



## “Parametrik Mimar”ların Virtuelliği Üzerine

Serdar Aydın<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0001-6445-8879

### Öz

Bu makale, mimarlık ve matematik arasındaki içkinlik hakkındadır. Dijital tasarım araçlarının kullanımının zirvesinde, herkes tarafından artık bilindiği düşünülen “parametrik mimar” tanımını açıklamaya çalışmak bu yazının hedefidir. Parametrik mimarlık tanımının mimarlığın matematikle kurduğu ilişkide arandığı bu çalışmada ilk olarak, matematiğin platonik boyutlarından akıp mimarlığın mükemmellik arayışına; hassasiyet (precision) ve doğruluk (accuracy) ihtiyacına; geometrik ve grafik sezgilerin temsile dönüşümüne kadar farklı konseptler üzerinden “parametrik mimar” kavramının türeyişini anlatan tarihsel bir sunuşa yer verilmiştir. Sonrasında Zaha Hadid ve Antoni Gaudí gibi farklı zaman, yer ve teknolojilere ait virtüöz mimarların sunduğu temsiller üzerinden “parametrik mimarlar”ın virtüellik zemini tartışılmaktadır. Bunu da mimari manipülasyonların materyalist taleplerini karşılamak için çalışan “parametrik mimar”a gerekli kılan matematiksel dönüşümü, bir kompütasyon düşüncesi (computational thinking) üretim alanı olarak tartışmaya açmaktadır. Star mimar ve Tanrı’nın mimarı gibi erk üreten pozisyonlara sıkıştırmak yerine, bu yazıda altı çizilmek istenen virtüelite tartışması, her iki virtüöz mimar ile ortaklıklar edinmiş, Patrik Schumacher ve Mark Burry’nin üzerinden “parametrik mimar”ın yeneden yaratımına odaklanmaktadır. Sonuç olarak, bu araştırmadan elde edilen iç görüler, tasarı geometrinin sınırlarına sıkışan klasik mimarlık pratiğini aşmanın bir yolu olarak görünen “parametrik mimarlık” tanımını matematik ile kurulan yaratıcılık odaklı ilişki üzerinden yeni ve gelişen virtüel zemin kayması/birleştirmesi olarak yapmaktadır. Böylece mimarlık pratiği ve teorisi için çıkarımlar sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Parametrik mimarlık, matematik ve mimarlık, Zaha Hadid, Antoni Gaudí, virtüellik

<sup>1</sup> Dr. Öğretim Üyesi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Mimari Proje Üretimi Uygulama ve Araştırma Merkezi / Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, E-posta: serdaraydin@artuklu.edu.tr



## On the Virtuality of “Parametric Architects”

Serdar Aydın<sup>2</sup>

ORCID: 0000-0001-6445-8879

### Abstract

*This paper is about the immanence between architecture and mathematics. At the peak of the use of digital design tools, the aim of this paper is to explain the definition of “parametric architect”, which is thought to be known by everyone. In this study, where the definition of parametric architecture is sought in the relationship that architecture establishes with mathematics, firstly, a historical projection is cast to explain the derivation of the concept of “parametric architect” through different concepts, from the platonic dimensions of mathematics to architecture’s search for perfection; the need for precision and accuracy; and the transformation of geometric and graphic intuition into representation. The virtuosity of “parametric architects” is then discussed through the representations of virtuoso architects such as Zaha Hadid and Antoni Gaudí. This is followed by a discussion of the mathematical transformation required of the “parametric architect” working to meet the materialist demands of architectural manipulations as a field of computational thinking. Instead of compressing it into power-producing positions such as the starchitect and God’s architect, the discussion of virtuosity, which this paper seeks to underline, gives place to the re-creation of the “parametric architect” through Patrik Schumacher and Mark Burry. As a result, the insights gained from this research define “parametric architecture”, which seems to be a way to overcome the architectural practice trapped in the limits of descriptive geometrical thinking, as a new and evolving virtual ground shift/joining through the creativity-oriented relationship established with mathematics. Thus, it offers implications for architectural practice and theory.*

**Keywords:** *Parametric architecture, mathematics and architecture, Zaha Hadid, Antoni Gaudí, virtuality*

<sup>2</sup> Asst. Prof., Mardin Artuklu University, Faculty of Engineering-Architecture, Department of Architecture, E-mail: serdaraydin@artuklu.edu.tr

## Giriş

Mimarlık disiplini, doğası gereği nicel ve matematiksel özellikler içerir. Mimarlığın sayısallaştırılmış bir uygulama pratiği olmasını, kökleri çok eskilere dayanan bir bilgi havuzunda aramak mümkündür. Mimarlık ve matematik arasındaki keşfe dayalı alışverişi bugün devam ettirenlerin araçsallaştırdığı tasarım ve üretim teknolojilerinin -ki biz buna kısaca “mimarlıkta bilişim” diyebiliriz- birkaç yıl içinde nereye evrileceğini kestirmek zordur. Bu keşfe mesafeli duran ve büyük bir çoğunluğu temsil eden mimarlık aktörlerinin tanımıyla, “parametrik mimarlık” yapıcıları ve düşünürleri, mimarlık-matematik ilişkisinden akan suların oluşturduğu bilgi havuzundaki sancılı içkinlik arayışını deneyimlerler. Matematikçi Gaspard Monge'un *Géométrie Descriptive* (1795)<sup>3</sup> [Tasarı Geometri] konsepti ile rasyonalist mimarlık teorisyeni Jean-Nicolas-Louis Durand'ın Paris'teki École Polytechnique'te hazırladığı *Précis* (1802-1805)<sup>4</sup> adlı çalışması mimarlık ile matematik arasında kurulan bağlantının önemli tarihi gelişmeleri arasındadır. Aynı döneme ait bu öğretilerden beri mimarlar, öyle veya böyle, bilerek veya bilmeyerek mimarlık disiplinini matematik alanıyla yakınlaştırmışlardır. Bu yazıda yukarıda imâ edildiği üzere içi boşaltılmış ve üstünkörü tanımlanan bir kavram olarak parametrik mimarlık meselesine, mimarlık ve matematik ilişkisi üzerinden bakılmaktadır. Bu içkin ilişkinin tarif ve tayini için parametrik mimarlıkta bilgisayar kullanımının ötesine geçen bir temsiliyet biçimi olarak “hesaplamalı düşünce” (*computational thinking*) pratiği ve bu pratiğin, bazen fiziksel bir modele bazen de artistik bir çizime dayanarak araçsallaştırdığı mimari temsil biçimlerine başvurulmaktadır.

Mimarlık-matematik ilişkisine sibernetik bir zihnin bütün alanların tevhidinde duyacağı inancı üzerinden bakarsak, iki disiplin arasındaki içkinliğin kimya kanunlarının kanıtlanmasına kadar yayılageldiğini iddia edebiliriz. Nobelli kimyager Dan Shechtman, *quasicrystals* [kuazi kristaller] keşfini açıklayabilmek için tarihi yapıların mukarnas ve çini kaplamalarında birbirini tekrar etmeyen, fakat kurallı dizilere sahip geometrik desenlerden yararlanmışır (Lu and Steinhardt, 2007). Mukarnaslar, parametrik mimarlık denince akla ilk gelen şeylerden biridir. Ama parametrik

<sup>3</sup> Bkz. Monge, 2012.

<sup>4</sup> Bkz. Durand, 2000.

mimarlık kavramının anlam bunalımını çözmek ve daha derinlere inmek isteyen bu yazıda yeni bir mukarnas kehanetine girilmeyecektir<sup>5,6</sup>.

Parametrik mimarlık kavramının gölgesinde kalan yöntem ve konseptlerden birkaçını saymak gerekirse genetik algoritmalar, topoloji optimizasyonu, etmen-tabanlı modelleme, morfogenez, anizotropik ölçekleme, diferansiyel denklemler, Bezier eğrileri, mozaikleme ve fraktallar gibi klasik matematik terimlerinin birbirinden farklılaşan özelliklerini tarayan birçok çalışmaya, mimarlık alanını bütünüyle yeniden disipline etme eğilimindeki mimarlıkta bilişim dalında yer verilmiştir<sup>7</sup>. Bu terminolojinin kullanımı, mimarlık camiasının son yirmi yılında, özellikle de —imkânsız mekânların tasarımını fiziksel yapıların fabrikasyonundan ayırmayan— parametrik mimarlığın alışılmamış hesaplamalı tasarım düşüncesini (bilinçli veya gayri ihtiyari) benimseyenler arasında önem kazanarak, belli bir olgunluğa ulaşmıştır.

Tüm bu terimler arasında parametrik mimarlık (*parametric architecture*), mimarlık ve matematik arasında, bütün hipotetikliğine rağmen, varsaydığımız doğal ve ayrılmaz ilişkiyi özetleyen disiplinlerarası bir çağrışım olarak güçlü bir pozisyona sahiptir. Alışılmamışlığı uygulayabilenlere de üstünkörü bir şekilde “parametrik mimarlar” denilegelmiştir. Bu yazının parametrik mimarlığa olan ilgisi tam da uzun ve karmaşık hesaplaşmada yer alan üstünkörülüğe duyulan memnuniyetsizlikten kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda metin, mimarlığın matematikle kurduğu içkin bağlamın gerektirdiği; tarihsel bir soyağacı ile başlamakta (1); mimar tanımıyla temsil örnekleri üzerinden hesaplaşırken virtüellik kavramını incelemekte (2); ve mimarın kendisini yapıbozuma uğratan kısa bir okuma ile “parametrik

<sup>5</sup> Mukarnasların parametrik yöntemlerle çözümlendiği çalışmalar için bkz. Alaçam vd., 2019; Dinçer ve Yazar, 2021.

<sup>6</sup> Robert Woodbury’nin Kanada’da birlikte çalıştığı Onur Yüce Gün, Brady Peters ve Mehdi Sheikholeslami’nin katkılarıyla yayınladığı, teknoloji ve tasarım arakesitindeki çalışmalarından süzülen ansiklopedik tarzda diyagramlara dayalı anlatıların yer aldığı *Elements of Parametric Design* eserinde, parametrik sistemlerin yapısı ve tasarım, geometri ve hesaplama bilgisi bütününde tanımlanmaktadır (Woodbury, 2010). Woodbury’ninkine benzer mimarlık ve matematik ilişkisinin parametrik tasarımın unsurlarına dönük çalışmalarıyla okunabildiği benzer bir yaklaşım, Türkiye’deki araştırmacılarından Tuğrul Yazar’da görülmektedir (Yazar, 2024).

<sup>7</sup> Bu eğilimin en çarpıcı kurumsallaşma örnekleri olarak gösterilen Southern California Institute of Architecture (SCI-Arc; kuruluş 1972) ve Architectural Association (AA; kuruluş 1847), klasik mimarlık okullarından farklı olarak mimarlıkta kompütasyon meselesine yoğun bir yönelim göstermektedirler. Bu iki okulun websitelerinde yayınlanan misyon, hakkında ve öğrenci çalışmalarını gösteren galeri sayfalarında mimarlık eğitime yön vermeyi amaçlayıp teknoloji üzerinden spekülasyona dayanan özünde mimarlık-matematik ilişkisine dayandırılabilir hedefler ve iddialar bulunmaktadır (bkz. SCI-Arc, t.y.; AA School, t.y.). Bu özellikleriyle her iki okul da mimarlık (ve kentsel tasarım) eğitimini, pratiğini ve araştırmalarını etkilemektedir.

mimar” tanımının yeniden yaratımına dair kıstasları belirledikten sonra da (3); karşılaştırmalı bir analiz ile mimarlar hakkında yazılan akademik çalışmalara dair sonuç sözlerine yer vermektedir (4).

Terminolojik pozisyonunun ötesinde bu çalışma, mimarlık-matematik ilişkisinin art- ve eş-zamanlı imalatını “parametrik mimarlık” kavramının tanımında anlamlandırma girişimidir. Tasarımını ilişkilendirdiği parametrelerin vadettiği alternatifli çokluğun ötesinde parametrik mimarı ilginç kılan virtüel çokluk neleri kapsamaktadır? Klasik mimarlık aktörlerinin genelde naifçe ve en iyi ihtimalle “ilginç” bulduğu parametrik mimarlık neyi ifade etmektedir?<sup>8,9</sup> Burada aranan virtüel çokluğun denetlendiği ve statik bir tanımlamadan sıyrılan salınımın açığa çıkarılmasında iki farklı parametrik mimarlık çifti seçilmiştir. Zaha Hadid-Patrik Schumacher ve Antoni Gaudí-Mark Burry ikililerinin dayattığı farklı seviyelerden okunabilecek zaman-mekân çeşitliliğine değinilmektedir. Bu mimarların kullandıkları çizimlere, metinlere, dijital modellere ve fizikî maketlere dayalı temsillerde, mimarlık-matematik ilişkisinin aktüel ve virtüel olarak bölünmesi üzerinde durulmaktadır. Fakat bu bölünme, kesinlikle bir kuptlaşma anlamı taşımamaktadır; aksine homojen ve kronolojik olamayacak kadar Bergsoncu zemine ötelenmiş ve “şimdi”yi biçimlendiren bir Deleuze virtüelliğine dayanmaktadır<sup>10</sup>. Yazının takip eden bölümleri, “parametrik mimar”ların temsillerinde sunduğu veya sunabileceği virtüel çokluk ortaklığını, mimarlık-matematik ilişkisinin—hem rejim üreten bir disiplinlerarasılık olarak hem bu disiplinlerarasılığı henüz düşünülmemiş olanı arayan bir yeniliğe dönüştüren—farklı gelişmelerine değinerek ara-maktadır.

<sup>8</sup> Bu aktörler, Durand’ın École Polytechnique’inden bu yana tasarı geometri öğretilerinde sıkışmış olan ve matematiğin sunabileceği Öklidyen-ötesi imkânlardan habersiz bir temsil zeminine oturmuş olan durağan bir mesleki kurumsallığa bağlıdır. Burada Bülent Tanju’nun mesleki *stasis*ini temsil eden aktörlerden söz edildiği düşünülebilir (bkz. Tanju, 2008).

<sup>9</sup> 2010’ların başında Liverpool’da yüksek lisans yaparken, parametrik araçlarla üretilen çalışmalara verilen ilk tepki genellikle “ilginç” (*interesting*) oluyordu. Ancak, bu yorumlar beni tatmin etmiyordu. Aradan geçen 10 yıla rağmen, parametrik tasarımlar hala çoğunlukla aynı belirsiz ifadelerle değerlendiriliyor. Bu durum, kavramın anlamsal karmaşasını açığa çıkarmanın gerekliliğini ortaya koyuyor.

