD/ITKE 2010, 2014; Dimcic, 2011; Pottman vd., 2008; Eigensatz vd., 2010; Schiftner ve Balzer, 2010; Bobenko vd., 2006; Shea vd., 2005; Whiting vd., 2009; Kilian, 2004). Ancak mevcut çalışmaların, mimari ölçekte biçim üretme ve çözüm sunma açısından kısıtlamaları bulunmaktadır. Bu doğrultuda, mimari tasarım sürecinin erken aşamasında kullanılmak üzere “Mimarlıkta Malzeme tabanlı Bütünleşik Hesaplamalı Tasarım Modeli” (MBHT-m) geliştirilmiştir (Yazıcı, 2013). Doğadan esinlenilerek oluşturulan model, biçim üretme, strüktürel başarımlar benzetimi ve strüktürel optimizasyon kullanımına yönelik olarak tasarlanmıştır (Yazıcı ve Tanaçan, 2012; 2013). Malzemenin temel sürücü olduğu, parametrelerle oluşturulmuş, kuralların ve ilişkilerin açıkça ortaya konduğu bir modelde, mimari geometri, strüktür, üretim teknolojileri ve montaj mantığı gibi malzemeye bağlantılı tüm veriler bütünleşik olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışma ile MBHT-m’de, belirlenen parametre, kural ve ilişkiler doğrultusunda, mimari tasarım sürecinin erken aşamasında kullanılmak üzere yaygın kullanımı olan bir Bilgisayar Destekli Tasarım aracı Rhino ile uyumlu ek yazılım (plug-in) geliştirilmesi esastır. Yazılımın mimarlık pratiğinde kullanımının sağlanması ile mimari tasarım sürecinde verimliliğin artırılması hedeflenmektedir.

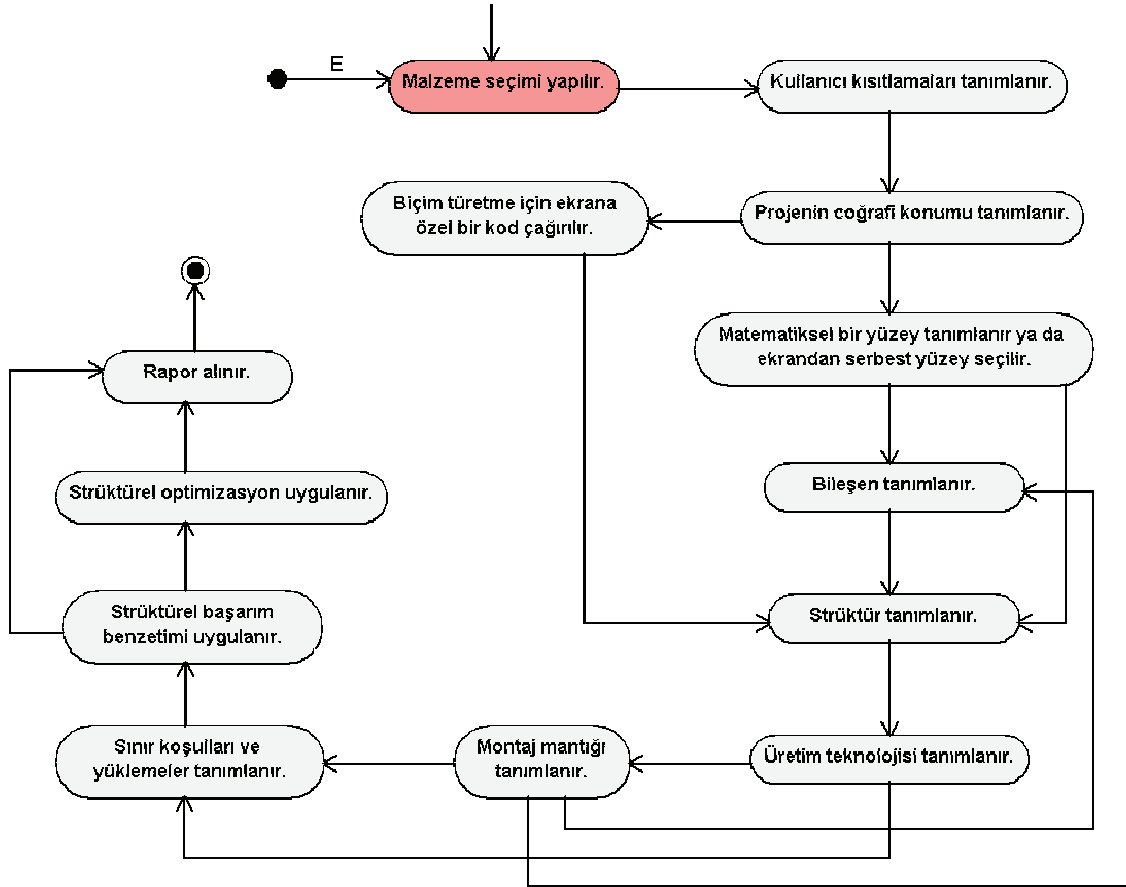
## 2. Yöntem

Yöntem, malzeme, biçim ve başarımlar tabanlı yazılım geliştirilmesine yönelik olarak kavramsal ve sayısal çalışmalar ışığında oluşturulmuştur. Tasarlanan veri tabanı modülü; SEY ile statik strüktürel başarımlar benzetimi ve strüktürel optimizasyon modüllerinin oluşturması; modüller arasındaki ilişkinin sağlanması ve kodun oluşturulması adımlarını kapsamaktadır. Yazılım, mevcut durumda biçim üretme, strüktürel başarımlar benzetimi ve strüktürel optimizasyon için kullanılabilir.

