



T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
HEYKEL ANASANAT DALI

**DİJİTALLEŞEN ÇAĞDA HEYKEL**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Görkem BARSHAN

DANIŞMAN  
Doç. Dr. Orhan TEKİN

2024 – Muğla

T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
HEYKEL ANASANAT DALI

**DİJİTALLEŞEN ÇAĞDA HEYKEL**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Görkem BARSHAN

DANIŞMAN  
Doç. Dr. Orhan TEKİN

2024 – Muğla





## YEMİN

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “DİJİTALLEŞEN ÇAĞDA HEYKEL” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

...../...../.....  
Görkem BARSHAN

# DİJİTALLEŞEN ÇAĞDA HEYKEL

## ÖZET

Eski çağlardan günümüze, sanat ve teknoloji etkileşim halinde olmuş ancak günümüzde teknolojinin dijitalleşmesi ile birlikte yeni sanat dalları ortaya çıkmıştır. Geleneksel sayılabilecek sanat dalları dijital teknolojiye uyum sağlamakta sorunlar yaşamaktadır. Bu çalışmada, heykelin dijital çağdaki konumu ile dijital teknoloji ve araçlar ile nasıl bir iletişim halinde olduğunu incelemek amaçlanmıştır. Çalışma sürecinde, çağımızın vazgeçilmez teknolojik aracı haline gelen bilgisayar, görselleştirme yazılımları ve üç boyutlu yazıcılar gibi heykel alanı ile bağlantılı olan teknolojilerin gelişim süreçleri aktarılmıştır. Dijital teknolojilerin ve araçların heykel disiplini açısından avantajları ve dezavantajları incelenmiştir. Bu teknolojilerin heykel disiplininin kullanılışı ve bu araçlardan yararlanan ilk sanatçılar incelenmiştir. Bu çalışma oluşturulurken nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman analizi yöntemi benimsenmiş, çeşitli yazılı ve görsel dokümanlar incelenmiş ve alan yazın taraması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, dijital teknolojilerinin heykel disiplinin gelişimi için faydalı olmasına ve kimi sanatçılar tarafından kullanılmasına rağmen, bu araçların yeterince ilgi görmediği, teknik açıdan arka planda kaldığı, bunların sonucu olarak bu konunun üzerin durulmamasından dolayı, anlam karmaşalarının oluştuğunu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Heykel, Dijital Çağ, Dijital Heykel, Üretim Biçimleri

## SCULPTURE IN THE DIGITALIZED AGE

### ABSTRACT

From ancient times to the present, art and technology have been in interaction, but with the digitization of technology in modern times, new forms of art have emerged. Traditional art forms, considered as such, are encountering difficulties in adapting to digital technology. This study aims to examine the position of sculpture in the digital age and how it is in communication with digital technology and tools. In the process of this study, the developmental processes of technologies related to sculpture, such as the computer, visualization software, and 3D printers, which have become indispensable technological tools of our era, are presented. The advantages and disadvantages of digital technologies and tools for the discipline of sculpture are explored. The usage of these technologies in the discipline of sculpture and the first artists to benefit from these tools are examined. In the creation of this study, the document analysis method, one of the qualitative research methods, has been adopted. Various written and visual documents have been examined, and a literature review has been conducted. As a result of the study, despite the potential benefits of digital technologies for the development of the discipline of sculpture and their use by some artists, it has been concluded that these tools do not receive sufficient attention, remain in the technical background, and, as a result, the lack of emphasis on this subject leads to the formation of ambiguities in meaning.

**Key Words:** Sculpture, Digital Age, Digital Sculpture, Production Forms

## ÖN SÖZ

Bu yüksek lisans çalışmasında, heykelin dijital çağdaki konumu ile dijital teknoloji ve araçlar ile nasıl bir iletişim halinde olduğunu incelemek amaçlanmıştır. Çağımızın vazgeçilmez teknolojik aracı haline gelen bilgisayar, görselleştirme yazılımları ve üç boyutlu yazıcılar gibi heykel alanı ile bağlantılı olan teknolojilerin gelişim süreçleri aktarılmıştır. Dijital teknolojilerin ve araçların heykel disiplini açısından avantajları ve dezavantajları incelenmiştir.

Yüksek Lisans tez çalışmamın yürütülmesi sürecinde, değerli bilgisini ve tecrübelerini paylaşarak çalışmalarımın gelişmesine yön veren, yardımcı olan, danışmanım Doç. Dr. Orhan TEKİN'e sabır, desteği ve emekleri için teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve Yüksek Lisans sürecinde, bilgi ve destekleri ile gelişmemi sağlayan değerli hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ve bugünlere gelmemi sağlayan, her zaman beni destekleyen annem Semra ÖZVER'e; ayrıca, desteğini halen hissettiğim teyzem Azime ÖZVER'e teşekkür ederim.

Görkem BARSHAN

19/02/2024

MUĞLA

## İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
GÖRSELLER DİZİNİ.....	IV
GİRİŞ .....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### TARİHSEL GELİŞMELER VE AKIMLAR

1.1. TARİHSEL GELİŞMELER VE AKIMLAR.....	2
1.2. HAREKET HAREKETLİ GÖRÜNTÜ PİCASSO VE DUCHAMP .....	3
1.3. TATLİN VE GABO SANAT DIŞI MALZEME .....	4
1.4. DUCHAMP VE HAZIR NESNE .....	5
1.5. MİNİMAL SANAT.....	6
1.6. VİDEO .....	6
1.7. DİJİTAL SANAT.....	8
1.8. TEKNOLOJİK GELİŞMELER VE PROGRAMLAR .....	11
1.9. HEYKEL .....	15
1.10. DİJİTAL ORTAM/BİLGİSAYAR .....	16
1.11. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM PROGRAMLARI GELİŞİMİ.....	19
1.12. CNC VE 3D PRİNTER.....	24

## İKİNCİ BÖLÜM

### SANATÇILAR, ÖRNEK ÇALIŞMALAR VE DİJİTAL

#### HEYKEL

2.1. SANATÇILAR, ÖRNEK ÇALIŞMALAR VE DİJİTAL HEYKEL.....	30
2.2. DİJİTAL HEYKEL .....	31
2.3. PROGRAMLAR VE BİLGİSAYAR ORTAMINDA MODELİN OLUŞTURULMASI .....	36
2.4. AVANTAJ VE DEZAVANTAJ .....	39
2.5. SANATÇILAR.....	44
2.5.1. Kenneth Snelson (1927-2016).....	46
2.5.2. Bruce Beasley (1939) .....	47
2.5.3. Keith Brown (1947).....	48
2.5.4. Dan Collins (1953) .....	49
2.5.5. Robert Michael Smith (1953).....	50
2.5.6. Michael Rees (1958).....	51
2.5.7. Jon Isherwood (1960) .....	52
2.5.8. Robert Lazzarini (1965) .....	53

2.5.9. Karin Sander (1957) .....	54
----------------------------------	----

## **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

### **UYGULAMALAR**

3.1. UYGULAMALAR.....	56
3.2. İSİMSİZ (KOLTUK) .....	57
3.3. İSİMSİZ (DUVAR/ UTANÇ DUVARI) .....	59
3.4. İSİMSİZ (KAZANILMIŞ ALAN VE GRİ ALAN) .....	60
3.4.1. İsimsiz (Kazanılmış Alan).....	61
3.4.2. İsimsiz (Gri Alan).....	63
SONUÇ .....	68
KAYNAKÇA .....	70



## GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 1: Vladimir Tatlin Köşe Rölyefi, 1914 .....	4
Görsel 2: Nam June Paik, TV BUDDHA, 1974.....	7
Görsel 3: Georg Nees, Schotter, 1969, 28x21.8 .....	9
Görsel 4: Harold Cohen, AARON tarafından üretilen çalışma, Computer Museum, Boston, MA, 1995 .....	10
Görsel 5: François Willeme, tamamlanmamış kadın büstü, 1865 .....	14
Görsel 6: PhotoSculpture şematik anlatım .....	14
Görsel 7: Ivan Sutherland Sketchap isimli yazılımı kullanırken .....	20
Görsel 8: Edwin Catmull, A Computer Animated Hand, 1972 .....	21
Görsel 9: Utah Teapot temsil görüntüsü.....	22
Görsel 10: CNC makine Taş malzeme işleme anından. The Restoration of - the sculpture of - Edward VII; Belgeselinden ekran görüntüsü(8:13) .....	25
Görsel 11: Chuck Hull tarafından 3boyutlu yazıcı ile basılan ilk parça, 1983 .....	26
Görsel 12: RepRAP version 1.0 (Darwin).....	27
Görsel 13: SLA Baskı cihazı basım aşaması.....	28
Görsel 14: FDM 3d yazıcı-Creality Ender 3 .....	29
Görsel 15: Davud heykelin taranma aşaması .....	40
Görsel 16: Dan Collins, Twister, çalışmanın 3D dosyası görseli .....	41
Görsel 17:CNC makine Taş malzeme işleme öncesi hazırlık. The Restoration of - the sculpture of - Edward VII; Belgeselinden ekran görüntüsü(7:52).....	42
Görsel 18: Marc Quinn, Planet, 2008, 3x9x3m.....	43
Görsel 19: Dan Collins, Twister, çalışmanın yapım aşaması (Büyük ve Küçük maket) .....	44
Görsel 20: Kenneth Snelson, Dark Matter, 2009, Granit .....	46
Görsel 21: Bruce Beasley, "Untitled", 2008 .....	47
Görsel 22: Keith Brown, Inside Out, 19mm .....	48
Görsel 23: Dan Collins, Twister, 2012, 2.13m.....	49
Görsel 24: Robert M. Smith, Paradise Bird Burlesque, 2008, Granit, 120x150x120 cm.....	50
Görsel 25: Michael Rees, Abject Weather, 2014 .....	52
Görsel 26: Jon Isherwood. 2018, Mermer, 3x 3x2m.....	53
Görsel 27: Robert Lazzarini, Skull (i), 2000, reçine, kemik, pigment, 25x22x15 cm.....	54
Görsel 28: Karin Sander, Museum Visitors1:8, 2008 .....	55
Görsel 29: İsimsiz (Koltuk), görselleştirme(Render) .....	58
Görsel 30: Görkem Barshan, İsimsiz (Koltuk), 2021, 130x90x90 .....	58
Görsel 31: Görkem Barshan İsimsiz (Duvar/ Utaç Duvarı) .....	59
Görsel 32: İsimsiz (Duvar/ Utaç Duvarı), görselleştirme ekran görüntüsü .....	59
Görsel 33: Temel model, ekran görüntüsü .....	61

Görsel 34: İsimsiz(Kazanılmış alan),aşamaların ve görselleştirmenin ekran görüntüsü .....	62
Görsel 35: İsimsiz(Gri alan),aşamaların ekran görüntüsü .....	63
Görsel 36: İsimsiz(Gri alan),görselleştirme ekran görüntüsü.....	64



## GİRİŞ

Sanat, geçmişten günümüze gelişmiş ve teknoloji ile paralellik göstermiştir. Antik çağ öncesine dayanan heykel sanatı, her dönem bu gelişmelere uyum sağlayarak kendini geliştirmiş ve bir arayış döngüsüne girmiştir. Bu arayış, kimi zaman yeni bir teknik, kimi zaman ise yeni malzemeler ve anlatım biçimleri olmuştur. Bu durum, yeni sanat disiplinlerinin ortaya çıkmasının yanı sıra, hali hazırda var olan köklü sanat disiplinlerine alt başlıklar eklenmesine yol açmış ve sanatsal üretim biçimlerine de etki etmiştir.

1800'lerin ilk yarısında fotoğraf makinesinin icadı, sanatı derinden etkilemiş ve ilerleyen yıllarda sanatta köklü değişikliklere yol açmıştır. 1864'te fotoğraf-heykel (İng. Photosculpture) denen kopyalama yöntemi kullanılmıştır, fakat photosculpture tekniğinin fotoğraf kadar etkili olduğunu söylemek doğru olmaz. 1878'de ilk sıralı fotoğraf çekilmiş ve 1895'te ilk film yayımlanmıştır. 1965'te Nam June Paik ile video plastik sanata dahil olmuştur.

Bilgisayar destekli çizim yazılımlarının temeli 1964'te oluşsa da, bilgisayarlar halk kullanımına uygun olmadığı için sanata büyük bir etkisi olamamıştır. Bilgisayar teknolojisi, 1980'lerde halk kullanımına uygun hale gelmiş ve sanata dahil olmaya başladığı gibi günümüzde sanat dallarını azımsanamayacak şekilde etkilemektedir. 1984'te hızlı prototipleme cihazlarının(3B yazıcı(3D printer)) patenti alınmış ve ilk ticari 3b yazıcısı üretilmiştir. Zaman içinde gelişen tasarım yazılımları ve 3B yazıcıların günümüzde kullanımı yaygınlaşması ile sanata dahil olmaya başladığı gözlenebilir. Dijital teknolojilerin yaygınlaşması ile disiplinler arası iletişim artmış, kimi zaman çok disiplinli çalışmalarda ortaya çıkmıştır.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## TARİHSEL GELİŞMELER VE AKIMLAR

### 1.1. TARİHSEL GELİŞMELER VE AKIMLAR

Sanatın durmaksızın değişim sürecinin 19. yüzyılda hızlandığı ve dönemler arasındaki biçim ve teknik farklılıkların daha net gözlemlendiğini söylemek mümkündür. 19. yüzyıldan önce görsel olarak daha gerçekçi ve referans nesnelere daha bağımlı olarak üretilen eserlerin, 19. yüzyılın sonlarına doğru, hem biçimsel hem de kavramsal olarak değişime uğradığı söylenebilir. Bir nesneyi veya manzarayı görüldüğü biçimde yansıtmak yerine, o imgenin kendilerinde yarattığı izdüşüm çalışmalarına yansıtılmıştır. Çalışmalarda oluşan bu soyutlaşmayla beraber yeni teknikler de gelişmiştir. Sanatta yaşanan bu gelişmeler ve fotoğrafın icadı, 20. yüzyıl sanatı ve sonrası için zemin oluşturmuştur. Fotoğrafın bu değişim sürecindeki rolü büyük olsa bile, sanatsal üretim biçimlerindeki değişimin tek sorumlusu fotoğraf değildir. Fotoğraf teknolojisinin temelini oluşturan camera obscura (karanlık oda) araştırmaları Rönesans'tan öncesine dayanmaktadır. Fakat fotoğrafın temelini oluşturan camera obscura tekniğinin fotoğrafa dönüşmesi, 19. yüzyılın başlarında Nicephore Niepce tarafından başarılmış ve 1826'da 8 saatlik pozlama ile ilk fotoğrafı çekmiştir. Yaklaşık 10 yıl sonra Louis Daguerre'in çalışmaları sonucu 8 saatlik pozlama süresini yaklaşık 17 dakikaya düşürülmeyi başarmış ve bir dizi kimyasal işlem ile daha kaliteli sonuçlar elde etmiştir. Fotoğrafın son derece hızlı görüntü üretebilmesi ve görüntüyü gerçekçi yansıtmaya yeteneğinin güçlü olması, sanattaki değişimi hızlandırmıştır. Bu konuda Yılmaz, "fotoğraf keşfedilmeseydi, resim doğal görüntülerden uzaklaşmazdı gibi bir yanılgıya düşmemek gerekir. Çünkü Niepce ve Daguerre'den 15-20 yıl önce İngiliz ressam William Turner, geleneksel görüntüleri tuvalinde eritmeye başlamıştı." demiştir(Yılmaz, 2013: 50).

Fotoğraf alanında deneyler yapan Eadweard Muybridge, 1872’de arkadaşının yardım istemesi sonucu çektiği sıralı fotoğraftan sonra araştırmaları insan ve hayvanların hareketlerine doğru yönelmiştir. Muybridge, ilk sıralı fotoğrafını hipodromda koşan atların dört ayağının zemine değip değmediğini gözlemlemek için 12 tane fotoğraf makinesini bir düzenek kurarak birbirine bağlamış, böylece bir atın koşama esnasındaki devinimini yakalamayı başarmıştır. Bu dönemlerde benzer konular üzerinde çalışan Etienne Jules Marey, Muybridge’in yakaladığı sıralı görüntüyü gördükten sonra 1882’de kronofotoğraf isimli aleti geliştirmiştir. Saniyede 12 görüntü yakalayabilen bu alet ile Marey’in yaptığı çalışmalar, sinema teknolojilerinin gelişimine de destek olmuştur (Yılmaz, 2013: 52).

## **1.2. HAREKET HAREKETLİ GÖRÜNTÜ PİCASSO VE DUCHAMP**

Fotoğrafın devinimleri anlık olarak yakalayabilmesi, insan gözünün kaçırdığı noktaları görmemize olanak sağlamıştır. Fotoğrafın sağladığı bu imkan ile sanatçılar, figürleri ve/veya objeleri çok açılı ve/veya eş zamanlı olarak yansıtmaya çalışmışlardır. Bu durum, Pablo Picasso gibi kübist sanatçıların çalışmalarında ve Marcel Duchamp’ın “Merdivenden İnen Çıplak No:2” isimli erken dönem tablosu ile birlikte, fütürist sanatçıların da çalışmalarında gözlemlenebilir. Duchamp’ın “Merdivenden İnen Çıplak No:2” isimli tablosunda, Muybridge ve Marey’in çalışmalarından etkilendiğini söylemek mümkündür. Kübistler tarafından çok hareketli olduğu gerekçesi ile kabul edilmeyen Duchamp’ın bu çalışmasının, Fütürizme daha yakın olduğu görüşü hakim olmuştur. Duchamp, bu çalışmasında Muybridge’in “Merdivenden İnen Kadın” isimli kronofotoğrafından esinlenmiş olduğu ve çalışmada taşıdığı izlerden anlaşılabilir. “Merdivenden İnen Çıplak No:2”, figürün hareketlerini farklı karelerde betimlemek yerine tek karede üst üste betimlenerek devinim yakalanmaya çalışılmıştır. Picasso’nun portre çalışmalarında da kronofotoğrafın etkileri açık şekilde görülebilir. Yüzler üst üste bindirilmiş ve yüzleri aynı anda görünemeyecek biçimde farklı açılardan yansıtmış, eşzamanlı betimlemiştir (Cançat, 2019: 183-190). Genellikle resim alanında tanınan Picasso’nun biçimleri, heykellerine de yansımıştır. Heykel çalışmalarını yaparken kimi zaman geleneksel sayılabilecek yöntemleri kullanmışken, kimi zaman buluntu nesnelere üzerinde

değişiklikler yaparak birleştirerek üretmiştir. Kimi zaman ise farklı materyallerden asamblaj yöntemi ile çalışmıştır. Picasso'nun bu tip çalışmaları sanat alanında büyük etki yaratmış ve diğer sanatçıları da etkilemiştir (Yılmaz, 2013: 97).