<sup>10</sup> Bkz. Deleuze, 1988. Bu çalışma, özel olarak tanımı herkes tarafından kabul edilmiş bir virtüellik tanımı üzerinde durmamaktadır. Faydalandığı teorik görüşlerin tamamlanmaya ihtiyaç duyduğu hususları da vardır. Bunun için Bachelard diyalektiğindeki Bergsoncu sürekliliğin tersine kesintilerin (*temporal consolidation/superimpositions*) de metnin aradığı art ve eş zamanlılık kavramına ışık tutacağı düşünülebilir. Bkz. Bachelard, 2000.

## “Mimari Makine”den Parametrik Mimariye

Bilgi işlem kapasitesinin doruklara ulaştığı yerde, yaratım eyleminin kötü huylu problemleri ile dolu olan tasarım uzayını berraklaştırabilme becerisine sahip bir parametrik mimarın yaşadığı “tereddüd”ler kadar dikkat çekici olan şey, geleneksel (matematiksel anlamda) bir mimari içkinlikte, mekânsal bir fikri açıkça tanımlamanın zorluğu ve bunun son derece dar bir alana sıkışmış birkaç vakanın meselesi olarak yerinde saymakta olduğu gerçeğidir<sup>11</sup>. Peki, mimarlık ile matematik arasındaki içkinliği ve bunun geleneksel olarak tanımlanmasının önünü açacak okumayı nereden başlatabiliriz?<sup>12</sup> Hepsinden önemlisi de mimarlık-matematik ekseninde inşa edilen bu yazının öznesi olan “parametrik mimar” nasıl tanımlanmaktadır? Yazı ilerledikçe parametrik mimarın ne olduğu ve olmadığına dair örnekler ve tanımlar bulunmaktadır. Sanılanın aksine bu, tanımlı bir ifade değildir. İçerdiği bütün atıflarla birlikte sahip olduğu sezgisel tanım(lı/sız)lığın altını çizen, mimarlık ve matematik arasındaki içkinlik arayışının özünde bir yolculuk sunulmaktadır.

Monge'un *Géométrie Descriptive*'inde ve Durand'ın *Précis*'inde anlatıldığı gibi inşa etmeden önce ölçmeye ve bu ölçeği temsile dönüştürme eğilimine başlamalarından bu yana mimarlar, mekân üretiminin karmaşık bileşenlerinin tanımlanmasına yönelik sadelik ve soyutlama arayışında olmuştur. Ancak o dönemden bu yana, mimar ile edimsel inşa eylemi arasında giderek büyüye gelmekte olan yanılısal bir mesafenin varlığından söz edilebilir<sup>13</sup>. Böyle bir kabullenişin sonluluğuna düşmek yerine, inşa edilenin projeksiyonuna sıkışmış olan mimarlık temsillerinin ilişkisel kapasitesine (*referential capacity*) bakılabilir. Stereotomi ve taş işçiliği gibi aktüel olarak geçmişin bir tür dolayimsız nesneleşme pratiği sayılan edimsel hafızanın taşıdığı ilişkisel virtüel gerçeklik bilgisine, o zamanki mimarların matematik ile kurdukları içkinlik üzerinden ulaşılabilir. Bunun için 18. yüzyıl *École Polytechnique*'in rasyonalist tarzı ile *École des Be-*

<sup>11</sup> Tanju, Osmanlıcadaki kullanımına kadar inerek “tereddüd” kavramını bugünkü Türkçede negatif bir çekingenlik üreten “tereddüt” kelimesinden ayırmaktadır. Tanju'nun “bu kültür coğrafyası insanları için” irdelediği “tereddüd” kavramının içerdiği kararsızlık “kriz”ine dair derinlemesine ve tekerrüre referans veren açıklaması için bkz. Tanju, 2007, s. 9. Tereddüd kavramının kısa bir özeti için Tanju ile gerçekleştirilen söyleşiye bkz. Güneç ve İşiker, 2024.

<sup>12</sup> Geniş bir disiplinden bahsedilirken “Hangi Matematik?” sorusu bağlamında bir mimarlık değerlendirmesi için bkz. Legendre, 2011.

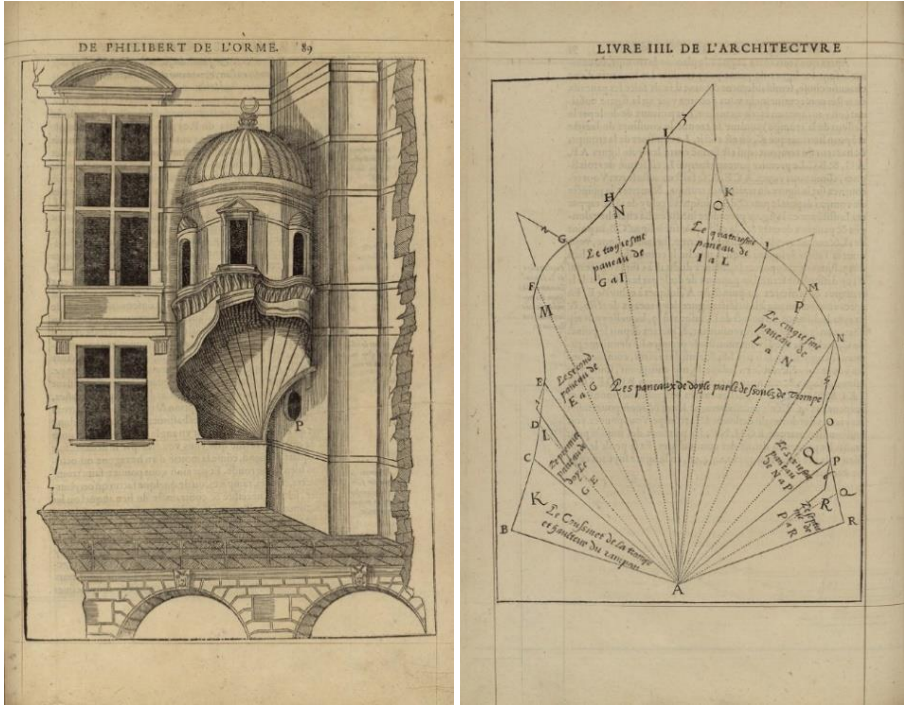
<sup>13</sup> Mimarların yapma eyleminden yapılanın projeksiyonlarını üretme eylemine geçişinin sıkıcı olmayan bir anlatısı için bkz. Carpo 2018.

*aux-Arts*'in sanatsal yaklaşımı arasındaki karşıt paradigmalardan bile önce- sine, 16. yüzyıla kadar gittiğimizde, karmaşık eğrilerin çizimindeki otomasyon eksikliğinin dayattığı kartografik prosedürler karşımıza çıkmaktadır. Bu dönemin en dikkat çekici ve mimarlık ile matematik içkinlik örneği, Philibert de l'Orme'un özel geometrik ilkelere dayalı stereotomi tekniklerini kullanarak klasik formları hassasiyetle (*precision*) işlediği tromptur (Evans, 2000; Philipp, 2020; Witt, 2021). Bunu yaparken dönemine göre sofistike çizimlerinden yansıyan bir aydınlanma sunmaktadır (bkz. Şekil 1).

Mimarlık alanındaki öncül gelişmelerin doğasını ve bu gelişmelerin nasıl anlaşılması gerektiğini, nelere yol açtığını ve bu gelişmeleri virtüel ile edimsel arasında giderek artmış bir mesafe olarak görmenin ötesinde kalan mimarlık ve gerçekte inşa ettiği matematiği tartışmak gerekmektedir. De l'Orme'dan bu yana daha çok ihtiyaç duyulmuş olan temsilin vurgulamaya çalıştığı gerçeklik, paradoksal bir açıklama hali olarak görülürse bu serüveni bir mesafeleşme olarak değil, tam aksine mimari yaratıcılık ile matematiksel standartlaşma arasında salınımlı bir evrimleşme tarihi olarak değerlendirebiliriz<sup>14,15</sup>. Dolayısıyla mimarlığı inşa etme eylemine mesafe almış olarak değil, ürettiği inşa etme matematiği bakımından daha donanımlı ve hatta bilakis eksiz yavaş hale geldiği şeklinde yorumlayabiliriz. İşte bu, bilgisayarlarla birlikte hızlandığı düşünülen mimarlık pratiğinin aslında paradoksal bir algıya sebebiyet verdiği şeklinde okunabilir ve bu çalışmanın hipotetik bunalımı için ilginç bir alan açmış olur. Bir adım daha giderek, tarifte dikkat edilmesi gereken bir husus da yaratıcılık rolünü sadece mimarlığa, standartlaşma üretimini ise matematiğe yüklemiş olmasıdır. Bu tam tersi bir salınım şeklinde de okunabilir —geometrik yaratıcılık ile mimari prensipler arasındaki salınımlı evrimleşme gibi.

<sup>14</sup> Orta Çağ'dan günümüze mimarlıkta gelişen temsil bilgisini inşa etme süreci ile mesafe üreten bir birikim olmasına yönelik daha fazla bilgi için bkz. Philipp, 2020.

<sup>15</sup> Salınım halini perspektif çizimin ötesindeki Rönesans öncesi temsil biçimi arayışlarında gören Scolari'nin eseri, mimarlık maketlerinden çizimlere, askeri donanım ve makine resimlerinden solid geometrilere birçok disiplinin matematikle salınımını farklı temsil yöntemleri üzerinden göstermektedir. Bkz. Scolari, 2015.



**Şekil 1.** Fransız mimar Philibert de L'Orme tarafından tasarlanmış olan Château d'Anet'deki dışa dönük tromp<sup>16</sup> (sol); trompun konik yüzeyinin gelişimini ve geometrik yapısını gösteren çizimi, strüktürel olarak kendi kendini taşıyacak şekilde taşların kesimi için dilimlenişini (*stereotomy*) tariflemektedir (sağ) (Philibert de L'Orme, 1567, *Premier tome tome de l'architecture*, 89ff (sol), 95ff (sağ) © 2004 – CESR ARCHITECTURA).

**Kaynak:** <https://architecture.cesr.univ-tours.fr/Traite/Images/Les1653Index.asp>

Mimarlık ve matematik arasındaki paradoksal salınımın yeterince anlaşılmasından yola çıkarak, hesaplamalı düşünce pratiğini anlamlandırma çalışmalarını parçacılaştıran ve garip bir şekilde besleyen “parametrik mimarlık” terminolojisinin en kritik fakat muğlak tartışmalarından biri; virtüellik arayışının mimar-bilgisayar iletişiminden kaynaklandığı temsile dayalı ontolojik bir şemsiye altında birleşiyor olma ihtimali, bu çalışmanın açıklamaya çalışacağı bir meseledir<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Philibert De l'Orme'un 1567 yılındaki çizimlerinde gördüğümüz şey, *trompe de Montpellier* olarak isimlendirilen bir tür tromp; detaylı bilgi için bkz. Lenz, 2009.

<sup>17</sup> Beslenen tarafa dair bir çalışma olarak dijital tasarım metodolojisinin yapısal modelleri için bkz. Oxman, 2006. Tam tersi yapı-bozumsal okumalardan biri olup “dissolution of authorship” kavramını açıklayan çalışma için bkz. Carpo, 2012.



Bununla birlikte, mimar-bilgisayar etkileşimi, tarihte kutlanması gereken tekil bir olay ya da özel bir an olarak öne çıkmamaktadır. Belki, koşullu olasılık problemlerini çözen tarihteki ilk alet olmasa da URBAN5, tasarım yapabilme iddiasında bulunan bir robottan ziyade tasarım sürecini destekleyen bir mimarlık (bilgi işlem) makinesiydi (Negroponte, 1970). Bu makinenin mucitleri —Negroponte'nin başını çektiği MIT'deki Mimari Makine (*Architecture Machine*) grubu<sup>18</sup>— bilgisayar teknolojisine uyum sağlama çabası içindeydi. O döneme ait temsil araçlarının sağladığı proje üretim işlevlerinin ötesinde mimarlık pratiğini yeniden şekillendirecek olan bir altyapı kurmak istiyorlardı. Grup, mimarlık ve matematik arasındaki ilişkiye dijital temelli yaklaşımlara ve araçlara dayalı yeni bir zemin hazırlama amacına sahipti<sup>19</sup>. Fakat bu yıllardaki gelişmeler, Mimari Makine'dekilerle sınırlı değildi; bilgisayar faresinin icadından *cathode-ray-tube* (CRT) ekranların icadına kadar mimarların bilgisayar ile etkileşimine ileride yön verecek birçok teknolojik yenilik vardı. Bilgisayar teknolojilerinin yanısıra kompütasyona dayalı düşünme sistemi de matematik ile var olan içkinliğin yeni bir boyutu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yıllara denk düşen ve bilgisayarın sağladığı bilgi işlem kapasitesini yaratıcı çözümler keşfetmek adına zorlayan ısrarlı denemeler sonucunda nesne-tabanlı tasarım, biçim gramerleri, mekân-dizim ve evrimsel tasarım gibi bir dizi yeni kavram ve konsept, mimarlığın yöntembilim raflarında yer bulurken parametrik tasarım kavramı, geçtiğimiz yirmi yılın ortalarına doğru ivme kazanmakla birlikte, bütün hepsini sahnede temsil edercesine popülerlik kazandı<sup>20</sup>. Bununla birlikte de “parametrik mimarlık” kavramının mimarlık ürünü olan inşa etme eyleminin sonucu ile mimarlığın

<sup>18</sup> Kısa adı *ArcMac* olan Mimari Makine (*Architecture Machine*) grubu 1967'den 1985'e kadar aktifti.

<sup>19</sup> Burada kullanılan dijital kavramına atıfla Negroponte'nin meşhur yazısı “Bits and Atoms” için bkz. Negroponte, 1995.