Modelin içeriğini tanımlamak için Unified Modeling Language (UML) kullanılmıştır. UML diyagramlarından olan Paket diyagramı, sistemin statik durumunu aktarmakta kullanılır. Bu kapsamda yer alan kullanıcı, veri tabanı, benzetim, optimizasyon ve raporlama olmak üzere beş modül modelin temel yapısını ifade eder (Şekil 1). Etkinlik Diyagramı ise model kapsamındaki dinamik bilgiyi ifade etmekte kullanılmıştır. Nesnelere arasındaki işbirliği ve durumlarındaki değişimleri göstermekte kullanılır. Kullanıcı tarafından uygulanan eylemler belirtilmiştir (Şekil 2).



Şekil 1: Yazılım modeline ait UML Paket Diyagramı (Yazıcı, 2013)

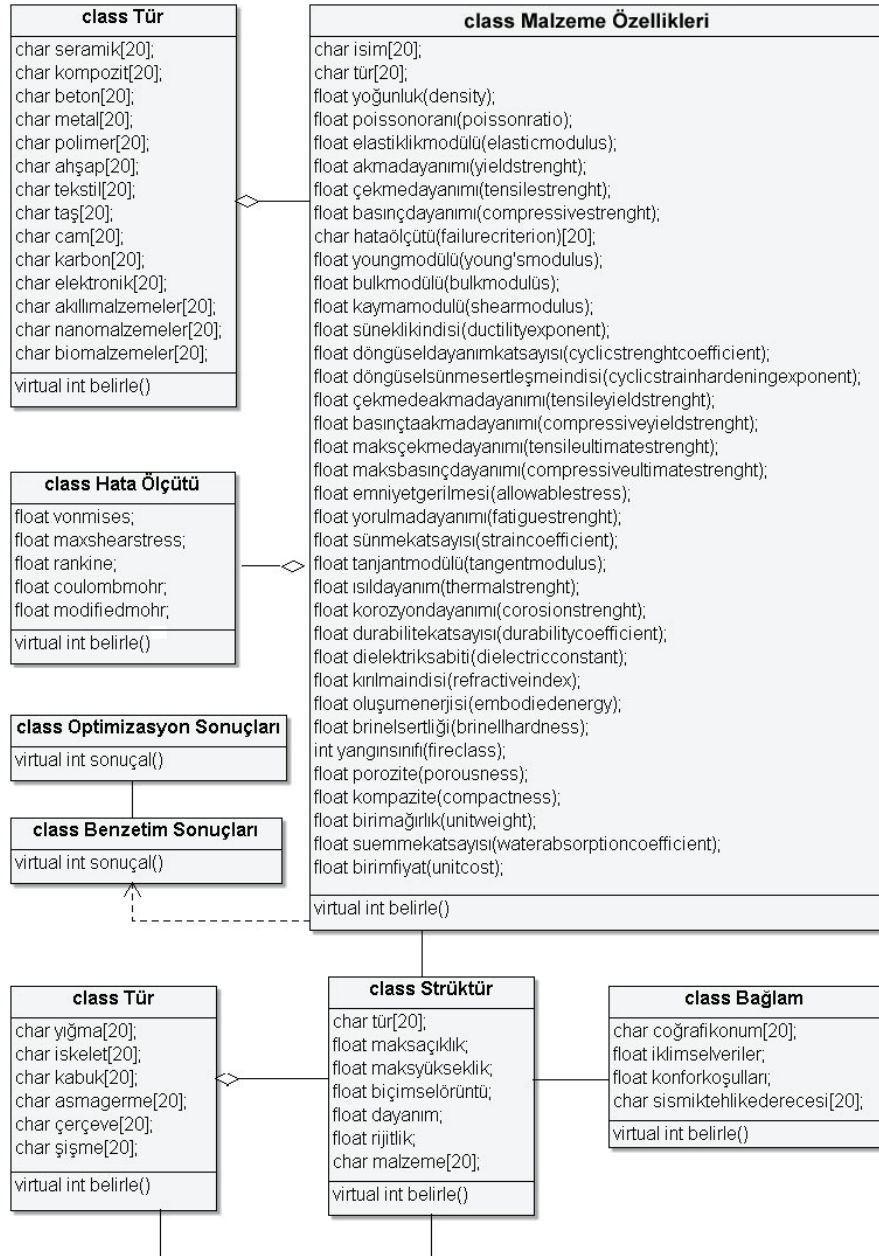


Şekil 2: İş akışını kullanıcının adımlarıyla gösteren UML etkinlik diyagramı (Yazıcı, 2013)

## 2.1. Veri Tabanı Modülünün Tasarlanması

Malzeme, coğrafi konum, mimari geometri, strüktür, montaj ve üretim teknolojisine ilişkin kapsamlı bir veri tabanı oluşturulması gerekmektedir. Veri tabanındaki tüm özellikler birbirleriyle doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkilidir. Özelliklerin tanımlandığı veri tabanına ait statik bilginin bir bölümünü içeren ve C<sup>++</sup> gösterim diliyle oluşturulmuş olan UML (Sınıf Diyagramı) kullanılmıştır. Bu doğrultuda, özelliklerin listelerde sayısal olarak tanımlanması gerekmektedir (Şekil 3). Bunun yanında, veri tabanı tabloları hazırlanmıştır (Şekil 4).