### 1.3. TATLİN VE GABO SANAT DIŞI MALZEME

Picasso'nun çalışmalarından etkilenen sanatçılardan biri de Vladimir Tatlin'dir. Tatlin, 1913 yılında Picasso'nun atölyesini ziyaret etmiş ve o dönem için sanat dışı sayılabilecek malzemeler ile yaptığı çalışmaları görmüştür. Bu ziyaret sırasında daha çok resim ile ilgilenen Tatlin, ilerleyen dönemlerde alçak, yüksek ve köşe kabartmaları yapmıştır. Bu kabartmaları yaparken kullandığı malzemeler ise Picasso'nun kullandığı malzemelere benzer biçimde metal sac ve tellerden oluşmuştur (Yılmaz, 2013: 134). Tatlin, kullandığı endüstriyel malzemeleri daha ön plana çıkarabilmek için biçimleri sadeleştirerek geometrik biçimlere dönüştürmüş ve bir noktada malzemenin kendisini göstermesini sağlamıştır (Antmen, 2014: 106). Tatlin'in köşe rölyefleri (Görsel 1) ile mekana müdahalesi ve endüstriyel materyalleri kullanmasıyla, ilerleyen dönemlerde Minimalist sanatçılara da yol göstermiş olduğu açıktır.

**Görsel 1:** Vladimir Tatlin Köşe Rölyefi, 1914



**Kaynak:** <https://www.wikiart.org/en/vladimir-tatlin/counter-relief>

Naum Gabo, Tatlin gibi Rus kökenli bir sanatçıdır. Bir süre Avrupa'da yaşadktan sonra 1946'da Amerika'ya göç etmiştir. Gabo'nun kıta değişimleri, göç ettiği kıtalarda konstrüktivizmin tanınmasını sağlamıştır. Gabo, zamanla konstrüktivizmin başlangıçtaki anlamından uzaklaşarak heykelsi çalışmalara yönelmiştir. Malzeme olarak endüstriyel materyalleri (karton, cam, plastik, vb.) seçen Gabo, erken dönem çalışmalarında geometrize edilmiş figürler üzerine yoğunlaşırken, ilerleyen dönemlerinde soyut biçimler kullanmaya başlamış ve bunu da "saf heykel araştırmaları" olarak yorumlamıştır (Yılmaz, 2013: 139-140).

Talin ve Gabo, dönemin getirdiğı sanatı dışı malzeme ve yeni teknik olanakları çalışmalarında kullanarak sanata dahil etmişlerdir. Bu durum aynı zamanda sanatın materyal ve teknik açıdan değişmeye başladığının göstergesidir.

#### **1.4. DUCHAMP VE HAZIR NESNE**

Çalışmalarına Avrupa'da başlayan Marcel Duchamp, 1915 yılında Amerika'ya gitmiştir. Bu yıllarda resim üretimini sürdüren Duchamp, aynı zamanda işlerinde rastlantısallık üzerine düşünmüş, bu konu üzerine çalışmalar yapmıştır ve rastlantısallığı kontrollü bir biçimde uygulamaya çalışmıştır. Duchamp, rastlantı üzerine çalışırken ilgilendiğı diğer bir konu da hazır yapıt (hazır nesne) üzerinedir (Yılmaz, 2013: 163). Duchamp, düşünceleri üzerine halihazırda başka amaçlar için üretilmiş olan sanayi nesnelere hazır nesne (hazır yapıt) olarak sergilemiştir. Sıradan nesnelerin sanat alanına girmesiyle birlikte biriciklik ve estetik gibi kavramlar yeniden sorgulanmaya başlanmıştır (Atalan, 2012: 23-30). Ayrıca Duchamp'ın hazır nesnelere, Picasso'nun buluntu nesnelere (Picasso bu nesnelere üzerinde değişiklik yaparak başka biçimlere benzetmiştir) farklı olarak kendi biçimlerini korumuşlardır. Bu durum, Duchamp'ın çalışmalarının düşünsel tarafını yoğunlaştırmaya başlamış ve kendinden sonrakileri sadece biçimsel anlamda değil, düşünsel anlamda da farklılaşmaya iterek etkilemiştir. Bir diğer konu da çalışmalarının biricik olması hakkındadır. Duchamp, hazır nesnede orijinal eser ve kopyaların (veya sonradan üretimleri) değil, önemli olanın düşünceyi aktarmak olduğunu savunur (Yılmaz, 2013: 166).

## 1.5. MİNİMAL SANAT

1900'lerin ikinci yarısına gelindiğinde Amerika'da bazı sanatçılar, inşacı gelenekten etkilenecek biçimlerde sadeleşmeye gitmiş, aynı zamanda mekana, malzemeye ve teknolojiye dikkat çekmeye çalışmışlardır. Minimalizm akımına dahil olan bu sanatçılar genellikle biçimlerde sadeleşmeye giderek geometrik biçimler ve kimi zaman bu biçimlerin birim tekrarlarını tercih etmişlerdir (Yılmaz, 2013: 268). Malzeme tercihi olarak geleneksel malzeme yerine endüstriyel materyalleri tercih etmişlerdir (Suyum ve Zöngür, 2021: 26-39). Bu durum, kimi zaman sanatçıların çalışmalarının üretim (biçimlendirme) aşamasından çıkarak fabrikalardan sipariş etmelerine neden olmuştur (Akgün, 2019: 21-29). Bu noktada sanatçıların üretimden artan zamanlarını yeni projeler bulmak veya başka faaliyetler için kullandıkları söylenebilir.

## 1.6. VİDEO

1960'larda gelişen teknoloji ile birlikte sanat alanında da değişim hızlanmış ve çeşitlenmiştir. O dönemde kayıt ve görüntüleme cihazlarının sanat (plastik sanatlar) alanında kullanım amacı, genellikle performansları ve oluşumları (happening) kayıt altına almak ve belgelemek olmuştur. Kayıt ve görüntüleme cihazları, video sanatının öncülerinden sayılan Kore doğumlu sanatçı Nam June Paik ve dönemin diğer sanatçıları tarafından yakın tarihlerde sanat nesnesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sanatçılar ilk zamanlar ekranları kullanmış olsalar bile, taşınabilir video kameraların üretilmesi ile onları da çalışmalarına dahil etmişlerdir. 1965'te Sony firması ilk taşınabilir video kamerasını piyasaya çıkarmıştır. Aynı yıl, Paik bu kamera ile Papa'nın caddeden geçişini kayıt ederek, aynı gün başka bir mekanda bu görüntüyü izleyiciye sunmuştur (Görenek Beyaz, 2016: 1-16). Video yerleştirmelerinde genellikle ekran kullanan Paik, çalışmalarında kimi zaman görüntüyü bozma yoluna gitmiş, kimi zaman video kamera kullanarak ekrana görüntü yansıtmış, kimi zamansa ekranları performansa dahil etmiştir. Paik, 1974 yılında yaptığı TV Buddha (Görsel 2) isimli çalışmasında bir Buda heykelciğini ekranın karşısına yerleştirmiş ve video

kamera yardımı ile heykelciğin görüntüsünü ekrana aktarmıştır. Çankır, bu çalışmanın ilk video heykel örneklerinden biri olduğunu söyler (Çankır, 2017: 37).

**Görsel 2:** Nam June Paik, TV BUDDHA, 1974



**Kaynak:** [https://dza2a2ql7zktf.cloudfront.net/binaries-cdn/dqzqcuf9/image/fetch/q\\_auto,h\\_920,w\\_920,dpr\\_auto,c\\_fit,f\\_auto/https://d2u3kfw92fzu7.cloudfront.net/catalog/artwork/gallery/1163/PAIK\\_TV\\_Buddha\\_1992\\_JCG8817-2.jpg](https://dza2a2ql7zktf.cloudfront.net/binaries-cdn/dqzqcuf9/image/fetch/q_auto,h_920,w_920,dpr_auto,c_fit,f_auto/https://d2u3kfw92fzu7.cloudfront.net/catalog/artwork/gallery/1163/PAIK_TV_Buddha_1992_JCG8817-2.jpg)

Sanat nesnesi olarak ekran kullanan sanatçılardan biri de Tony Oursler'dir. Bu malzemeyi genellikle erken dönem yerleştirme çalışmaları yaparken tercih etmiştir. Psychomimetic II isimli 1987'de yaptığı çalışması, ekran kullandığı çalışmalarından biridir. Bu çalışmayı, mimari bir maketi andıran bir biçimde yapmış ve çalışmanın zemininin belli bir bölümü ile çalışmada yer alan kulenin penceresinden gözükebilecek şekilde iki adet ekran yerleştirmiştir (Huldisch, 2018: 81-84). İlerleyen çalışmalarında düz zemin yerine küre, kukla gibi farklı nesnelere hareketli görüntüler

yansıtmiştir. Hareketli görüntüleri farklı nesnelerin üzerine yansıtması, Oursler'in çalışmalarına bir miktar çeşitlilik ve tehditkarlık kattığı söylenebilir.

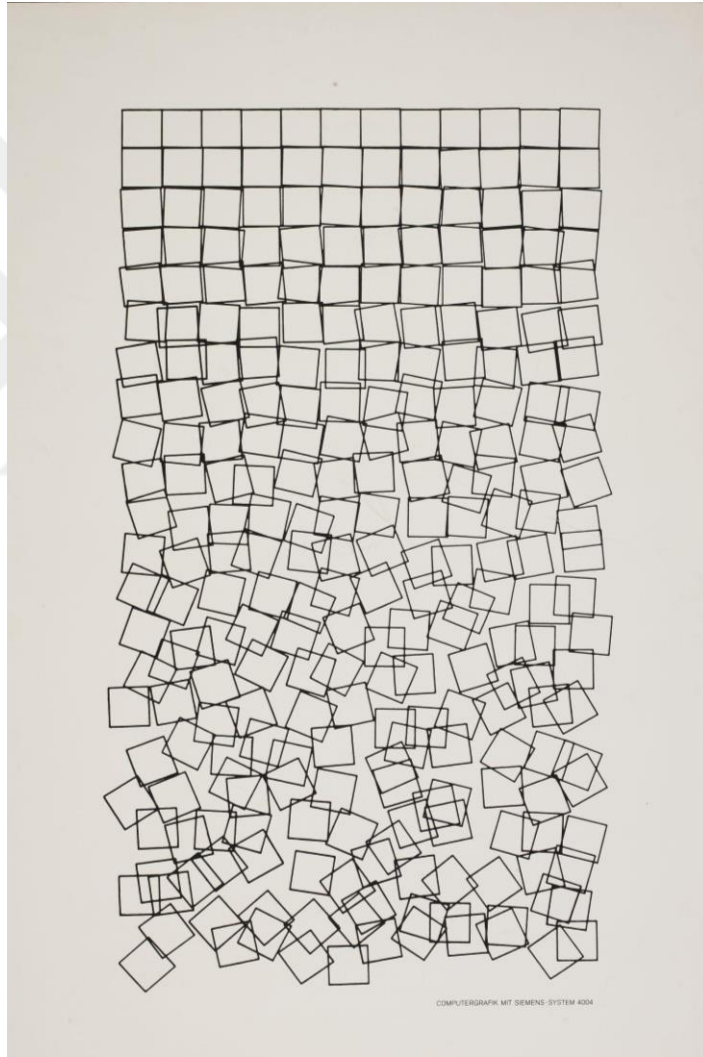
## 1.7. DİJİTAL SANAT

20. yüzyılın ortalarından itibaren gelişen yeni teknolojiler ile birlikte üretim yöntemlerinin değiştiğini ve yeni sanat pratiklerinin ortaya çıktığını görebilmekteyiz. 20. yüzyılın sonlarına doğru bilgisayar teknolojisi, sanat alanında kendisine yer bulmaya başlamıştır ve ilerleyen yıllarda kendi başına bir disiplin haline geldiği gözlemlenebilir. İlk dönemlerinde yapılan çalışmaların deneysel ve eğlence amaçlı olduğu, aynı zamanda bilgisayarların gelişimine katkıda bulunmuş olduğu ortadadır. Bununla birlikte, erken dönem çalışmaları genellikle bilim insanları ve matematikçiler tarafından üretilmiştir (Tuğal, 2018: 105). 1950'lerin başında Francis Laposky ve Herbert Franke, yakın tarihli çalışmalarında osiloskop (bir çeşit elektriksel ölçüm aleti) kullanarak çeşitli görüntüler üretmişler ve bu görüntüleri fotoğraflayarak kayıt altına almışlardır. Franke (1927-2022), teknolojinin gelişmesi ile çalışmalarını geliştirmiş ve buna paralel olarak bu disiplinin birçok alanında çalışma üretmiştir (Tuğal, 2018: 118). Ayrıca Franke, yazdığı metinlerde "yeni çağın tuvalinin bilgisayar" olduğunu aktarmış, aynı zamanda sanatta izleyici ve çalışma arasındaki ilişkinin değişeceğini ve daha etkileşimli hale geleceğini ekleyerek yapısı gereği buna en uygun aracın bilgisayar olduğunu ileri sürmüştür (Tuğal, 2018: 119).

1960'ların başında bilgisayar teknolojisi gelişim aşamasındaydı, bu nedenle, bilgisayara bilim adamları ve matematikçiler gibi bu sistemi geliştirenlerin ulaşabildiğini söylemek yanlış olmaz. Bundan dolayı, ilk çalışmalar genellikle deney amaçlı olarak matematikçiler tarafından üretilmiştir. O yıllarda bilgisayar ekranları da gelişme aşamasında olduğu için, yapılan çalışmaların sonucunu yazıcılar ile elde edilebilmiştir. Bilgisayar ile üretilen çalışmaların bulunduğu ilk sergiler ise 1965 yılının farklı zamanlarında bu alanın öncülerinden sayılan Georg Nees ve Frieder Nake'in açtığı sergilerdir (Tuğal, 2018: 133).

Georg Nees (1926-2016), matematikçi ve sanatçı olarak, bu alanda üretilen çalışmaları yapan ilk kişilerdendir ve bu alanda kitaplaştırılan ilk tezi (Generative Computergraphics/üretilen bilgisayar grafikleri) yazmıştır. Nees, erken dönem çalışmalarını yapabilmek için bilgisayarda ürettiği çalışmaları kağıt materyale basarken önce delikli kartlara oradan yazıcılara aktarmıştır. Çalışmaların da genellikle tekrar eden birimleri kullanan Nees'in bilindik çalışmalarından olan Schotter (1969) (Görsel 3) işini taş baskı ile çoğaltmıştır (Tuğal, 2018: 133).

**Görsel 3:** Georg Nees, Schotter, 1969, 28x21.8



**Kaynak:** <https://collections.vam.ac.uk/item/O221321/schotter-print-nees-georg/?carousel-image=2009CD4551>

Dijital sanatın öncülerinden gösterilen Frieder Nake (1938), aynı zamanda matematikçi ve bilgisayar alanında çalışan bilim adamıdır. Bu alandaki çalışmalarına

1963'te başlayan Nake, ilk sergisini 1965 yılında Nees ile birlikte Almanya'da (Galerie Wendelin Niedlich Stuttgart) açmıştır. Nake, 1965 yılında "Paul Klee'ye Saygı" (Homage to Paul Klee/13/9/65Nr.2) isimli çalışmasını üretirken, Paul Klee'nin çalışmasını inceleyerek matematiksel bağlantılar oluşturmuş ve bu bağlantılardan bir bilgisayar programı yazmıştır. Ardından yazıcı yardımı ile kağıda aktarmıştır (Tuğal, 2018: 135).

Bu alanda öne çıkan kişilerden biri de İngiliz sanatçı Harold Cohen'dir (1928-2016). Cohen, çalışmalarını 1970'li yılların başında geliştirmeye başladığı AARON adını verdiği bilgisayar programı ile tasarlamış ve bir alet yardımı ile yüzeylere aktarmıştır. Cohen, bu yazılım (AARON) tarafından üretilen çalışmaları ilk defa 1972'de sergilemiştir. İlk çizimleri renksiz ve anlaşılmaz (soyut denebilecek) olmuş ve Cohen tarafından renklendirilmiş. Fakat zamanla geliştirilmiş ve AARON, kendine tanımlanan nesnelere oluşan renkli kompozisyonlar da oluşturmuştur (Tuğal, 2018: 166) (Görsel 4)

**Görsel 4:** Harold Cohen, AARON tarafından üretilen çalışma, Computer Museum, Boston, MA, 1995



**Kaynak:** [https://images.computerhistory.org/blog-media/harold\\_cohen\\_aaron\\_IMG\\_6630.jpg](https://images.computerhistory.org/blog-media/harold_cohen_aaron_IMG_6630.jpg)

## 1.8. TEKNOLOJİK GELİŞMELER VE PROGRAMLAR

Çağlar boyunca gelişen teknoloji, yaşantıyı, üretim biçimlerini ve sanatı doğrudan veya dolaylı biçimde etkileyebilmektedir. Örneğin, boyaların tüplere konarak saklanması ve kolayca taşınabilir hale gelmesi, sanatçıların atölyelerinden çıkarak açık alanlarda çalışmalarına imkan tanımıştır. Ayrıca, teknoloji kullanımının bugün geleneksel olarak adlandırılan sanat alanında da son derece yaygın olduğu açıkça görülebilmektedir. Bir dönem, fotoğrafın temelini oluşturan “camera obscuranın” resim alanında yaygın bir kullanımı olduğunu, kimi sanatçıların da “camera lucida” isimli cihazı kullandığını söylemek mümkündür (Beyhan, 2018: 17)

Camera obscura, ışık geçirmeyen karanlık oda veya kutuya delik açılarak, kutu (oda) dışındaki nesnelere yansıyan ışıkların delikten geçmesini, delik karşısındaki yüzeye yansıtılarak görüntü oluşturmasını sağlar. Zamanla, camera obscura üzerinde çalışmalar yapılarak, deliğin olduğu noktaya mercek yerleştirilerek daha iyi ve odaklanmış ışık toplanması sağlanmıştır. Böylece daha keskin görseller elde edilebilmiştir. Bu cihaz, sanatçılara mekanların perspektiflerini inceleme ve iki boyutlu yüzeylerde nasıl görüneceğine dair fikir vermesi gibi konularda yardımcı olmuştur. Camera lucida ise camera obscuranın aksine kapalı bir alana ihtiyaç duymadan ayna ve/veya mercek yardımı ile bakılan kompozisyonu çizim alanına aktarmaya (kopyalamaya) olanak sağlamıştır (Beyhan, 2018: 16-17).