<sup>20</sup> Christopher Alexander'ın *A Pattern Language* [Bir Örüntü Dili] adlı eserinde —daha sonrasında mimarların pratik olarak yaşaymayacağı fakat bugünkü birçok yazılımın sahip olduğu altyapının temelini oluşturan— nesne yönelimli tasarım ilkelerinin mimari ve kentsel tasarım problemlerinin çözümüne yönelik kullanımı anlatılmıştır (Alexander vd., 1977). Alexander'ın makro ölçekten mikro ölçeğe kadar kentsel alanlar, binalar ve binaların içini oluşturan odalar arasındaki diyagramlara dayalı biçimsel örüntü aklını (pattern), George Stiny, biçim gramerleri ile bir araya geldiklerinde mekânsal kompozisyon üreten kurallara dayalı bir hesaplama sistemine dönüştürmüştür (Stiny, 2006). Aynı dönemin yeni kavramlar içeren ve bugün “parametrik tasarım” alanında araştırma yapacak olanların mutlaka karşılaşıacağı gelişmeler arasında Bill Hillier'in matematik temelli sintaktik mekân dizimi (*space syntax*) analizleri (Hillier ve Hanson, 1984); ve John Frazer'in sibernetik bir üretim aklına dayanan ve bu aklın ilkelerinin tanıtıldığı *An Evolutionary Architecture* [Bir Evrimsel Mimarlık] kitabındaki dinamik, değişken, adapte olabilen ve genetik algoritmalar gibi tasan-

temsil etme becerileri arasındaki mesafe üzerinden okunduğu çalışmalar, kavramın popüler rüzgârını arkasına alarak gündem olmayı başarmışlardır<sup>21</sup>.

Edimsel olan gerçek bina ve binanın inşa süreci ile masaüstündeki tasarı geometri temelli temsil pratiğine hapsolan mimarlık arasında kurulan mesafenin kısalması, zamanı mekândan ayırmama koşulunun teorik parametrelerinden biridir. Böylece iki ucu ayrı kutuplar olarak görmektense, bir bütün olarak düşünmeye dair bir mesafe kısalmasıdır. Nitekim parametrik tasarımın en primitif araçlarından *isovist* eğrilerine göre biçimlenmiş olan bir stadyum tasarımında da bu mesafenin en aza indirgenebileceği düşünülebilir. Böyle bir stadyumu 1940’lardan itibaren düşünmeye başlayıp parametrik mimarlık ilkelerine dair ilk ciddi adımın sahibi ise İtalyan mimar Luigi Moretti’dir (Canestrino, 2024)<sup>22</sup>. Moretti’nin *Architettura Parametrica* kataloğunda yer alan parametrik mimarlık ilkelerinin, üstü kapalı matematiksel tanımların düzen, oran ve sembolizmine dayandırılmasını, Neoklasik dönemdeki boşluğun spekülasyonuna kadar götürülebiliriz<sup>23</sup>. Diğer yandan ise kataloğun “*electronic computer for operations research*” başlıklı son kısmında değinildiği gibi parametrik mimarlık için bilgisayar destekli tasarım alanına adım atmanın değerine yer verilmiştir. Öyle ki parametrik açılım mimarlık, tasarım, matematik ve bilgisayar (ve de kompütasyon) arasındaki ilişkinin merkezinde kendine yer bulur. Hâl-buki 1970’lere dek mimarlığın matematiğe yönelimi, *discrete* matematik

---

rımda optimizasyon araçlarının kullanımına ve matematiğin mimarlıkta heuristik açıdan kullanımına öncülük eden mekân üretim aklı yer almaktadır (Frazer, 1995). Ayrıca diğer birçok terminoloji, kavram, yöntem, araç ve örnekler için bkz. Dijital Mimarlık Atlası (*Atlas of Digital Architecture*), Hirschberg, 2020. Ayrıca Burry’nin dijital mimarlık üzerine önem arz eden 104 yazılı metinden oluşan kitap derlemesi için bkz. Burry, 2020.

<sup>21</sup> Daniel Davis’in Patrik Schumacher ile atışması, parametrik mimarlık tanımının iki ayrı uç gibi betimlenen görüşlerini yansıtmaya bakımından önemlidir; Daniel’in blog yazısına Patrik’in cevabı sert olmasına rağmen “parametrik” olma durumunun yarattığı matematik ile temsil arasından patlayan paradoksal salınımların farkında olmadan mimarlığın epistemolojik düzlemine çekilmesi sırasındaki sancuları görmek için bkz. Davis, 2010.

<sup>22</sup> Bu yazı, Davis’in yaptığı gibi parametrik mimarlık kavramı üzerine kronolojik bir tarihyazımına girmemektedir; araştırmalarını topladığı blogdaki parametrik mimarlığın tarihi başlıklı metin için bkz. Davis, 2013.

<sup>23</sup> Benzer bir mekânsal soyutlama neoklasik mimaride Étienne-Louis Boullée ve hatta Claude-Nicolas Ledoux’nun hayal gücü yüksek kesit çizimlerinde nesneleştirdikleri boşluk tanımında da karşımıza çıkmaktadır. Martinez’in *The Ineffable and The Knowable* başlıklı doktora tezi nesne tabanlı ontoloji ve *discrete* mimarlık temelinde klasik, neoklasik ve dijital mimari pratikleri incelemesi bakımından geniş çaplı bir değerlendirme imkânı sunmaktadır. Bkz. Vaíllo Martínez, 2022.

gibi mimarlar için niş konular üzerinden bilgisayar destekli çizim ve modelleme meselesine dönüşmüştür (March and Steadman, 2020)<sup>24</sup>.

Bugün ise Bezier eğrisi gibi hakiki bir matematik nesnesini günlük pratiklerinde kullanmayan bir “parametrik mimar”dan bahsetmek zordur<sup>25</sup>. Fakat bu durumun yarattığı, mimarlık matematik arasındaki içkinliğe karşı kayıtsız kalma durumu da bir çelişki oluşturmaktadır; hem yaratıcı hem de kısıtlayıcı bir ilişkidir (Picon 2011)<sup>26</sup>. İşin özüne matematiksel olarak baktığımızda, parametrik olma halinin mimarlığa bilimsel bir bakış açısıyla bakıyor olması, bu çelişkidenden beslenen ve mimarlığın bir “bilim” olarak kabul edilip edilmemesine dair uzun tartışmayı da beslemektedir (Picon and Ponte, 2003; Long, 2017; Walker, 2017)<sup>27</sup>. Matematiğin bütün bilimleri birleştirici olması özelliğine dayalı hipotetik bir bakış açısıyla, matematiksel kavramların bir araya gelerek mekânsal ve yapısal yeniliklere bütüncül bir yaklaşım imkânı sunup sunmadığı, tartışmanın felsefi boyutlarına uzanmaktadır (Bourbaki, 1950)<sup>28</sup>.

Parametrik tasarımın virtüelliği dediğimizde ise bunun kapsayıcı, yaratıcı, sezgisel, karmaşık ve hesaplamalı –dolayısıyla matematiksel– bir mesele olmaktan önce, basit artikülasyonlarını düşünerek başlayabiliriz. Hassasiyet seviyesinin (*precision*), doğruluk derecesinin (*accuracy*) ve işlevselliğin gerektirdiği tanımlı tasarım değişkenlerinin süreç içerisinde direkt olarak manipüle edilebilmesi, “parametrik mimar” a mimari formun

<sup>24</sup> 1960 sonrası için bkz. March, 2015. 1960 ve 1970’lerdeki gelişmeler için ayrıca bkz. Steadman, 2016.

<sup>25</sup> En çok kullanılan modelleme araçlarından Rhinoceros, *NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines)* modelleme mantığına dayanmaktadır. B-Spline eğrileri *basis spline* anlamı taşımaktadır ve kontrol noktalarının lineer kombinasyonu üzerinden tanımlanır. 1970’lerin keşfi olan B-Spline eğrileri ise 1960’larda *Renault* otomotiv fabrikasında araçların kaporta yüzeylerinin tasarımında çalışan Fransız matematikçi Bezier’in (Pierre Bézier —, d.1910–ö.1999) keşfettiği Bezier eğrilerine dayanmaktadır. Bezier eğrileri, B-Spline eğrileri için bir genelleme olarak bilinmektedir. 1960 ve 1970’lerdeki gelişmelere dair yazının ilerleyen kısımlarında parametrik mimarların matematiksel açıdan virtüelliği konusunda yaşanan gelişmelerin altı çizilmektedir. Dolayısıyla savaş sonrası dönemin izlerini buradan okumak isteyenler için bu yıllardaki gelişmeler önemli bir yer tutmaktadır.

<sup>26</sup> Picon, bu durumu 18. yy. sonlarından itibaren başlayacak şekilde mimarların matematikten kopup *calculus* alışkanlıklarına, yani o yıllardan itibaren yaygınlaşan ölçme ve ölçeklendirme pratiğine dayandırmaktadır (Picon, 2011). Bu açıdan bakılacak olursa “hesaplamalı düşünce” olarak çevirdiğimiz kavram ile *calculus* kavramı arasındaki anlam karmaşasının muğlaklığına engel olmasa da onu aşabilmek adına Onur Yüce Gün’ün kompütasyon kavramını aşılama girişiminde bulunurken ironik bir şekilde *hesaplamalı* kavramının “üzerini çizen” dosyasına ve bu dosyadaki Şebnem Yalınay Çinici’nin *computation* çevirisine bakılabilir (Gün, 2012; Yalınay Çinici, 2012).

<sup>27</sup> Ayrıca bkz. Gallison and Thompson, 1999.

<sup>28</sup> Matematik fonksiyonları ile tanımlanmış 3B yüzeylerin etkileyici topografyaları anımsatan örnekleri için bkz. Jahnke and Emde, 1943.

biçimsel, yapısal ve diğer özelliklerini kontrol etme imkânı tanır. Bir tasarımın hassasiyet, doğruluk ve işlevselliği sadece inşa edilen teknik detayların kalitesi ile değil, bu sete dair bir nitelik taraması, mimarlık pratiğinin temsile dayalı ve deneysel seviyedeki farklı aşamalarında da kendini ortaya çıkarır. İşte buradaki virtüellik, “parametrik mimar”ın sadece ürettiği enteresan biçimlerinden ve bu enteresanlığın envai çeşit alternatif çoklanma kabiliyetinin en optimal sonuçlarından ziyade, mimarlığın matematik ve kompütasyon düşüncesi ile kurduğu derinlik ve içkinliğin sofistike çözümlenişinde aranmaktadır.

Parametrik mimar olmak, sanıldığı kadar niş bir karakteri temsil etmediğinde ise Le Corbusier’den Cristopher Alexander’a<sup>29</sup>, Peter Eisenman’dan Antoine Pevsner’a birçok şubede yeni “yordamsal” dosyalar açmak mümkündür (Witt, 2022, s. 89)<sup>30</sup>. Kardeşi Antoine Pevsner’dan başlamak suretiyle heykel sanatında sicim modelinin yordamsal modelleme aracı olarak kullanımındaki tartışmasız etkisi ile bilinen Rus Konstrüktivist Naum Gabo’nun (aslen Naum Neemia Pevsner) spekülatif lineer konstrüksiyon çalışmalarında tasarım ve matematik disiplinlerini mekânsal keşiflerde birleştirmiştir.

Sonuç olarak, parametrik mimarlık meselesinin karmaşık ve çok yönlü olmasının yanında, matematik ile kurulan içkin ilişkiye dayandırdığımız bu ilişkiler yumağının gizeminin çözümünü, bilgisayar ötesi bir kompütasyon düşüncesinde ve temsilde aramanın önünü açmış oluyoruz. Bu çalışma, parametrik mimar tanımını, biyografik anlatıların ötesine geçip mimarlıkta matematik, temsil ve virtüellik meseleleri etrafında dönmekten ziyade bu meseleleri merkeze aldığı ve tamamlayıcı olarak gördüğü mimar virtüöz kavramına oturtmaktadır. Bunun için de her anlamda bir

---

<sup>29</sup> Philips Pavilion ve St. Pierre Kilisesi’nde denenmiş olan iç içe geçmiş katı cisimlerden ele edilen hiperbolik formlar, Le Corbusier adına matematiğin mimarlıkta içkin bir rol aldığı parametrik mimarlık eyleminin doğal ve manuel bir kompütasyona dayalı olarak kabul edebileceğimiz sicim modellerinde kendini göstermektedir (bu konuda *Sagrada Familia* ve *Firminy Chapel* kıyaslaması için bkz. Park, 2005). Cristopher Alexander’ın teknolojisi bu konuya bilgi-işlem çerçevesinden yaklaşır. Onun neredeyse bütün parametrik modelleme araçlarının yazılımsal çalışma prensibinin temeli olan nesne-yönelimli tasarım ile kentsel sorunların çözümüne dair tuttuğu notlar ve diyagramları ortaya atmış olması, Negroponte’nin Mimari Makine grubundaki temel devinim olan bilgi-işlem ve etkileşim boyutları ile ilgi taşımaktadır.

<sup>30</sup> Mario Carpo’nun (2013) mimarlıkta dijital dönüşümlerinde (*The First Digital Turn* ve *The Second Digital Turn*) gördüğümüz dönem tanımlarına dayalı yaklaşımı, Andrew Witt’in (2022) *Formulations: Architecture, Mathematics, Culture* isimli ve çok detaylı bir şekilde mimarlık ve matematik arasındaki ilişkinin lineer olmayan tarihselliğinin anlatıldığı eserinde, mimarlık tarihçisi ve teorisyeni Robin Evans’in (2000) *The Projective Cast*’ını matematiksel dönüşüm (*A Mathematical Turn*) olarak altını çizmektedir.

evrensellik ve soyutlama arayışına girdiği iki adet özel partnerlik örneğinden yola çıkmaktadır.

Gaudí'nin sicim maketlerindeki kurallı yüzeyleri ve Hadid'in çizimlerindeki zemin fragmanları, sıradışılıktan evrenselliğe uzanan dilde ortaklaşırken parametrik ideolojinin deşifre edebileceği bir mimarlık ve matematik ilişkisi sunmaktadır. Bu bağlamda, birer fenomen olarak görünen Hadid ve Gaudí, her iki tarafın inşa eylemlerinde "tamamlayıcı" roller üstlenen Schumacher ve Burry ikilisi üzerinden tanımlayabileceğimiz bir tür "gözlemci" rolü ile bu mimar partnerler arasındaki düalitenin dinamiklerine yöneltmektedir. Bunun amacı, keşfi sınırlayan *star* mimar veya Tanrı'nın mimarı gibi isimlendirmelerle bu mirası dondurmak yerine, mimarlık ve matematik arasındaki ilişkiye dair bıraktıkları mirası genişleten ve bayrak yarışı gibi taşınmaya devam eden virtüelliklerini açmaktır. Böylece parametrik mimarlık kavramının —bu mimarların bilgisayar destekli veya daha primitif kompütasyona dayalı geliştirdikleri— farklı temsil türlerinde okunabilir hale gelmesini sağlamaktır.

