

DENEYSSEL MİMARİDE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMIN ETKİLERİNİN OKUMASI: VENEDİK MİMARLIK BİENALİ ÖRNEKLERİ

Kamer EROL * (ORCID: 0000-0002-0140-2795)

ÖZET

Mimarlık var olduğundan beri mimarlar gerek teori gerek pratik tarafında yeni olana ulaşmak adına sayısız deney yapmışlardır. (BDT) Bilgisayar Destekli Tasarım araçları ise deneysel mimari için bir deney ortamı olmuştur. 20. Yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan ve hızla gelişen Deneysel Mimari ve Bilgisayar Destekli Tasarım kavramlarının tarihsel süreçte birbirlerine olan etkileri araştırılmıştır. Örnekler, 1980 yılında birincisi yapılan Venedik Mimarlık Bienallerinden seçilmiştir. Örnekler seçilmeden önce Deneysel Mimarlık ve Bilgisayar Destekli Tasarım kavramları kısaca tanıtılmıştır. Her 10 yıl için bir adet olmak üzere 4 adet örnek seçilmiştir. Bu örneklerin tasarımında ve inşasında Bilgisayar Destekli Tasarım teknolojilerinin rolleri açıklanmıştır. Örneklerin incelenmesi sonucunda, tarihsel süreçte deneysel mimari işlerinde kullanılan Bilgisayar Destekli Tasarım araçlarının sayısının arttığı görülmüştür. Ayrıca deneysel işlerde BDT teknolojilerinin sadece araç olarak değil aynı zamanda kuramsal altyapıda yer aldığı da görülmüştür. Araştırmanın sonunda deneysel mimaride bilgisayar destekli tasarım araçlarının fiziksel dünya ile dijital dünya arasındaki sınırları her geçen gün biraz daha kaldırdığı ve mimarın konumunu değiştirmeye başladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Deneysel Mimarlık, Deneysellik, Bilgisayar Destekli Tasarım, Venedik Bienali

ABSTRACT

Ever since architecture has existed, architects have done countless experiments to arrive at what is new, both in theory and in practice. And Computer Aided Design tools have become an experimental environment for

architecture. The effects of these two concepts, which emerged and developed rapidly in the second half of the 20st century, on each other in the historical process were investigated. The examples were selected from the Venice Architecture Biennial, which was held for the first time in 1980. Before the examples are selected, the concepts of Experimental Architecture and Computer Aided Design are briefly introduced. 4 samples were selected, one for each 10 years. The roles of Computer Aided Design technologies in the design and construction of these examples are explained. As a result of the examination of the examples, it was observed that the number of Computer Aided Design tools used in experimental architectural works increased in the historical process. In addition, in experimental works, it has been seen that CAD technologies are not only a tool but also a theoretical background. At the end of the research, it was seen that computer-aided design tools in experimental architecture removed the boundaries between the physical world and the digital world day by day and began to change the position of the architect.

Keywords: Experimental Architecture, Experimentation, Computer Aided Design, Venice Biennale

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze toplumda ve teknolojiye yaşanan değişimler mimarları yakından ilgilendirmiştir. Değişen düşünce altyapıları mimarları sorgulamaya, sınırları zorlamaya ve yeniyi aramaya itmiştir. Yeniyi arama, eleştirel düşünce ve sorunlara çözüm üretme isteği birçok mimari tarihsel süreçte hem teori hem de uygulama üzerinde daha çok deneme yapmaya itmiştir.

20. Yüzyılın ikinci yarısında özellikle Archigram, Superstudio gibi radikal mimari gruplar tarafından yapılan deneysel çalışmalar artmıştır. 1970 yılında ise Archigram'ın kurucularından olan Peter Cook

yazdığı “Experimental Architecture” kitabında ilk kez “Deneysel Mimari” kavramına yer vermiştir (Dönmez ve Kalaycı, 2018).

Kişisel bilgisayarların yaygınlaşması ve bilgisayar yazılımlarının artışları da yine bu tarihlere denk gelmektedir. 1970 ve sonrası yeni programlama dilleri ve paradigmalarının ortaya çıkması sonucu birçok firma yeni yazılımlar piyasaya sürmüştür (İnceoğlu ve İnan, 2020).

80’ler sonrası ise Bilgisayar Destekli Tasarım araçlarının gelişimi hızlanmış ve mimari tasarım ihtiyaçlarını karşılamaya yetebilecek Autocad, 3D Studio, Form Z, Photoshop gibi yazılımlar ortaya çıkmıştır (Topçu, 2012).Günümüzde ise artık BDT araçları mimari tasarım pratiğinin en temel araçlarından biri olmuş vaziyettedir ve bu araçlar her geçen gün hızla gelişmektedir.

BDT Araçlarının gelişimi ve Deneysel mimari çalışmaların artması Deneysel Mimari ürünü ortaya koyacak kişiler için BDT’yi bir araç olarak kullanma imkânı ortaya koymuştur. BDT teknolojilerinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için gelişmiş dijital donanımlar gerekmektedir ve bu donanımlar kimi zaman yüksek maliyetli olabilmektedir. Venedik Mimari Bienali, mimarlık alanındaki ilk bienal olması ve yüksek bütçeli eserlerin sergilenmesine imkân sağlaması sebebiyle incelenmeye uygun görülmüştür.

Venedik Mimari Bienali 1980 yılından bugüne dönemin ileri gelen mimarları ve sanatçıların küratörlüğünde bir tema etrafında çeşitli mimari işlerin sergilendiği dünyanın ilk mimarlık bienalidir. Uluslararası bir etkinlik olmasının yanı sıra bünyesinde çeşitli ülkelerin de pavyonlarını barındırır. Bu bienallerin sonunda ise katılımcılara yapılan katkılara göre çeşitli ödüller verilir. (La Biennale di Venezia, 2021).

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, hemen hemen aynı yıllarda gelişen ve günümüzde gelişmeye devam eden Bilgisayar Destekli Tasarım ve Deneysel Mimari kavramlarının tarihsel süreçte birbirlerini nasıl beslediklerini incelenmiştir.

Mimaride Deney ve Deneysellik nosyonunun uygulanmasında BDT araçlarının nasıl kullanıldığını anlamak ve bu konuda çalışacak farklı disiplinlerden insanlar için bir başlangıç noktası oluşturmak amaçlanmıştır.

Geçmişten günümüze mimarlık alanında denemeler yapan çeşitli mimar ve sanatçıların BDT araçlarını nasıl ve ne amaçla kullandığını incelemenin, gelecekte bu amaçla çalışacak olan insanlar için bir ilham kaynağı olacağı düşünülmüştür.