Fotoğraf üzerine denemeler, camera obscuranın içine yerleştirilen ışığa duyarlı kağıt veya plaka ile yapılmıştır, fakat bu yüzeye yansıyan görüntüler kalıcı olmayıp bir süre sonra silinmişlerdir. 1826’da sekiz saatlik pozlama sonucunda Fransız Nicephore Niepce, bu yüzeyleri belirli işlemlerden geçirdikten sonra kalıcı görüntüler elde etmeyi başarmıştır. İlerleyen yıllarda Niepce ile birlikte çalışmış olan Louis Daguerre, Niepce’in tekniğini geliştirerek pozlama süresini önemli ölçüde kısaltabilmiştir. İlk başlarda uygulanan yöntemler ile elde edilen çıktılar pozitif ve yeniden çoğaltılabilir değildi. 1839’da İngiliz Henry Fox Talbot, görüntüyü negatif olarak oluşturarak daha sonradan pozitif olarak fotoğrafı çoğaltmanın yolunu bulmuştur (Uğurlu, 2013: 210-216). 1850’lerin sonunda ise Henry Peach Robinson,

ilk fotoğraf kurgularından birini üretmiş ve bu kurguyu üretirken beş ayrı negatif kullanmıştır (Yılmaz, 2013: 51). Daha önceden üzerine çalışmalar yapılmış olsa da temeli toplamsal renk sistemine dayanan film, 1907'de Lumiere Kardeşler tarafından ilk defa ticari olarak üretilmiştir. 20. yüzyılın ortalarından sonra bilgisayar sistemlerinin hızla gelişmesi ve Amerika'nın uzay araştırmalarının dijital fotoğraf üzerindeki etkisi büyüktür (Uğurlu, 2013: 210-216). Russell Kirsch (1923-2020) isimli mühendis, 1957'de geliştirdiği tarayıcı yardımı ile fotoğrafı bilgisayara aktararak dijital bir kopyasını üretmiştir. İlerleyen yıllarda (1972'de) renkli dijital fotoğraf çalışmaları başarılı olmuş ve geliştirilerek 1975'te halka açılmıştır (Vargün, 2021: 41).

Fotoğrafın kullanım yaygınlığını göz önüne aldığımızda, dijitalleşmenin olumlu etkileri gözlemlenebilir. Bu durum, günümüzde çekilen bir fotoğrafın sonucunu görmek, düzenlemek veya çoğaltmak için bir laboratuvar da saatler geçirmenin ve kimyasal işlemlerin gerekliliğini ortadan kaldırmıştır. Fotoğraflar, film yüzeyi yerine dijital yollar ile kayıt edildiğinde, poz sayısı (çekilebilecek kare/fotoğraf sayısı) inanılmaz derecede artmış; ayrıca taşınması ve saklanması da kolaylaşmıştır. Bu durum, dijital ortam üzerinden üretilen veya dijital ortama aktarılabilen diğer şeyler için de mümkündür.

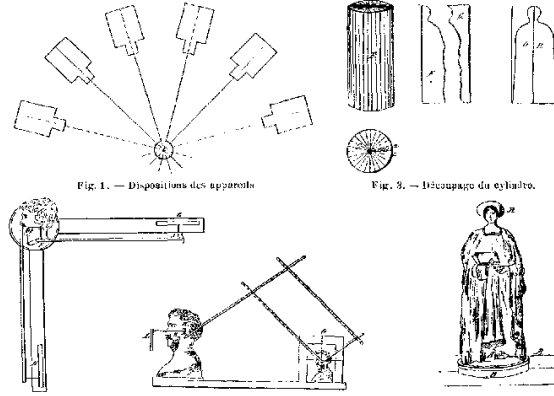
Tarih boyunca insanlık belirli dönemlerden geçmiş ve bazı dönemler üretim üzerine kurulu olmuştur, kimi zaman ise buna göre adlandırılmıştır. Bunlardan biri de, erken dönemlerinde mekanik olarak çalışan ve 20. yüzyılın ortalarında elektronik hale gelerek dijitalleşmeye başlayan hesaplama cihazları (bilgisayarlar) olduğu söylenebilir. İlk bilgisayarlar askeri amaçlar için üretilip kullanılmış ve oda büyüklüğünde olsa da, teknolojik gelişmeler sayesinde günümüzde sadece kolaylıkla taşınabilir hale gelmekle kalmayıp işlem gücü de artmıştır. Dijital teknolojilerin günümüzde kolay ulaşılabilir hale gelmesi, kendisine üretimden iletişime birçok alanda yer bulmasını sağlamıştır. 1990'larda internetin de son halini alarak bilgisayarlar ve bilgisayar kullanıcıları arasındaki iletişimi kurmasını sağlaması ile birlikte, Dünya Çapında (genelinde) Ağ (www/World wide web) ortaya çıkmıştır. Bu durum, günümüzde ortak alanların ortaya çıkmasına, kimi sanatçıların çalışmalarını internet ortamında sergilemelerine (kimisi zaman bu ortam için iş yapmalarına) ve

internet ortamında karma sergiler açılmasına veya sergilere katılmasına olanak sağlamıştır.

Teknolojik araçların, iletişim araçlarını geliştirdiği gibi, heykel çalışmalarının üretim aşamasında da kolaylık sağladığını söyleyebiliriz. Teknoloji, Antik çağlarda ve günümüzde üretimde kullanılan malzemeleri, üretim araçlarının dayanıklılığı, kopyalama yöntemleri gibi konuları ve buna dayalı üretim yöntemlerini etkilemektedir. Antik zamanlarda, özellikle Yunan ve Roma heykel üretiminde, kopyalama çokça ihtiyaç duyulan bir yöntem olmuştur. Bu yöntem için zamanın şartlarına göre farklı teknik ve teknolojiler kullanılmıştır. Antik dönemde noktalama, kaliper (ölçüm pergeli), ölçeklenebilir pantograf gibi yöntemler kullanılmıştır (Bulat, 1999: 121-132). Bu gibi ölçüm ve kopyalama tekniklerine zaman zaman günümüzde de başvurulmaktadır. 1860'larda François Willeme tarafından geliştirilip patent başvurusunda bulunulan Photosculpture (fotoğraf heykel) gibi ilginç yöntemler de var. Photosculpture yöntemi, canlı modelin fotoğrafı çekilerek pantograf yardımı ile malzemeye aktarılmasını sağlamıştır. Willeme, bu yöntemi uygularken fotoğraf çekme aşamasında dairesel olarak düzenlediği ve 24 parçaya ayırdığı mekanı kullanmıştır. Burada çektiği 24 açıdan fotoğraf dizinini yüzeye yansıtmış, oradan da pantograf yardımı ile malzemeye aktarmıştır (Görsel 5, Görsel 6). Bu yöntemin günümüzde

kullanılan üç boyutlu tarama (3D scanning) işlemi ile benzerlik taşıdığı veya temelini oluşturduğu açık bir biçimde gözlemlemek mümkündür (Mongeon, 2016: 76-81).

**Görsel 6:** PhotoSculpture şematik anlatım



**Kaynak:**

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Schéma\\_explicatif\\_de\\_la\\_technique\\_de\\_la\\_photosculpture\\_-\\_La\\_Science\\_française\\_-](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Schéma_explicatif_de_la_technique_de_la_photosculpture_-_La_Science_française_-)

**Görsel 5:** François Willeme, tamamlanmamış kadın büstü, 1865



**Kaynak:**

[https://frenchsculpture.org/media/collectiveaccess/images/4/5/6/90688\\_ca\\_object\\_representations\\_media\\_45685\\_large.jpg](https://frenchsculpture.org/media/collectiveaccess/images/4/5/6/90688_ca_object_representations_media_45685_large.jpg)

## 1.9. HEYKEL

İnsanlık tarihi kadar eski olan sanatın zamana ve mekana göre anlam değiştirebileceğini söyler Gombrich. Öyle ki heykelin de zaman içinde değiştiğini gözlemleriz. Nesrin Karacan ise heykeli şu şekilde tanımlar:

“Heykel, 20 yüzyıla kadar kaide üzerinde, kütleli, genellikle dik yükselen taş, ahşap gibi maddelerden yontulan ya da döküm yapılan ve yine genellikle figürün hakimiyetinde sembolik, diriltici bir plastiktir. Heykel, sanat dışı olan pek çok insanda kaide üstündeki kütleli formu ve onun neredeyse resmi karşılığı olan anıt formuyla karşılık bulur”(Karacan, 2013: 18).

Heykel, bir dönemler güç gösterisi olarak yaptırılan (sipariş edilen) anıtsal büyük kütleli figüratif yapılar olarak karşımıza çıksa da, zaman içinde bu durumun değiştiği gözlemlenir. Rosalind Kraus, “Mekana Yayılan Heykel” isimli metninde heykelin anıt anlayışı ile çoğu zaman bağlantılı olduğunu, ancak bu durumun 19. yüzyılın sonlarına doğru değişmeye başladığını ve anıtsallığını kaybettiğini söyler (Kraus, 2002: 103-110). Metnin devamında ise Kraus, modern heykelin anıtın tam tersi olan bir konuma geldiğini ve bu konum sayesinde anlatı (metinsel) olarak güçlendiğini ifade eder (Kraus, 2002: 103-110). Günümüzde heykelin anıtsallığı ile beraber kütesinin, yapısının ve biçiminin değiştiğini gözlemleyebiliriz. Kimi çalışmaların (heykellerin) mekan ile iletişimi çok az olsa bile, heykelin yapısından dolayı mekandan tam anlamı ile kopuş gerçekleşemez. Zaman içinde sanatçıların malzeme tercihlerinin ve buna bağlı olarak tekniklerin de değiştiği gözlenebilir. Günümüzde geleneksel malzeme olarak adlandırabileceğimiz bronz ve mermer gibi malzemelerin yanına işlenmesi kısmen daha kolay olan yeni malzemeler de kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojinin gelişmesi ile malzeme çeşitliliği artmış ve kimi malzemelerin işlenebilirliği kolaylaşmıştır. Sanat anlayışının değişmesi, malzeme çeşitliliği üzerinde etkili olmakla birlikte, kimi zaman teknik anlamda da değişikliklere gidildiği gözlemlenebilir. Bu durumun, sanatçıların çalışmalarını fabrikadan sipariş etmelerine yol açtığı zamanlar olduğu söylenebilir. Çağımızın getirdiği değişim ve yeni imkanlar ile çalışmaların belirli aşamalarında dijital olanaklardan yararlanmak mümkün hale gelmiştir.

## 1.10. DİJİTAL ORTAM/BİLGİSAYAR

Bugün, iletişimden üretime birçok şeyin dijitalleşmesine yol açan bilgisayar, günümüzde kullanılan halini alıncaya kadar çeşitli aşamalardan geçmiş ve değişmiştir. Özünde hesap yapmaya (hesaplama ile çalışan) yarayan bilgisayarların uzak atası olarak hesap makinelerinin de atası olarak abaküs gösterilmektedir. Hesap makinelerinin temeli olarak ise 17. yüzyılda Blaise Pascal'ın ürettiği hesaplama aracı gösterilir. 1801 yılında Joseph Jacquard tarafından bulunan delikli kartlar, zamanında dokuma tezgahında otomatik desen oluşturmak için kullanılmış olsa bile, bundan doksan yıl sonra 1890 yılındaki nüfus sayımında kullanılan Herman Hollerith'in bulduğu makine de delikli kart sistemine dayanmaktadır. Hollerith'in geliştirdiği delikli kart sistemi, bilgisayarların gelişmesinde önemli adımlardan biri olarak gösterilir (Keser, 1991: 411-422). Delikli kartlar aynı zamanda ikili sistem ile benzerlik göstermektedir.

20. yüzyılın ortalarında Mark I olarak da adlandırılan Otomatik Sıra Kontrollü Hesaplayıcı, delikli kartlar ile kontrol edilmiştir. Mark I, otomatik bilgisayarların öncülerinden sayılmış ve mekanik hesaplama araçları ile otomatik bilgisayar arasında bağlantı olmuştur. 1944'te askeri amaçlar için üretilen ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) adı verilen bilgisayar, oda büyüklüğünde, vakum tüplerden (lamba) ve çeşitli bağlantılardan oluşuyordu. İlk bilgisayarlardan sayılan ENIAC, Mark I isimli hesaplayıcıya göre oldukça hızlıydı. Ayrıca ENIAC ve türevi (1944 ile 1959 arası üretilen) bilgisayarlar birinci kuşak olarak adlandırılmışlardır. İkinci kuşak olarak adlandırılan bilgisayarlar ise önceki kuşağa göre boyutları küçülmüş, hızları artmış ve programlama dilleri sayesinde kullanımları kolaylaşmıştır. Ayrıca amaca yönelik programlamalar mümkün hale gelmiştir (Keser, 1991: 411-422). Bu kuşak bilgisayarların küçülmesinde en büyük etken, vakum tüpler yerine yarı iletkenlerin (Bell Laboratuvarı çalışanları tarafından geliştirilen transistörler) kullanılmasıdır. 1959 ile 1964 yılları arasında üretilen bilgisayarlar, ikinci kuşak olarak adlandırılmışlardır.

Üçüncü kuşak bilgisayarlarda ise bilgisayar ve parçaları küçülmeye devam etmiştir. Bellek sistemleri gelişmeye başlamış, transistörlerin üzerinde birçok transistörün bulunduğu entegre devreler olan çipler gelişmiş ve zamanla mikroşlemcilerle dönüşmüştür. 1964-71 yılları arasında üretilen bu bilgisayarlar (üçüncü kuşak), kendinden önceki dönemlere göre daha az maliyetle üretilir, daha hızlı ve doğru hesaplar yapabilir hale gelmişlerdir. 1970'lerden sonra üretilen bilgisayarlar dördüncü kuşak olarak anılmışlardır ve gelişiminde uzay araştırmalarının etkisinin büyük olduğu açıktır. Bu kuşak bilgisayarlar, kendinden önceki dönemlere göre daha ufak boyutlarda, daha hızlı olduğu gözlemlenir ve 1976'dan itibaren, mikroşlemciler bu bilgisayarlar ile kullanılmaya başlanmıştır. Dördüncü kuşak bilgisayarlar ve günümüzde kullanılan bilgisayarların temel olarak aynı yapıda olduğu söylenebilir. Kullanıcı ile bilgisayar arasındaki etkileşim bu dönem bilgisayarları ile oldukça kolaylaşmaya başlamış ve işlemleri komut (girdi/kod yazarak) ile değil arabirimler (fare, klavye, vb.) yardımı ile kullanımının önü açılmıştır (Keser, 1991: 411-422). Günümüzde bilgisayar sistemlerinin gelişimi hem donanımsal hem de yazılımsal olarak çok hızlı bir şekilde devam etmektedir.

Bilgisayar ile iletişim (kullanım kolaylığı) sağlama girişimleri, bilgisayarın oluşumu ile süregelmiştir. Bu durum, bilgisayar üzerine birçok çalışma ve geliştirmeyi de beraberinde getirdiği gözlemlenebilir. 1960'lı yıllarda "Hypertext" (köprü metin) olarak adlandırılan yapı çalışması görüntü, ses, kod gibi birimlerin seçilebilirlik metinsel bağlantılarını oluşturmayı amaçlamıştır. Bu sistem, günümüz internetinin temelini oluşturmaktadır. 1967'de köprü metinler, metinler arası bağlantı ve bilgisayar arabirimleri Douglas Engelbart tarafından tanıtılmış, nasıl kullanılacağına dair gösterim yapılmıştır (Tuğal, 2018: 75). Bu arabirim (fare/mouse), 1964'te Engelbart tarafından icat edilmiştir. Yakın yıllarda, bugünkü çizim yazılımlarının atası sayılabilecek olan "Sketchpad", Ivan Sutherland tarafından doktora tezi olarak yazılmıştır. Sketchpad, bilgisayar grafikleri, bilgisayar destekli tasarım programlarının, 3D (üç boyutlu) programlarının ve dijital animasyonların yaratılmasında öncülük etmiştir. Sutherland, bu program ile bilgisayar ortamında kontrollü çizimler yapmanın da yolunu açmıştır (Akdenizli, 2018: 11-12). Sutherland, bu programda yaptığı çizimleri o dönemde kullanılan ışık kalem (elektronik kalem)

ile bir ekranın üzerinden gerçekleştirmiştir (Tuğal, 2018: 83). Işıklı kalem arabirimi (girdi cihazı) zamanında çokça kullanılmış olsa da zamanla yerini fare kullanımına bırakmıştır. Ancak günümüzde, bu kalemi anımsatan yüksek hassasiyete sahip grafik tabletler, tasarım programları ile birlikte kullanılmaktadır. Ayrıca Sutherland'ın Sketchpad'i, kullanıcı ve bilgisayar arasındaki etkileşimi artıran gelişmelere de yol açmıştır.

1970'lerin sonlarına doğru bilgisayar kullanımına yönelik çalışmalar, yaşanan gelişmelerden dolayı farklılık kazandığı gözlemlenebilir. O yıllarda yapılan araştırmalar, bilgisayarın ev kullanımına uygun hale gelmesine olanak sağlamış ve kişisel bilgisayarın (personal computer(pc)) ilk adımları atılmıştır. Daha önceleri bilgisayarlara erişim kısıtlıdır ve kurumlar tarafından sağlanırken, 1981 yılında IBM tarafından ilk kişisel bilgisayar satışa sunulmuştur. Bu bilgisayar, işletim sistemi olarak Microsoft'un geliştirdiği MS-DOS ile çalışmaktadır. Ancak bu bilgisayarda grafik arayüzü olmadığı için kullanımı komutlar el ile girilerek gerçekleşmiştir. Grafik arayüzü işletim sisteminde kullanmayı başaran ise Apple'dır. Bu firma, 1979'da Xerox şirketinin yaptığı araştırmaları temel alarak kendi yazılımını ve grafik arayüzünü geliştirmiştir (Yıldırım ve Börekçi, 2021: 628). Grafik arayüzünü kullanmaya çok geçmeden Microsoft da işletim sistemine dahil etmiştir. Bu sistem büyük bir kullanım kolaylığı getirmiştir ve bilgisayar kullanımını komut metninden, fare ile sürüklenerek kullanımı ile değiştirmiştir. Grafik arayüzü, günümüzde bilgisayar temelli (tablet, telefon gibi) birçok cihazda kullanılmaktadır. Bilgisayar alanında yaşanan gelişmelerin iletişimin ve medya araçlarının üzerinde de etkili olduğu söylenebilir.