### **Virtüelliğin Öznesi: "Parametrik Mimar"**

Virtüellik, son yıllarda sanal gerçeklik (*virtual reality*) ile karıştırılan bir kavramdır. Sanal gerçeklik çalışmaları, yeni mekânsal potansiyellere işaret etmektedir. Bu uygulamaların Türkçe'ye virtüel gerçeklik olarak değil de "sanal" olarak geçmesini olumlu karşılamalıyız ki "virtual," özü itibarıyla Latin *virtue* kavramından gelirken sanal gerçeklik kavramının taşıyabileceğinden çok daha farklı bir noktada yer almaktadır. Bunu aktarması her ne kadar kolay görünse de bazı alışkanlıklardan kaynaklanan ve virtüellik kavramı üzerinden tanımlar yapmamızı kısıtlayacak olan işler de vardır. Sıklıkla referans verilen Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği (*Reality-Virtuality Continuum*) diyagramında, virtüellik ve edimsel olan gerçeklik iki zıt uçta konumlandırılmaktadır (Milgram and Kishino, 1994). Hâlbuki edimsel olan gerçek, virtüellik tarafından kapsanmaktadır ya da eşzamanlı varoluş özelliği taşımaktadır<sup>31</sup>.

Virtüellik kavramı, matematiksel ve fiziksel dünyalar arasında köprü kuran amfibi durumda kendini gösterir (De Freitas and Sinclair, 2014, s.

<sup>31</sup> Bu açıdan baktığımızda Türkçedeki sanal çevirisinin daha yerinde fakat *virtual* kavramının esas çağrışımının edimsel olan *virtual reality* uygulamalarında yanlış bir tanı(ş)maya bizleri sürüklediğini düşünebiliriz.

201). Parametre gibi matematiksel konseptlerin virtüelliğinde, mimarlık disiplininin kendi kendine dayattığı sınırlandırmaların ötesinde alternatif bir saha açılmaktadır. Tam da burada, mimarlıktaki temsil konseptini kapsayıcı bir metafor olarak görebiliriz ki bu bizi virtüelliğin öznesi olarak kabul edeceğimiz “parametrik mimar”ı tanımamıza yardımcı olacaktır. “*Form follows function* [biçim işlevi izler]”, “*less is more* [az çoktur]” ve “*the house is a machine for living in* [ev, bir yaşam makinesidir]” gibi edimsel olana dair aksiyomların gölgesinde cebirsel topoloji, topos teorisi ve dife-ransiyel geometri gibi mimarın virtüelliğini ele verecek olan araştırmalar sessizce mimarlığın temsil becerilerinde büyümeye devam etmektedir. Deleuze ve Guattari’de (1987) gördüğümüz “bin yayla” konseptini açık-layan virtüellik, göçebe ve azınlıkta kalan bir özne grubunda vücut bul-maktadır.

Yazının bu kısmında, çalışmanın bağlamı gereği “virtüel mimarlık” gibi kestirme bir tanım yapmaktansa “parametrik mimarlık” ve bunun üzerinden okunmaya çalışılan virtüelliğin öznelere ile bu öznelere edimseli ortaya çıkarmaya yönelik kullandıkları yaratıcı ve yenilikçi temsil dil-lerine dikkat çekilmektedir. Buradaki temsil, Châtelet tarafından öneril-miş olan matematiğin virtüelliği ve gerçeğin fizikselliği arasında Aristocu ve Platoncu ayrıştırmadan sınırlı, Deleuze ve Guattari’nin göçebebilim-lerinde bir araya gelmektedir (De Freitas and Sinclair, 2014, s. 202). Böyle bir bakış açısıyla mimari temsile dair her şeyin virtüel ve aktüel boyutlara sahip nesnelere oldukları söylenmelidir (Cantley, 2023; Kulper, 2019; Spil-ler, 2022). “Parametrik mimar” virtüelitesinin materyali de bu ikisi ara-sında aranabilir<sup>32</sup>.

Mimarlıktaki güçlü geometrik ve grafik sezgilere yönelik içkin virtüel boyut, biçim üretmesi beklenen tasarım müdahalelerinin—matematiksel olarak tariflenebilir—koşullarını materyal üretim sistemine intifa ettirir<sup>33</sup>. Bu içkinlik, tasarım uzayına bol miktarda bilgiyi aktarırken, parametrik sistemlerin mimarlıktaki kullanımını destekleyen temsile dayalı bir bilgi tasarım sistemine dönüşür. İçerdiği bütün çeşitliliğe rağmen parametrik

<sup>32</sup> Bernard Cache, Gilles Deleuze ve Pierre Levy okumaları üzerinden parametrik tasarımın virtü-elliğini; bu sayede mimarlığın *object* boyutundan alınarak jenerik bir nesne düzeyi olan *objectile* a çekilişini ve bunu da bir kavis çizgisinin matematik fonksiyonu düzeyine çekilişi ile benzeten metin için bkz. Papalexopoulos and Psaltoglou, 2014.

<sup>33</sup> İntifa hakkı, sahibine bir malı kullanma ve o maldan yararlanma haklarını verir (TDK, t.y.).

olarak tasarlanmış biçimlerin gizemli cazibesi, mimari elemanları yapıbozumla yeniden üretmek üzere ihtiyaç duyacağı matematiksel temellerin taşıdığı rasyonellik nedeniyle bir tektipleştirme eğilimini de taşır.

Bilgisayar ve mimar arasında ortaya çıkan iletişim ve ilişkiler sisteminin en ilginç ve sanıldığı kadar karmaşık olmayan örneklerinden biri, henüz *star* mimar popülerliğine ulaşmadığı —bilgisayar destekli çizim araçlarının tam anlamıyla yaygınlaşmasından bile önceki— yıllarda Hadid'in tasarlayıp birincilik kazandığı Hong Kong Peak Tasarım Yarışmasındaki etkileyici projedir<sup>34</sup>. Kazanan tasarımın zamanına göre ütöpik temsilleri, geniş açılı perspektifler ile heykelsi görünümü artan biçimlerin ve bununla birlikte, habercisi olduğu yenilikçi inşa teknolojilerinin kullanımına evvelinde sahip çıkmıştır. Burada Hadid'in mekânda derinliği ön plana çıkaran biçimleri çarpıtma tarzı, dinamizm ve akışkanlık hissi uyandırarak modern mimarlığın platonik mekân ve form kavramlarına meydan okumuştur. Zemini, katlanarak yükselen pileli bir akışkanlığa ulaştıran projenin temsilleri, virtüel olan üretim aklının aktüelliğe, mümkün olanın da edimselliğe dönüşüm sürecidir. Diğer bir deyişle, temsil ile yapılan canlandırma, yeni mekânsal konfigürasyonların ve dönüşümlü bir şekilde birbirinin yerine geçiyor olma fikrinin artikülasyonudur. Fakat düşünülen tasarımın ortaya çıkan canlandırmadan farklı olacağını unutmamak gerekmektedir. Esas dikkat edilmesi gereken şey ise diferansiyel geometrik özelliklerin arandığı yöntemde gizlidir. En eski üç boyutlu modelleme programlarından biri olan *ModelShop*'un enteresan kamera açısı kaçışları sayesinde, yine açılı geometrik formlardan türeyen kesişimlerin daha görünür hale geldiğini gözden kaçırmamak gerekmektedir (bkz. Şekil 2).<sup>35</sup>

<sup>34</sup> Hadid'in parametrik tasarım seçeresi için bkz. Lee, 2015; mimarın eserlerinin yer aldığı kitaplar için bkz. Betsy, 2016 ve Jodidio, 2020; mimarın Google Arts and Culture'da yer alan görsel çevrimiçi sergisi için bkz. "Zaha Hadid", t.y.

<sup>35</sup> *ModelShop*'un Zaha Hadid Mimarlık tarafından 1980'lerde kullanıldığının bilgisi içeriden biri olarak Schumacher'in (2004) *Digital Hadid* eserinde bulunmaktadır. İlgili bir başka önemli not ise mimar Mark Stephens'a aittir. Buna göre Hadid, 1980'lerdeki *ModelShop*'un distribütörü olan firmanın düzenlediği yılın *ModelShop* kullanıcısı yarışmasında birinci seçilmiştir (Stephens, 2017). Stephens'ın blog yazılarından, 1980'lerin sonundan itibaren mimarlıkta bilgisayarların kullanımı ile ilgili bir süre akademik çalışmalar da yaptığı anlaşılmaktadır. Babasının da matematikçi ve bilgisayar mühendisi bir akademisyen olması, matematikle ilişki kuran bu mimarlık yazısı için ilginç bir tevafuk niteliğindedir.



**Şekil 2.** Patlatılmış izometrik temsil tarzı 18. yüzyıldan beri mimarlar için cazibesini korurken, bu örnekte Hadid, elle çizilmiş figürleri görselleştirme için ilk bilgisayar grafiklerinden biriyle iletişim kuruyor (Zaha Hadid, 1982-1983, *The Peak* © Zaha Hadid Foundation).<sup>36</sup>

**Kaynak:** <https://www.zhfoundation.com/collections/the-peak>

Mimarlıktan evvel matematik eğitimi almış olmasından yola çıkarak Hadid'in geometriye ve daha edimsel olanda hayal ettiği virtüelliğin matematikle olan ilişkisine dair bir yorumda bulunulabilir. Bunu en çok destekleyecek kanıtlardan biri de kendisinin söylemleridir ki en başta geometriye takıntılı olduğunu kabul etmektedir<sup>37</sup>. Böylece geometrik metamorfozu sanal ortamın kamera açılarında aramış olması Hadid'i, poligonların metamorfozunu da işin içine katarak hiperbolik ve parabolik yüzeylerin kesişimlerinde benzer bir arayış yapmış olan Gaudí ile parametrik mimarlar olarak tanımlayabileceğimiz bir ortak zeminde buluşturabiliriz.

Hadid'in eserlerinde çizim ve form bulma, tıpkı Monge'un önderliğindeki Fransız Politeknik ekolünde olduğu gibi, bir iletişim biçimi olarak eşzamanlı işleyen süreçlerdir<sup>38</sup>. Zira Hadid'in abartılı perspektif kaçışları

<sup>36</sup> The Peak Tasarım yarışmasında kullanılan diğer görselleştirmeler için bkz. (Hadid, (1983) 2021). Yarışma sonucu, Hadid'in yeteneklerini ilk kez bu kadar uluslararası bilinirliğe taşıırken, birinci olan tasarımın yerine 1997'de yapımı tamamlanan ve bugün *The Peak Tower* olarak bilinen yapının mimarı Terry Farrell'dir.

<sup>37</sup> “Zaha Hadid Beyond Boundaries, Art and Design” sergisinin Norman Foster ve Patrik Schumacher'inde de katıldığı açılış panelinde geometriye karşı takıntılı olup olmadığı sorusuna mimarlığın hüküm kuragelmış olan yerleşik kavramlarına karşı bir araç olarak geometrik takıntılı dönemlerinden bahsettiği konuşması için bkz. Ivorypress, 2013, s. 27-34.

<sup>38</sup> Monge'un Politeknik ekolünü anlatan bilgiler için bkz. Butrica, 2015.



kullanması, şehrin üzerine gölgesini düşüren türden bilinmedik geometrilerin inşasında karşılaşılabilecek zorluklar karşısında—henüz ne getireceği belli olmayan—bilgisayarlı tasarım iletişimi fikrinin oldukça basit ama kullanışlı bir simülasyonudur. Mimarının kent silüetiyle ilişkisinin tekil bir tanımı olmadığını benimseyen Hadid'in temsil becerileri, yaratıcı bir şekilde hayalini kurduğu yenilikçi zemin kurgusunu temsil eden dijital topografyanın en dibinden Hong Kong'un zirvesine kadar ayrıntı seviyesi giderek artan bir projeksiyon hareketine dönüşmektedir. Buradaki bilgisayar destekli projeksiyon, optik illüzyonlara benzer bir ilişki bütünlüğe sahiptir ve basmakalıp çizimlerin gerekliliklerinin tündengelelim mantığından ayrılan spekülasyon çok boyutluluğu sunmaktadır (Woods, 2008).

19. yüzyılın teknik çizim gereksinimlerinin bir göstergesi olan Durand'ın École Polytechnique'deki tasarım geometri (*géométrie descriptive*) öğretisi, mimari tasarım süreçlerinin öznel göreceliğini açıklığa kavuştururken, matematikçilerin kullandığı ip ve tellerden oluşan bilimsel sicim maketleri de biçim bulma deneyleri bağlamında, temsile dayalı yeni bir zemin meydana getirmekteydi (bkz. Şekil 3). Bu sicim maketlerinin mimarlıktaki ortaya çıkışı, tasarım geometrinin basit çizim tekniklerinden başka herhangi bir araç veya yöntemle desteklenmemiş insan kapasitesinin tasvir edemeyeceği türden formların keşfine çıkılmasına dayanır. Tabii ki Gaudí'nin öğrencilik yıllarına denk gelecek şekilde yaygınlaşan bu modelleme tekniği, onun da ilgisini çekmiş ve denemelerine dâhil etmiştir. Bu fizikî modellerin barındırdığı çizgilere dayalı kurallı yüzeyler sistemi bugün bile mimari modelleme yazılımlarında yüzey üzerindeki çizgilerle daha kolay anlaşılır biçimlere dönüşmektedir.



Şekil 3. İspanya, Barselona'daki Sagrada Familia'da sergilenen mimari elemanların sicim modelleri. Fotoğraf: Yazar arşivi, 2010.

Gaudí'nin sarkan zincirlerle gerçekleştirdiği çalışmalar dahi, doğadan esinlenen ve mimari spiritüelliğin sembolizmiyle aşılarmış tasarım sezgilerini ifade eden daha grafik bir soyutlamayla, kural tayin edici çizgilerden okunduğunu bilerek yeni bir tasarım matematiği üretir (bkz. Şekil 4). Gaudí'nin çalışmalarında beton kullanımının arkasındaki tarihsel hikâye daha geniş bir bağlamda açıklanarak yapılarındaki yaklaşımının ayırt edici özellikleri açıklanmaktadır (Grima Lopez vd., 2013)<sup>39</sup>. Buradan bakıldığında kurallı yüzeylerin kullanımının ardındaki kararın, malzeme inovasyonundan gelmekte olduğunu görürüz (Espel vd., 2009).

<sup>39</sup> Google Arts and Culture'da yer alan görsel çevrimiçi Gaudí sergisi ve mimarın eserlerine dair hikâyeler için bkz. "Antoni Gaudí", t.y.