1.2. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada ilk etapta Deneysel Mimarlık ve Bilgisayar Destekli Tasarım kavramları kısaca açıklanmıştır. Örneklerin seçilebilmesi için gerekli kriterler bu tanımların öncülüğünde belirlenmiştir. Ardından yapılan literatür taraması sonucunda belirlenen kriterlerle incelenecek örnekler seçilmiştir.

“biennalewiki.org” sitesinde derlenmiş olan bienal arşivinden 16 adet bienal ve bu bienallerde sergilenmiş olan 1776 adet eserin içerisinden BDT etkilerinin gözlemlendiği 50’den fazla eser değerlendirilmiş, bienalin başladığı 1980 yılından 2020 yılına kadar her on yıl için bir eser olacak şekilde 4 eser incelenmiştir.

Bu örnekler seçilirken eserlerin kuramsal altyapısı ve BDT teknolojileri ile ilişkileri dikkate alınmıştır. Ayrıca bu örnekler seçilirken tasarım aşamasıyla ilgili verilerin ulaşılabilir olması da etkili olmuştur.

Her bir örnek için deneyselliğin BDT teknolojileriyle ilişkisi araştırılmış, kuram ve uygulama tarafında BDT’nin etkileri incelenmiştir.

Ardından bu örnekler birbirleri ile karşılaştırılmış ve tarihsel süreçte bu araçların deneysel mimari üzerindeki etkileri görülmeye çalışılmıştır.

2. DENEYSEL MİMARLIK

Örnekleri incelemeye evvel deneysel mimari ve mimaride deneysellik kavramlarını iyi anlamak gerekir. Lebbeus Woods deneyi şu sözleriyle tanımlamıştır: “Deney, bir fikir ya da hipotezin gerçekte işleyip işlemediğinin test edilmesidir. Deney, hipotezin yaratımı değildir, bu kuramın alanındadır. Deney, sonuçların gerçekliğe uygulanması da değildir, bu da pratiğin alanındadır. Deney kuram ile pratik arasında bir ara-alandır (Curti, 2011).”

Zeynep Dünder (2012) ise deneysel mimarlığı “Geleneksel yöntemlere karşı çıkararak yenilikçi metod ve araçların kullanıldığı, araştırma yönü; tasarım ve uygulama süreçleri kadar ağırlıklı olan kuramsal projeleri geliştirmeyi amaçlayan mimari disiplin dalıdır. Başlıca amacı orijinal ve özgün yolları keşfetmek ve yenilikçi tasarım araç ve yöntemlerini geliştirmek sonuç olarak da potansiyel durumları açığa çıkarmaktır. Dolayısıyla süreç ve sonuç kısmı hem mimar hem de kullanıcı için sürprizleri ve deneyimleri içinde barındırır.” şeklinde açıklamaktadır.

Deneysel mimarlık defalarca yapılmış, kesin sonuçlar veren, sağlam temellere oturmuş, düzenli

ve tanımlanabilir mimariyi reddederek her olasılığa açık olan, sınırların ve kuralların olmadığı eleştirel bir tavrı önerir (Dönmez ve Kalaycı, 2018). Bu nedenle kesin bir tanımlama yapmak her ne kadar zor olsa da yukarıda yer alan iki tanımdan yola çıkarak basitçe açıklamak gerekirse; deneysel mimarlık bir mimari hipotezin pratiğe dönüştürülürken geçtiği süreçtir. Bu süreçte o hipotezin gerçek dünyada çalışıp çalışılmadığı sınıranır. Bu sürecin alışlagelmişin dışında, yenilikçi, eleştirel ve özgün olması gerekir.

3. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM

Deneysel mimarlığın içerisinde BDT teknolojilerini incelemeyen önce bu teknolojilerin neler olduğu ve tarihsel süreçte geçtiği aşamaları gözden geçirmek gerekli görülmüştür. BDT ve mimarlık kesişiminde, mimarlık bu tasarım araçlarından etkilenmiş ancak mimarlık pratiği de BDT teknolojileri tarafından çeşitli etkilere neden olmuştur.

Tasarım TDK'ye göre "Bir sanat eserinin, yapının veya teknik ürünün ilk taslağı" ya da "Daha önce algılanmış olan bir nesne veya olayın bilinçte sonradan ortaya çıkan kopyası" olarak tanımlanmaktadır. Mimari tasarım ise "Bina kavramına giren somut nesnelerin çözümlendiği bileşenlerden her birinin gelecekteki durumlarının ve bu durumlara ulaşılması için gereken eylemlerin kararlaştırılmasıdır (Öke vd. 1978)." Bu tanımlardan yola çıkarak bilgisayar destekli tasarım için de "Bilgisayar teknolojilerinden yardım alınarak bir tasarım nesnesi ortaya çıkarmak" diyebiliriz.

Geleneksel tasarım ortamı, tasarım düşüncesinin çeşitli temsiller aracılığıyla gerçekleştirildiği ortamdır (Akipek ve İnceoğlu, 2007). Bilgisayarlar mimarlık pratiğinde kullanılmaya başlandığı ilk yıllarda yalnızca bu temsillerin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Kişisel bilgisayarların yaygınlaşması, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ve yeni yazılımların ortaya çıkması sonucu bilgisayarlar, tasarımların görselleştirildiği araçlar olmaktan tasarımların yapıldığı ortamlar olmaya evrilmişlerdir. Günümüzde ise hesaplamalı tasarım gibi sayısal ve veri tabanlı tasarım ortamları oluşmakta, mimari tasarım evrimini bu yönde devam ettirmiştir. (Akipek ve İnceoğlu, 2007; İnceoğlu ve İnan, 2020).

Her ne kadar ilk çıktığı yıllarda gerek maliyet gerekse üretim zorlukları sebebiyle, mimarlık pratiğine (görece) geç entegre olmuş olsa da çağımızda BDT araçları mimarlık pratiğinin temel araçlarından biri olmuştur.

Yalnızca mimari tasarım için geliştirilmiş olan yazılımlar ortaya çıkmış hatta yakın tarihlerde oyun motorları gibi mimari disiplinin dışındaki teknolojiler, inşaat alanında çeşitli yazılımlarla entegre olan ürünler ortaya koymaya başlamışlardır.

3.1. Bilgisayar Destekli Tasarım Araçları

2 Boyutlu (2B) Çizim Araçları

2B çizim araçları günümüz BDT araçlarının temelidir. Elle çizim yapılmasının pratik olmaması ve 1:1 ölçekte büyük çizimler yapabilmenin zorluğu gibi dezavantajlar 1960'lı yıllarda BDT sistemlerinin gelişimi konusunda büyük motivasyon oldu. Bir diğer motivasyon ise o dönemde geliştirilmiş olan CNC (Computer Numerical Control) sistemlerinin yine kâğıt planlara bağımlı çalışması ve bunun hata payını artırmasıydı. Çizimler halihazırda matematiksel olarak dijital ortamda bulunabilirdi (Ball, 2013).