Günümüzde medya ve iletişim anlık denebilecek kadar hızlı olsa bile, internet öncesi dönemde bu durumun şimdiki kadar kolay olmadığı açıktır. İnternetin bir anlamda dünyayı küçülttüğü belirli medyalara ve kaynaklara ulaşımı kolaylaştırmıştır. 1930'larda Paul Otlet (1868-1940), "Mundaneum" adı verilen, bugün kullandığımız internetin atası sayılabilecek bir yapı tasarlamış, ancak o dönem için hayata geçirilememiş ve öneri olarak kalmıştır. Otlet, bu yapıda ekranlı bir masa yardımı ile uzaktaki belgelerin görüntülerine ulaşmayı ve bu belgeleri diğer belgeler ile ilişkilendirmeyi öne sürmüştür. Ayrıca bilgilerin depolandığı bir birimden de söz

etmiştir (Tuğal, 2018: 91). Otlet'in bu önerisi, açık bir şekilde interneti işaret etmektedir. 1950'lerde bilgisayarlar arası bağlantının gündeme gelmeye başladığı gözlemlenebilir. 1960'larda ise askeri alanda çalışmaların başladığı ve Engelbart ile başka bilim adamlarının bu sistem üzerinde yoğunlaşmışlardır. 1960'ların sonu ve 1970'lerin başlarında bilgisayarların birbirleri ile bağlantıları netleşmeye ve ağ bağlantıları gelişmeye yayılmaya başlasa bile, günümüzdeki halini 1990'ların başında almaya başlamıştır. 1980'lerde kurumlar ve şirketlerin bilgisayar ve bağlantı teknolojilerinden yararlanmaya başlaması ile sistemin dijitalleşmeye başladığı tespiti yanlış olmayacaktır. 90'lı yıllara gelindiğinde web yapısı gelişmeye başlamış, kişisel kullanımlar artmış, ilk web sayfası oluşturulmuş ve Dünya-Geneli-Ağ(World-Wide-Web/WWW) ortaya çıkmıştır (Tuğal, 2018: 94).

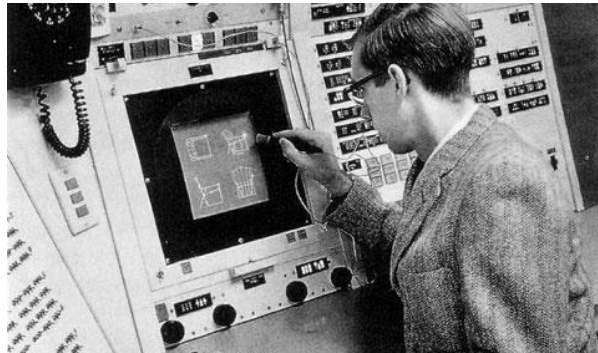
“...dijital olarak belli standartlardaki bilgiler, bilgisayarlar, mobil araçlar ve haberleşme ve iletişim sistemleri aracılığı ile karşılıklı etkileşimli olarak paylaşılabilirler. Dijitalleşen bilginin elde tek bir araç ile taşınabilmesi, yazılı, görüntülü ve sesli haberleşmede kullanılabilmesi, video, fotoğraf kaydı yapılabilmesi, dokunmatik ekran yapısı, kesintisiz internet erişimi sağlayabilmesi ve çeşitli uygulamalar yardımı ile neredeyse ilk dönem bilgisayarın yaptığı işlemlerin çoğunu gerçekleştirebilmesi hayali 21. yüzyılda gerçekleşmiştir. Bugün elde taşınan telefon, tablet yapıları bilgisayara gerek olmaksızın video ses kaydı, fotoğraf, veri işleme, film izleme, internete bağlanma, sesli ve görüntülü haberleşme yapabilen mobil cihazlar olarak dünya genelinde kullanılmaktadır. Taşınabilirlik aynı zamanda giyilebilir internet teknolojisini geliştirmekte ve bu konu üzerine yapılan araştırmalar farklı bir dünyaya doğru yol aldığımızı göstermektedir. (Tuğal, 2018: 97)”

## **1.11. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM PROGRAMLARI GELİŞİMİ**

Bilgisayar ile yapılan çalışmalar birçok alanda yeniliklere yol açtığı ortadadır. ENIAC'tan sonra bilgisayar alanında birçok gelişmenin yaşandığını, yeni teknolojiler arasındaki aralıkların kısaldığını ve gelişmelerin hızlandığını gözlemleyebiliriz. Bu alandaki gelişmeler zamanla diğer alanları da etkisi altına almış, bilgisayar kullanımı artmıştır. Bu durumun bir bakımdan dijitalleşmeye yol açtığı söylenebilir. Dijitalleşmenin yaşandığı alanlar arasına görsel sanatlarında zamanla dahil olduğunu gözlemleyebiliriz. 1960'lı yılların başında Ivan Sutherland'in doktora tezi olarak yazdığı Sketchpad (Görsel 7) isimli program, bilgisayarda çizim yapabilme olanakları

açısından önemli bir adım olmuştur. Sutherland'ın yazdığı bu program (Sketchpad), kod yerine arabirim ile çizim yapmaya olanak sağlamıştır ve grafik arayüzünün gelişmesine de katkı sağlamıştır. CAD (Computer-aided Design/Bilgisayar Destekli Tasarım) programlarının atası sayılan Sketchpad, aynı zamanda 2D (2Dimensional/2Boyutlu), 3D (3Dimensional/3Boyutlu) görselleştirme programları ve bu programlardan yararlanılarak yapılan sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR), 3D modelleme, görsel simülasyon ve efekt gibi birçok alanda temel oluşturmuştur. Sutherland'ın yazdığı Sketchpad programı, çizim yapmanın yanı sıra büyültme/küçültme (yakınlaştırma/uzaklaştırma), yapılan çizim üzerinde değişiklik yapma veya düzenleme ve çizimi kaydederek yeniden çağırma özellikleri vardır (Akdenizli, 2018: 11-12). Günümüzde bu özellikler basit sayılsa da, 1964 için öncü nitelikte olduğu açıktır. Sutherland ilerleyen yıllarda öğrencisi Robert Fletcher Sproull ile birlikte başlık olarak takılabilen AR (Augmented Reality) ve VR'ın (Virtual Reality) temeli sayılan Demokles'in Kılıcı (The Sword of Damocles/1968) isimli projeyi geliştirmiştir (Tuğal, 2018: 83). Sutherland, 1970 yılında, Utah Üniversitesinde beraber projelerde yer aldığı arkadaşı olan Davis Evans ile ortak olarak "Evans & Sutherland" isimli şirketi kurmuştur. Evans & Sutherland şirketi öncelikli olarak askeri amaçlar için uçak simülasyonları geliştirmiş ve görselleştirme üzerine çalışmalar yapmıştır (Kırık ve Kozan, 2015: 302). Ayrıca bu şirkette çalışmış olan bazı isimler, daha sonradan farklı alanları domine eden Adobe ve Pixar gibi şirketlerin kurucuları arasında yer almışlardır (Chapman, 2015). Çıkış noktaları Sketchpad olsa bile çok geçmeden çizim programlarının alanlara ayrıldığı gözlemlenir.

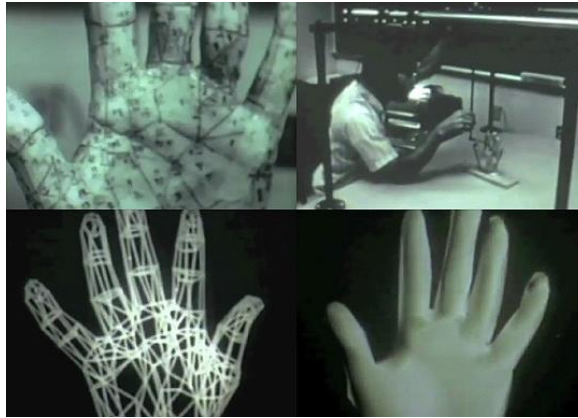
**Görsel 7:** Ivan Sutherland Sketchpad isimli yazılımı kullanırken



**Kaynak:** [https://history-computer.com/ModernComputer/Software/images/Ivan\\_Sutherland1962.jpg](https://history-computer.com/ModernComputer/Software/images/Ivan_Sutherland1962.jpg)

1970'lerde bilgisayar ile çizim yapma ve görüntü oluşturma sistemlerindeki gelişmeler hızlanmıştır. 1980'li yılların sonlarına gelmeden CAD ve Bilgisayarla Üretilen Görüntü (Computer Generated Imagery/CGI) olarak ayrılmaya başladığı farklı alanlarda yürütülen çalışmalar ile gözlemlenebilir. Bilgisayar ortamında yapılan çizimlerde önemli sayılan gelişmelerden ikisi birkaç yıl ara ile gerçekleşmiştir. Bunlar Martin Edward Newell tarafından yapılan "Utah Teapot" (Utah Çaydanlığı (1974-75)) ve Edwin Catmull tarafından yapılan "A Computer Animated Hand" (Bilgisayar Animasyonlu Bir El (1972)) (Görsel 8) isimli çalışmalarıdır. Utah Üniversitesi'nde çeşitli projelerde çalışan Catmull, aynı zamanda Evans & Sutherland şirketinde de görev almıştır. Catmull "A Computer Animated Hand" (1972) isimli çalışmasını bilimsel araştırmalar için yapmış olsa da sanatsal alanda ve bilgisayar ile üretilen çizimler alanında büyük etkilere yol açtığı söylenebilir. İsminden de anlaşılacağı gibi, Catmull bu çalışmada, bilgisayar ortamında 3D (3 boyutlu) bir el modellemiş ve bu elin animasyonunu oluşturmuştur. Catmull'un bu projesi aynı zamanda ilk karmaşık 3D modellemelerden ve animasyonlardan sayılmaktadır. A Computer Animated Hand projesini oluşturmak için, önce kendi elini kalıplayarak alçıdan dökümünü yapmıştır ve ardından bu alçı üzerine referans çizgileri ekleyerek modeli üçgenlere bölmüştür. Bir sonraki aşamada ise Catmull, alçı modelin üzerindeki referans çizgilerinden yararlanarak modelin Wireframe (ızgara görünüşü/tel kafes) halini bilgisayara

**Görsel 8:** Edwin Catmull, A Computer Animated Hand, 1972



**Kaynak:**

<https://www.animationmagazine.net/wordpress/wp-content/uploads/A-Computer-Animated-Hand.jpg>

aktarmış ve bu tel kafesten yüzeyler oluşturarak 3D el modelini tamamlamıştır. Animasyon aşamasını ise kendi yaptığı yazılım ile oluşturmuş ve her kareyi ayrı fotoğraflayarak bir ekranda tekrar oynatmıştır (video, film gibi hareketli görüntüler, durağan görüntülerin(fotoğraf) tekrarından oluşur, akıcı bir görüntü için saniyede 24 kare gerekir). Bu karmaşık el modeli yaklaşık 360 yüzeyden oluşmaktadır, ayrıca Catmull, karmaşık sayabileceğimiz yüz modeli ile de çalışmıştır. Edwin Catmull, bu çalışması ile CGI (bilgisayar ile üretilen görüntüler) alanında ve bu programların öncülerden gösterilmektedir. İlerleyen yıllarda Evans & Sutherland firmasından ayrılarak Pixar (animasyon firması) şirketinin kurucu ortaklarından olmuştur ve sinemada görsel efekt (VFX) alanında önünü açtığı söylenebilir (Utterson, 2015).

1975 yıllarında ise bilgisayar bilimlerinin merkezi sayılan Utah Üniversitesi'nde doktora öğrencisi ve bilgisayar bilimcisi olan Martin Edward Newell, araştırmaları sırasında bu alanın en bilinen modellerinden olan Utah Teapot'u (Utah Çaydanlığı/Newell Çaydanlığı) çizmiştir (Görsel 9). Newell, Utah Teapot'u oluştururken Bezier eğrisini kullanmış ve oluşturduğu modelin wireframe yapısı (günümüze kalan) görece Catmull'un eline göre düzgün olduğu görülebilir. Newell'in çaydanlığı, yapısından dolayı birçok geliştirme araştırmasında test modeli olarak kullanılmıştır. Doğrudan bilgisayar ortamında yaratılan bu model, ışık/gölge hesaplama testleri, yüzey yansıma testleri, bilgisayar ortamında oluşturulan doku ile materyal oluşturma testleri ve daha birçok test için kullanılmıştır (Dunietz, 2016).

**Görsel 9:** Utah Teapot temsil görüntüsü



**Kaynak:** [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Utah\\_teapot\\_simple\\_2.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Utah_teapot_simple_2.png)

1980'lerde bilgisayar kullanımı yaygınlaşmaya başlamış ve bilgisayar, sadece kurum ve şirketlerin ulaşabildiği bir cihaz olmaktan çıkmaya başlamış yavaş yavaş kişisel bilgisayar kullanımı yaygınlaşmıştır. Bilgisayar kullanımının artış, yazılım alanında birçok gelişmeyi beraberinde getirmiş ve hali hazırda yapılan çalışmaları da etkilediği gözlemlenebilir. Bilgisayar destekli tasarım programlarının gelişiminin hızlanması da bu durum ile paralellik göstermiştir. Tasarım programları yaygınlaşarak kullanım alanı çeşitlenmiştir. Bunun doğal bir sonucu olarak tasarım programlarının da farklı alanların ihtiyaçlarını karşılayabilme çabasına girmiş, çeşitlenmiş, gelişmiş ve ayrışmalar olmuştur.

1980'lerin sonu ve 1990'lı yılların başında bilgisayarda görüntü oluşturmaya yarayan programların arasındaki farkların keskinleşmeye başladığını görebiliriz. Bu programların bir kısmı teknik üretim odaklı olurken, diğer kısmının ise daha sanatsal üretim odaklı olduğu söylenebilir. Bu durum, 3D (3 boyutlu) tasarım programları açısından içerisinde benzer komutları/araçları barındırdığı ve benzer çalışma temelini kullandıkları için kimi zaman karışıklıklara yol açabilmektedir. Dijital ortamda model oluşturmaya yarayan programları CAD ve CGI olarak iki alana ayırmak mümkündür. CAD (Computer Aided Design/bilgisayar destekli tasarım) programları genellikle teknik ihtiyaçlara yönelik olup, modelleme, çizim, görüntüleme araçları, ölçme ve ölçeklendirme yapılarına sahiptir. Ayrıca AutoCad, Rhino3D, SolidWorks gibi teknik programlar genellikle mühendisler ve mimarlar tarafından tercih edildikleri gözlemlenebilir. CGI (Computer Generated Imagery/Bilgisayarla oluşturulan görsel) programları ise aynı zamanda başka isimler ile anılabilmektedir. Bu 3D programlar ise CAD programlarına kıyasla daha esnek ve sanatsal amaçlar için tercih edilmesi muhtemeldir. 3D görselleştirme programlarının da yine CAD programları gibi kendi alanının ihtiyaçlarına yönelik özelliklere sahiptirler. 3D görselleştirme alanına odaklanan programlar (genellikle içinde birkaç aracı birden barındırır) günümüzde genel olarak mimari görselleştirme, sinema, reklamcılık, video oyunu gibi alanlar ile birlikte anılsa da plastik sanatlar alanında da kullanıldığını görmek mümkündür. Bu alanların ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik modelleme, görüntüleme, görsel çıktı alma, animasyon ve kaplama gibi çeşitli araçlara sahip olduğu görülür (Yıldırım, 2004: 59-71; Kırık ve Kozan, 2015: 292-311). Ancak programın üretiliş amacına yönelik bu

özelliklerden bazılarını barındırmama ihtimali de vardır. Bu araçlar çeşitlendikçe zamanla farklı uzmanlık alanları ve alt kategoriler yaratmıştır. Günümüz için 3D görselleştirme programlarına örnek olarak 3ds Max, Maya, Zbrush, Houdini ve Blender gibi yazılımlar gösterilebilse de bu örnekler çoğaltılabilmektedir, ancak kimi programların zaman içinde kullanımdan kalkma ihtimali de bulunmaktadır (Kırık ve Kozan, 2015: 292-311). Bu yazılımlarda oluşturulan 3D modellerin (obje/nesne) program dışına aktarmanın ve sergilemenin birçok yolu olduğu gözlenebilir. 3D görselleştirme yazılımları yalnızca dijital ortamda oluşturulmuş modelleri düzenlemeye değil, aynı zamanda 3 boyutlu tarama (3D scanning) yöntemi ile dijitalleştirilmiş (dijital ortama aktarılmış) nesnelerin düzenlenmesinde kullanılmaktadır.

Günümüzde görselleştirme yazılımlarının belirli özellikleri sadece bilgisayar üzerinden değil, aynı zamanda internet tarayıcısı, cep telefonu ve tablet üzerinden de kullanılabilir. Bu durum, kimi kullanımlar için sabit bir yerde bulunma zorunluluğunu ortadan kaldırmaya başlamıştır. Görselleştirme yazılımları zamanla geniş alanlara yayıldığını, birçok disiplini etkilediği ve bu yeniliğin beraberinde belirli kolaylıklar ile birlikte dijitalleşmede getirdiği söylenebilir. CAD yazılımlarında ve 3D görselleştirme yazılımlarında yapılan modeller, tercihen dijital ortamda kullanılabilmesi gibi gerçek malzemelere aktarılması da mümkündür. Üretilen veya üretilmesi planlanan modelin kullanılacağı ortama göre farklı teknik düzenlemeler gerekebilmektedir.

### **1.12. CNC VE 3D PRİNER**

Günümüzde bilgisayar ortamında modellenen nesnelerin malzemeye işleme yöntemi, talaşlı (malzeme eksilterek) ve katmanlı (malzeme yığarak) olmak üzere iki yolu olduğunu görebiliriz. Hızlı prototipleme (katmanlı üretim/3 boyutlu baskı) ve CNC (Computer Numerical Control/bilgisayarlı sayısal kontrol)(Görsel 10) freze makinesi (talaşlı üretim) ile malzeme işleme yöntemlerinin, birçok alanda kendilerine üretim aracı olarak yer bulduklarını söylemek mümkündür. Her iki yöntemin de

yapıları gereği işleyebilecekleri materyal, bu materyallerin işleme zamanları farklılık gösterebilmektedir (kullanılan araçlar arasında bile).