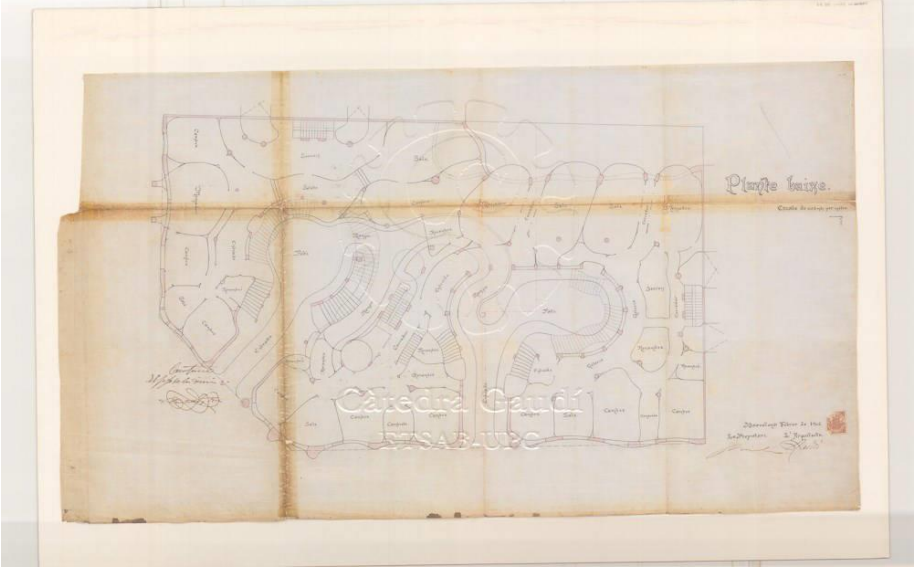


Şekil 4. Sagrada Familia'nın ana nefinin tavanı, Barcelona, İspanya.  
Fotoğraf: Yazar arşivi, 2010

Peki, Gaudí'nin muazzam çeşitlilikteki tasarım düşüncesi herhangi bir şekilde ölçülebilir miydi? Burry'nin bu soruya yanıtı, Gaudí'nin biçimsel dürtülerinin karmaşıklığını ölçülebilir adımlar arasında ayırarak (*discretisation*) çok amaçlı optimizasyon olarak adlandırılan sonlu temel birimlere dayanmaktadır<sup>40</sup>. Bu sayede, sicim maketlerindeki kural çizgilerinin tanımladığı yüzeyleri, mimar virtüözlerin seçkin tasarım kütüphanelerinde yer alan hiperbolik paraboloid gibi üretimi ve hatta tasarı geometriye dayalı projeksiyon yöntemleriyle temsili bile nispeten zor geometrilerin nesneleşmesine yönelik bir rol kazanmıştır (bkz. Şekil 5)<sup>41</sup>.

<sup>40</sup> *Discrete/Discretisation* mimarlık alanında gündemi meşgul eden bir tartışmadır; Patrik Schumacher ile Tom Wiscombe arasındaki "düello" için bkz. SCI-Arc Media Archive, 2017. "Continuity and Rupture" yazısında ise Schumacher ve Wiscombe'un tartışmasına benzer bir karşılaştırma metni için bkz. Shelden and Witt, 2011. *Discrete architecture*'ın yenilik olarak birçok önemli isim tarafından değerlendirildiği metinler için Wiley tarafından çıkarılan *Architectural Design* (AD) dergisinin özel sayısına bkz. Retsin, 2019.

<sup>41</sup> Geometrik sezgilerin bilimsel pratiğine yönelik daha pragmatist yaklaşımları hesaplamalı tasarımın optimizasyona dayalı hükmedici yanlarının kullanımına Herzog ve de Meuron'un Pekin'deki olimpiyat stadyumu örnek verilebilir. Pekin'deki Kuş Yuvası, deneysel rollerini yeni geometriler inşa etmek için tasarım anlamında politik bir zamansızlığı ve zarafeti kıskırtacak şekilde tersine çevirmektedir.



**Şekil 5.** Gaudí'nin La Pedrera olarak bilinen Casa Milà'ya ait zemin kat plan çizimi, Barcelona, Spain. Tuval kâğıdı üzerine çini mürekkebi ve renkli mürekkep; 83,5 x 43,5 cm (Antoni Gaudí, 1906, *La Pedrera* © Memòria Digital de Catalunya).

**Kaynak:** <https://mdc.csuc.cat/digital/collection/gaudi/id/285/rec/9>

Hadid-Schumacher ve Gaudí-Burrry gibi fenomenleşen kompütasyonel virtüalitenin ortak zemininde buluşan matematik ve mimarlık ilişkisi çeşitli temsil fraksiyonlarına sahiptir. Estetik algının yanılmalı yetileri ile temsile dayalı virtüellik arasındaki sınır dengesi, mimari bir dördüncü boyutun sınırlarının ötesine de uzanmaktadır. Bunlarla yeniden üretilebilecek Gaudí'nin hiperbolik bilimsel modelleri ve Hadid'in bilgisayardan çıkartılan 3B görüntüler üzerine işlenmiş boyamaları, her ne kadar yüce görünseler de entelektüel aşkınlığın yaratıcı boşluğu içinde yeni biçimlerde ilerleyebilecek anlamları açıklamakta yetersiz kalacaktır. Ortak olan şu ki, mimarlık ve matematik arasındaki ilişkinin virtüelliğini aradığımızda Hadid ve Gaudí, en azından bu yazı kapsamında, aradığımız parametrik mimarlardır ve irdelediğimiz virtüelin virtüözleridirler.

## Virtüözü Unutmak

Her iki mimarın da mimarlık eğitimleri boyunca matematikteki gelişmelerin etkisini direkt olarak kurmak zor olmayacaktır. Nitekim Gaudí, kurallı yüzeylerden (ruled surfaces) ürettiği modelleri okuldaki hocasına (ya da ustasına)<sup>42</sup> borçlu olabilir (Burry vd., 2008; Witt, 2022, s. 74)<sup>43</sup>. Hadid ise mimarlıktan evvel matematik tedrisatını görmüş olan birisi. Peki, bugün “parametrik mimarlar”ı yetiştiren okul nerededir? Londra’da *Architectural Association* (AA), Zaha Hadid Mimarlık Ofisi ile uzunca yıllar eğitim ile pratik arasında bir süreklilik örneği gösterdi. Kendisinin de atölye yürütücülüğü yaptığı AA Mimarlık Okulu mezunlarını, Hadid, ofisine kazandırmayı bildi. Burada bir başka merak konusu, Hadid’in matematikle kurduğu mimarlığa dair virtüel mirasın ne kadarının aktarıldığıdır ve bunun da etraflıca çalışılması gerekebilir. Bu mimarlar belki Hadid veya Gaudí kadar mimarlık ve matematik ilişkisinden türeyen bir parametrik virtüelliği benimsememiş olsalar da kendileri hakkında bilinen en önemli şey, mimarlığın hüküm süren kurallarının ötesinde “bilim”e duydukları meraktır.

Amerika’da 1925 yılından itibaren faaliyet göstermekte olan ve transistör gibi pratik çözümlerden, bilişim kuramı (information theory) gibi soyut meselelerin geliştirildiği Bell Laboratuvarları, Philip Warren Anderson, John R. Pierce, Claude Shannon gibi yenilikçi düşünen bilim adamlarının iletişim teknolojilerinin ötesinde bilime duydukları merak sayesinde bugün sahip olduğumuz birçok teknoloji ortaya çıkmıştır.<sup>44</sup> İlginçtir ki bu isimlere genel olarak Jön Türkler (Young Turks) denmektedir.<sup>45</sup> Bell Laboratuvarları’ndaki Jön Türklerin veya parametrik mimarlarımızın çıraklarının, Deleuze ve Guattari’nin “göçebibilim” (*nomad science*) diye tarifleyerek “hüküm süren bilim”in (*royal science*) ötesindeki arayışa benzer bir arayış olup olmadığından yola çıkarak; parametrik mimar tanımının arkasında yatan anlamda, buna benzer bir içkin arayışı şart koşabiliriz. Bu içkinliği de Schumacher ve Burry gibi mimarlıkta bilişim (ya da kompü-

<sup>42</sup> Mimarlık eğitimi, hoca-talebe ilişkisinden önce usta-çırak ilişkisini modern zamanlara kadar sürdürdüğüdür; mimarlık eğitiminin bu evrimini konu alan yazı için bkz. İşiker, 2024.

<sup>43</sup> Tasarım geometri ile bilinen geç 18.yy matematikçilerinden Monge ve öğrencisi Theodore Olivier’in cisim modellerinin sonrasında gelen sanat ve mimarlık dâhil birçok alanı etkilediğine dair bilgilerin yer aldığı metin için bkz. Acheson, 2007.

<sup>44</sup> İsmi Graham Bell’den alır. Bell’in zaman zaman laboratuvarları ziyaret ettiği aktarılmıştır, bkz. Gertner, 2013.

<sup>45</sup> Daha genç olanlarına da Younger Turks denmektedir.

tasyon) alanında önemli roller üstlenmiş, sadece keşfetmemiş, aynı zamanda yetiştirdikleri “parametrik mimarlar” ile süreklilik arz eden bir bilgi aktarımına ön ayak olmuş isimleri incelemek mümkündür. Birinin Hadid, diğersinin ise Gaudí’yi tamamlayan çalışmaları üzerinden her iki mimarın taşıdığı virtüel özne olma durumunun ötesinde bir virtüel çoklamayı deşmek böylece anlam kazanmaktadır. Böyle bir virtüel çoklamasının en büyük zorluğu Schumacher ve Hadid ile Burry ve Gaudí ikililerinin zaman-mekân farklılıklarında yatmaktadır. Schumacher, Hadid’in iş ortağı ve onun vefatından sonra ofisini yöneten kişi konumunda iken, Burry ve Gaudí farklı çağlarda fakat aynı mimari eserin inşasında üretilen bir karşılaşma bağlamında buluşmaktadır. Tam da burada, mimarlık-matematik zeminine yatırdığımız “parametrik mimarlık” tanımının bütün kilitleri açan bir anahtar (*masterkey*) düzeneği sunup bu virtüel çoklamayı okumaya imkân tanıyıp tanımadığı sorgulanmaktadır.

*Star mimar* ve *Tanrı’nın mimarı* gibi tanımlarla Gaudí, Gehry, Koolhaas, Calatrava, Hadid ve daha birçok ismin statüsünde üst bir erek kurulmaktadır. Schumacher’in *parametrisizm* ile bütünlükten yana bir mimari tasarım sistemi kurmaya dönük düşünce pratiği ise —her ne kadar edimsele hızlıca dönüşme riski taşıyan bir terim seçmiş olsa da— mimarlığı tanımlı ilkelerin çizdiği sınırların dışında kendi spontaneliğinde aramaya koyulmaktadır, en azından iddiası bu yödedir (Schumacher, 2011). Her ne kadar *parametrisizm* ile bilinse de Schumacher’in virtüözünü unuttu(rdu)ğu ve Baudrillard-vari bir aşkınlık okuması olması bakımından Dijital Hadid (*Digital Hadid*) eseri önemlidir (Schumacher, 2004)<sup>46</sup>. *Star mimar* kavramı, aslında onların tasarım sürecinin yalnız varlıkları olmadığından hareketle bir virtüöz tanımlamasına dönüşmektedir. *Star mimar* olgusunu, “doğası gereği işleyişi tam olarak bilinemeyen tasarım süreci ile bu süreçten türeyen mimari form arasındaki basit ama işlevsel bir denklik üzerinden evrim geçirmiştir” diyerek açıklamaya çalışmak, temsile dayalı bir matematik arayışı ve bunun üzerinden parametrik *star* mimarın kurmaya çalıştığı bütüncül ilişkiyi anlamak adına destekleyici olabilir. Bu mimarların tamamlanmamış ancak tutarlı bir gizil mekanizmalar sistemi modellediğini varsayarak ilerlediğimizde, bir tür ilişkiler yumağı olarak görünen şeyin belirli ilke veya öngörülere bağlı kalınarak üretildiğini düşünebiliriz. Fa-

<sup>46</sup> Baudrillard’ın *Forget Foucault* eserine ve 1996 yılında yapılmış *Forget Artaud* başlığıyla yayınlanmış olan söyleşi metni için bkz. Baudrillard and Lotringer, 1977; —, 2005, 217–236.

kat bu soyutlama bizi öznelere asla anlayamayacağımız basitliklere indirger ki Le Corbusier'in ünlü beş ilkesi, virtüöz bir mimarın üstlendiği rolü ve algı biçimini, artık önemli formlar inşa etmiş olmasının ötesinde anlamlandırmaya zorlar. Manifesto yazımının modası geçmiş ve herhangi bir kitleyi harekete geçirmeye yetmeyecek bir araç haline dönüşmesinden yola çıkabiliriz. Nitelikli mimarlık, daha önce hiç konuşulmamış bile olsa ve sadece beş ile yetinmeyecek düzeyde, kabaca bir hesapla "beş üssü beş üssü beş üssü beş..." diye artan hayali bir miktarda ilkeye dayanarak üretilebilecek bir nesnedir.

Bir taraftan, bu karmaşıklığın doğurduğu lineer olmayan bir düzlemde —kaos teorisine dayanan bir kavramsal zeminde— mimarlık ve matematik ilişkisinin nesneleşme süreci, *emergence* ve *algorithmic* kavramları ile yer alırken (Hensel vd., 2010; Jencks, 2013; Terzidis, 2006; Weinstock, 2010)<sup>47</sup>; diğer taraftan, dolaylı da olsa, parametrik tasarım ilkelerini formalize etme ihtiyacını gören birçok metinde subjektif yorumlama kabiliyetine dayalı bakış açıları yarattı (örneğin bkz. Carpo 2013, Oxman and Oxman 2014, Schumacher 2016). Hadid'in temsiller üzerinden hükmettiğini düşündüğümüz hiperboyutsal formların geometrisi, Schumacher'in zamanmekân bütünlüğünde görünür olduğunu söylediği kendi çalışmalarına referansla yaptığı değerlendirmesinin temelini oluşturmaktadır. Daha kapsamlı bir terim olarak *autopoiesis* ise, Schumacher'in hayal ettiği mimarlık için sanat ve bilimle kurulan bir dil birliğine işaret etmemektedir. Buradan yola çıkarak tanımladığı, yapılan işlerin avangartlığı hususunda ise olguyu yalnızca dijital teknolojileri kullanan mimarlara endekslediğine dair bir okuma ortaya çıkmaktadır<sup>48</sup>.