1960-1963 yılları arasında Ivan Sutherland tarafından ilk bilgisayar destekli tasarım aracı olan "SKETCHPAD" geliştirildi. Bu sistem bir elektronik kalem (light pen) yardımıyla bilgisayar ekranına çizim yapmaya yarayan vektör tabanlı bir çizim ortamıydı (Akipek ve İnceoğlu, 2007).

1970'li yıllarda iki boyutlu BDT araçları ticari amaçlar için kullanılmaya başlandı. Zaman içinde çeşitli iki boyutlu ve ilkel üç boyutlu BDT yazılımları gelişti. 1982 yılında Autodesk yaklaşık 1000\$'lık bir yazılım olan ve PC'de çalışan bir yazılım olan AutoCAD'i piyasaya sürdü (Tornincasa ve Di Monaco 2010).

1984'te Apple, Macintosh 128'i çıkardı ve bir yıl sonrasında MiniCAD Mac bilgisayarlarda en çok kullanılan BDT yazılımı olarak yerini aldı (Tornincasa ve Di Monaco 2010). Apple'm renkli bilgisayarları piyasaya sürmesi Page Maker (1985), Illustrator (1987) ve Photoshop (1990) gibi bugün grafik tasarım alanında kullanılan birçok vektörel ve piksel tabanlı çalışan BDT yazılımının ortaya çıkmasına ortam hazırlamış oldu (Franco, 2019).

2 Boyutlu grafik çizim araçları Vektör veya Piksel tabanlı olarak ikiye ayrılmaktadır. Piksel tabanlı programlarda ekrandaki pikseller kullanılarak çizim yapılmaktadır. Yani oluşan görüntü birçok renkli noktanın bir araya gelmesiyle var olur. Vektör tabanlı çizimde ise çizilen şekiller yazılımda cebirsel olarak tanımlanır.

3 Boyutlu Modelleme Araçları

3 Boyutlu (3B) modelleme, fiziksel nesnelerin geometrileri ve diğer özelliklerini bilgisayar ortamında dinamik bir şekilde görselleştirmeye yarar (Smith, 2008). 3B modelleme araçları

mimarlık, mühendislik, arkeoloji vb. birçok disiplinde kullanılmaktadır.

3B modelleme araçları öncesi kullanılan 2B çizim araçları yalnızca kâğıt üzerindeki çizimlerin dijital olmuş halleriydi. Bu ilkel modelleme araçları bile kullanıcılara tekrar eden şekilleri hızlıca çoğaltma ve hatalarını hızlıca düzeltme gibi avantajlar sağlıyordu. Ancak kullanıcılar yaptıkları modellerin CNC teknolojileriyle bütünleşmiş bir biçimde çalışmasına ihtiyaç duyuyorlardı. CNC makineleri 3B verilerle çalışmaktaydı (Ball, 2013).

3B modelleme araçlarının ilk örnekleri şekillerin köşeleri ve kenarlarının vektörel bir sistem üzerinde gösterildiği “tel çerçeve” tekniğini kullanmaktaydı. Programlama ve kullanım açısından oldukça basit olan bu teknik karmaşık yüzeyleri modellemekte oldukça yetersiz kalmaktaydı (Ball, 2013).

Sonraki yıllarda tel çerçeve yönteminde kullanılan çizgilerin daha sıkı taranmasıyla “yüzey modelleme” sistemleri geliştirildi (Karadağ, 2002). Yüzey modelleme sistemi için birçok matematiksel yöntem denenmiş ve en sonunda tek bir yöntemle sahip olmayan “B-Splines” ya da “NURBS” tabanlı 3B modelleme yazılımları ortaya çıktı (Ball, 2013). Bu yazılımlar yüzeyi bir dizi parametrik yüzey parçaları aracılığıyla tanımlıyordu. Bu sistemin geliştirilmiş hali günümüz parametrik tasarım ortamını oluşturmaktadır. En popüler parametrik tasarım yazılımlarından biri olan Rhinoceros 3D NURBS sistemini kullanmaktadır.

Bu sistemleri takiben çeşitli katı cisim modelleme yöntemleri araştırıldı. Bu yöntemlerin en popülerleri Yapıcı Katı Geometri (CSG) ve Sınır Temsilcisi (B-Rep) olmuştur (Ball, 2013). Katı cisim modelleme sistemleri kullanıcılara oldukça gerçekçi modeller oluşturma ve foto-gerçekçi görüntüler yaratma imkânı tanımıştır.

Çoklu Ortam (Multi Medya)

Günlük yaşantımızda örneklerine sıkça rast geldiğimiz multi medya, deneysel mimari işlerinde de tercih edilmiş bir temsil aracı olmuştur. Araç olarak kullanımın yanı sıra toplum üzerindeki etkileri nedeniyle zaman zaman bir eleştiri öznesi de olmuştur.

Karadağ (2002), çoklu ortamı “Bilgisayar sistemlerinde bilginin sözel, grafiksel, işitsel ve görsel ortamlar depolanmasını ve kullanılmasını sağlayan teknolojik bir sunum ortamı” olarak tanımlar.

Bu sunum ortamında video, grafik, ses ve çeşitli dillerle kodlanmış bilgisayar programları

bulunabilir. Çoklu ortam; çeşitli bilgi kümeleri, bu kümelerin birleşiminden oluşan bilgi ağları, bu ağ ortamında dolaşım, bu dolaşımı kolaylaştıran çeşitli arayüz öğeleri ve bu bilgilerin temsilinden oluşur (Karadağ, 2020).

Parametrik Tasarım

Roland Hudson (2010) parametrik tasarımı şöyle tanımlar: “Parametrik tasarım... Bir tasarım problemi için bir bilgisayar modeli ya da açıklaması geliştirme sürecidir. Bu model değişkenler tarafından kontrol edilen nesnelerin ilişkisinden oluşur. Değişken değerlerinde değişiklik yapmak alternatif modellerin oluşmasıyla sonuçlanır.”