**Görsel 10:** CNC makine Taş malzeme işleme anından. The Restoration of - the sculpture of - Edward VII; Belgeselinden ekran görüntüsü(8:13)



**Kaynak:** <https://youtu.be/jtQvNgorOqM?si=eLiifnaSkkIkV4J&t=493>

CNC makineler, ilk olarak 1900'lü yılların ortalarında kendisini göstermeye başlamıştır. Ancak ilk üretildiği yıllarda NC (Numerical Control) olarak anılmaktadır ve makinenin kontrolü bilgisayar yerine delikli kağıt şeritler (delikli kart) ile sağlanmıştır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile bu makinelere, komutlar delikli kartlar ile değil bilgisayar aracılığı ile aktarılmaya başlanmasının sonucu olarak NC makineler günümüzde CNC (Computer Numerical Control) olarak anılmaya başlanmıştır. CNC makinelerinin parça üretimi başta olmak üzere birçok üretim alanında kullanıldığını söylemek yanlış olmayacaktır (Kaygusuz, 2014). Parça eksilterek çalışan bu makineler genel olarak torna ve frezeleme şeklinde ikiye ayrılmış olsa bile, sanat alanında frezelemenin tercih edildiği gözlemlenebilir. Diğer yöntem olan katmanlı üretim yöntemi ise 1980'li yılların başında Hızlı Prototipleme (Rapid Prototyping) cihazları kendini göstermeye başlamıştır. 1981 yılında Hideo Kodama,

hızlı prototipleme cihazı için patent başvurusu yapan ilk kişidir, ancak bazı sebeplerden dolayı Kodama hızlı prototipleme cihazını patentini alamamıştır. Bu başvurudan birkaç yıl sonra Charles (Chuck) Hull, tarafından ilk defa hızlı prototipleme cihazı ile obje üretilmiştir (Görsel 11) ve Hull bundan birkaç yıl sonra 1986’da hızlı prototipleme cihazının patentini almayı başarmıştır. Aynı yıl 3D Systems isimli şirketi Hull, bu şirket altında Stereolitografi (Stereolithography/SLA) yöntemini ticari yönde geliştirmeye devam etmiş ve bundan iki yıl sonra ilk 3 Boyutlu yazıcıyı (3D Printer) kullanıma sunmuştur. Aynı yıl, FDM olarak isimlendirilen “Eritmeli Model Yığıma” (Fused Deposition Modeling) sistemi bulunmuştur. 1989 yılında Scott Crumb tarafından kurulan Stratasys isimli şirket kurulduktan yaklaşık üç yıl sonra ilk eriyik model yığıma (FDM) sistemi ile çalışan 3 boyutlu yazıcısını satmıştır. 1996 yılında ise hızlı prototipleme (Rapid Prototyping) ismini 3 Boyutlu Yazıcı’ya (3D Printer) bırakmaya başladığı gözlemlenebilir (Açıkgöz; Sönmez vd., 2018: 472).

**Görsel 11:** Chuck Hull tarafından 3boyutlu yazıcı ile basılan ilk parça, 1983

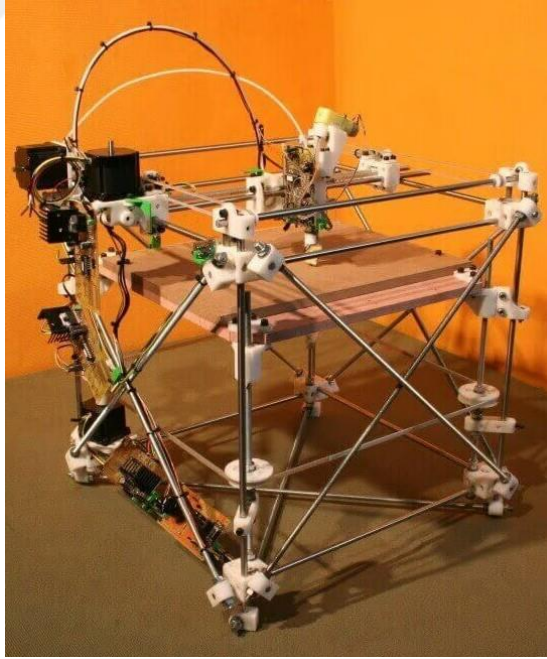


**Kaynak:** [https://historyofinformation.com/images/Screen\\_Shot\\_2019-07-23\\_at\\_8.27.21\\_AM.png](https://historyofinformation.com/images/Screen_Shot_2019-07-23_at_8.27.21_AM.png)

Bu araçların gelişmesi 2007 yılına kadar şirketlerin elinde olmuş ve pahalı olmakla birlikte profesyonel cihazlar olarak karşımıza çıktığı söylenebilir. 2000’li yılların başında Adrian Bowyer ve ekip arkadaşları tarafından üniversite kapsamında bu araçlar üzerine geliştirme çalışmaları yapılmıştır. RepRap (Replicating

Rapid Prototyper) isimli bu çalışma ile Bowyer ve ekip arkadaşları, kendi parçalarının bir kısmını kendisi üretebilen hızlı prototipleme cihazı geliştirmeyi başarmışlardır (Görsel 12). Ayrıca RepRap isimli bu projede, Bowyer ile ekibi projede RepRap'ı açık kaynak olarak geliştirmiştir ve ilgilenen kişilerin yazıcının kodlarına erişme imkanı sağlanmıştır. Bu durum, beraberinde proje sonlansa bile isteyen kişilere projeyi devam ettirme şansı, kişiselleştirme şansı gibi olanak getirmiş bir nevi projenin devamlılığı sağlanması umulmuştur ve başarılı olduğu da gözlemlenebilir. 2007 yıllarından sonra 3 boyutlu yazıcıların yaygınlaşmaya başladığını, boyutlarının küçülerek ev ortamında kullanılabilir hale gelmiş ve daha ulaşılabilir olmuştur (Mongeon, 2016: 4; Sönmez vd., 2018: 472). Günümüzde ise 3 boyutlu yazıcılar, tıptan havacılığa, gıdadan sanata birçok alanda üretim için kullanımı mevcuttur. Bu alan çeşitliliği beraberinde materyal ve malzemeyi işleme yöntemlerinde de çeşitliliğini artırdığı söylenebilir. Bu cihazlar genellikle sıvı materyali katılaştırarak, katı materyali eriterek ve toz haldeki malzemeyi belirli yöntemler ile birleştirerek çalışma yapılarına sahiptir ve bu yapılarına göre sınıflandırılmışlardır.

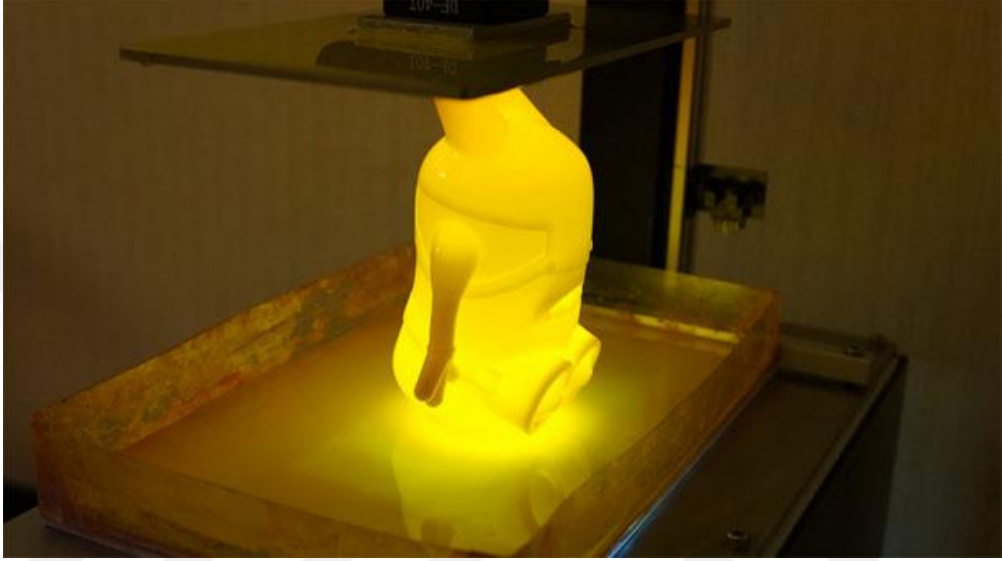
**Görsel 12:** RepRAP version 1.0 (Darwin)



**Kaynak:** <https://all3dp.com/history-of-the-reprap-project/>

Sıvı materyal ile çalışan sistemler genellikle ışığa duyarlı reçine kullanılmaktadır ve basım sırasında bu reçine lazer ışığı ile katılaştırılarak katmanlar oluşması sağlanır. SLA (Stereolitografi) (Görsel 13) olarak isimlendirilen bu yöntem ile detaylı düzgün yüzeyler elde edilmesi mümkündür ve obje basımı sonrası birkaç işlem gerekmektedir.

**Görsel 13:** SLA Baskı cihazı basım aşaması



**Kaynak:** [https://www.kudo3d.com/wp-content/uploads/2016/12/kudo3d\\_titan\\_1\\_sla\\_vs\\_dlp\\_3d\\_printing\\_minion.jpg](https://www.kudo3d.com/wp-content/uploads/2016/12/kudo3d_titan_1_sla_vs_dlp_3d_printing_minion.jpg)

Katı haldeki materyali eritme sistemine dayalı yöntem ise Eriyik Biriktirme/Yığıma Modelleme (Fused Deposition Modeling/FDM) (Görsel 14) adlandırılmaktadır. Bu yöntemde genellikle plastik malzemeler tercih edilmektedir. Eriyik malzemeyi yığıma yönteminde, eritilecek malzeme öğütülmüş halde veya tel halde eritme ucuna (nozzle/nozul/meme) itilir, burada eriyen malzeme ise birbiri üzerine katmanlar yığılarak nesneyi oluşturmaktadır. Bu yöntem ile yapılan nesnelerin malzemeleri ısı ile işlenebilir oldukları için geri dönüştürüme ihtimalleri de bulunabilmektedir. Diğer bir yöntemler dizisi ise toz haldeki materyali çeşitli yollar ile birbirine bağlayarak ya da kaynaştırarak yapılan modellerdir. Bu yöntemin birden fazla alt türden oluştuğunu görebiliriz. Çalışma sistemi değişmekle birlikte genel olarak ince bir katman toz tabakası lazer ışını ile ısıtılarak, bağlayıcı bir kimyasal kullanılarak veya iki yöntemin karışımı olarak adlandırabileceğimiz kimyasal ile

karıştırılan tozu ışık ile sertleştirme yolları ile çalışabilmektedir. Bu sistemde üretilen model yapım süreci için de toz havuzunda kaldığı için, kimi durumlarda üretilen modellerin havada duracak bölümleri için destek gereksinimi azalmaktadır. 3 boyutlu yazıcıların kullanım alanları çok geniş olduğundan hangi yöntemin kullanılacağı da üretilen nesnenin hangi alanda ve ne için üretileceği planlanarak ona göre seçilmelidir. Üretilen model medikal alanda mı, yoksa otomotiv alanında mı kullanılacağı ya da üretilen nesnenin maket olarak sunumda mı kullanılacağı, yoksa üretilen parçanın doğrudan mı kullanılacağı gibi sorular, malzeme ve yöntem seçiminde etkili olmaktadır (Çelik vd., 2013: 53-70). Kimi kullanımlar için basılabilir objelerin boyutları sınırlı olsa da, günümüzde büyük boyutlu nesnelere basmak için girişimler olmuştur ve malzeme çeşitliliğini de artırmaya yönelik çalışmaların olduğu gözlemlenebilir. Bunlara örnek olarak, implant ve organ üretme çalışmaları, tek katlı da olsa bina basma girişimleri ve cam materyal ile denemeleri verilebilir.

**Görsel 14:** FDM 3d yazıcı-Creality Ender 3



**Kaynak:** <https://i.all3dp.com/workers/images/fit=scale-down,w=1456,gravity=0.5x0.5,format=auto/wp-content/uploads/2018/04/26154020/ender-3-2.jpg>

## İKİNCİ BÖLÜM

### SANATÇILAR, ÖRNEK ÇALIŞMALAR VE DİJİTAL HEYKEL

#### 2.1. SANATÇILAR, ÖRNEK ÇALIŞMALAR VE DİJİTAL HEYKEL

Geçmişten günümüze, sanat ve teknolojinin ilginç bir iletişimi olmuştur. Öyle ki, teknolojinin kelime kökeni olan “techne” sözcüğü Antik Yunan’da üretimi, üretim sırasında uygulamayı ifade ederken sanatı da işaret etmektedir/kapsamaktadır (Tuğal, 2018: 11). Zaman içinde anlam ve ifade olarak değişiklikler gerçekleşse bile, sanat ve teknoloji arasındaki bağlarda zayıflamalar görülse de, ikisi arasında kopması olanaksız bir iletişim gözlemlenmektedir ve teknolojinin gelişimi sanatı doğrudan etkilediğini söylemek mümkündür. Zaman içinde sürekli değişim gösteren sanatın (plastik sanatlar) gelişimi/değişiminde büyük pay fotoğrafa ait olsa da gelişimin tek nedenini fotoğrafa bağlamak doğru olmaz. Fotoğraf, sanatın ve sanatsal üretim yöntemlerinin gelişimine büyük bir ivme kazandırmıştır.

Sanat ve dünya üzerinde büyük değişimler yaratan diğer teknolojik gelişmeler ise 1900’lerin ortasında temeli atılan, 1970’lerden sonra kendini iyice gösteren ve dijitalleşmeye başlayan bilgisayar teknolojisidir. Bilgisayar teknolojisi ile birlikte cihazlar arasında bir nevi evrensel bir bağlantı ve iletişim yapısı internet ile sadece sanatın değil, gündelik yaşamda beşeri ilişkilerden, kültürel etkinliklerin üretim ve sunumuna, edebi üretimde yazın ve düşün dünyasına kadar her pratiği değiştirdiğini ve etkileşimi arttırdığını söylemek mümkündür. Fakat bu değişim başlamadan önce de sanat, dijital yapıya uygun hale gelecek değişimi ve gelişimi zaman içinde göstermiştir, geleneksel yapısından ve malzemelerden uzaklaşmaya başlamış yeni arayışlarda bulunmuştur. Bu zaman zarfında sanat yapısında büyük gelişmeler olarak anlatım yapısı, konusu, konuları ele alış biçimi gibi yapılarda da değişiklikler olmuştur. Sanat yapısında yaşanan bu derin değişim, konunun, teknolojinin ve çağın el verdiğince malzemeye de yansıdığını görmek mümkündür. Sanatta yaşanan hızlı gelişmeler ile birlikte sanat alanlarında genişlemeler olmuştur. Bunun sonucu olarak farklı disiplinlerin birbirlerinin alanlarına müdahale ederek muğlak alanlar

oluşturabilmektedirler. Sanat alanında bu değişimler yaşanırken yakın zamanlı olarak bilgisayar sistemleri de gelişmektedir. 1950 yıllarında bilgisayar sistemleri kendini göstermeye başlamış ve ilerleyen yıllarda kimi mühendislerin bilgisayar sistemlerini geliştirmek için yaptığı çalışmalar, bir noktada dijital sanatın ilk örneklerini oluşturmuştur. Bilgisayar sistemlerinin gelişimi, gündelik hayata birçok alanı etkilediği gibi, sanat alanında da birçok disiplini belirli ölçülerde etkilemiştir. Tabii ki bu etki, sanatın her alanı ve disiplini için farklı ölçeklerde olmaktadır. Örnek olarak, fotoğraf ve sinema gibi alanlarda üretimin belirli bir kısmı dijital araçlardan önemli ölçüde yararlanırken, video oyunu ve animasyon alanlarında üretim ve tüketim tamamen teknolojinin getirdiği dijital ortam üzerinden gerçekleşmektedir, plastik sanatlar alanında ise bu etkinin çok daha az olduğunu gözlemlemek mümkündür.

1980’li yıllardan sonra bilgisayar teknolojisinin yaygınlaşması, kullanımının kolaylaşması ve bilgisayar ortamında modelleme yapmaya yarayan yazılımların kolaylaşp yaygınlaşması ile dijital teknoloji, heykel alanında da kendini göstermeye başladığı açıktır. Bu durum, kimileri için dijitalin geleneksele müdahalesi olarak algılanırken, kimisi dijitalleşme olarak aktarmış, kimisi de bu dijital teknolojileri dijital araç olarak kullanmıştır. Her ne durumda olursa olsun, günümüzde dijital araçlar heykel alanında kullanılmaktadır. Üretim aşamasında bu araçların kullanıldığı çalışmalar kimi zaman “Dijital Heykel” olarak anılmaktadır. Ancak üretiminde dijital araçları da barındıran Dijital Heykel, bir noktada dijital sanatla da ortak noktaları barındırmak zorunda kalacaktır. Bu durum, beraberinde disiplinler için kesişim noktası oluşturmakla birlikte gri alan da yaratmaktadır.

## **2.2. DİJİTAL HEYKEL**

1900’lü yılların sonlarına doğru, birçok kesimin bilgisayara erişiminin kolaylaşması, birçok alanda değişikliklere yol açmıştır. Bunun sonucu olarak, sanatçıların dikkatini çekmiş ve kimi sanatçılar çalışmalarının odağını bu alana yönlendirmiş, kimi sanatçılar ise bilgisayar ve dijital teknolojileri sadece araç olarak kullanmıştır. İnternetin getirdiği iletişim olanakları ile birlikte, kimi sanatçılar çalışmalarını portfolyolarını çevrimiçi (online) olarak yayımlamayı ve online sergiler

açmayı tercih etmektedir. İnternetin getirdiği bu olanak, sanatçının çalışmalarını bulunduğu konumdan bağımsız olarak dünyanın birçok yerindeki izleyiciye ulaştırmasını sağlamış ve aynı şekilde izleyicide zamandan ve mekandan bağımsız olarak çalışmalara erişebilmiştir. Benzer durumun müzeler içinde geçerli olabilmektedir. Her iki durumda da dijital teknolojilerin günlük yaşamda ve sanat alanında etkisi görmezden gelinemeyecek kadar büyük olduğu varsayımında bulunabiliriz. Bugün sergileme yöntemlerinin değiştiği gibi, dijitalleşme ile üretim yöntemlerinde de değişiklikler ve yeni gelişmeler yaşanabilmektedir. Ancak üretim yöntemlerinin değişmesi sadece dijitalleşme ile olduğunu söylemek doğru olmayacaktır, çünkü her dönemin kendi teknik getirileri ve teknolojileri olmuş ve üretim yöntemlerinin buna uyum sağladığı görülmüştür.

Gelişen teknoloji ve yöntemler, sanatçılara sürekli olarak malzeme çeşitliliğini artırmış, fakat yeni yöntem/malzeme ilk zamanlarında geleneksel olan ile çatışmış ve kabul görmemiş; yine de yeni olan, zaman içinde gelenekselin yanında yerini almaktan kurtulamamıştır (Sağlamtimur, 2010: 213-238). Kabul görmeme durumuna Picasso ve Duchamp gibi öncü (avangart) isimlerin yaptığı çalışmaları gösterebiliriz. Picasso'nun çalışmalarını sergilemeden önce bir süre gizlediği söylenmektedir ve Duchamp'ın hazır nesnelere ilk zaman aldığı tepki ortadadır, ancak günümüzde bir sergi alanında hazır nesne gördüğümüzde, ilk görülmeye 1900'lerin başında ki gibi tepki vermemekteyiz.