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 3: Veri Tabanı modülünü gösteren, C++ gösterim diliyle oluşturulmuş UML sınıf diyagramı parçası (Yazıcı, 2013)



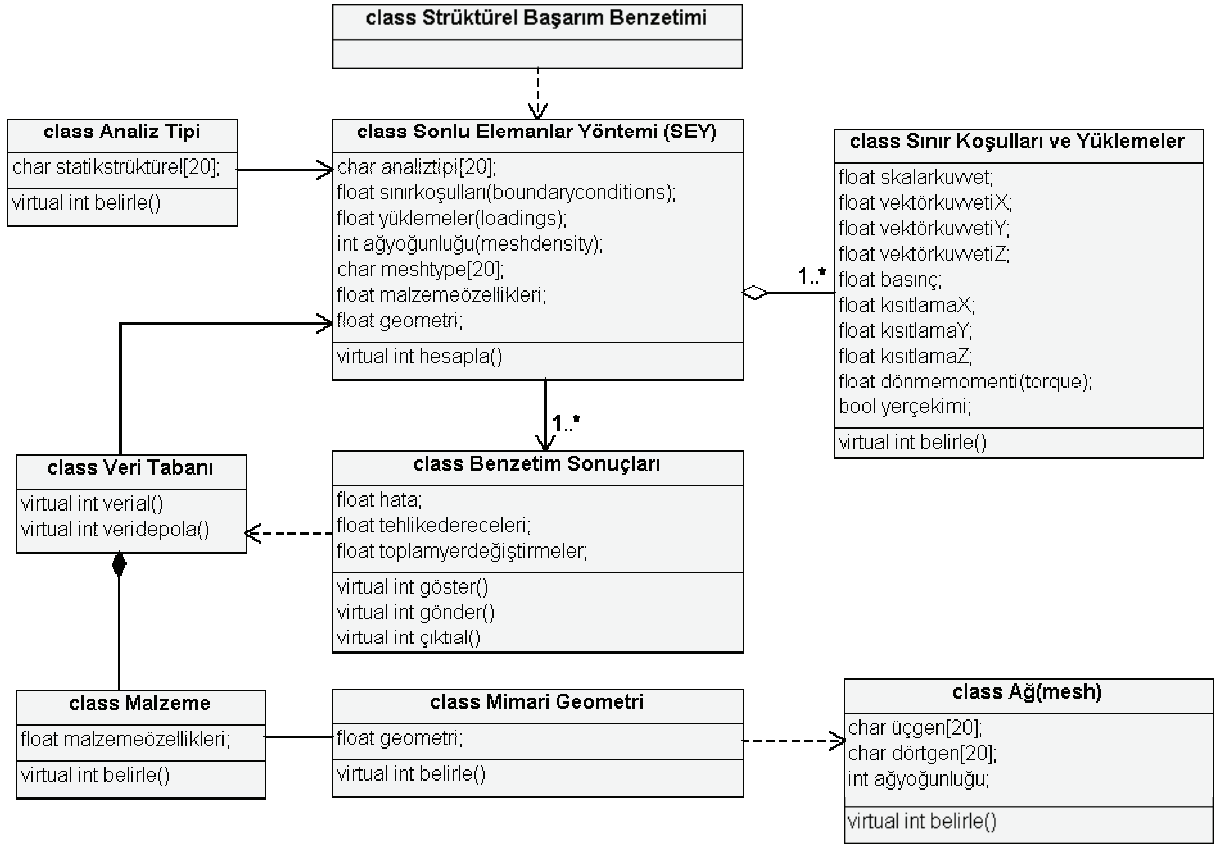
No	İsim	Tür	Yoğunluk (kg/mm <sup>3</sup> )	Poisson Oranı
1	Paslanmaz Çelik	Metal	7800	0.28
2	Titanium	Metal	4500	0.34
3	Yüksek Dayanımlı Beton	Beton	2410	0.2
4	Orta Dayanımlı Beton	Beton	2410	0.2
5	Cam Seramik	Seramik	2520	0.29
6	Polistren	Polimer	1040	0.33
7	Cam Elyaf Katkılı Akrilik	Kompozit	1260	0.35
8	Yüksek Yoğunluklu Granit ...	Taş	2660	0.25
9	Alüminyum 1060	Metal	2700	0.33
10	Alüminyum 3003	Metal	2700	0.33
11	Aluminum 6061-T6	Metal	2700	0.33
12	Alüminyum 6070-T4	Metal	2710	0.33
*	NULL	NULL	NULL	NULL