Parametrik tasarım süreci, tasarımda kullanılacak verilerin seçilmesi ve bu verilerin parametrik olarak düzenlenmesi temeline dayanır. Verilerin birbiriyle nasıl iletişim kuracakları sayısal ve geometrik olarak önceden tanımlanmalıdır (Akipek ve İnceoğlu, 2007). Bir parametrik model çeşitli programlama dilleri kullanılarak yazılabileceği gibi bazı BDT yazılımları kullanılarak da oluşturulabilir (Hudson 2010). Günümüzde BDT yazılımlarının büyük çoğunluğu için çeşitli programlama dilleriyle parametrik modeller oluşturmak mümkündür. Rhinoceros ve Revit gibi bazı BDT yazılımları parametrik tasarım yapmayı kolaylaştırmak için çeşitli grafik kullanıcı ara yüzü eklentilerine sahiptirler. Örneğin Revit için Dynamo, Rhinoceros3D için ise Grasshoper bunlardan bazılarıdır.

Parametrik tasarım günümüz mimarlık pratiğinde yaygın bir şekilde yer almakta ve günümüz mimari tasarımının birçok aşamasında kullanılmaktadır. Bu aşamalardan bazıları konsept geliştirme, mekânın biçimlendirilmesi, uygulama detaylarının çözümlenmesidir.

3 Boyutlu Yazıcılar

3 boyutlu baskı veya “eklemeli imalat” (additive manufacturing) tüm bilgileri bir 3B katı cisim modelinden alarak bir 3B şekil üretme işlemidir. Eklemeli imalatla bir cisim tamamen oluşuncaya dek kullanılan malzeme katmanlar şeklinde üst üste eklenir (Beyhan ve Arslan Selçuk, 2018).

İlk eklemeli imalat makinesi 1984 yılında Charles W. Hull tarafından geliştirilmiş ve patenti yine kendisi tarafından alınmıştır (U.S. US6027324A, 1984). Sonraki yıllarda geliştirilmeye devam edilen bu teknoloji havacılık, sağlık ve inşaat gibi birçok alanda kullanılmaktadır. 3B yazıcılar 3B modelleme ortamlarında geliştirilmiş (3B verisine sahip olan) her şeyin 3B baskısını oluşturmak için kullanılabilir (Sayegh ve Romdhane, 2020).

3B yazıcıların inşaat sektöründe kullanım

denemeleri 1990'lı yıllarda başlamıştır. Yapı sektöründe ilk kullanılmaya başlandığı yıllarda çeşitli tarihi yapıların rekonstrüksiyonunda bezemelerin modellenmesinde ve bozulmuş beton yolların tamir edilmesinde kullanılmıştır. Günümüzde ise NASA gibi kuruluşlar dünya dışı gezegenlerde bir yapı stoku oluşmak için 3B yazıcıların potansiyellerini yakından takip etmektedirler (Sayegh ve Romdhane, 2020).

Ayrıca 3B yazıcılar kullanıcılar için zamandan, paradan ve enerjiden tasarruf etme imkânı sağlamaktadır. Çeşitli mimari ofisler tarafından yapıların prototiplerinin hızlıca ve ucuza oluşturuluyor olması 3B yazıcıları cazip kılmaktadır.

Bunun yanında inşaat için çelik ve alüminyum %100 geri dönüştürülüp yeniden kullanılabilir bir malzemedir. Çeliğin yeniden kullanımında %95 alüminyumun yeniden kullanımın iste %75 enerji tasarrufu sağlandığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu sebeple 3B yazıcılar eritilmiş her çeşit metalin işlenmesinde kullanılabilme imkanlarıyla inşaatta sürdürülebilirliği önemli ölçüde artırma potansiyeline sahiptir (Beyhan ve Arslan Selçuk, 2018).

4. ÖRNEKLER

Mimarlık alanında en köklü ve en prestijli bienallerden biri olan Venedik Mimarlık Bienali alanında öncü birçok sanatçının sergilediği işler içermektedir. Ayrıca Venedik Mimarlık Bienallerinde yüksek bütçeli ve geniş çaplı çalışmaların sergilendiği görülmektedir. BDT araç ve yazılımları her ne kadar günümüzde ulaşılması kolay ve nispeten ucuz olsa da örneklerin seçildiği zaman aralığının belli bir bölümünde bu teknolojilerin pahalı ve ulaşılması zor olduğu göz önüne alınmıştır.

1980 yılındaki 1. Venedik Mimarlık Bienali'nden itibaren 2020 yılına kadar gerçekleşmiş olan bienallerde sergilenmiş eserler incelenmiştir. Sergilenmiş olan eserlerden her 10 yıl için bir adet seçilmiş ve incelenmiştir. Bu eserlerin seçilmesinde BDT ile olan ilişkileri ve incelemek için uygun verilerin ulaşılabilir olması etkili olmuştur.

“Three Lessons in Architecture: The Machines” (Mimaride Üç Ders: Makineler) Daniel Libeskind & Cranbrook Graduate Students (1985)

Uluslararası 3.Venedik Mimarlık Bienali 1985 yılında Aldo Rossi direktörlüğünde gerçekleşmiştir. Bu bienalde Daniel Libeskind ve Cranbrook MasterÖğrencileri tarafından yapılan bu

eser Taş Aslan ödülü almıştır. Eser her ne kadar hiçbir makine kullanılmadan üretilmiş olsa da mimarlık – makine ilişkisi açısından, o dönem için, yenilikçi bir bakış açısı sunmaktadır.

Libeskind mimarının bilinen ilk yazılı eserlerini veren Vitruvius ve Alberti' nin “mimarlar makine üretmelidir” düşüncesini ele almış ve bir şehir tasarlamak için “Okuma Makinesi” (Reading Machine), “Hafıza Makinesi” (Memory Machine) ve “Yazma Makinesi” (Writing Machine) adında üç makine inşa etmiştir. Bu makinelerin her bir parçası el ile tasarlanmış ve metaforik amaçla üretilmiştir (Libeskind, 2015).

Okuma makinesi tamamıyla ahşap malzemeden el yapımı olarak üretilmiştir. İki ahşap dairenin arasına yerleştirilmiş, masa işlevi gören 8 adet dikdörtgen parça ve bu dikdörtgen parçayı çevirmeye yarayan bir dizi çark ile bir okuma değirmeninden oluşmaktadır. Bu değirmenin hemen önünde bir sandalye vardır. Ayrıca Değirmenin bölmelerinin üstünde el yazması olan ve bir kitabın sekiz farklı cildi olan 8 adet kitap bulunmaktadır. Bu kitaplarda “fikir” (idea), “ruh” (soul), “özne” (subject), “otorite” (authority), “irade gücü” (will of power), “enerji” (energy), “varlık” (being) ve “yaratılan varlık” (created being) kelimelerinin anagramatik bir şekilde açıklamaları bulunmaktadır (Waş, 2015).