Bünyesinde dijital teknolojileri barındıran veya doğrudan dijital olarak sınıflandırılan işlerde de benzer durumlar yaşanabileceği gibi, günümüzde bu algının kırılmaya başladığını görmek mümkündür. Öyle ki, ilk kendini göstermeye başlamasından resmi olarak adlandırılmasına (1990'lar) kadar, günümüze dek birçok isim ile anılmış olan dijital sanat, artık kendi yapısı ve dilini oluşturmakla kalmamış, ayrıca alt dallar ile birçok farklı yapıda kendini var etmeye ve sunmaya başlamıştır. Sağlamtimur, günümüzde dijital yapılar içeren çalışmaların çoğaldığını ve yazılım sanatı gibi çalışmaların kendine has sembol ve sayısal ifade biçimleri gibi dinamikler içerdiğini aktarır; "Dijital çağda sanat eseri üretiminin kolaylaştığını söylemek mümkün değildir, çünkü alt edilmesi gerek zorluklar, gerekli bilgi ve uğraşı

faaliyetlerinin artabileceği ve tekrara gitmeden üretim yapılması gerektiği bilinmektedir.” (Sağlamtimur, 2010: 116).

Dijital sanat tanımı gereği bilgisayarın kullanıldığı birçok alanı kendisine dahil edebilmesi mümkündür. Dijital sanatın bu geniş alanını, fraktal sanat, yazılım sanatı, web sanatı gibi tamamen bilgisayar gibi cihazlara bağlı olan alanlardan, belirli yöntemler ile çeşitli amaçlar için dijital ortama aktarılmış olan fotoğraf, resim gibi geleneksel olarak adlandırılan sanatları dahil ederek sınıflandırmalar yapılmaktadır. Bu noktada geleneksel diyebileceğimiz bir sanat disiplini, saklamak, ölçeklendirmek, yeniden üretmek veya ölçeklendirerek kopyalamak ya da olası bir hasara/saldırıya karşı dijital yedeklerini tutmakta bilgisayar işlemleri içerdiğinden dolayı dijital sanatın kapsamına sokulmaktadır. Yine benzer şekilde, temelini geleneksel yapılardan alan bir çalışmayı bilgisayar ortamında oluşturulduğunda da dijital sanatın kapsamına girmektedir (Sağlamtimur, 2010: 213-238). Bu noktada, bilgisayarın kullanım alanının genişliği düşünüldüğünde, günümüzde neredeyse her şeyi dijital sanatın alanına sokmak mümkün görünmektedir. Bu durum, iddia edilenin aksine diğer alanlarda bir genişlemeden çok sınırlama yaratmaktadır diyebiliriz. Ve günümüz teknolojisinden yararlanma konusunda ve sınıflandırma konusunda çelişkiler yaratmaktadır. Dijital teknolojiler ile yapılan işlerin kategorilendirilmesi hakkında önemli bir yere sahip olan Christiane Paul, “Digital Art”(2008) isimli kitabında dijital teknolojinin çalışmadaki konumuna göre araç veya ortam olarak bir ön sınıflandırma yaptığını söyleyebiliriz. Geleneksel olarak adlandırılan sanat alanlarında (resim, heykel, fotoğraf gibi) üretim için kullanılması durumunda “araç” olarak konumlandırırken, çalışmanın üretimi ile birlikte saklama, sergileme/sunma ve etkileşim sırasında dijital teknolojileri kullanılmış ise “ortam” olarak sınıflandırmaktadır (akt. Sağlamtimur, 2010: 220-221). Devamında ise Sağlamtimur, Paul’u şu şekilde aktarmaktadır: “... bu iki tür dijital teknoloji kullanımının ana özelliklerinin bir kısmı ortak olmasına rağmen, dışavurumları ve estetik ifadelerinde farklılıklar bulunmaktadır. Bu iki kategoriye kesin bir sınıflama olarak değil, bir melez tür olarak görmek gerekmektedir.” (akt. Sağlamtimur, 2010: 220). Bu noktada dijital araçları içeren çalışmalar dijital sanat ve kullanan sanatçılar ise dijital sanatçı olarak anılmaktadır ancak içinde geleneksel diyebileceğimiz anlatımı barındıran veya alışkın olduğumuz şekilde karşımıza çıkan

çalışmaları sadece dijital araçlar içerdiği için doğrudan dijital sanatın kategorisine sokulması doğru mu? veya dijital sanat bunu karşılıyor mu? gibi benzeri sorular karşımıza çıkabilmektedir.

Günümüzde, fotoğraf ve sinema gibi alanlarda dijital teknolojinin kullanımı oldukça yaygınken (üretimin birçok alanını kapsamaktadır), heykel alanında ise dijital teknolojilerin kullanımının diğer alanlara kıyaslandığında çok daha kısıtlı kaldığını gözlemleyebiliriz. Ancak dijital teknolojiler yaygınlaşmaya başladığından beri, bu teknolojileri yakından takip eden ve araç olarak kullanmaya çalışan heykel sanatçılarının da olduğunu görmek mümkündür. Çalışmalarında bilgisayar ve yazılım gibi dijital araçlardan yararlanan heykel sanatçıları ve çalışmalarını kullanılan yöntemlerden dolayı kimi kaynaklar dijital sanatın altında “Dijital Heykel” olarak konumlandırmaktadır. Heykel kapsamında dijital araçlar ile çalışma üretmenin birden çok yolu olduğu söylemek mümkündür. Bu noktada, çalışmada ne yapılmak istendiği önem kazanmaktadır. Duruma ve zamana göre değişebilecek olsa da, bu üretim yöntemlerini objenin taranması, CAD veya üç boyutlu görselleştirme programları ile modelleme (ya da taranan modeli düzenleme) ve çıktı alma olarak üç bölüme ayırabilmek mümkündür. Kullanılacak amaca göre, hem nesneyi tarama yöntemi ile dijital ortama aktarıldıktan sonra düzenlemede hem de dijital ortamdan bir modeli üç boyutlu yazıcı veya CNC frezeleme yardımı ile malzemeye aktarmadan önce modeli oluşturma veya düzenleme için tasarım programı gerekmektedir. Bu programlar AutoCad, SolidWorks, Rhinoceros 3D gibi teknik ağırlıklı CAD programları olabilirken, daha sanatsal amaçlar için kullanılan 3Ds Max, Blender, Zbrush gibi görselleştirme programları da tercih edilebilmektedir. Amaca yönelik olmak ile birlikte birçok alana hizmet eden bu programlardan sanatçılar tarafından en çok tercih edilen grup, görselleştirme tarafında olan yazılımlar olabilmektedir. Bu programlar arasında ise heykel alanına içerdiği araçlardan ötürü yüksek poligonlu modellemeye izin veren Zbrush, Mudbox ve Blender gibi yazılımların uygun olduğu gözlenebilir. Kimi sanatçılar bu programlar ile oluşturdukları heykelleri malzemeye aktarmak yerine dijital ortamda farklı yöntemler ile sergilemeyi tercih etmiş olmaları mümkündür. Üretim sürecinde dijital araçların tercih edilmesi durumda heykel ile özdeşleşen malzeme ile sanatçı arasında uzaklaşmaların oluşacağını da göz ardı

etmemek gerekmektedir (Sağlamtimur, 2010: 213-238). Bu durumun, aynı zamanda heykel ile malzeme arasındaki ilişkiyi de sarsması mümkündür. Heykel alanında dijital teknolojilerin tercih edilmesinin beraberinde sanatçılara belirli avantajlar ve dezavantajlar getirdiğini unutmamak gerekir. Yine de, Zbrush, Mudbox gibi yazılımlar modelleme aşamasında çamur şekillendirmeyi anımsatan yöntemleri ile bu durumu kısmen azaltmaktadır. Üç boyutlu tasarım programlarının ve dijital araçların heykel alanında kullanımının günden güne artmakta olduğunu belirtmekte de gerekmektedir.

İçinde dijital teknoloji barındıran üç boyutlu çalışmalara veya yapım sürecinde dijital teknolojilerin araç olarak kullanıldığı heykel çalışmalarına Dijital Heykel olarak adlandırmak mümkündür. Ancak kimi noktalardan bakıldığında, Nam June Paik'in 1974 yılında yaptığı TV Buddha isimli çalışması ile birlikte kimi çalışmaları da Dijital heykelin erken dönem örneği olarak referans veren kaynaklar vardır (Akay, 2018: 17). Ancak, Dan Collins ise 1997'de "The CHALLENGE of DIGITAL SCULPTURE" (Dijital Heykelin Zorluğu) isimli metninin girişinde ise üç aşama sayarak (veri toplama/3 boyutlu tarama, modelleme ve üretim/çıktı alma) üretim sürecinde bu aşamaları içermesini işaret etmiştir (Collins, 1997). Aynı metnin devamında ise Collins, dijital heykelin alanını bir sınırlama getirmeden genişleterek "Birçok ilgili alan bilgisayar görselleştirmesinde birleşir. Bilgisayar grafikleri, her türden bilimsel görselleştirme, 3B modelleme, 3B Arşiv/Veritabanı, 3B Örüntü Tanıma (yapay zeka uzmanlığı gerektiren) dijital heykeltıraşın ilgi alanlarından sadece birkaçıdır." der (Collins, 1997). Bununla birlikte, bu alan genişlemesinin günümüzde hala bir sınırlama getirilmediğini veya netleşmediğini hatırlatmakta fayda vardır. Dijital heykelin sınır muğlaklığı sanatçı açısından büyük bir önemi olmadığı açık olabilir. Ancak, konunun anlaşılması ve iletişim açısından karışıklık yarattığı gözlemlenmektedir. Bu durum ayrıca dijital heykelin ne olduğu üzerine de sorunlar yaratmaktadır (Şener, 2018: 109). Bu alan üzerine çalışmalar yeni olarak görülse bile, üzerinde çalışılmaya başladığından günümüze uzun bir geçmişi olduğunu görebilmekteyiz. Bu teknolojik olanaklar bizlere her ne kadar yeni gözükse de, bir grup sanatçının uzun süre önce deneyimlendiğini ve onlar için güncelliğini yitirdiğini görebiliriz (Şener, 2018: 123). Dijital heykelin kapsadığı alan ne kadar geniş olursa olsun heykel alanında dijital teknolojilerin kullanımı yeterince yaygın mı, günümüzde bu teknolojiler sanatçılar

tarafından kabul ediliyor mu gibi sorular da karşımıza çıkmaktadır. Bu teknoloji kullanımının heykelin saklanması, korunması, dijital kopyasının oluşturulması, yeniden üretilmesi, ölçeklendirilmesi ve maket aşaması gibi birçok konu göz önüne alınarak tekrar değerlendirme konusu olmalıdır.

### **2.3.PROGRAMLAR VE BİLGİSAYAR ORTAMINDA MODELİN OLUŞRUTULMASI**

Dijital ortamda heykel çalışmaları için kullanılan veya kullanılabilir olan yazılım ve donanım araçlarının büyük bir çoğunluğunun öncelikli amacı heykel üretimi olmamaktadır. Her ne kadar öncelikli amaçları heykel olmasa da, CAD ve üç boyutlu görüntü üretme yazılımları günümüzde heykel için kullanılabilir. Bu yazılımlar, birçok alanda kullanılmakta olduğu gibi heykel alanında da model oluşturmada, oluşturulan modeli veya üç boyutlu tarama yöntemi ile bilgisayar ortamına aktarılmış modelleri düzenleme, ölçeklendirme gibi daha birçok aşamada yararlanılabilirliği mümkündür.

Bu programlar, kimi yerlerde CAD (Computer Aided Design/Bilgisayar Destekli Tasarım) programları altında gösterilse de, kimi yerlerde CAD ve CGI (Computer Generated Imagery/Bilgisayarla Üretilen Görüntü (bilgisayar tabanlı görüntü)) olarak ayrılabilir. Her iki durumda da bilgisayar üzerinden üç boyutlu görüntü oluşturmaya yarayan programların atası olarak Sketchpad (Ivan Sutherland'ın yazdığı) gösterilebilir. Bu programlar amaca göre kendi içerisinde çeşitli araçlar ve yapısal değişiklikler barındırabilirler. İki tür yazılım da dijital üç boyutlu uzayda model oluşturulma gibi benzerlikler barındırabilir, kullanım alanları açısından ve bu yönde içerdikleri araçlar açısından büyük farklılıklar olduğu açıktır.

CAD yazılımları daha çok mühendislik, sanayi ve imalat gibi alanlarda tercih edilmiş ve modelleme, planlama, ölçme ve görüntüleme gibi araçları bu alanlara yönelik özellikler içerecek şekilde gelişmiştir(geliştirilmektedir). Üç boyutlu görselleştirme yazılımları (CGI) ise daha çok görsel sanatlar alanında tercih edildiği ve bu alanlar için çeşitlenmek ile birlikte yazılımların amaçlarına göre içerdikleri

araçlarda farklılıklar gözlenebilmektedir. Sinema, çizgi film, reklam gibi alanlarda tercih edilebilen üç boyutlu görselleştirme programları, video oyunu gibi çok disiplinli olarak adlandırabileceğimiz alanların görsel kısımlarını oluşturmada da kullanılmaktadır. Bu alanlarda kullanılmak üzere CAD programlarından farklı olarak çeşitli animasyon, görüntü işleme (render), kaplama, ışık ve kamera gibi araçları barındırmaktadır (bu durum yazılıma göre araçlardan birini/birkaçını barındırmama veya çok daha fazlasını barındırma durumları söz konusu olabilmektedir.). Ayrıca, üç boyutlu görselleştirme programları heykel alanında da kullanıldığı gözlenebilmektedir.

Her iki yazılım türü de modelleme araçları içermekle birlikte farklı modelleme yöntemleri sahip olabilmektedir. Modelleme yöntemleri Solid(katı) modelleme, Yüzey (Surface) modelleme, Poligon (çokgen)/organik (Sculpting/şekillendirme) modelleme gibi farklılıklar göstermektedir. Katı modelleme yöntemi genellikle CAD yazılımlarında tercih edildiğini söylenebilir. Bu yöntem, genellikle teknik gereksinimleri olan motor veya parçaları, dişliler gibi modelleri oluşturmada tercih edilmekte ve yöntemin getirdiği ile birlikte CAD yazılımlarının hesaplamaları ile hazırlanan modelin gerçek ölçüleri, hacmi gibi özellikleri gerçeğe en yakın şekli ile hesaplanabilmektedir. Yüzey modelleme tekniğinde ise yüzeyi temsil eden eğriler (Bezier vb...) ile veya kontrol noktaları ile oluşturulan yüzey üzerinde değişiklikler yaparak modeller oluşturmak amaçlanmaktadır. Kontrol noktalarının konumuna veya eğrilerin durumuna göre yüzey hesaplaması yaparak yumuşak/düzgün yüzeyler elde edilmesini sağlamaktadır (Yardımcı, 2015: 450-463). Hem CAD hem de görselleştirme yazılımları bu yöntemi barındırabilmektedir.

Poligon modelleme yönteminde ise bazı farklılıklar bulunabilmektedir. Ayrıca, bu yöntem diğerlerinin aksine görselleştirme yazılımlarında en çok tercih edilen modelleme yöntemi olduğu gibi yüksek poligonlu şekillendirmeye izin veren ve Digital Sculpting yönteminin de temelini oluşturmaktadır. Poligon modelleme yöntemi ile oluşturulan üç boyutlu nesnelerin ve organik modelleme yöntemi ile bağlantısını da anlamak adına poligon yapısını bilmek gerekebilmektedir. Üç boyutlu poligon (çokgen) bir objenin (Mesh) oluşması için birçok poligon ve yüzey bilgisi

gerekmektedir. Ancak poligonun oluşabilmesi ve düzenlenebilir olması içinde alt elemanlar barındırmaktadır. Poligonun oluşturulması için üç boyutlu Kartezyen uzay sistemi üzerinden hesaplamalar yapılmaktadır. Bu koordinat sistemi üzerinde poligonu oluşturan noktaların (köşe/vertex) konumlarının ve noktalar arası çizgilerin (kenar/edge) hesaplanması ile ikiboyutlu poligon yüzey oluşmaktadır. Bu durumda en küçük yüzey birimini oluşturmak ve hesaplanabilmesi için üç kenar ile üç köşeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bir sonraki aşama ise bu yüzeylerden örüntü (Mesh) yapılarak üç boyutlu nesne oluşturulmaktadır. Poligonal ve organik modellemenin yapılabildiği üç boyutlu nesnelerin nokta, çizgi ve düz yüzeylerden oluşmaktadır. Ve nesne üzerindeki yüzey (poligon) sayısı ile nesnenin yumuşak görünümü ile detayı arasında doğru orantı gözlemlenebilmektedir (Uğur, 2002: 68-75). Bu modelleme türlerinde (poligon ve organik) belirli nedenlerden dolayı genellikle mesh yapısı oluşturulurken dört köşeli poligonlar (quads) tercih edilmektedir. Bunun, düzgün ve okunabilir örgü oluşturabilmek, birbirini takip eden ve kolay bölünerek yüzey sayısını arttırma gibi modellemeyi kolaylaştırıcı sebepleri olduğunu aktarmak mümkündür (Mongeon, 2016: 18-23). Poligon modellemede genellikle üç boyutlu objeyi oluşturan birimlerin (köşe, kenar, yüzey) yerleri değiştirilerek ve yeni birimler eklenerek yapılabileceği gibi modifier (değiştirici) adı verilen araçlar ile objeleri birbirine ekleme/çıkarma/birleştirme, kesit yükseltme, et kalınlığı verme gibi yöntemlerde bulunmaktadır. Ancak belli bir noktadan sonra yüzey sayısı çok artmakta, bununla birlikte modelin kontrolü zorlaşmakta ve kimi detayları işlemeye bu modelleme yönteminin olanak vermeyebilmektedir.

Organik modelleme (Digital Sculpting) yöntemi ise yüksek poligonlu modellemeler için daha uygundur ve bu modellerin kolay kontrolüne yönelik araçlar barındırmaktadır. Bu araçlar (fırça/brush olarak anılmaktadır), birçok yüzeyi (ve yüzeyi oluşturan alt birimleri) aynı anda hareket ettirme, yükseltip/alçaltmaya, çekme ve sündürme gibi işlemlere olanak vermektedir (Blender)<sup>1</sup>. Bu yönü ile organik modelleme (Digital Sculpting) kimi zaman kil üzerinde çalışma ile benzerlikler

---

<sup>1</sup> <https://docs.blender.org/manual/en/3.3/index.html> (erişim tarihi: 03.07.2023)

gösterdiği aktarılabılır (İba, 2018: 376). Organik modellemenin, bu açıdan diğer modelleme yöntemlerine göre heykel alanına daha yakın durduğu ortadadır. Ayrıca, organik modellemeye olanak veren yazılımların (Zbrush, Mudbox, 3D-Coat ve Blender gibi) kimi araçları, geleneksel heykelde kullanılan araçlar ile benzerlikler taşıırken, geleneksel yöntemlerden referans aldığı söylemek mümkündür (Mongeon, 2016: 108). Bu modelleme yönteminde üzerinde çalışılan modelin ihtiyacına göre yüksek poligonlu form şekillendirmeye olanak verdiği gibi, doku (yüz veya kumaş gibi...) benzeri detayları işleme olanaklarını da yine mesh üzerindeki poligon ve alt birimlerine müdahale ederek sunabilmektedir. Dokuların bu yöntem ile modellere işlenmesi, modelleri malzemeye aktarırken dokuların da aktarılmasına olanak sağlamasını mümkün kılmaktadır. Ancak bu noktada modelin yüzey poligon sayısı çok yükseleceği için başka sorunlar çıkabilme ihtimalini de göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Heykelde dijital araçları kullanmak kolaylıklar getirebileceği gibi zorlukları da ortaya çıkarması muhtemeldir.