<sup>47</sup> Bu çalışmalar, Carpo tarafından dile getirildiği şekliyle Gregg Lynn'in Embriyolojik Ev (*Embryological House*) ile bıraktığı yerden bayrağı devralan mimarlıktaki ikinci dijital döneme giriş temsil etmektedir. *The Second Digital Turn* için bkz. Carpo, 2013.

<sup>48</sup> Bu, Schumacher'in en tartışmalı pozisyonlarından biridir. Kendi dilinden dinlemek için 2020 yılındaki "*Cyber space and the autopoiesis of architecture*" başlıklı sunumuna bkz. Iris Ceramica Group, 2020b. Iris Ceramica'nın aynı seride Zaha Hadid Mimarlık'ın Londra ofisini gösterdiği belgesel için ayrıca bkz. Iris Ceramica Group, 2020a.



**Şekil 6.** Kolon kaplamasının heykelsiliği burada mimarlıkta ayrıklıktan (*discreteness*) ziyade sürekli form (*continuity*) arayışını temsil etmektedir (Zaha Hadid Mimarlık, *SOHO Galaxy*, Pekin, Çin). Fotoğraf: Yazar arşivinden, 2014.

Hadid’in Rus Avangardlara olan eğilimini kanıtlayan soyut temsillerindeki mistik analogiler, Schumacher’in bunlarla ilişkili bir biçimsel dil geliştirmesinin kaynağı olarak görülebilir. Projelerinin hemen her köşesinde görülebilen heykelsi nitelik, kolektif bir tasarım makinesinden türeyen yaratıcı bir pratiktir. Yapısal topoloji ve sureti belirleyen panelizasyonun anıtsal melezliği, ütopya ve öngörülmüş olan gerçeklik arasında geçen sanatsal bir eylemdir. Birbirine dik kesişmeyen birleşimlerin bir savunucusu olarak Hadid’in formları, çift eğrili karmaşık kurallı yüzeylerin aynalanarak çoklanmasıdır (bkz. Şekil 6). Ve onu herkesten ayırıp mimar virtüözler tarihine yerleştirmeye yönelik her türlü nostaljik girişim, ofiste ürettikleri “mimari makine”nin ustalıklı işleyen döngüsünün nasıl çalıştığına yönelik vizyoner görüşle dramatik bir tezat oluşturur. Heykel ve mimarlık ara-



sındaki sanatsal arayüze gelecek olursak Schumacher'in yaptığı işte Norberg-Schulz'un fenomenolojik mekânında var olan insan için dayatılan bir süreklilik de bulunmaktadır<sup>49</sup>.

Bu nedenle mimar için virtüözlük mirasının gerçek zamanlı bir alışveriş içinde iletilmesinin eşzamanlı bir yolu vardır. Bu sayede matematik ve mimarının kültürel bir karışımı, makine ve tasarımcı arasındaki bir paragonun kehanetinden ziyade, asılı zincir modelleri, akrilik boya çizimler ve hatta optimizasyon algoritmaları aracılığıyla temsil nesnelere duyarlılıkları olarak adlandırabileceğimiz bir mesele haline gelmektedir. Burry'nin sicim maketlerini yorumlaması, Sagrada Familia'nın bitmemiş inşaatını büyük bir yükten kurtarmıştır. Gaudí'nin yaratıcı sezgilerini hayata geçirmeye yönelik Burry'nin diğer usta ve mühendislerle iş birliğine dayalı çabaları ve bilimsel modelleme teknikleri, dijital fabrikasyon aracılığıyla matematiksel olarak doğrulanabilir mimarlık için bir enstrüman haline gelmiştir.

Virtüel ile edimsel uçlarına yerleştirdiği tasarımcı ve usta arasındaki yaş, zaman ve mekân farkını gideren global bir diyalog sistemi olarak öne sürdüğü çalışmasında, Burry gül şeklindeki Gaudí penceresini tekrar üretebilmekle övünmektedir (Burry vd., 2001). Fakat 18. yüzyıl sonlarında Monge'un çalışmalarıyla birlikte mimarlık pratiğinin vazgeçilemez "teknik" meselesi haline dönüşen tasarı geometrinin tanımladığı sınırların öngörüsüne sahip olan Burry, mimarlığı heykelden ayıracak bir tarifile—sadece Gaudí değil Shukhov ve Candela gibi strüktür sanatçıların çift eğrili yüzeyler gibi karmaşık kavislere sahip formlarını inceleyerek gelecekte diferansiyel geometrinin sunacağı çok farklı mimarlıkların mümkün olduğundan bahsetmektedir (Burry, 2011b).

Burry, mimarlık ve matematik arasına özenle yerleştirdiği hiperbolik formlar ile kodlama becerileri sayesinde yeniden üretilebilir bir virtüellik sunarken yapıda daha önce kullanılan materyal ile erişilen üretim aklının dışında bir üretim yaptığını ise reddetmektedir. Bu bakımdan, Schumacher'in *parametricism* ile düştüğü sistemsel düşünme pratiğinin yaratıcı tanımından uzaklaşmaktır. Aynı zamanda da Sagrada Familia ve Gaudí'ye duyduğu ilgi ile başlayan sorgulamalarındaki yaratıcı eğilimlerine karşı sınırlayıcı bir parametrik mimarlık tanımına girmektedir. Bu tavrın yansıması olarak doktora öğrencisi Daniel Davis, kendi bloğunda Zaha Hadid

<sup>49</sup> Bkz. Norberg-Schulz, 1974.

Mimarlık’ın özelinde Schumacher’in “parametrik mimar” olmadığını iddia etmektedir<sup>50</sup>. Burry’nin yaşadığı ikilemi, kitabında yaptığı itiraflardan da anlayabiliriz. Çok erken zamanlardan itibaren Sagrada Familia’daki işlerin yaratıcı düzlemde yeni bir alan açıp açmayacağını merak ettiğini söylemektedir<sup>51</sup>. Burry için geometri, matematik ve kompütasyon üzerinden türeyen tasarım uzayının temsilleri, bir kodlama kültürüne dönüşmektedir<sup>52</sup>. Kodlama kültürü, *parametricism*’in stil iddialarına mesafeli bir bakış olarak edimseli ilgilendiren bir bakış açısı sunmaktadır.

## Sonuç Yerine

Matematiğin soyut formlarının ve sayıların, mimarlığın da içinde bulunduğu duylara dayalı olan dünyanın temsilinde ve yeniden inşa edilmesinde kullanımının çıkış noktasını eski Mısır medeniyetine kadar çekebiliriz (Dahan-Dalmedico, 2011). İtalyan Rönesans’ından itibaren mimaride çizim ile bilgisayardan bağımsız kompütasyon düşünce sistemi arasında birbirini tamamlayan bir içkinlik bulunmaktadır (Carpo, 2003)<sup>53</sup>. Mimarlığı sayılaştırın teknolojilere sahip bir virtüellik boyutunda burada değinilmekte olan “parametrik mimarlık” ise matematiksel içkinliğe yeni bir boyut kazandırmaktadır. Bu yazıda, “parametrik mimar” olarak bilinen Hadid ve mimarlıkta kompütasyon çalışanların da bu işin öncülerinden gördüğü Gaudí için ortaklaştıkları zeminde —matematikte kurdukları virtüellik boyutu ve mimari edimsele yönelik temsil dilleri— yeniden tanımlanmaktadır. Bu isimlerin öncesinde mimarlığın birçok döneminde farklı bölgelerde mimarlığın edimsel yönünü transformasyona uğratan ve matematik ile sıkı bir ilişkinin temsili gelişmeleri mevcuttur<sup>54</sup>. Son yıllarda

<sup>50</sup> Schumacher, Davis’in suçlayıcı ve itham dolu blog paylaşımına sert bir dille metnin altında bir cevap ile karşılık verirken, “parametrik” kavramını disiplinlerarası bir “göçebe” aktör olarak gördüğünü anlatmaktadır. Bkz. Davis, 2010.

<sup>51</sup> “*What, I (Mark Burry) began to wonder, would be the creative spin-off from this pathway?*” Burry’nin sözleri için bkz. Burry, 2011a, 104.

<sup>52</sup> *Scripting Cultures* kitabı, Boyutlar (Dimensions) bölümü, Sagrada Familia’da yaptıkları çalışmaların özünü anlatan kodlama ve algoritmik tanımların ürettiği temel matematiksel yüzey ve cisimleri anlatmaktadır. Bkz. Burry, 2011a, 89–125.

<sup>53</sup> Bu yazıda “parametrik mimarlar”ın kullandığı temsiller üzerinden aranan mimarlık ve matematik arasındaki içkin ilişkinin daha eski tarihlere uzanan bir benzeri Carpo (2003) tarafından Alberti’nin çizimleri ve ürettiği formlarda ihtiyaç duyduğu sayısallaştırma üzerinden anlatılmaktadır. Mimarlık, geometri, temsil ve teknoloji arasında daha geniş bir skalada birçok çalışmanın yer aldığı derleme eser için bkz. Carpo and Lemerle, 2008.

<sup>54</sup> 16. ve 18. yy. İngiltere’si için bkz. Gerbino and Johnston, 2009; 16. yy. İtalya’sı ile genel olarak Avrupa’daki gelişmelerin karşılaştırması için bkz. Carpo, 2003.

artan parametrik araçların kullanımı ile matematiksel ilke ve kavramlar, tasarım ve kompütasyonun söz konusu özelliklerin karşılıklı olarak anlaşılmasını doğurmaktadır (Kalay vd., 1990; Scheurer and Stehling, 2011)<sup>55</sup>. Görsel kodlama dillerinin 3B modelleme programlarına dâhil edilmesiyle yaygınlaşan “parametrik mimarlık” algısı, matematiğin neredeyse her şeyi kapsayan ‘birleşik’ dünyası içinde ‘çok yönlü’ tasarım karmaşıklıklarının yan yana gelmesini de mecbur kılmaktadır<sup>56,57</sup>. Bu yazıda dört farklı dönem ve mimarda aranan virtüel birliğin — matematiksel bir mesele olmaktan çıkarılıp temsile dayalı incelenmiş olması — Pisagorcu bir aritmetiğe dayandırılması (yani “her şey, matematiksel bir temsil olarak sayıdır!”) anlamına gelmemektedir.

Mimari ikiliklerde gözlemci-olgu ilişkisine bakmak, yaratıcı süreçte virtüözler ve onların hem artzamanlı hem eşzamanlı iş ortakları arasındaki dinamik etkileşimi vurgulamak adına işlevsel özellikler içermektedir. Tıpkı gözlemcilerin doğal olayların gözlemlenmesine bakış açılarını, uzmanlıklarını ve yorumlarını getirmeleri gibi, vezir virtüözler de mimari vizyonların gerçekleştirilmesine iç görüleri, becerileri ve yaratıcı enerjileriyle katkıda bulunurlar — ve hatta “virtüözü unutmak” deyimini gerçekleştirebilirler. Başka bir mimarda yeniden var olma, fenomen mimarların yaratıcı vizyonlarının yorumlanmasında, tercüme edilmesinde ve hayata geçirilmesinde önemli bir rol oynayabilmektedir. Onların çabaları ile mimari eserlerin yörüngesi, anlamı ve etkisi şekillendirilir ve zaman içinde yeni boyutlarda nasıl algılandıklarını, deneyimlendiklerini ve hatırladıklarını belirler. Fenomen ilk ilhamı ve yaratıcı kıvılcımı sağlayabilirken, gözlemcinin yorumu ve müdahalesi nihai sonucu önemli ölçüde şekillendirebilir. Bu karşılıklı etki, mimari eserlerin üretiminde virtüözler-arası simbiyotik ilişkinin altını çizincesine yaratıcı bir diyalogda buluşan virtüel-aktüel buluşmasını yeni çevrelerin oluşturulmasıyla sağlamaktadır.

Burry’nin dijital fabrikasyon çalışmaları sayesinde üretilip yerine monte edilen Sagrada Familia’nın Tutku Cephesi (*Passion Facade*) üzerindeki betonarme sütunların dikkat çeken gri rengi, asılı zincir deneyi

<sup>55</sup> *Rhinoceros*’un *Grasshopper*, *Revit*’in *Dynamo* ve *MicroStation*’in *GenerativeComponents* eklentileri gibi parametrik tasarım araçlarından bahsedilmektedir.

<sup>56</sup> “The architecture of mathematics” eserinde Bourbaki’nin, matematiği ‘cansız bir iskeletin birliği’ ve ‘soyut formlar deposu’ tabirleriyle tanımlayıp birleştirici bir bilim biçimi olarak gördüğü eseri için bkz. Bourbaki, 1950.

<sup>57</sup> Jane Burry ile eşi Mark’ın ortak eseri olan *The New Mathematics of Architecture*, içerdiği altı bölümde farklı matematik konseptlerinin geniş bir kapsayıcılıkla mimarlıkta kullanımını anlatmaktadır (Burry and Burry, 2010).

ürünü olan eski ile kodlama ürünü olan yeni arasında ve özünde matematisel soyutlukta birleşen bir virtüel dünyayı tanımamıza yardımcı olmaktadır. Keza, Schumacher’in ofisi, hızla değiştiren dijital dokunuşları, 1980’lerde kullandıkları *ModelShop*’tan, 2000’lerdeki *Maya*’ya ve oradan çıkıp *Grasshopper*’a uzanan yenilikçi bir matematisel soyutluk olarak Hadid’in Rus Avangardlardan kalan etkisiyle taşıdığı soyutluk katmanının üzerinde yeniden bir var oluşu temsil etmekte, virtüözünü unutturmaktadır<sup>58</sup>. Akademik açıdan baktığımızda bilgisayarlı mimarlığın imkânsızlaşmaya başladığı yıllar olan 2000’lerden, *Grasshopper*’ın hızla yayıldığı 2010’ların ortalarına kadar yeterince edimsel örnekleme yapılamayan “parametrik mimarlık” yorumlarında Deleuze’un süreç odaklı konseptlerine referans veren teorik temellendirmelerin altının çizildiği görülmektedir. Sonuç odaklı mimarlık bakış açısını hüküm süren bilimin (*royal science*) bir parçası saymak mümkündür; tıpkı bir müzede kralın tacının sergilenmesi gibi. Bunun karşısına konumlanan göçebe bilim (*nomad science*) ile müzede eserlerin bir (*star*) küratör tarafından değil, ziyaretçiler tarafından getirilebileceğinin önünü açan bir ufuk kazandırmaktadır. Bu durumda aktüel olan kral tacının edimsel varlığı, ziyaretçilerin ‘değersiz’ parçalarındaki virtüellik tarafından tamamlanmaktadır. Parametrik mimara da ürettiği sayısal varyasyonlar üzerinden bakmak yanılıysa yaratırken, matematik ve kompütasyonla (*computational thinking*) kurduğu ilişki ve bunun üzerinden icat ettiği/başvurduğu temsilin aktüelini tamamlayan ya da bile isteye tamamlamayan virtüellik boyutu ile “parametrik mimar”ı tanımlamak yerinde olacaktır.