Hafıza makinesi ise yazı ve sembollerle kaplı plakaları sergilemek için oluşturulmuş birçok dişli ve tekerlekten oluşur. Bu haliyle hafıza makinesi bir tiyatronun sahne arkasındaki mekanizmaları andırmaktadır. Görsel sembol ve işaretler vasıtasıyla Libeskind, hafıza makinesinde gerçek dünyayı oluşturan güçleri temsil etmektedir. Libeskind, bu güçlerin artık ilahi olarak algılanmadığını ancak hala bilinmeyen şeylerden alıntılar olarak algılanması ve böylece bilineni canlandırması gerektiğini anlatmıştır (Waş, 2015). Hafıza makinesinde hafıza tasarımın sahne arkası olarak görülmüş ve tasarımın mimarın hafızasının bir çıktısı olarak ele alınmıştır.

Yazma makinesi ise hareket edebilen iki bin altı yüz parçadan oluşan ve dört tarafı Palmanova şehrinin yeniden modellenmiş halinin parçaları, geometrik okült semboller, parlak metal parçalar ve “mutlak mimarının haccını” simgelemek adına kırk dokuz adet azizin isimlerinin aynalanmış haliyle süslenmiş kırk dokuz adet küpten oluşur. Bu küpler yirmi sekiz adet manivela aracılığıyla oldukça hızlı bir şekilde döndürülebilmektedir. Libeskind, bu makinede tüm tasarım sürecinin sanayileştiği ve bilgisayar ortamında gerçekleştiği bir olasılığı göstermeyi amaçlamıştır (Waş, 2015).

Daha önce yapmış olduğumuz B.D.T tanımından yola çıkarak bu eserle ilgili şu değerlendirmeyi yapmamız mümkündür: Libeskind ‘in

makinelere bir bilgisayar benzetmesi yapabiliriz. Okuma, hatırlama ve yazma işlevlerini gerçekleştiren birer donanım ve bu donanımların “işlemcisi” görevini gören insan/mimar. Bu değerlendirmenin sonunda ise bilgisayar veya makinelerin deneysel mimaride yalnızca nesne değil aynı zamanda (hipotezi uygulamaya dökerken) bir özne olarak değerlendirildiğini görebiliriz.

“Embryological House” Greg Lynn (2000)

2000 yılında Greg Lynn tarafından tasarlanan Embryological House, Massimiliano Fuskas’ın küratörlüğünde “Less Aesthetics, More Ethics” (daha az estetik, daha çok etik) temalı 7. Venedik Mimarlık Bienali’nde sergilenmiştir.

167 ila 300 metrekare arasında değişen taban alanına sahip, iki katlı bir dizi konut yapısından oluşur. Bu yapıların tamamı parametrik ve açık uçlu şekilde tasarlanmıştır (Rahim, 2000).

Proje 2084 adet panelden oluşmaktadır. Bu panelleri dokuz adet çelik çerçeve ve 72 adet alüminyum dikme desteklemektedir. Otomobil, denizcilik, havacılık gibi endüstrilerden alınan teknolojilerle her bir bileşendeki değişikliğin tüm sisteme etki edebileceği bir tasarım gerçekleştirilmiştir (Rahim, 2000).

Embryologic House katı bir geometrik sistemde sonsuz varyasyon oluşturma özgürlüğünü sağlayan bir sistem kullanır. Bu sistem tüm evler için ortak bir payda oluşturur ancak hiçbir bina birbirinin aynısı değildir. Tasarım tekniğindeki deneyselliğin yanında Embryologic House projesindeki varyasyonların çoğu yaşam tarzı, iklim, inşaat yöntemleri, malzemeler, mekânsal etkiler, işlevsel ihtiyaçlar ve estetik eklentilerin beklenmedik durumlarına uygunluk sağlamak için oluşturulmuştur. Benzersiz bir dizi evsel, mekânsal, işlevsel ve estetik kısıtlamaları sergileyen altı adet prototip ev geliştirilmiştir (Rahim, 2000).

Oluşturulmuş olan eşsiz varyasyonlar sabit bir element koleksiyonu içinden potansiyel şekil, hizalama, yakınlık ve boyuttan oluşan bir grupla desteklenmiştir. Böylece bu tasarım modernizmin mekanik tekniğine karşı daha hayati, üretken ve biyolojik bir “embriyolojik” tasarım önermiştir (Rahim, 2000).

Greg Lynn ’in bu tasarımı başka disiplinlerden gelen teknolojilerin bir birleşiminden, mimari tasarıma yeni bir teknik önermiştir. Birçok farklı genin bir araya gelmesiyle ve benzersiz birçok potansiyelin içerisinden oluşmasıyla “embriyo” metaforunu mimari tasarımda ortaya koymuştur. Biyolojik, benzersiz, sınırsız ihtimali içinde bulunduran bu tasarım dili aynı zamanda katı ve

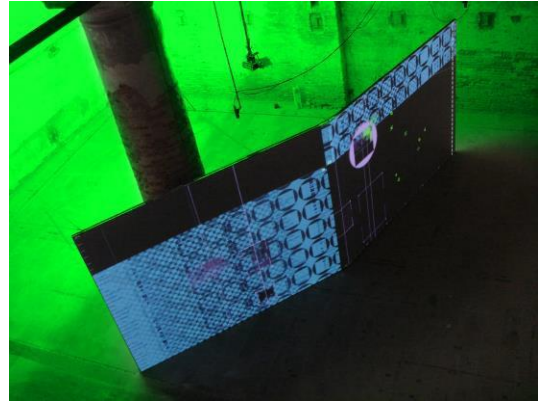
mekanik modernizme bir eleştiri niteliği de taşımaktadır.

“AirXY: From Immaterial to Rematerial” M-A-D (2008)

AirXY, 2008 yılında Aaron Betsky küratörlüğünde gerçekleşen “Out There: Architecture Beyond Building” (Orada: Binanın Ötesindeki Mimari) temalı 11. Venedik Mimarlık Bienali’nde sergilenmiştir. M-A-D (Erik Adigard & Chris Salter) tarafından tasarlanan bir multimedya enstalasyonudur.

Bir adet özel olarak tasarlanmış ekran, bilgisayarlar, özel yapılmış bir dizi yazılım, 4 adet hoparlör, duman makinesi, 3 adet yüksek lümenli DLP projektörden oluşmaktadır. (Christopher Salter – AirXY, 2012)

Sergi alanının ortasında bağımsız bir ekran duvar üzerinde bir bilgisayarın masaüstü, bir yazılımın arayüzü ve bir makineyi aynı anda sergilemektedir. Bu kompozisyon aslında XY düzlemi üzerinde 24x60 birime bölünmüş halde değişken (gerçek zamanlı) bir zaman grafiğini oluşturmaktadır. Bununla birlikte ekranda küçük yeşil soyut simgeler, çağdaş kentsel işaretler ve çeşitli devre şeması grafikleri bulunmaktadır (Installation Descriptions, 2008).