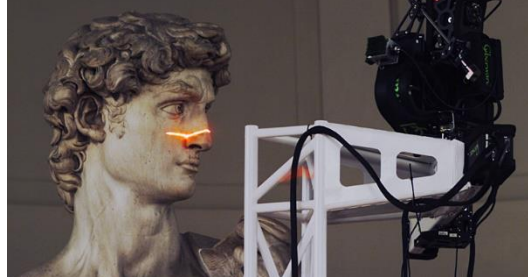
#### **2.4. AVANTAJ VE DEZAVANTAJ**

Teknolojinin gelişimi ile dijital teknolojilerin yaygınlaşması ve sanat alanında etkili olmaya başlaması, beraberinde birçok imkan, kolaylık, zorluk ve yeni ihtiyaçlar getirdiğini söyleyebilir. Öncelikli olarak 3Boyutlu görselleştirme ve CAD yazılımları ile birlikte 3Boyutlu tarama, CNC ve 3Boyutlu yazıcı teknolojilerinin heykel alanında kullanılabılır olması, heykel disiplinine de birçok imkan sağlayabilmektedir. Kimi projelerde çalışmanın ufak bir kısmında bile dijital teknolojilerden yararlanılması, proje açısından büyük kolaylıklar yaratabilmektedir. Projenin ihtiyaçlarına göre değişmek ile birlikte dijital teknolojinin projenin birçok noktasında aşamalara dahil edilmesi mümkün olabilmektedir.

Her çalışmanın kendi içinde farklı gereksinimleri olacaktır. Ancak 3 Boyutlu modelleme yazılımlarından faydalanarak çalışmanın ön modelleme aşamasını veya maketini bu yazılımlardan birinde oluşturmak, planlama aşamasında kolaylık sağlayabileceği gibi maketin varyasyonlarını oluşturmakta büyük zaman kazandırabilmektedir. Bu yazılımlar, ön modelleme/maket aşamasında değil heykelin

yerleştirileceği alanda nasıl görüneceğine dair fikir verebilmekte ve bunun için bilgisayar ortamında oluşturulan sahneler resim veya video dosyası olarak çıktı alınarak sunumu yapma olanağı sağlamaktadır. Bununla birlikte, dijital ortamda yapılan modelin teknik çizimlerini de bu yazılımlardan yararlanarak oluşturmak mümkündür. Ayrıca 3Boyutlu yazılımlarda modeli oluşturulan çalışmalar, herhangi bir amaç için hızlı prototipleme veya CNC makineler aracılığı ile materyale aktarılabilme olanağı da bulunmaktadır. Bu iki tür malzeme işleme yapan makine sayesinde(hızlı prototipleme/3D printer ve CNC frezeleme/milling), sadece dijital ortam oluşturulan modellerin malzemeye aktarılması değil, aynı zamanda tarama yöntemi ile dijital ortama aktarılmış nesnelerin yeniden üretimi de mümkün olmaktadır. Yani, çamur ile maketi yapılmış bir çalışmanın taranarak bilgisayar ortamına aktarılması ve ölçeklendirilerek tekrar malzemeye aktarılması mümkün olabileceği gibi bilgisayar ortamında maketi yapılan 3Boyutlu objenin de istenen ölçülerde üretilmesi mümkündür. Ayrıca bu teknolojiler sadece yeniden üretim, ölçeklendirme ve kopyalama gibi durumlarda değil, aynı zamanda kimi durumlarda hasarlı çalışmaların restorasyonunda da kullanıldığı durumlar olabilmektedir. 3Boyutlu tarama teknolojileri, geçmişte yapılmış olan eserleri herhangi bir tahribata karşı dijital ortamda 3Boyutlu olarak kayıt altına alma olanağı sunabilmektedir. 1997-1999 yılları arası yapılan Dijital Michelangelo Projesi (The Digital Michelangelo Project) (Görsel 15) buna örnek gösterilebilir. Bulat vd. (2014: 548-527) bu projeden bahsederken 3Boyutlu tarama teknolojisini bir çeşit kopyalama yöntemi olarak ele almış ancak heykel ile temas olmamasından dolayı kopyalama aşamasında geleneksel yöntemlere eserin hasar alma ihtimalini daha az olduğunu üzerinde durmuşlardır.

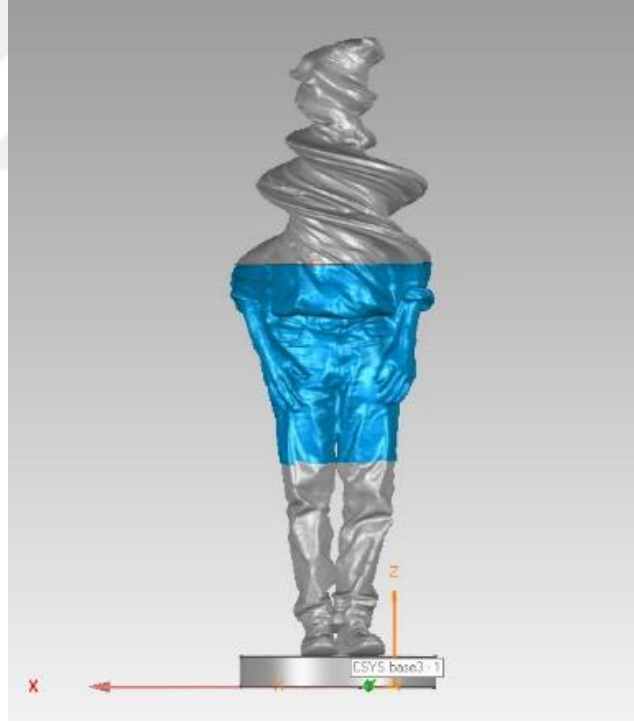
**Görsel 15:** Davud heykelin tarama aşaması



**Kaynak:** <https://accademia.stanford.edu/mich/more-david/scanner-head-and-david-head-s.jpg>

Dijital teknolojiler sayesinde bilgisayar ortamından çalışmak mümkün olmuş, atölyeye bağımlılık azalmış ve sanatçı zaman ve mekan fark etmeksizin çalışma olanağı yakalayabilmiştir. Bununla birlikte, çalışmaları (ön çalışmaları, kopyaları, teknik çizimleri) dijital ortamda saklama imkanı sunabilmektedir, bu da çalışmaların bozulmadan ve kaybolmadan saklanması anlamına gelebilmektedir. Ayrıca çalışma sırasında dijital teknolojilerden yararlanmak, farklı mekanlarda (ülke veya oda) bulunan kişilerin, yer fark etmeksizin aynı model veya proje üzerinde çalışabilme olanağı da sağlayabilmektedir. Bununla birlikte çalışmanın veya maketin dijital formatta olması, dijital ortamda görüntülenebilir olması ve CNC veya hızlı prototipleme cihazları ile ufak yanılma payları ile üretilebilir olması, çalışmanın veya maketin transferini kolaylaştırması da muhtemeldir. CNC ve 3Boyutlu yazıcılar sayesinde çalışmaların birçok malzemeye aktarımında da kolaylıklar sağlandığı ve çalışmanın malzemeye aktarılmasında hız kazandırdığı da söylenebilir.

**Görsel 16:** Dan Collins, Twister, çalışmanın 3D dosyası görseli



**Kaynak:**[http://www.dancollins.art/uploads/2/0/1/2/20120621/twister\\_production\\_beijing\\_2012.docx](http://www.dancollins.art/uploads/2/0/1/2/20120621/twister_production_beijing_2012.docx)

Dijital araçlardan yararlanma birçok kolaylık sağladığı gibi, bir noktadan sonra tartışmalara yol açması da muhtemeldir. Bu durum, fotoğraf kadar olmasa bile, fotoğrafın tartışmalı olduğu dönemi anımsatması şaşırtıcı olmayacaktır. Bir diğer tartışma konularından olabilecek şey ise çalışmanın biricikliği olması kaçınılmazdır (ki bu durum tamamen sanatçının elindedir(telif hakkı ve diğer etik kurallara uyulduğunu varsayarsak)). Çalışmalar üzerinde el işçiliğinin azalması da tartışmalara yol açabilecek durumlardan biri olabilmektedir. Dijital araçların kullanımı, sanatçının malzemedan ve atölye ortamından uzaklaşmasına da yol açabilmektedir. Ayrıca bu araçları, kullanmak, yeni teknik gereklilikleri beraberinde getirecek ve sanatçının bu alanlarda da bir miktar uzmanlaşma gerektirecektir. Bunun yanı sıra, 3Boyutlu yazıcıların bir kısmı ev kullanımı veya son kullanıcı için uygun olabilse de bir diğer bölümü ve CNC makine kullanımı gerektiği projelerde teknik yardımın gerekeceği açıktır.

**Görsel 17:**CNC makine Taş malzeme işleme öncesi hazırlık. The Restoration of - the sculpture of - Edward VII; Belgeselinden ekran görüntüsü(7:52)



**Kaynak:** <https://www.youtube.com/watch?v=jtQvNngoROqM>

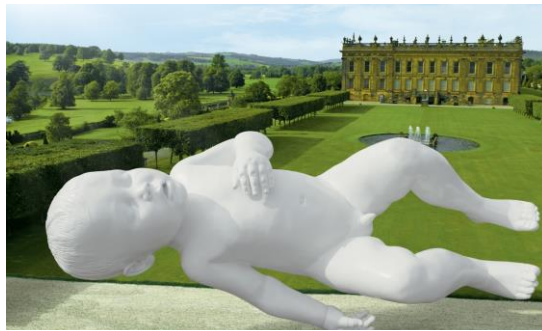
Olumsuz durum olarak karşımıza çıkabilecek başka bir durum ise birim tekrarları içeren çalışmalar olabilmektedir. CNC ve 3Boyutlu baskı cihazları, birim tekrarı içermeyen ve detaylı çalışmalarda hızlı sayılabilir de, birim tekrarı olan çalışmalarda kalıplar kadar kullanışlı olamayabilirler. Her ne kadar birçok malzeme bu teknolojiler sayesinde işlenebilir olsa da, sanatçının malzemelere yabancılaşması, modelleme aşamasında kütlelerin dengesi gibi teknik konuların göz ardı edilmesi malzemeyi işleme aşamasında veya sonrasında büyük sorunlara yol açma olasılığı bulunmaktadır. Bir diğer durum ise çalışmanın fazlaca yenilik içermesinden dolayı kitlelerce reddedilmesi olabilmektedir. Bu durumu Mehmet Yılmaz, John Cage'in şu

sözleri ile aktarmaktadır: “...yapıta yüzde yirmiden fazla yenilik sokarsanız izleyicilerin yüzde seksenini kaybedersiniz.” (2013: 404). Bir diğer yandan, malzemeye aktarmaya yarayan teknolojiler (CNC ve 3Boyutlu yazıcılar) anıtsal ölçekli işlerde, çalışmalarını tek parçada üretmek şu an için teknik olarak zor görünmektedir.

Bu teknolojiler, beraberinde kolaylık ile birlikte sorunları da getirdiği açıktır. Ancak her projenin ihtiyacı farklı olduğundan, projenin ihtiyacına göre bu teknolojilerden yararlanmak en doğru yaklaşım olacaktır. Sadece teknolojinin ve malzemenin sınırlarını bilmek değil, aynı zamanda yenilenen teknolojileri takip etmek de bu noktada önem kazanabilmektedir.

Marc Quinn’in 2008 yılında tamamladığı yaklaşık 10 metrelik “Planet” isimli heykelinin yapım (Görsel 18) ve planlama aşamalarında dijital teknolojilerden yararlandığı çalışmanın yapım belgesinde gözlemlenebilmektedir (Quinn)<sup>2</sup>. Çalışmanın başlangıcında, heykelin ölçekli maketi (veya çalışmaya esin kaynağı olan Innoscience(2004) isimli iş) tarayıcılar yardımı ile dijital modeli oluşturulmakta ve büyük ölçekli çalışmanın nasıl oluşturulacağına dair dilimleme ile birlikte planlama yapılmaktadır. Bu planlama sonrasında dilimlenmiş parçaların inşası ve çalışmanın yapım aşamasına geçilmiştir (Atelier One, 2015).

**Görsel 18:** Marc Quinn, Planet, 2008, 3x9x3m



**Kaynak:** <http://marcquinn.com/assets/artworks/medium/5465.jpg>

<sup>2</sup> <http://marcquinn.com/artworks/single/planet> (erişim tarihi: 14.07.2023)

Dan (Daniel) Collins'in "Twister" (1995-2012) isimli çalışması da benzer işlemler içerdiği söylenebilir. Twister isimli çalışmada Collins, 1995 yılında kendisini büyük bir 3Boyutlu tarayıcı yardımı ile tam ölçü olarak taratmış ve dijital ortama aktarmıştır. Sonraki aşamada deneme ve planlama çalışmaları için hızlı prototipleme cihazından ufak boyutlu maket ile kalıplama ve döküm için CNC makineden daha büyük boyutlu olmak üzere iki adet kopya oluşturulmuştur. Üretim aşamasının devamında ise büyük ölçekli referanstan kalıp alınarak dökümleri yapılmıştır(Collins, 2012)(Görsel 19).

**Görsel 19:** Dan Collins, Twister, çalışmanın yapım aşaması (Büyük ve Küçük maket)



**Kaynak:**

[http://www.dancollins.art/uploads/2/0/1/2/20120621/twister\\_production\\_beijing\\_2012.docx](http://www.dancollins.art/uploads/2/0/1/2/20120621/twister_production_beijing_2012.docx)

## 2.5. SANATÇILAR

Heykel çalışmalarında dijital araçları kullanan sanatçıların, bireysel söylemleri olduğu gibi Ars Mathematica gibi kuruluşların etkinliklerinde bir araya

gelebilmektedirler. Ars Mathematica tarafından düzenlenen önemli etkinliklerden sayılan “Intersculpt” ilk olarak 1993 yılında gerçekleştirilmiş ve zamanla geleneksel bir etkinliğe dönüşmüştür. Bu etkinlikler boyunca, tek mekan veya eş zamanlı olmak üzere sergiler gerçekleştirilmiş ve Dan Collins, Michael Rees, Keith Brown ve Robert Michael Smith gibi bu alanda (dijital heykel) öne çıkan isimler küratör/sanatçı olarak etkinliklerde yer almışlardır (Ganis, 2004). Bu alanla ilgili öne çıkan sanatçıların bir kısmının yer aldığı bir diğer etkinlikse Digital Stone isimli sergi gösterilebilir. 2008’de yapılan bu etkinliği, Autodesk firması organize etmiş ve sanatçı olarak Robert Michael Smith, Bruce Beasley, Kenneth Snelson ve Jon Isherwood projede yer almıştır. Serginin hazırlık sürecinde sanatçılar dijital araçlar ile çalışmalarını oluşturmuş ve 3Boyutlu yazıcılardan yararlanılarak çıktısı alınmış son aşama olarak ise Çin’de taş malzemeye aktarılmıştır (Mongeon, 2016: 47). Digital Stone sergisi tek seferlik bir proje olsa bile benzer isimler tarafından yakın yapıda bir başka proje 2013 yılında İtalya’da Dijital Stone Project ismi ile düzenlenmektedir. Düzenli olarak gerçekleştirilmeye çalışılan Digital Stone Project, Digital Stone sergisinde yer almış olan Isherwood ve Smith ile birlikte Rees gibi isimlerinde bulunduğu sanatçılar tarafından yönetilmektedir. İlk defa 2013 yılında yapılan bu projede yapım aşamaları maketin veya 3Boyutlu modelin CNC yardımı ile taş malzemeye aktarıldıktan sonra gerekli yerler sanatçılar tarafından el ile düzeltilmektedir (DSP)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> <https://www.digitalstoneproject.com> (erişim tarihi:13.07.2023)

### 2.5.1. Kenneth Snelson (1927-2016)

Amerikalı sanatçının çalışma alanının geniş olduğunu söylemek mümkündür. Sanatçı, erken dönem işlerinde Tensegrity çalışmaları (ve araştırmaları) ile dikkat çekmiş ve çalışmalarını bu tip yapısal heykeller etrafında şekillendirmeyi tercih etmiştir. “Atom Planet” serisinde ise dijital teknolojiden yararlanmaya başlayarak çalışmalarını 3Boyutlu yazılımlar yardımı ile görselleştirdiği gözlemlemek mümkündür. Bu yazılımlar ile yaptığı animasyon ve tek karelik görselleştirmenin yanı sıra, bu yazılımları yaptığı modelleri proje kapsamında malzemeye aktarılmıştır. Digital Stone Exhibition isimli projeye dahil olan sanatçı, Atom serisinde (Görsel 20) ki heykellerin bir kısmı bu proje kapsamında hayata geçirilirken dijital araçlardan yararlanılmıştır (Heartney ve Snelson).