Bu yazıda, Hadid ve Gaudí’yi birer fenomen, Schumacher ve Burry’yi de birer gözlemci olarak yeniden yorumlamak, mimari ikiliklerin dinamiklerine dair bir bakış açısı sunmaktadır. Bu da bize mimarlar hakkında yazmanın —hakkında yazılan mimarın mesajını “unutmak” anlamında yeni bir vizyoner sezgi ve yorumlama arasındaki etkileşimi kabul etmenin ötesinde— “parametrik mimar”ın yaratıcı ve çok yönlü doğasına dair iç görüyü kazandıran bir araç olabileceğini göstermektedir. 18. yüzyılın “yeni mimar”<sup>59</sup> yetiştirme gayretini doğuran krize benzer bir sessizlikte duran günümüz mimarlık eğitimi ve pratiğinin, mimarlık teknolojisinin

<sup>58</sup> İlginçtir ki her iki mimar da mimarlık eğitimleri öncesi matematik tedrisatından geçmişlerdir.

<sup>59</sup> Dönemin Fransa’sındaki ilk bağımsız mimarlık okulu *École des Arts*’ı kurup mimarlık eğitimine *Académie Royale d’Architecture* rejiminden farklı bir kapı aralayan Jacques-François Blondel’in “yeni mimar yetiştirme projesi”nin incelemesi için bkz. İşiker, 2024.

sınırlarına sıkışmış olan “dijital/algoritmik/parametrik mimar” tanım(sızlık)larından sıyrılıp mimarın matematikle ilişkisinin “tereddüd”<sup>60</sup> hallerinin yaratıcılığında aranmasına tereddütsüz bir gereksinim vardır. Dünyada bunu başarmış birçok ismi duyulmamış mimardan söz edebiliriz. Hadid tedrisatından geçmiş bir mimar olarak Eddie Can Chiu-Fai bunlardan biridir. Seul’deki Dongdaemun Design Plaza projesinin proje baş mimarlığını (*Project Leader*) yaptığı sırada kullandığı *Digital Project*’teki parametrik modeller sayesinde her ne kadar malzemenin endüstriyel görüntüsü altında eziliyor gibi görünse de bilgisayarda ve sahada ürettiği mimarlık, hesaplanabilirlik seviyesi bakımından üst düzeydir. Daha birçok bilinen veya bilinmeyen ismi saymak mümkünken, “parametrik mimarlık” tanımının doğurduğu fakat görmezden gelinmeye devam edilen mimarlık eğitiminin dönüşmesine duyulan ihtiyaç, yazı içinde bahsedilmiş okullardan olan Los Angeles’daki SCI-Arc ve Londra’daki AA’in dışında birçok okulda “yeni” mimar yetiştirme projelerine dönüşmektedir. Türkiye’de bununla ilgili bir yetersizlik olmasına rağmen özellikle İstanbul Teknik Üniversitesi’nin Mimari Tasarımda Bilişim lisansüstü kürsüsünde etkili bir akademik yoğunluk olduğundan bahsetmek mümkündür<sup>61</sup>. Özetle, idrak edilemeyen edimsele dönüşemeyeceği bir mimarlık pratiği için “parametrik mimar”ın matematiksel teknolojiyi kavrama biçimi yeniden ve yeniden tanımlanmaya muhtaç bir durumdur. Bu çalışma, bahsi geçen ihtiyaca karşılık gelebilecek bir “parametrik mimarlık” okuması sunmaktadır.

<sup>60</sup> Tanju’nun Bachelard’dan ayrılan özüyü daha Bergsoncu bir Deleuze okumasına dayandırdığı “tereddüd ve tekerrür de dünyayla kurulan duraksamalı ilişki ile ilişkilidir” (bkz. Tanju, s. 10). Bachelard’ın *temporary consolidation* kavramı, yaşamın içinde gözlenebildiği gibi bilginin evriminde de aralıklı ve git-gelli sessiz güçlüklerle vurgu yapar. Bkz. Bachelard, 2000, s. 95.

<sup>61</sup> Ayrıca Mardin Artuklu Üniversitesi, Mimarlık lisans programında mimarlık-matematik ilişkisine yönünü çevirmiş olan ve “ekosistem” olarak tanımlanmış dört yıllık eğitimin dijital dönüşümüne dair çalışma için bkz. Aydın ve Aktaş, 2020.

## Extended Abstract

### On the Virtuality of "Parametric Architects"

Serdar Aydın<sup>62</sup>

ORCID: 0000-0001-6445-8879

There is a restless quest in architecture for the reincarnation of a very old knowledge map that demonstrates the inherently mathematical character of the field. The contemporary advocates of computational architecture have been very good at reconciling separate nuances of classical mathematical terms, such as genetic algorithms, topology optimisation, agent-based modelling, morphogenesis, anisotropic scaling, differential equations, Bezier curves, tessellation and fractals, to name but a few. Amongst all these terms, the concept of parametric architecture emerges as a multi-disciplinary connotation, epitomising the unambiguous relationship and integral synergy between architecture and mathematics. For the last two decades, this terminology has stood out in the architectural community, particularly amongst those who (un)intentionally embrace the unconventional thinking of parametric architecture, which does not estrange impossible spaces from physical construction. Those who can practice this unconventionality are known as "parametric architects." This paper's interest in parametric architecture originates in the dissatisfaction of the field of computer-aided architectural design with this definition. Instead, it provides a historical lineage whereby mathematical entailment of architecture is necessary.

Remarkable as parametric architecture is for those architects who crystalline design space through modern computational power, its conventional (mathematical) means of clearly defining a spatial idea is enormously narrow. To generate complex compounds of spaces, architects have been seeking simplicity and abstraction since the parallel positioning of the mathematician Gaspard Monge's *Géométrie Descriptive*<sup>63</sup> and the rationalist architectural theoretician Jean-Nicolas-Louis Durand's *présis*<sup>64</sup> at

---

<sup>62</sup> Asst. Prof., Mardin Artuklu University, Faculty of Engineering-Architecture, Department of Architecture, e-mail: serdaraydin@artuklu.edu.tr

<sup>63</sup> Descriptive geometry

<sup>64</sup> Precise

the *École Polytechnique* in Paris. Yet, since then, there has been a perceived illusionary gap between the architect and the building act. Instead, the referential capacity of architectural representations in today's architecture has been analogous to the essential knowledge bases, such as stereotomy and masonry, for building in many centuries in the past. Earlier to the 18<sup>th</sup> century's opposing paradigms between the rationalist style of *École Polytechnique* and the artistic approach of *École des Beaux-Arts*, the lack of automation in drawing complex curves in the 16<sup>th</sup> century, in an echo of representational instruments, appears to impose rudimentary cartographic procedures reflected in Philibert de l'Orme's sophisticated drawings of which tailored geometric principles and mathematical proportions helped blend innovative stereotomy techniques and classical forms with accuracy (Philipp, 2020; Witt, 2021).

The evolution of the paradoxical accentuations for representational accuracy has been developing oscillations between mathematical standardisation and architectural creativity, or vice versa, i.e. geometrical creativity and architectural principles. One of the most critical but obscure discussions around the terminological uses of parameters, poised to fragment and, strangely, mobilise the theories of computational architectural design, is the lack of an understanding of this paradoxicality unified under the umbrella of representational ontology where the quest for virtuality arises from architect-computer communication. However, talking about the virtuality level of computational architecture does not reply on a single event to celebrate or commemorate in history. Persistent attempts on the creative thirsts of the computational architecture, which concentrates on have seen a variety of definitions including object-oriented design, shape grammars, space syntax and evolutionary design, with parametric design entering the stage in the last decade together with the seemingly limitless modern computational power. Beginning with the incorporation of visual programming languages<sup>65</sup>, a new understanding of architecture points to the juxtaposition of 'manifold' design complexities but within the 'unified' world of mathematics<sup>66</sup>.

---

<sup>65</sup> Such as *Grasshopper* for *Rhinoceros*, *Dynamo* for *Revit* and *GenerativeComponents* for *MicroStation*.

<sup>66</sup> Referring to Bourbaki's (1950) essay titled "The architecture of mathematics" where mathematics is argued to be a unifying form of science as 'the unity of a lifeless skeleton' and 'a storehouse of abstract forms.'

In this context, this paper talks about the immanence between architecture and mathematics. At the peak of the use of digital design tools, the aim of this paper is to explain the definition of “parametric architect”, which is thought to be known by everyone. In this study, where the definition of parametric architecture is sought in the relationship that architecture establishes with mathematics, firstly, a historical projection is cast to explain the derivation of the concept of “parametric architect” through different concepts, from the platonic dimensions of mathematics to architecture's search for perfection; the need for precision and accuracy; and the transformation of geometric and graphic intuition into representation. The virtuosity of “parametric architects” is then discussed through the representations of virtuoso architects such as Zaha Hadid and Antoni Gaudí. This is followed by a discussion of the mathematical transformation required of the “parametric architect” working to meet the materialist demands of architectural manipulations as a field of computational thinking. Instead of compressing it into power-producing positions such as the *starchitect* and *God's architect*, the discussion of virtuosity, which this paper seeks to underline, gives place to the re-creation of the “parametric architect” through Patrik Schumacher and Mark Burry. As a result, the insights gained from this research define “parametric architecture”, which seems to be a way to overcome the traditional architectural practice trapped in the limits of descriptive geometrical thinking, as a new and evolving virtual ground shift/joining through the creativity-oriented relationship established with mathematics. Thus, it offers implications for architectural practice and theory.

## Kaynakça / References

- AA School (t.y.). Architectural Association. 20 Eylül 2024 tarihinde, <https://www.aaschool.ac.uk/about> adresinden erişildi.
- Acheson, B. (2007). Geometric string models of descriptive geometry. A. Shell-Gellasch (Der.), *Hands on history* içinde (ss. 49–62). The Mathematical Association of America. <https://doi.org/10.5948/UPO9780883859766.008>
- Alaçam, S., Güzelci, O. Z., Gürer, E. and Bacinoğlu, S. Z. (2017). Reconnoitring computational potentials of the vault-like forms: thinking aloud on muqarnas tectonics. *International Journal of Architectural Computing*, 15(4), 285–303. <https://doi.org/10.1177/1478077117735019>
- Alexander, C., Ishikawa, S. and Silverstein, M. (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. New York: Oxford University Press.



- Antoni Gaudí. (t.y.). *Google Arts & Culture*. 19 Mayıs 2024 tarihinde, <https://artsandculture.google.com/entity/antoni-gaudí/m0yb0> adresinden erişildi.
- Aydın, S. and Aktaş, B. (2020). Developing an integrated vr infrastructure in architectural design education. *Frontiers in Robotics and AI*, 7, 495468. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.495468>
- Bachelard, G. (2000). *The dialectic of duration*. (M. McAllester Jones, Trn.) Philosophy of Science. Manchester: Clinamen Press.
- Baudrillard, J. and Lotringer, S. (1987). *Forget foucault*. (N. Dufresne and P. Beitchman, Trn.). New York, NY: Semiotext(e).
- (2005). *The conspiracy of art: manifestos, interviews, essays*. Semiotext(e) foreign agents series. New York: Semiotext(e).
- Betsky, A. (Ed.). (2016). *The complete zaha hadid*. New York, NY: Thames & Hudson.
- Bourbaki, N. (1950). The architecture of mathematics. *The American Mathematical Monthly*, 57(4), 221–232. <https://doi.org/10.1080/00029890.1950.11999523>
- Burry, J. and Burry, M. (2010). *The new mathematics of architecture*. London: Thames & Hudson.
- Burry, M. (2011a). *Scripting cultures: architectural design and programming*. Chichester: Wiley.
- (2011b). Geometry working beyond effect. *Architectural Design*, 81(4), 80–89. <https://doi.org/10.1002/ad.1272>
- (Der.). (2020). *Digital architecture: critical concepts in architecture*. London; New York: Routledge.
- Burry, M., Burry, J. and Faulí, J. (2001). Sagrada família rosassa: global computer-aided dialogue between designer and craftsperson (overcoming differences in age, time and distance) (ss. 76–86). *ACADIA 2001: Reinventing the discourse*, sunulmuş bildiri, Buffalo (New York), USA. <https://doi.org/10.52842/conf.acadia.2001.076>
- Burry, M., Coll Grifoll, J. and Gómez, J. (2008). *Sagrada familia s. XXI gaudí ara/ahora/now*. Barcelona: Edicions UPC.
- Butrica, A. J. (2015). The mind's eye: technical education, drawing and meritocracy in France, 1800-1850. *Icon*, 21, 1–23. 20 Ağustos 2024 tarihinde, <https://www.jstor.org/stable/24721691> adresinden erişildi.
- Canestrino, G. (2024). Luigi Moretti's formalised methods and his use of mathematics in the design process of architettura parametrica's swimming stadiums. *Nexus Network Journal*. <https://doi.org/10.1007/s00004-024-00784-x>
- Cantley, B. (2023). *Speculative coolness: architecture, media, the real, and the virtual*. P. J. Baldwin (Ed.). London; New York: Routledge.
- Carmo, M. (2003). Drawing with numbers: geometry and numeracy in early modern architectural design. *Journal of the Society of Architectural Historians*, 62(4), 448–469. <https://doi.org/10.2307/3592497>