Şekil 1: Ekran duvar ve çeşitli çoklu ortam araçları,

©2008 M-A-D, ADIGARD+SALTER

İzleyiciler ekrana yaklaştıkça tepe kameraları tarafından algılanmakta ve izlenmektedir. Bu sayede izleyiciler gerçek zamanlı olarak ekrana yansıtılan hareketli formlara dönüşmeleri sağlanmaktadır. Ziyaretçiler ekranın önünde hareket etmeye devam ettikçe ekranda oluşmuş olantemsilleri, bir simgeyle karşılaşır o simgenin boyutunun değişmesine veya ziyaretçinin temsili ile birleşmesine neden olmaktadır. Ziyaretçi ekranın önünde vakit geçirmeye devam ettikçe gerçek zamanlı olarak daha çok dijital ortama

aktarılmakta ve en sonunda o ekrandaki soyut izlerden biri haline gelmektedirler (Installation Descriptions, 2008).



Şekil 2: Ekran duvar ve insanlar
©2008 M-A-D, ADIGARD+SALTER

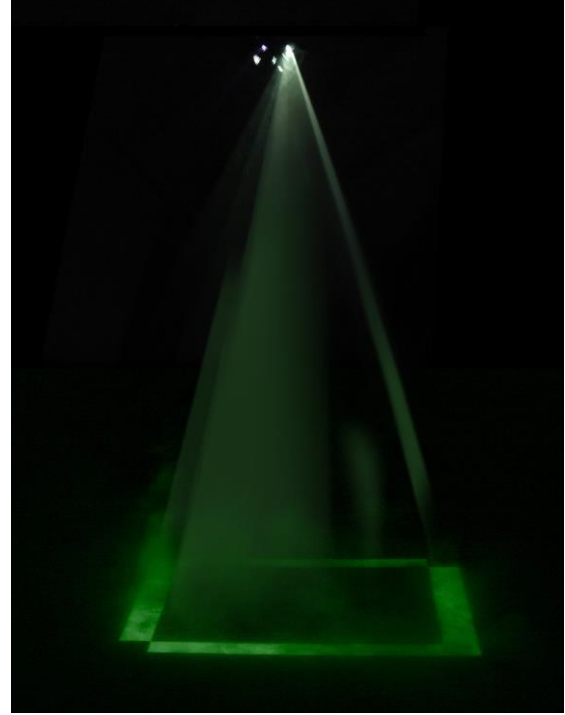
İzleyiciler ekranın arkasına geçtiklerinde ise sisli ve karanlık bir alanla karşılaşmaktadırlar. Bu alanda ekranın ön yüzündeki simgeler yere yansıtılmaktadır. Yere yansıyan bu simgeler sis ile birleşerek 3 boyutlu bir hacim algısı oluşturmaktadır. Dakikada bir güçlü, yeşil bir flaş ışığı patlamakta ve ortamı aydınlatmaktadır. Böylece fiziksel mekânın anlık görüntüsünün bir sonraki flaş patlayıncaya dek izleyicinin hafızasında yer etmesi sağlanmaktadır (Installation Descriptions, 2008).

AirXY projesinde birçok multimedya aracı ve yazılım ziyaretçilere yeni bir mekân deneyimi yaşatmak amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca kişilerin içerisinde buldukları fiziksel çevreden alınıp dijital bir dünyada tekrardan var edilmiş ve o dünyadaki nesnelere etkileşime girmişlerdir. Ekranın arkasında ise dijital dünyadaki nesnelere sis ve ışık sayesinde fiziksel dünyada üç boyutlu birer temsilleri oluşturulmuştur.

“Cloud Pergola / The Architecture of Hospitality” (Bulut Pergola / Misafirperverliğin Mimarisi) Alisa Andrašek, Vlatka Horvat, Maja Kuzmanović (2018)

2018 yılında Shelley McNamara ve Yvonne Farrel küratörlüğünde gerçekleştirilen “Freespace” temalı 16. Uluslararası Venedik Mimarlık Bienali’nde Hırvatistan Pavyonunu temsil eden eserdir. 3 farklı sanatçının ortak çalışmasıyla ortaya çıkmıştır. Alisa Andrašek tarafından yapılan “Cloud Drawing” (Bulut Çizimi), Vlatka Horvat ‘ın eseri “To Still the Eye” (Gözleri Sakinleştirmek İçin) ve Maja Kuzmanović ‘in “Ephemeral Garden” (Geçici Bahçe) eserinden oluşmuştur.

Cloud Drawing bilgisayar ortamında modelleme, robotik üretim, big data teknolojileri yardımıyla insan müdahalesi ve doğa güçleri ilişkisini üç boyutlu bir mikro-yapı üzerinden değerlendirmiştir (Overstreet, 2018).



Şekil 3: Sis ile yansıtılan şekil,
©2008 M-A-D, ADIGARD+SALTER

Andrašek, bulut oluşumunun ve diziliminin karmaşık yapısını algoritmik bir biçimde çözümlenmiştir. Ardından sahaya özgü hava durumu verilerini toplayıp kullanarak sıra dışı bir tektonik, karmaşık bir form, ışık filtresi ve gölgelik alan sentezine dönüştürmüştür (Overstreet, 2018).

3,3 metrelik yüksekliği ulaşan ve 57,6 metre karelik alan kaplamaktadır ve 300 kilogram ağırlığında doğada çözünebilir plastikten üretilmiştir. Cloud Drawing enstalasyonu tamamen robotlar tarafından 3B baskı şeklinde üretilmiş, bu şekilde üretilen en büyük ve en karmaşık yapılardan biri olmuştur. Vektörel bir alan boyunca yayılmış voksel tabanlı strüktür, bir “çok aracı sistem” (multi-agent system) algoritması ile tasarlandı (Overstreet, 2018).

To Still the Eye, kâğıt üzerine akrilik boyaya batırılmış çıplak ayakla yapılmıştır. Bedenin kâğıt üzerindeki yolculuğunu temsil eden eserde ufuk kavramını fiziksel bir yansıma, göz için bir son nokta, gelecek ve olasılık hissi için bir metafor olarak ortaya koymuştur (Overstreet, 2018).

Kuzmanović ise Ephemeral Garden eserinde üretilmiş olan bu pergolanın etrafına çeşitli insan ve hayvan mırıltıları, orman ve su sesleri gibi çeşitli sesler ekleyerek orada “bir araya toplanma” hissi oluşturmaya çalışmıştır (Overstreet, 2018).