Şekil 4: Malzemeye ait veri tabanı tablolarına örnek çalışma (Yazıcı, 2013)

## 2.2. SEY ile Statik Strüktürel Başarım Benzetimi Modülünün Oluşturulması

Her türlü karmaşıklıkta biçimin başarım değerlendirmesini yapmakta kullanılan SEY için kullanılan yazılımlar kapsamlı verilerle çalıştığı için uzman bilgisi gerektirmektedir. Bir Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) aracı olan Rhino yazılımı çizim ve modelleme amaçlı olarak geliştirildiği için, strüktürel başarım benzetimi uygulamaları Rhino'nun mevcut altyapısını kullanamamaktadır. Öncelikli olarak, mimar ve tasarımcıların tasarımın erken aşamasında kullanımına yönelik olarak geliştirilen uyumlu ek yazılım dahilindeki strüktürel başarım benzetiminin, sadece kritik olan sadeleştirilmiş parametrelerle çalışması ve başka bir yazılıma ihtiyaç duyulmadan modelle bütünleştirilmesi planlanmıştır. SEY kapsamında malzeme, mimari geometri, sınır koşulları ve yüklemeler belirlenmelidir. Bu kapsamda kullanıcının birden çok seçim yapması mümkün olacaktır. SEY ile statik analiz çözümünde birincil geometrilerden, serbest biçimlere (free-form) her türlü geometrinin değerlendirilmesini olanaklı hale getiren Ağırlıklı Kalıntılar Yönteminin (Weighted Residuals Method) yazılımla bütünleştirilmesi öngörülmektedir (Madenci ve Güven, 2006). UML Sınıf Diyagramı olarak tanımlanan Benzetim modülünde kullanıcının mimari geometriyi tanımlayarak, malzemeyi ve yüklemeye koşullarını belirlemesi gerekmektedir (Şekil 5). Benzetim sonuçlarına göre kullanıcı geometrideki toplam gerilmeleri ve yer değiştirmeleri izleyebilmektedir.

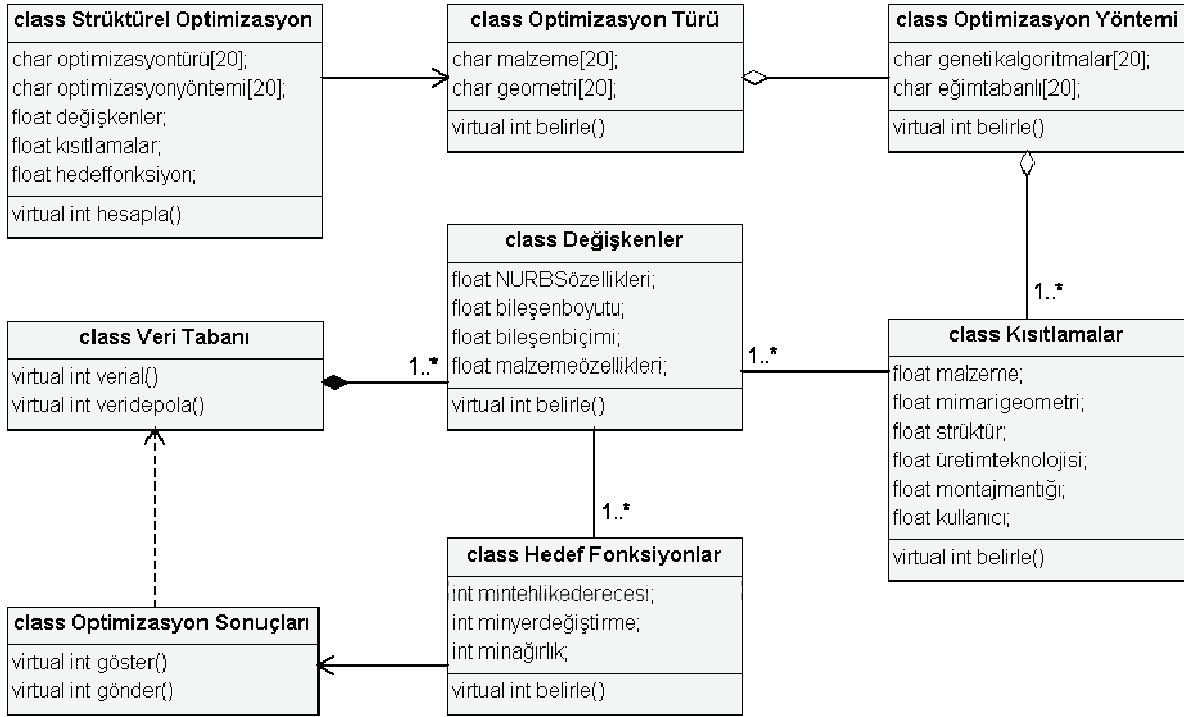
## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



Şekil 5: Benzetim modülünü gösteren, C++ gösterim diliyle oluşturulmuş UML sınıf diyagramı (Yazıcı, 2013)