- (2012). Digital darwinism: mass collaboration, form-finding, and the dissolution of authorship. *Log*, 26, 97–105. 20 Ağustos 2024 tarihinde, <https://www.jstor.org/stable/41765764> adresinden erişildi.
- (Ed.). (2013). *The digital turn in architecture 1992–2012*. London: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118795811>
- (2018, 22 Mart). *The second digital turn | Mario Carpo | Talks at Google*. 20 Ağustos 2024 tarihinde, <https://youtu.be/UVerq5DSdKU?si=W9PYjvg-uTH-mpQGA> adresinden erişildi.
- Carpo, M. and Lemerle, F. (Ed.). (2008). *Perspective, projections, and design: technologies of architectural representation*. London: Routledge.
- Dahan-Dalmedico, A. (2011). Mathematics and the sensible world: representing, constructing, simulating. *Architectural Design*, 81(4), 18–27. <https://doi.org/10.1002/ad.1264>
- Davis, D. (2010, 26 Eylül). Patrik Schumacher – Parametricism. *Daniel Davis*. 20 Ağustos 2024 tarihinde, <https://www.danieldavis.com/patrik-schumacher-parametricism/> adresinden erişildi.
- (2013, 7 Ağustos). A history of parametric. *Daniel Davis*. 6 Temmuz 2024 tarihinde, <https://www.danieldavis.com/a-history-of-parametric/> adresinden erişildi.
- De Freitas, E. and Sinclair, N. (2014). *Mathematics and the body: material entanglements in the classroom*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139600378>
- Deleuze, G. (1988). *Bergsonism*. (H. Tomlinson and B. Habberjam, Trn.). New York: Zone Books.
- Deleuze, G. and Guattari, F. (1987). *A thousand plateaus: capitalism and schizophrenia*. (B. Massumi, Trn.). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Dinçer, S. G. and Yazar, T. (2021). A comparative analysis of the digital re-constructions of muqarnas systems: the case study of sultanhanı muqarnas in central anatolia. *International Journal of Architectural Computing*, 19(3), 360–385. <https://doi.org/10.1177/1478077121992487>
- Durand, J. N. L. (2000). *Précis of the lectures on architecture*. (D. Britt, trn.). Los Angeles, CA: The Getty Research Institute Publications Program.
- Espel, R., Gómez, J., Grima, R. and Aguado, A. (2009). La evolución de la construcción del templo de la sagrada familia. *Informes de la construcción*, 61(516), 5–20. <https://doi.org/10.3989/ic.08.057>
- Evans, R. (2000). *The projective cast: architecture and its three geometries*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Frazer, J. (1995). *An evolutionary architecture: themes*. London: Architectural Association.
- Galison, P. and Thompson, E. (Ed.) (2009). *The architecture of science*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Gerbino, A. and Johnston, S. (2009). *Compass and rule: architecture as mathematical practice in England, 1500-1750*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Gertner, J. (2013). *The idea factory: bell labs and the great age of american innovation*. London: Penguin Books.
- Grima López, R., Aguado De Cea, A. and Gómez Serrano, J. (2013). Gaudí and reinforced concrete in construction. *International Journal of Architectural Heritage*, 7(4), 375–402. <https://doi.org/10.1080/15583058.2011.632470>
- Gün, O. Y. (2012). Tasarım ve kompütasyon kuramcıları. *Dosya*, Hesaplamalı tasarım, (29), 1–5. 20 Temmuz 2024 tarihinde, <http://www.mimarlarodasi-ankara.org/index.php?Did=3209> adresinden erişildi.
- Günenc, Ö. F. ve Işiker, F. (2024). Bülent tanju ile mimarlık, mimarlık tarihi ve mimarlık tarihyazımı üzerine bir söyleşi. *İdealkent*, 16(44), 587–608. <https://doi.org/10.31198/idealkent.1524881>
- Hadid, Z. ((1983)2021, 12 Kasım). Zaha Hadid | Makers | M+. *M+ Online Collection*. 5 Temmuz 2024 tarihinde, <https://www.mplus.org.hk/en/collection/makers/zaha-hadid/> adresinden erişildi.
- Hensel, M., Menges, A. and Weinstock, M. (2010). *Emergent technologies and design*. Oxon, [U.K.]; New York, NY: Routledge.
- Hillier, B. and Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Hirschberg, U., Hovestadt, L. and Fritz, O. (Ed.). (2020). *Atlas of digital architecture: terminology, concepts, methods, tools, examples, phenomena*. Basel: Birkhauser.
- Iris Ceramica Group. (2020a, November 27). *The architects series ep. 15 - A documentary on: Zaha Hadid Architects*. 20 Temmuz 2024 tarihinde, <https://www.youtube.com/watch?v=XDbGFZAEUFw> adresinden erişildi.
- (2020b, December 18). *Patrick Schumacher lecture: "Cyber space and the autopoiesis of architecture"*. 20 Temmuz 2024 tarihinde, <https://www.youtube.com/watch?v=03mcxw4xDYg> adresinden erişildi.
- Işiker, F. (2024). Jacques-françois blondel'in "yeni" mimar yetiştirme projesi: école des arts. *İdealkent*, 16(44), 641–668. <https://doi.org/10.31198/idealkent.1484867>
- Ivorypress. (2013, July 2). *Panel discussion - Zaha Hadid beyond boundaries, art and design*. 20 Temmuz 2024 tarihinde, <https://www.youtube.com/watch?v=6rtMRwj0DPI> adresinden erişildi.
- Jahnke, E. and Emde, F. (1943). *Tables of functions with formulae and curves*. New York: DoveI.
- Jencks, C. (2013). Nonlinear architecture (1997). M. Carpo (Ed.), *The digital turn in architecture 1992–2012* içinde (ss. 80–107). London: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118795811.ch6>
- Jodidio, P. (2020). *Zaha hadid: zaha hadid architects complete works 1979-today*. Köln: Taschen.

- Kalay, Y., Swerdloff, L. and Majkowski, B. (1990). Process and knowledge in design computation. *Journal of Architectural Education*, 43(2), 47–53. <https://doi.org/10.1080/10464883.1990.10758560>
- Kulper, P. (2019). Avant-garde legacies: a spirited flâneur. *Architectural Design*, 89(4), 62–69. <https://doi.org/10.1002/ad.2458>
- Lee, Y. (2015). The parametric design genealogy of zaha hadid. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 14(2), 403–410. <https://doi.org/10.3130/jaabe.14.403>
- Legendre, G. L. (2011). The mathematics of sensible things. *Architectural Design*, 81(4), 8–17. <https://doi.org/10.1002/ad.1263>
- Lenz, M. (2009). The squinch of anet. H. Nowacki and W. Lefèvre (Ed.), *Creating shapes in civil and naval architecture: A cross-disciplinary comparison* içinde (Cilt. 2, ss. 368–388). Leiden, The Netherlands: Brill. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004173453.i-447.76>
- Long, P. O. (2017). Architecture and the sciences. H. F. Mallgrave (Ed.), *Companion to the history of architecture* içinde (ss. 1–29). London: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118887226.wbcha008>
- Lu, P. J. and Steinhardt, P. J. (2007). Decagonal and quasi-crystalline tilings in medieval islamic architecture. *Science*, 315(5815), 1106–1110. <https://doi.org/10.1126/science.1135491>
- March, L. (2015). Mathematics and architecture since 1960. K. Williams and M. J. Ostwald (Ed.), *Architecture and mathematics from antiquity to the future* içinde (ss. 553–578). Cham: Birkhäuser. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-00143-2\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-319-00143-2_38)
- March, L. and Steadman, P. (2020). *The geometry of environment: an introduction to spatial organization in design*. London: Routledge. (Orijinal eserin yayın tarihi 1971). <https://doi.org/10.4324/9780429343346>
- Milgram, P. and Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77, 1321–1329.
- Monge, G. (2012). *Géométrie descriptive, leçons données aux écoles normales, l'an 3 de la république, (éd.1798)*. Hachette Livre BNF (ed.).
- Negroponte, N. (1970). *The Architecture Machine: Toward a more human environment*. Cambridge, MA: The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/8269.001.0001>
- (1995, 1 Ocak). Bits and Atoms. 20 Temmuz 2024 tarihinde, <https://web.media.mit.edu/~nicholas/Wired/WIRED3-01.html> adresinden erişildi.
- Norberg-Schulz, C. (1974). *Existence, space & architecture* (3. bs.). New York, NY: Praeger.
- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 27(3), 229–265. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.11.002>
- Oxman, R. and Oxman, R. (Ed.) (2014). *Theories of the digital in architecture*. London: Routledge.

- Papalexopoulos, V. and Psaltoglou, A. (2014). The virtualisation of architecture in the digital era. D. Moser ve S. Dun (Ed.), *A digital Janus: looking forward, looking back* içinde (ss. 119–129). Leiden: BRILL. [https://doi.org/10.1163/9781848883055\\_012](https://doi.org/10.1163/9781848883055_012)
- Park, J.-H. (2005). Early shape morphing: the metamorphosis of polygons in Antoni Gaudí's Sagrada Família Cathedral and Le Corbusier's Firminy Chapel. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 4(1), 25–30. <https://doi.org/10.3130/jaabe.4.25>
- Philipp, K. J. (2020). *Architecture- drawn: from the middle ages to the present*. Basel: Birkhäuser.
- Picon, A. (2011). Architecture and mathematics: between hubris and restraint. *Architectural Design*, 81(4), 28–35. <https://doi.org/10.1002/ad.1265>
- Picon, A. and Ponte, A. (Ed.) (2003). *Architecture and the sciences: exchanging metaphors*. New York, NY: Princeton Architectural Press.
- Retsin, G. (Ed.) (2019). *Discrete: reappraising the digital in architecture*. Architectural Design, özel sayı 89(2). Oxford: Wiley.
- Scolari, M. (2015). *Oblique drawing: a history of anti-perspective*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Scheurer, F. and Stehling, H. (2011). Lost in parameter space?. *Architectural Design*, 81(4), 70–79. <https://doi.org/10.1002/ad.1271>
- Schumacher, P. (2004). *Digital Hadid: Landscapes in Motion*. Boston: Birkhäuser.
- (2011). *The Autopoiesis of Architecture*. London: Wiley.
- (2016). Parametricism 2.0: Gearing up to impact the global built environment. *Architectural Design*, 86(2), 8–17. <https://doi.org/10.1002/ad.2018>
- SCI-Arc. (t.y.). Southern California Institute of Architecture. 20 Eylül 2024 tarihinde, <https://www.sciarc.edu/institution> adresinden erişildi.
- SCI-Arc Media Archive. (2017). *Duel + Duet: Patrik Schumacher & Tom Wiscombe* (April 13, 2016). 20 Temmuz 2024 tarihinde, <https://www.youtube.com/watch?v=IGpaix4LrII> adresinden erişildi.
- Shelden, D. R. and Witt, A. J. (2011). Continuity and rupture. *Architectural Design*, 81(4), 36–43. <https://doi.org/10.1002/ad.1266>
- Spiller, N. (Ed.) (2022). *Radical architectural drawing*. Architectural Design. Oxford: Wiley.
- Steadman, P. (2016). Research in architecture and urban studies at Cambridge in the 1960s and 1970s: what really happened. *The Journal of Architecture*, 21(2), 291–306. <https://doi.org/10.1080/13602365.2016.1165911>
- Stephens, M. (2017, 27 Ocak). More CAD history! #ModelShop @Sketchup @DMRSpamKiller mentioned. *Mark Stephens Architects*. 20 Temmuz 2024 tarihinde, <https://www.markstephensarchitects.com/cad-history-modelshop-sketchup-dmrspamkiller-mentioned/> adresinden erişildi.
- Stiny, G. (2006). *Shape: talking about seeing and doing*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

- Tanju, B. (Der.). (2007). *Tereddüd ve tekerrür: mimarlık ve kent üzerine metınler 1873-1960*. İstanbul: Akın Nalça.
- (2008). Zaman - mekân ve mimarlıklar. A. Şentüerer, Ş. Ural, Ö. Berber ve F. U. Sönmez (Der.), *Zaman mekân* içinde (ss. 168-185). İstanbul: YEM Yay.
- TDK (t.y.). İntifa Hakkı. Türk Dil Kurumu Sözlükleri. 22 Eylül 2024 tarihinde, <https://sozluk.gov.tr/?ara=intifa%20hakkı> adresından erişilmiştir.
- Terzidis, K. (2006). *Algorithmic architecture*. Amsterdam; Boston: Architectural Press.
- Walker, M. (2017). Science, mathematics and architecture. H. F. Mallgrave (Ed.), *Companion to the history of architecture* içinde (ss. 1–20). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118887226.wbcha064>
- Weinstock, M. (2010). *The architecture of emergence: the evolution of form in nature and civilisation*. Chichester, U.K: Wiley.
- Witt, A. (2022). *Formulations: architecture, mathematics, culture*. Cambridge, MA: The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/12592.001.0001>
- Woodbury, R. (2010). *Elements of parametric design*. London: Routledge.
- Woods, L. (2008). Drawn into space: zaha hadid. *Architectural Design*, 78(4), 28–35. <https://doi.org/10.1002/ad.702>
- Yalınay Çınici, Ş. (2012). Computation|Çevirisi ve anlaması kolay olmayan-dil, düşünce ve mimarlık. *Dosya*, Hesaplamalı tasarım, (29), 12-19. 20 Temmuz 2024 tarihinde <http://www.mimarlarodasiankara.org/index.php?Did=3209> adresından erişildi.
- Yazar, T. (2018). The relationship between gaussian curvature and surface panelization approaches in architecture. *Megaron*, 19(1), 18–30. <https://dx.doi.org/10.5505/megaron.2018.50103>
- Vaıllıo Martínez, G. (2022, 15 Eylül). *The ineffable and the knowable: a design theory on the double unknown side of the architectural project*. (Doktora tezi). Archivo Digital UPM, Universidad Politecnica de Madrid. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.72065>
- Zaha Hadid. (t.y.). *Google Arts & Culture*. 19 Mayıs 2024 tarihinde, <https://artsandculture.google.com/story/zaha-hadid/BAVxPkgneqK3KQ> adresından erişildi.

## Serdar Aydın

2015 yılında Zaha Hadid Mimarlık ofisinde “parametrik mimarlar” ile Hong Kong’da birlikte çalıştı; burada BIM, dijital tasarım ve fabrikasyon üzerine işlerde bulundu. Doktorasını 2018’de tamamladığı Wellington’da insan-bilgisayar etkileşimine odaklandı. 2018’den beri Mardin’de öğretim üyesi olarak ve Mimfab laboratuvarının başında mimari ve kentsel tasarımda bilişim üzerine çalışmaktadır.

*Serdar’s research focuses on computational architecture and urban design. In 2015, He worked with “parametric architects” at Zaha Hadid Architecture in Hong Kong, specialising on BIM, digital design and fabrication. In 2018, he completed his PhD in Wellington, focusing on human-computer interaction. Since 2018, Serdar has been living in Mardin where he teaches, researches and works on the dissemination of computational architecture and urban design. He is the founding director of the Mimfab Center of Research on Architectural Technology.*

**E-posta:** serdaraydin@artuklu.edu.tr