Bu eser geleneksel Akdeniz mimarisinin bir ögesi olan pergola tipolojisini yenilikçi bir şekilde

yeniden oluşturmuştur. Temellerini bulunduğu yer ve doğadan almış olan eser bu verileri bilgisayar ortamında işleyerek yüksek teknolojiler vasıtasıyla fiziksel dünyaya aktararak makine doğa ilişkisi hakkında yenilikçi bir bakış açısı sunmuştur.

5. ÇIKARIMLAR

Yapılan literatür taraması sonucu “deneysel mimarlık” ve “bilgisayar destekli” tasarım kavramlarına birer açıklama yapılmıştır. Deneysel mimarlık için “Deneysel mimarlık bir mimari hipotezin pratiğe dönüştürülürken geçtiği süreçtir. Bu süreçte o hipotezin gerçek dünyada çalışıp çalışılmadığı sınırdır. Bu sürecin alışlagelmişin dışında, yenilikçi, eleştirel ve özgün olması gerekir.” Bilgisayar Destekli Tasarım için ise “Bilgisayar teknolojilerinden yardım alınarak bir tasarım nesnesi ortaya çıkarmak” tanımı kullanılmıştır. Ardından 1980 yılından başlayarak gerçekleşmiş olan Venedik Mimarlık Bienalleri incelenmiş ve dört adet örnek seçilmiştir.

Örneklerden ilki Daniel Libeskind’in 1985 yılında sergilenen “Three Lessons in Architecture: The Machines” adlı eseridir. Bu eserde herhangi bir BDT aracı veya teknolojisi kullanılmamıştır ancak makineler ve mimarın rolü üzerine bir hipotez ortaya koyduğundan değerlendirmeye alınmıştır.

İkinci örnek ise Greg Lynn’ in 2000 yılında sergilenmiş olan “Embryological House” isimli çalışmasıdır. Bu eserde iki katlı birbirinden farklı 6 adet prototip konut yapısı bulunmaktadır. Bu konut yapıları tasarlanırken çeşitli parametrelere bağlı olarak 6 farklı varyasyon oluşturulmuştur. Parametrik tasarım ve 3B modelleme kullanıldığı görülmüştür.

Üçüncü örnekte M-A-D tarafından 2008 yılında hazırlanmış “AirXY: From Immaterial to Rematerial” adlı enstalasyon çalışması incelenmiştir. Çeşitli multimedya araçlarından oluşan bu eserde aynı zamanda parametrik tasarım ve 2B modeller kullanıldığı görülmüştür. Bu eserin aynı zamanda multimedya araçları vasıtasıyla insan-mekân ilişkisi üzerine yeni bir bakış açısı önerdiği gözlemlenmiştir.

Dördüncü örnekte ise 2018 yılında Alisa Andrašek, Vlatka Horvat ve Maja Kuzmanović tarafından tasarlanan “Cloud Pergola / The Architecture of Hospitality” adlı eser incelenmiştir. Bu eser 3 farklı sanatçının ortak bir çalışmasından ortaya çıkmaktadır. “Cloud Drawing” isimli eserde 3B modelleme, parametrik tasarım ve 3B yazıcı kullanıldığı görülmüştür. Bu araçlar vasıtasıyla eserin bulunduğu sahanın verilerinin işlendiği ve yapının formu oluşturulurken bu verilerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. “Ephemeral Garden”

adlı çalışmada ise çeşitli ışık ve ses verilerinin kullanıldığı görülmüştür.

Örnekler birbirleri ile karşılaştırılıp incelenmiştir. 1985 ile 2018 arasında diğerinden sonra gelen her örneğin öncekinden daha çok BDT unsuru kullandığı görülmüştür. En az kullanılan BDT aracı 2B modeller en çok kullanılan ise Parametrik Tasarım olduğu tespit edilmiştir.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

BDT kavramının Deneysel mimarlık alanında 1985’ten 2020 yılına kadar birçok konuda etkili olduğu görülmektedir. Mimarlar ve sanatçılar teknolojik gelişmeleri kuramsal açıdan ele alarak ortaya koydukları hipotezleri ürettikleri işlerde “deneme” imkanına erişmişlerdir. Bu çalışma alanında BDT, bazen mimari deneyde kullanılan bir araç bazense mimari deneyin kendisi olmuştur.

Bilgisayar ve insan etkileşimi açısından da sonuçlar ilgi çekici görünmektedir. İlk örnekte Libeskind, makineler üzerinden bir eleştiri yapmak için en ilkele dönüp 3 adet ahşap orta çağ makinesi yaparken son örnekte bir doğa olayının simülasyonunu üretmek ve geleneksel bir anıyı yeniden canlandırmak için dönemin en üstün teknolojilerinden bazıları kullanılmıştır.

Bunun dışında, Libeskind ’in örneğinden bugünün aklıyla yapılacak bir okumada; mimarın “makine üreten” kişiden “mimarlık” yapan makineleri kullanan kişiye dönüşümü ve belki de ilerleyen yıllarda “mimarlık yapan makineleri yapan kişiye dönüşümü” ile ilgili bir tartışma ortaya atılabilmektedir.

Ayrıca incelenen örnekler ışığında mimarinin fiziksel çevreden dijital çevreye geçişini sorgulamak mümkündür. Her örneğin bir önceki örnekten hem dil hem de çevre bakımından bilgisayarlara daha çok yaklaştığı görülmektedir. Hatta AirXY örneğinde fiziksel ortam ve dijital ortamın karşılıklı alışverişi görülmektedir. İnsanlar dijital ortam katılırken dijital ortamdaki simgeler fiziksel ortamda var olmaktadır.

Embryological House örneğine baktığımızda ise parametrik tasarımın, mimari tasarımın sınırlarını nasıl genişlettiğini görmekteyiz. Benezersiz ve sonsuz sayıda ihtimali içinde barındıran bir dünya mimaride deneysellik ve BDT teknolojilerinin birleşimiyle var olmaktadır.

Yapılan inceleme ve çıkarımların sonucunda BDT’nin deneysel mimarlık kavramı üzerinde çeşitli etkileri gözlemlenmiştir.

Bu etkilerin ilki gelişen teknolojilerin ve bu teknolojilerin mimarın rolü üzerindeki etkilerinin sorgulanması gibi yollar vasıtasıyla, deneysel

mimari çalışmalar için hipotez oluşumuna katkı sağlamasıdır.