### 2.3. Strüktürel Optimizasyon Modülünün Oluşturulması

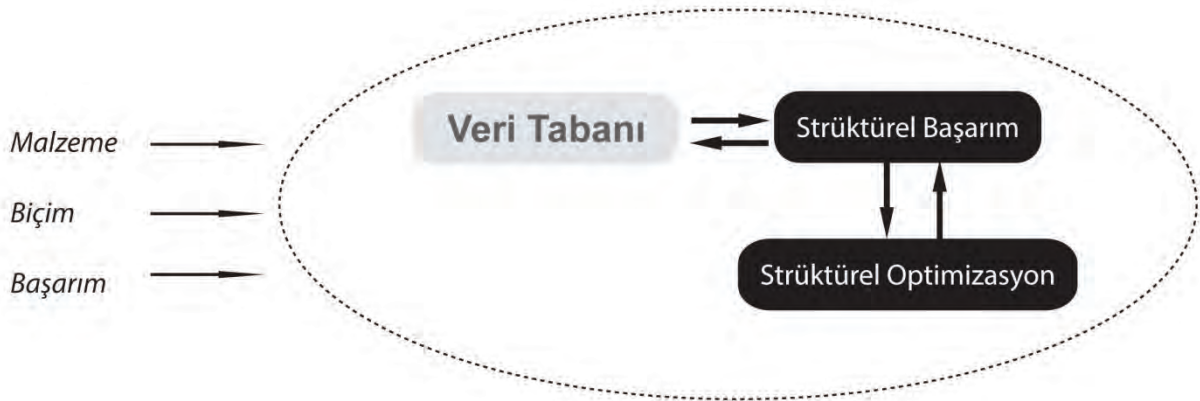
Yazılım kapsamında işleme konması planlanan UML Sınıf Diyagramı olarak hazırlanan optimizasyon modülü, benzetim modülünde olduğu gibi bir BDT yazılımı olan Rhino' nun altyapısını kullanamamaktadır (Şekil 6). Strüktürel optimizasyon kapsamında malzeme ve geometri optimizasyonlarının işleme konması için ilgili matematiksel modellerin geliştirilmesi gerekliliği bulunmaktadır. Mevcut çalışmalar incelenerek optimizasyon işlemlerinin çözümünde, malzeme ve geometri optimizasyonu için sırasıyla Eğitim Tabanlı Optimizasyon ve Genetik Algoritmaların (GA) uygulanması uygun görülmüştür (Kato, 2010; Dimcic, 2011; von Bülow, 2007, 2008; von Bülow vd., 2010). Optimizasyon modülünde, malzeme optimizasyonu ya da geometri optimizasyonu olarak, iki farklı strüktürel optimizasyon türünün kullanıcı tarafından belirlenmesi gereklidir. Optimizasyon türü, optimizasyon yönteminin belirlenmesini sağlar. Bu doğrultuda, geometri optimizasyonu için Genetik Algoritmalar ile malzeme optimizasyonu için Eğitim Tabanlı Optimizasyon kullanılması önerilmiştir. Optimizasyon yöntemine bağlı olarak kısıtlamalar belirlenirken kullanıcı, yöntemle bağlı olarak birden fazla kısıtlama belirleyebilir. Değişkenler ve Hedef Fonksiyonlar için de aynı uygulama geçerlidir. Örneğin geometri optimizasyonu, malzeme ve strüktürün kısıtlanarak, yer değiştirmeler ve ağırlığın en aza indirilmesiyle, bileşen boyutu ve NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) özelliklerinin değişkenler olarak belirlenmesiyle aynı anda seçebilir.



**Şekil 6:** Optimizasyon modülünü gösteren, C++ gösterim diliyle oluşturulmuş UML sınıf diyagramı (Yazıcı, 2013)

#### 2.4. Modüller Arasındaki İlişkilerin Sağlanması

Veri tabanının, strüktürel benzetim ve strüktürel optimizasyon modülleriyle bağlanarak çalışır hale getirilmelerinin sağlanması projede oldukça önemli bir aşamadır. Strüktürel optimizasyon modülü geri bildirimler doğrultusunda, strüktürel başarımla sürekli bir ilişki içindedir (Şekil 7). Malzeme, biçim ve başarımla arasındaki ilişkinin kurgulanmasıyla, detaylı olarak tasarlanmış olan veri tabanının strüktürel başarımla ve strüktürel optimizasyon sistem bütünlüğü içerisinde ele alınmaktadır. Mimari biçimin tasarlanmasından, üretimine dek olan süreçte, yazılımın kullanıcı arayüzü aracılığıyla uygulanan işlem adımları belirlenmiş; adımlar en kritik parametrelerin seçilerek kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Kullanıcı, arayüzde girdileri belirleyerek veri tabanı, benzetim, optimizasyon ve raporlama modülleri ile arayüz aracılığıyla etkileşime geçecektir.



**Şekil 7:** Yazılım modülündeki ilişkilerin kurulması

### 2.5. Kodun Oluşturulması

Yazılım algoritmasının, Rhino uyumlu ek yazılımların geliştirilmesinde kullanılan C++ programlama dilinde oluşturulması ve kodun işlerliğinin denemesi gerekliliği bulunmaktadır. Süreçte, açık kaynaklı bir yazılım olan ve ek yazılımlara ilişkin kod oluşturulmasını sağlayan platform, Rhino Software Development Kit (Rhino SDK) aracının kullanımı öngörülmektedir. Bu adımda karşılaşılan zorluklar olması durumunda geri dönüşlerle veri tabanının, strüktürel benzetim ya da optimizasyona ait matematiksel modellerin, arayüz ve raporlama modüllerinin geliştirilmesi planlanmaktadır (Şekil.8).



Şekil 8: Kodun oluşturulması sürecinde UML diyagramları ile Rhino SDK arasındaki ilişkinin kurgulanması

### 3. Yöntemin Değerlendirilmesi

Önerilen yazılım modeli malzeme, biçim ve başarımı bütünleşik olarak ele alan bir tasarım aracıdır. Modelin faydaları, modeldeki kısıtlamalar ve süreçte karşılaşılan zorluklar belirlenmiştir. Modelin faydalarından biri, bazı gruplar tarafından, geniş kapsamlı olarak araştırılmakta olan mimari geometrinin rasyonelleştirilmesi probleminde malzemenin sürece dahil edilmesiyle ilgilidir (Eigensatz, vd., 2010; Schiftner ve Balzer, 2010; Bobenko vd., 2006; Pottman, vd., 2008). Yazılım modelinin diğer faydası ise, başarımlı araç ve yöntemler alanındadır. Çeşitli hesaplamalı araçlar, karmaşık görevleri yerine getirmek için geliştirilmiştir. Bu alandaki önemli çalışmalar; sayısal olarak benzetimi yapılmış membran ve kabuk strüktürler için geliştirilmiş ip çokgeni düzenekleri (Kilian, 2004); verimli strüktürel düzen oluşturmak için ESO (Evolutionary Structural Optimization) ve BESO (Bi-directional Structural Optimization) (Xie ve diğ., 2005; 2011); makas sistemler için geliştirilmiş EifForm (Shea ve diğ., 2005) ve Sağlam Yığma Yapıların Usule Bağlı Modellemesi'dir (Whiting ve diğ., 2009). Bu projeler, tasarımda başarımlı kavramını modelle bütünleşik olarak ele alsalar da, temelde belirli bir biçim için geliştirilmişlerdir. Önerilen yazılım modeli ise, tasarımın daha geniş bir alanda, esnek olarak ele alınmasını sağlar. Biçim, V-FEM'de (Voronoi- Finite Element Method) malzeme davranışına bağlı olarak tanımlanmıştır (Oxman, 2009). Ancak bu yöntem, ürün ölçeği için üretilmiş, eklemeli üretim tekniği ile kısıtlıdır. Yöntemin ayrıca kendine özel bir tasarım dili bulunmaktadır. Bu, tasarımcıya esneklik sunmayı hedefleyen ve mimarlık ölçeği için çözüm arayan modelin amacıyla çalışmaktadır. İlgili araştırma alanında uygulanmış projelerden ICD/ITKE 2010 araştırma pavyonu (2014), yenileşimci tasarım ve üretim teknolojilerinin bütünleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Projenin tasarım modeli, SEY analizi ve CNC makinesi arasında kapalı bir sayısal bilgi döngü oluşturulmuştur. Ancak, bu karmaşık süreç otomatik olmasına rağmen, işin akışı, farklı yazılım ve uzmanların değişik görevleri üstlenmesi ile geleneksel mimari tasarım sürecine benzer (ICD/ITKE, 2012). Önerilen yazılım modeli ise birçok veriyle çalışabilen, tek yazılımda çalışabilen bütünleşik bir sistemdir. Yeni sunulan Rhino uyumlu ek yazılımı, SEY aracılığı ile serbest biçimlerin geometri optimizasyonu gerçekleştirir (Dimicic, 2011). Ancak, bu çalışma, üretim teknolojileri ve montaj mantığı ile farklı malzeme ve strüktür türleri için çözüm üretmede yetersiz kalır. Önerilen yazılım modeli bu açığı kapatmak üzere tasarlanmıştır.

Modelin uygulamadaki zorluğu, strüktürel başarımlı benzetimi ve strüktürel optimizasyon gibi karmaşık süreçlerde uygulanan matematiksel yöntemlerin, modelle bütünleştirilmesinde yatar. Bu görevlerin gerçekleştirilmesi için, başka bir yazılımın ekrana çağrılmasına gerek olmadan, model

İNinde çözümlenmesi oldukça kapsamlı ve karmaşık olabilen bir durumdur. SEY ile strüktürel başarım benzetiminin gerçekleştirilmesi için malzeme, biçim ve sınır Őartlarından oluşan global matrislerin çözülmesi gerekmektedir. Bu amaçla, modelin uygulanması sürecinde MATLAB gibi bir yazılım aracılığıyla matrislerin oluşturulması sağlanabilir. Buna ek olarak, optimizasyon hesaplamasında kullanılan kapsamlı mühendislik hesaplamaları olarak karşımıza çıkan GA gibi yöntemlerin yazılımla bütünleştirilmesi öngörülmektedir.