Bir diğer etki ise bilgisayar ve/veya makine tabanlı yeni bir tasarım ortamının oluşmasıdır. Bu yeni tasarım ortamı içinde sınırsız ihtimal barındıran, daha esnek ve tasarımcının üretim esnasında daha özgür olmasını sağlayan bir ortamdır.

Bunların dışında BDT aracılığıyla yeni temsil biçimleri oluşmuştur ve var olan temsil biçimleri gelişmiştir. BDT sonrası büyük çaplı fiziksel modeller eskiye nazaran daha az sayıda insan tarafından veya yalnızca makineler tarafından üretilebilir hale gelmiştir. Bu da herhangi bir mimari deneyin daha hızlı, daha az maliyetli ve daha özgür yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca yalnızca fiziksel değil dijital ortamlarda da çeşitli modellerin oluşturulabilmesi deneysel mimarlık açısından yeni fırsatlar oluşturmaktadır.

Son olarak BDT araçlarının varlığı tasarımın çevre, kullanıcı veya izleyici ile etkileşiminin artmasına olanak sağlamıştır. Tasarımın oluşumunda gerçek zamanlı olarak kullanıcı veya izleyicinin ya da çevre şartlarının değişimleri ya da etkileri gözlemlenebilmektedir.

KAYNAKLAR

Ali Rahim, (2000) "Greg Lynn, Embryologic Houses", (guest-editor), *Contemporary Processes in Architecture*, AD Profile 145, AD 10, May-June 2000, pp 26-35.

Alex Ball, (2013) "Preserving Computer-Aided Design"

Beyhan, F., & Arslan Selçuk, S. (2018). "3D Printing in Architecture: One Step Closer to a Sustainable Built Environment." *Proceedings of 3rd International Sustainable Buildings Symposium* (ISBS 2017), 253–268. doi:10.1007/978-3-319-63709-9_20

Benan Dönmez, Pınar Dinç Kalaycı, (2018) "Deneysel Mimarlık için Bir Zemin İnşası Girişimi: Vitruvius ve Serpetine Galeri Pavyonları Arakesitinden Deneyseli Okumak" *Mimarlık Planlama ve Tasarım Araştırmaları*, Nobel Yayıncılık.

Cezary Wąs, (2015) "Practicing Theory. Concepts of early works of Daniel Libeskind as References for Real Architecture" (Çev. Tomasz Bauer) *Quart* Nr 2(36)

Charles W. Hull, (1984) "Apparatus for production of three dimensional objects by stereolithography." US6027324A Erişim adresi:

<https://patents.google.com/patent/US6027324A>

Corrado Curti, (2011) "Architecture as the solid state of thought: a Dialogue with Lebbeus Woods"

El-Sayegh, S., Romdhane, L., & Manjikian, S. (2020). "A critical review of 3D printing in construction: benefits, challenges, and risks." *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 20(2). doi:10.1007/s43452-020-00038-w

Evren Karadağ, (2002) "Bilgisayar Destekli Tasarımın İç Mimarlık Bürolarına Etkileri" Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Fulya Özsel Akipek, Necati İnceoğlu, (2007) "Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları" *YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi* Cilt 2, Sayı 4,

Handan Aş (2019) "Saran Mimari Yazılım ve Teknolojilerinin Kültürel Mirası Koruma Çalışmalarında Kullanımı" *Tasarım Enformatiği* Cilt:01 Sayı:02

"Installation Descriptions" (2008) Erişim adresi:<http://www.airxy.org/views.html> (2021.01.27)

Kadir Demircan, Neşe Çakıcı Alp, (2020) "Yapı Bilgi Modellemesine Geçiş Sürecinde Yaşanan Anlaşmazlık ve Uyuşmazlıklar" *Artium*, 8(2), 135-144.

Kara Franco (2019) "A Brief History of Graphic Design Software" Diace Designs Erişim adresi: [https://www.diacedesigns.com/a-brief-history-of-graphic-design-software/#:~:text=The%20first%20big%20breakthrough%20was,%2C%20and%20Photoshop%20\(1990\).](https://www.diacedesigns.com/a-brief-history-of-graphic-design-software/#:~:text=The%20first%20big%20breakthrough%20was,%2C%20and%20Photoshop%20(1990).)

Kaley Overstreet. (2018) "Cloud Pergola: The Croatian Pavilion at the 2018 Venice Biennale". *ArchDaily* Erişim adresi: <<https://www.archdaily.com/895711/cloud-pergola-the-croatian-pavilion-at-the-2018-venice-biennale>> ISSN 0719-8884 (27.01.2021)

"La Biennale di Venezia: History 1850-2019" Erişim adresi:<https://www.labiennale.org/en/history> (17.01.2021)

Mehmet İnceoğlu, Bircan İnan, (2020) "Bilgisayar Destekli Tasarımın Gelişimi: Yeni Bir Mimari Metodoloji olarak YBM" *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, Volume: 3, Issue: 1, p. 47-65

Meryem Topçu, "Bilgisayar Teknolojilerinin Mimari Tasarım Üzerindeki Etkileri" (2012)

Öke A., Bayazıt N., İnceoğlu M., Tapan M.,
“Mimari Tasarlama Ders Notları. ”, İTÜ
MimarlıkFakóltesi, İstanbul, 1978.

Roland Hudson, (2010) “Strategies for Parametric
Design in Architecture.”

Stefano Tornincasa, Francesco Di Monaco
(2010)“The Future and The Evolution of CAD”
14th International Research/Expert Conference
“Trends in the Development of Machinery and
Associated Technology” TMT 2010,
Mediterranean Cruise,

(2021) “Piksel ve Vektörler Arasındaki Fark
Nedir?”

[https://tr.digitalentertainmentnews.com/whats-
difference-between-pixels-323199](https://tr.digitalentertainmentnews.com/whats-difference-between-pixels-323199)

“Christopher Salter- AirXY” (2012) *Archive of
Digital Art (ADA)*. Erişim adresi:
[https://www.digitalartarchive.at/database/general/
w_ork/air-xy.html](https://www.digitalartarchive.at/database/general/w_ork/air-xy.html) (2021.01.27).

Zeynep Dündar, (2012) “Deney ile Mimarlığın
Buluştuğu Noktada: Deneysel Mimarlık”

ZŁOTA 44- Architecture- is a language -
Daniel Libeskind's lecture in Warsaw
(20.11.2015) Video, Erişim Adresi:
[https://www.youtube.com/watch?v=5b0UwPxfG
O
w&list=PLyemNuxAizZxdJG3Y8bfOwBq6VK4r
n AQ](https://www.youtube.com/watch?v=5b0UwPxfGOw&list=PLyemNuxAizZxdJG3Y8bfOwBq6VK4rnAQ)