#### 4. Sonuçlar

Disiplinler arası alanlardan beslenerek malzeme, biçim ve başarım arasındaki ilişkinin bütünleşik olarak ortaya konması ve ilgili parametrelerin problem çözümüne yönelik yazılıma dâhil edilmesi ile sağlanacaklar Őoyledir:

- Tasarım sürecinde, iş gücü verimliliğinin arttırılması ve zaman tasarrufu.
- Tasarıma ilişkin problemlerin çözümüne yönelik olarak tasarımın erken aşamasında bütünleşme.
- Ekipler arası koordinasyon ile tasarımı etkileyen parametre, kural ve ilişkilerin tasarım sürecinin en başında ortaya konması.
- Malzeme, biçim ve başarım arasındaki ilişkinin mimar / tasarımcı tarafından yeniden yorumlanması.
- Tasarım sürecinin başında gerekli parametrelerin ortaya konarak, en uygun seçeneklerin üretilmesi.

Çalışmanın ilerleyen aşamalarında, statik strüktürel başarımın analizi yanında, farklı türde başarım analizleri gerçekleştirebilecek modüller de yazılımla bütünleştirilebilir.

#### KAYNAKLAR

BOBENKO, A. HOFFMAN, T. SPRINGBORN, B. 2006. Minimal Surfaces From Circle Patterns: Geometry From Combinatorics. *Annals of Mathematics*, 164, 231 -264.

BURRY, M. 2006. The exception that proves the rule. *Arq, Letters: Almost Rectangular Thinking Beyond The Commonplace*, 10, 3/4, 182-184.

DIMCIC, M. 2011. *Structural Optimization of Grid Shells Based on Genetic Algorithm*. Doktora Tezi, Institute of Building Structures and Structural Design, University of Stuttgart.

EIGENSATZ, M. KILIAN, M. SCHIFTNER, A. MITRA, N. J. POTTMAN, H. PAULY, M. 2010. Paneling Architectural Freeform Surfaces. *ACM SIGGRAPH 2010*, Los Angeles.

ICD/ITKE. 2010. *Stuttgart Üniversitesi Araştırma Pavyonu*. <http://icd.uni-stuttgart.de/?p=4458> Son erişim tarihi: 14. 06. 2014.

KATO, J. 2010. *Material Optimization for Fiber Reinforced Composites applying a Damage Formulation*. Doktora Tezi, Institute for Structural Mechanics, University of Stuttgart.

KILAN, A. 2004. Linking Digital Hanging Chain Models to Fabrication. *Fabrication: Examining the Digital Practice of Architecture, Proceedings of the 23rd Annual Conference of the ACADIA Conference*, Cambridge (Ontario), 110-125.

MADENCİ, E. GÜVEN, İ. 2006. *The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS*. Springer, New York.

### VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu

- OXMAN, N.2009. Material-based design computation: Tiling behavior. *Proceedings of the 29th Annual Conference of the ACADIA*, Chicago, 122 -129.
- POTTMAN, H. SCHIFTNER, A. WALLNER, J. 2008. Geometry of Architectural Freeform Structures. *Internationale Mathematische Nachrichten*, 209, 15 -28.
- SHEA, K. AISH, R. GOURTOVAIA, M. 2005. Towards Integrated Performance-driven Generative Design Tools. *Automation in Construction*, 253 -264.
- SCHIFTNER, A. BALDASSINI, N. BO, P. POTTMANN, H. 2008. Architectural Freeform Structures From Single Curved Panels. *Proceedings of Advances in Architectural Geometry*, Vienna.
- SCHIFTNER, A. BALZER, J. 2010. Statics-Sensitive Layout of Planar Quadrilateral Meshes. *Advances in Architectural Geometry Conference Proceedings*, Vienna.
- SWEENEY, J. J. SERT, J. L. 1960. *Antoni Gaudí*. Verlag Gerd Hatje, Stuttgart, 83-89.
- VON BÜLOW, P. 2007. *An intelligent genetic design tool (IGDT) applied to the exploration of architectural trussed structural systems*. Doktora Tezi, İLEK, University of Stuttgart, Stuttgart.
- VON BÜLOW, P. FALK, A. TURRIN, M. 2010. Optimization of structural form using a genetic algorithm to search associative parametric geometry. *Structures & Architecture, Proceedings of the First International Conference on Structures and Architecture (ICSA 2010)*, Portugal.
- VON BÜLOW, P. 2008. Using Evolutionary Computation to explore geometry and topology without ground structures. *Proceedings of the 6th International Conference on, Computation of Shell and Spatial Structures IASS-IACM 2008: Spanning Nano to Mega*, Cornell University, Ithaca, NY.
- WHITING, E. OCHSENDORF, J. DURAND, F. 2009. Procedural Modeling of Structurally-sound Masonry Buildings. *ACM SIGGRAPH Conference Proceedings*.
- XIE, Y. M. FELICETTI, P. TANG, J. W. BURRY, M. 2005. Form finding for complex structures using evolutionary structural optimization method. *Design Studies*, 26, 1, 55-72.
- XIE, Y. M. ZUO, Z.H. HUANG, X. TANG, J.W. ZHAO, B. FELICETTI, P. 2011. Architecture and Urban Design through Evolutionary Structural Optimisation Algorithms. *Algorithmic Design for Architecture and Urban Design*, Tokyo, March 14-16.
- YAZICI, S. 2013. *Mimarlıkta Malzeme Tabanlı Bütünleşik Hesaplamalı Tasarım Modeli*. Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- YAZICI, S. TANAÇAN, L. 2012. Material in Performance-driven Architectural Geometry. *ACSA 100th Meeting Digital Aptitudes Conference*, 1-4 Mart 2012, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Boston-MA.
- YAZICI, S. TANACAN, L. 2013. Doğal Sistemlerdeki Optimizasyon Süreçleri ve Malzeme Üzerinden Hesaplamalı Morfogenez. *Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu: Sayısal Tasarım, Entropi, Yaratıcılık*, İstanbul Teknik Üniversitesi, 179-188.

## **POSTERLER**

## VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu



## Konak Meydanı'ndaki Gerçekleştirilmiş Ve Tasarlanan Dönüşümlerin Mekan Dizilim Yöntemi İle Analizi

Işın Can<sup>1</sup>, Berna Yaylalı Yıldız<sup>2</sup>, Pınar Çalgıcı Kılıç<sup>3</sup>, Ela Çil<sup>4</sup>

### Özet

*Bir çok kent merkezi gibi Konak Meydanı da 19. yüzyıldan bu yana ticaret, alışveriş, ulaşım, yönetim gibi farklı kullanımların yanyana geldiği, önemli bir tarihsel ve kültürel katman olarak kentlinin günlük pratiklerinde yer almıştır. Osmanlı'nın en önemli limanlarından birinin üzerinde konumlanmasından ötürü, ticari merkez ile tarihi Kemeraltı çarşısını bağlayan meydan, Storari planından günümüze kadar geçirdiği dönüşümlere rağmen yönetsel merkez karakterini korumuştur. 1980'lere kadar önemli yapıların yıkılıp boşaltıldığı meydan tanımsız bir boşluk olarak sadece araç trafiğine hizmet ederek kamusal mekan özelliğini kaybetmiştir. En son yapılmış olan düzenleme ile kentlinin kıyı ile kurduğu ilişki yeniden sağlanmış, ve Konak Meydanı kamusallığını bir nevi geri kazanmıştır.*

*İzmir'in ilk kamusal mekanı olan Konak meydanının dönüşümü, kullanımı, teşhiri, ve kontrolü üstüne her zaman farklı görüş ve tartışmalar olmuştur. Meydanın geçirdiği tarihsel dönüşümler bir yana, bir de yerel aktörler tarafından öngörülen bu virtüel dönüşümler meydanın kamusalılığı açısından bir tehdit oluşturmaktadır.*

*Bu çalışma meydanın geçirdiği döngüsel dönüşümleri mekan dizilim yöntemi ile morfolojik olarak incelemeyi hedeflemiştir. 1941, 1989 kent haritaları ve 2013 halihazır haritası üzerinden üç farklı dönem içinde Konak Meydanı ve çevresinin mekan dizilim değerlerine bakılmaktadır. Meydanın geçirdiği dönüşüm, merkeziliği ve erişilebilirliği açısından incelenmektedir. Ayrıca bu dizilimsel özellikler Cumhuriyet dönemi sonrası ortaya çıkan diğer meydanlar ile kıyaslanarak ele alınmaktadır. İkinci bir konu da öngörülen dönüşümlerdir. Çalışma iki gelecek önerisinin yaya modellerini mekan dizilim analizlerini karşılaştırmaktadır. Aksiyel analizlere ek olarak arşiv çalışması ve yerinde gözlemler yapılarak meydan ve parkın kullanıcılar tarafından nasıl uygunlaştırıldığı, günlük hayat pratikleri izlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda Konak Meydanı her dönem global ölçekte daha az bütünlük olsa da, local ölçekte bütünlüklüğü hem fiziksel hem de sosyal açıdan artmıştır. Gelecek önerileri değerlendirmeden önce o mekanın nasıl dönüştüğünü, geçmiş ve mevcut pratikler üzerinden de değerlendirerek anlamak gerekmektedir.*

Anahtar Kelimeler: mekan dizilim, kamusal mekan, morfoloji, aksiyel analiz, Konak Meydanı

<sup>1</sup> e-posta adresi: isincan@iyte.edu.tr, İYTE Mimarlık Fakültesi

<sup>2</sup> e-posta adresi: bernayaylali@iyte.edu.tr, İYTE Mimarlık Fakültesi

<sup>3</sup> e-posta adresi: pinarkilic@iyte.edu.tr, İYTE Mimarlık Fakültesi

<sup>4</sup> e-posta adresi: elacil@iyte.edu.tr, İYTE Mimarlık Fakültesi





**İZMİR SMD**  
SERBEST MİMARLAR DERNEĞİ



8. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu'nun gerçekleştirilmesine katkıda bulunan sponsorlara teşekkür ederiz.

ISBN: 978-975-6590-06-5