**Görsel 20:** Kenneth Snelson, Dark Matter, 2009, Granit

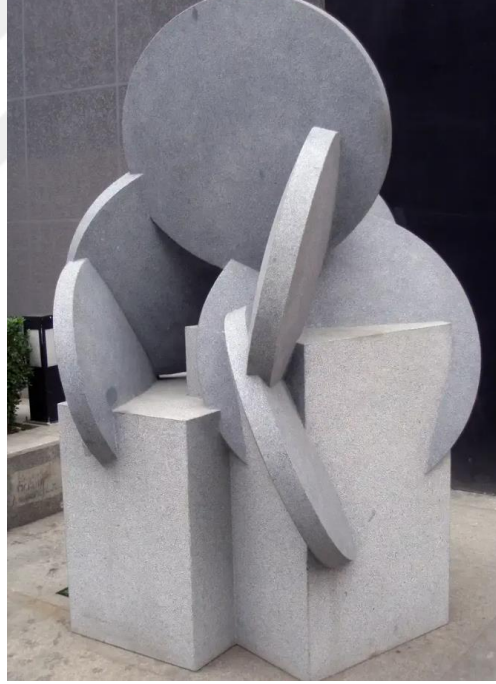


**Kaynak:** [http://kennethnelson.net/new/wp-content/uploads/2011/10/ks-dark-matter-img\\_0080.jpg](http://kennethnelson.net/new/wp-content/uploads/2011/10/ks-dark-matter-img_0080.jpg)

### 2.5.2. Bruce Beasley (1939)

Digital Stone sergisinde yer alan sanatçılardan biri de Bruce Beasley'dir. Beasley, çalışmalarını oluştururken 3Boyutlu modelleme yazılımlarından yararlanan ilk sanatçılar arasında gösterilebilir ve bu yazılımların gelişmesine yönelik çeşitli katkılarda bulunmaya çalışmıştır. Genellikle büyük ölçekli çalışmalar tercih eden sanatçı, aynı zamanda dijital heykelin öncülerinden olarak kabul görmekte olup dijital teknolojilerin kullanımı ile ilgili şunları aktarmaktadır: “3D teknolojisinin sanatçının eli haline geldiğini söyleyebilirsiniz; sanatsal dokunuşun yerini alamaz veya onu geçersiz kılmaz, ancak onu geliştirebilir.” Beasley, çalışmalarının birçok aşamasında 3Boyutlu modelleme yazılımlarından ve 3Boyutlu yazıcı teknolojilerinden yararlanmakta olduğu da karşımıza çıkmaktadır (Beasley)<sup>4</sup>.

**Görsel 21:** Bruce Beasley, “Untitled”, 2008



**Kaynak:** <https://computersculpture.com/2008-digital-stone/>

<sup>4</sup> <https://www.brucebeasley.com> (erişim tarihi: 15.07.2023)

### 2.5.3. Keith Brown (1947)

Keith Brown, dijital heykelin öncülerinden gösterilen isimlerden biri olmuştur. Heykel alanında 3Boyutlu teknolojiler üzerine araştırmalar yapmış ve bu konularda çeşitli kurumlarda görevler almıştır. Brown, FasT-uk'in kurucu ve yöneticilerinden ve dijital heykelin Avrupa'daki temsilcilerinden biri olmuştur. Çalışmalarında 3Boyutlu baskıyı kullanmanın yanı sıra 3Boyutlu görüntüleme teknolojilerinin üzerinde de durmuştur. Çalışmalarının birçoğunu bilgisayar üzerinden gerçekleştirmiş ve çalışma alanını geniş tutmaya çalışmıştır. Brown, dijital teknolojilerin kullanımı ile ilgili şunları söylemektedir:

“Bilgisayarla üretilen heykel için olanak çok büyük. Bilgisayar yavaş yavaş çağdaş pratisyenin alet çantasındaki yerini aldı, heykelin nasıl tasarlandığına üretildiğine ve deneyimlendiğine dair geleneksel görüşlerimize ve önyargılarımıza meydan okuyan değişiklikleri kaçınılmaz olarak görüyoruz. Bilgisayar ve ilgili teknolojiler, bende dahil olmak üzere birçokları için, yeni bir tasarım ve üretim aracından çok daha fazlası haline geldi. Bize keşfedilecek tamamen yeni medyalar sundular ve şüphesiz takip edilecek çok daha fazlası olacak. Bu milenyum sanatını geçmişin sanatından ayıracak ve Paleolitik insanın mağaralarında yapılan ilk “el resimleri” ile eşdeğer kültürel öneme sahip, estetik ve kavramsal ilerlemede bir paradigma kayması oluşacak tek bir varsa, o zaman hesaplanan tahminim eğer henüz değilse de, bilgisayar tarafından üretilen olacaktır.”<sup>5</sup>

**Görsel 22:** Keith Brown, Inside Out, 19mm



**Kaynak:** <https://keithbrown.art/the-art/#jp-carousel-208>

<sup>5</sup> [https://www.arsmathematica.org/is2005/4dsc-jury/keith\\_brown.htm](https://www.arsmathematica.org/is2005/4dsc-jury/keith_brown.htm) (erişim tarihi: 15.07.2023)

#### 2.5.4. Dan Collins (1953)

Dijital heykel alanında öne çıkan kişilerden biri de Dan (Daniel) Collins olduğu gözlemlenebilir. Collins, dijital teknolojilerin heykel alanında nasıl kullanılabileceği üzerine araştırmalar yapmış ve konu hakkında metin yayımlayarak dijital heykelin sınırlarını belirlemeye çalıştığı tespitinde bulunulabilir. Çalışmalarında genellikle 3D tarama, modelleme ve çıktı alma gibi yöntemleri tercih eden Collins, heykelin yanı sıra birçok alanda çalışmalar yapmıştır. Collins, yaptığı çalışmalarını hakkında şunları söyler:

“İşim geleneksel stüdyo endişeleri ile dijital medya arasında köprü kuruyor. Bilgisayarın sanal alanı ile heykelsi nesnelerin somut vücut tarafından hissedilen gerçekliği arasındaki boşlukla ilgileniyorum. İşimin yörüngesi, benim “dolaylı heykel” dediğim şey tarafından kapsanıyor. Bu kesişme noktasında, heykeltıraşın maddi kaygıları, dijital medyanın altında yatan kodlar ve makinesel süreçlerle diyalog halindedir. Bu ilişkiyi diyalektik olarak, yani çok farklı iki görme ve yapma biçiminden doğan eleştirel bir sentez olarak görüyorum.”<sup>6</sup>

**Görsel 23:** Dan Collins, Twister, 2012, 2.13m



**Kaynak:**

[http://www.dancollins.art/uploads/2/0/1/2/20120621/collins-datong-twister3-web2\\_orig.jpg](http://www.dancollins.art/uploads/2/0/1/2/20120621/collins-datong-twister3-web2_orig.jpg)

<sup>6</sup> <http://www.dancollins.art/about.html> (erişim tarihi:09.08.2023)

### 2.5.5. Robert Michael Smith (1953)

Robert Smith, Digital Stone sergisinde yer almış ve Digital Stone Project’inde yönetici sanatçılarından. Smith, dijital heykelin öncülerinden gösterilmekte olup çalışmalarının bir kısmını dijital ortamda oluşturmuş ve sonrasında 3Boyutlu yazıcı ya da CNC makineler ile malzemeye aktarmıştır. Ayrıca sanatçı, bu yöntemlerin yanı sıra animasyon ve sanal gerçeklik alanlarında da çalışmalar yapmış. 2012 yılında “Biophormatalesmith” isimli bilimin ve sanatın sınırlarının bulanıklaşarak daha karmaşık disiplin olarak birbirine geçtiği projede de bulunmuştur.<sup>7</sup>

**Görsel 24:** Robert M. Smith, Paradise Bird Burlesque, 2008, Granit, 120x150x120 cm



**Kaynak:** <https://rms-art.com/paradise-bird-burlesque/>

<sup>7</sup> <https://rms-art.com/bio-cv/> (erişim tarihi: 09.08.2023)

### 2.5.6. Michael Rees (1958)

Michael Rees, projelerinde dijital araçları sıkça kullanan sanatçılardan biri olmuştur. Rees, Digital Stone Project'e katılmış ve bu projeyi yöneten sanatçılar arasındadır. Sanatçı, çalışmalarında 3Boyutlu modelleme ve çıktı alma yöntemlerini kullandığı gibi "Artırılmış Gerçeklik" (AR/Augmented Reality) yöntemini de anlatım biçimlerine dahil ettiği gözlemlenebilir. Rees'in dijital araçları kullanmaya başladığı çalışmalar olarak "Ajna Series" gösterilebilir. 1998-2011 yılları arasında yaptığı bu seride, iskelet sisteminin karmaşık yapısını ve genellikle omurgayı tercih etmiştir. Rees, bu seride genellikle omurga ve diğer iskelet veya vücut parçalarını bir araya getirerek daha karmaşık yapılar oluşturduğu modellerini hızlı prototipleme cihazları ile malzemeye aktarmıştır (Şener, 2018: 119). "Clown Town" isimli serisinde ise Rees, gerçek malzeme ile birlikte AR teknolojisini bir arada kullanmayı tercih etmiştir. Bu seri ve Rees'in çalışmaları hakkında Şener şunları söyler.

"Bu çalışmalarda sanatçı heykellerini bir yandan fiziksel nesnelere olarak sergilerken diğer yandan artırılmış gerçeklik kullanarak yeni bir katman yaratmaktadır. Sanatçının bütün çalışmaları göz önünde tutulduğunda fiziksel somut gerçeklik, malzeme gerçekliği, sanatsal gerçeklik, geleneksel üretim yöntemleri, teknolojik üretim yöntemleri gibi farklı temsil yöntemlerini yan yana getirerek bir zamanlar Joseph Kosuth'un yapmış olduğu gibi farklı temsilleri yan yana koyduğu görülmektedir (Şener, 2018: 120)."

Rees, Clown Town (Palyaço Kasabası) serisine dahil ettiği "Abject Weather" (Görsel 25) isimli çalışması için söyledikleri ile çalışmalarının birçok katman içerdiği tekniğin ve anlatımın iç içe geçerek başka bir noktaya gelmiştir. Bu çalışmayı iki bölüme ayırmak mümkündür: ilki CNC makinelerin şekillendirdiği taş malzeme ve varlığı, diğer dijital cihazlara bağlı Artırılmış Gerçeklik olan ikinci kısım. Rees ise bu işi hakkında şu açıklamada bulunmuştur:

"Abject Weather'in merkezinde zaman ve komedi teması yer alır. Heykelin eski ve işçilik biçimlerini yeni teknolojilerle yeniden tasarlanması veya eski temsil felsefelerini daha yeni sunum felsefeleriyle yenilenmesi, zamanın gölgesini sayısız ve incelikli yollarla düşürür. Hava balonu ve görüntülerinin yerleştirildiği yere göre düzenli olarak değiştiği, heykelin ise tarihsel bir figürasyon ve iğrençlik diyalogu içinde kaldığı bir donanım-yazılım ilişkisi olarak tasarlandı. Ek Artırılmış Gerçeklik

parçası, heykelin memetik, zamansal ve etkileşimli yönünü daha da genişletiyor. Zorba tarihsel içeriği, kültürel eğilimlerin bir tren kazası gibi viral mizahla yumuşatan varlığı ve televarlığı vardır.”<sup>8</sup>

Aynı zamanda Rees’in kimi çalışmalarını internet üzerinden 3Boyutlu model olarak izleyebilmek mümkündür.

**Görsel 25:** Michael Rees, *Abject Weather*, 2014



**Kaynak:** <https://michaelrees.org/2014-abject-weatherb>

### **2.5.7. Jon Isherwood (1960)**

Isherwood, Digital Stone sergisine katılmış ve birkaç yıl aradan sonra Digital Stone Project isimli oluşumu (veya sempozyumu) gerçekleştirmiştir. Sanatçı dijital araçları heykel üretiminde sıkça kullanmıştır. Aynı zamanda, Isherwood, Digital Stone Project’in kurucuları ve yöneticileri arasında yer almaktadır. Isherwood’un çalışmaları hakkında; “... Heykelleri, antik ve modernin karşı karşıya geldiği benzersiz bir sürecin

<sup>8</sup> <https://michaelrees.org/2014-abject-weatherb> (erişim tarihi: 09.08.2023)

sonucudur: en eski ve en duygusal heykel malzemesi olan mermer, yüksek teknoloji yöntemlerinin yardımıyla oyulmuştur...” denmiştir.<sup>9</sup>

**Görsel 26:** Jon Isherwood. 2018, Mermer, 3x 3x2m



**Kaynak:** <https://www.jonisherwood.com/public-scale-work>

### **2.5.8. Robert Lazzarini (1965)**

Robert Lazzarini, çalışmalarında dijital modelleme gibi araçları kullanan bir diğer sanatçıdır. Sanatçının çalışmalarında dijital teknolojileri kullanarak yaptığı biçim bozular ile algılaması zor objeler ürettiği söylenebilir. Lazzarini, yaptığı çalışmalarda betimlediği/biçimini bozduğu nesnelerin gerçek ölçülerini ve materyalini korumayı tercih ettiği gözlemlenmektedir. Algıları zorlayan birçok seri üreten sanatçının çalışmaları gerçeklik sınırlarını zorlayan serilerinden bir tanesinin de “Skulls”(Kafatasları) serisi olmuştur (Görsel 27). Lazzarini, bu seride kafatasını

<sup>9</sup> <https://www.jonisherwood.com/about> (erişim tarihi: 09.08.2023)

3Boyutlu tarayıcılar yardımı ile bilgisayara aktararak nesnenin biçimini bozmuş ve yine aynı materyal (kemik) ile dökümünü yapmıştır (Şener, 2018: 115-116).

**Görsel 27:** Robert Lazzarini, Skull (i), 2000, reçine, kemik, pigment, 25x22x15 cm



**Kaynak:** <https://www.robertlazzarini.com/skulls>

### 2.5.9. Karin Sander (1957)

Karin Sander, çalışmalarına dijital araçları dahil eden sanatçılardandır. Sander, 1997 yılında yaptığı “3D Body Scans” isimli işinde bu araçları çalışmalarına dahil etmeye başlamıştır. Sanatçının ilerleyen yıllarda “Person1:5”, “Person1:10”, “Museun Visitors1:8” gibi isimler ile benzer yapıda çalışmaları tekrarlamış olduğu gözlenebilir.

Sander, bu çalışmalarında insanları üç boyutlu tarayıcılar yardımı ile taranarak bilgisayara aktarılmakta ve ardından ölçekli olarak üç boyutlu yazıcılar yardımı ile üretildikten sonra boyanmaktadır. Sander, projedeki figürlerin üretim aşamasında yer almadığı gibi üç boyutlu tarama esnasında insanların duruşlarını olabildiğince etkilememeye çalışmıştır (Şener, 2018: 113).

Sander'ın Museum Visitor 1:8 ve Art-Fair Visitors 1:7,7... Unlimited çalışmaları ile ilgili olarak Harald Welzer tarafından şunlar söylenmiştir:

“Sonuçta insanlar küçültülüyor ve alçı ve pigment katmanlardan modelleniyor, daha sonra sergilerde ve oturma odalarında farklı durumlarda farklı pozlar ve kıyafetlerle bulunuyorlar. Ve hepsi biliyor ki, dijital devrim sona erdiğinde, her biri kendilerine ait bir poz vermek için çabalayan bir figür olarak yeniden ortaya çıkacak: dijital çağdan kalma üç boyutlu otoportelerin sınırsız varyasyonları. “Unlimited” projesinin katılımcıları olarak aynı zamanda bir sanat piyasası etkinliğinin aktörleri olduklarından, adeta bir sergi parçası olarak kendilerine ait oluyorlar.”<sup>10</sup>

**Görsel 28:** Karin Sander, Museum Visitors1:8, 2008



**Kaynak:** <https://www.karinsander.de/en/work/identities-on-display>

<sup>10</sup> <https://www.karinsander.de/en/work/identities-on-display> (19.10.2023)

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### UYGULAMALAR

#### 3.1. UYGULAMALAR

Öncelikle, film, reklam, mimari, video oyunu gibi sektörlerde kullanılan 3D görselleştirme yazılımlarının heykel projelerinin yapımı, görselleştirme ve sunum aşamasında bu teknolojilerin kullanıldığını gördüm. Bu yazılımları öğrenme (veya kullanma) girişimim sırasında daha farklı amaçlar için de kullanılabileceği ve kullanıldığını fark ettim. Bu yazılımlar tek başına kullanıldığında heykel açısından kimi noktalarda kısıtlı kalabilmekte, ancak 3D yazıcı ve CNC makineler yardımıyla malzeme işleme olanakları ile başka bir boyutlara taşınmıştır. Bununla birlikte, Michael Rees gibi çalışmalara AR teknolojisini dahil etmek fikri de çalışmanın yapısal (kavramsal/anlamsal) boyutu açısından başka kapılar açabilmektedir. Aynı zamanda çalışmaların dijital ortamda 3D olarak sergilenebilmesi veya ulaşılabilmesi, fotoğrafla birlikte çalışmanın algılanmasında olumlu etkileri olma olasılığı bulunmaktadır. Elbette heykeli mekanda görmenin ve algılamanın yerini tutmayacak, ancak sadece fotoğraftan veya videodan incelemenin ötesine taşıyacağı açıktır.

Bir diğer yandan, bu teknolojilerin bilgisayar (veya tablet/telefon) üzerinden dijital olarak 3D objeler ve mekanlar oluşturabiliyor olması, bir noktada heykelin de bu araçlar yardımı ile yapılabileceği anlamına gelebilmektedir (belirli aşamaları olsa bile). Bir atölyeye erişimin olmadığı durumlarda, bu araçlardan yararlanabiliyor olabilmek can kurtarıcı olabilmektedir. İki veya daha fazla kişinin aynı projede çalışması gerektiği veya proje üzerinde fikir alışverişinin gerektiği durumlarda da mekansal olarak bir arada olma zorunluluğunu (kimi zaman zorluğunu) bir noktaya kadar ortadan kaldırabilmektedir. Bu yazılımlardan yararlanabilmek, çalışmanın alternatifleri/varyasyonlarının oluşturulması gereken durumlarda hız kazandırabilmektedir. Ayrıca çalışmaların üretilmeden (malzemeye aktarılmadan) önceki aşamaların bu yazılımlar ile yapılması, çalışma malzemeye aktarılsa bile çalışmanın son haline dair öngörülerin bozulma olmadan detaylı olarak saklanmasına da olanak vermektedir. Kimi büyük veya küçük ölçekli çalışmalarda görselleştirme

yazılımları ile birlikte CNC ve/veya 3D yazıcı teknolojilerini kullanmak, malzeme, maliyet ve zaman açısından avantajlar sağlayabilmesi olasıdır.

Bu teknolojiler üzerine yapılan araştırmalar ve sürekli gelişim halinde olması da devamlı yeni olanaklar (materyal, teknoloji vb...) sağlayacağı anlamına gelebilmektedir. Aynı zamanda bu teknolojilerden daha yeni veya gelişmiş teknolojiler (yapay zeka teknolojileri (ChatGPT, Midjourney, Dall-E, gibi)) sayılabilecek yapıları anlamada gelecekteki olasılıkları bir nebze tahmin etmede bu teknolojileri (3D görselleştirme) bilmek yardım sağlayabilme olasılığı vardır.

### **3.2. İSİMSİZ (KOLTUK)**

Çalışmanın yapım aşamaları olarak, 3D görselleştirme yazılımında ön modellemesi yapıldı (3ds Max programı kullanıldı) ve figürler ile koltuk ayrı ayrı modellendikten sonra figürler koltuk üzerinde çoğaltılarak düzenlendi. Sonraki aşama olarak alçı ve kilden küçük boyutlu çalışma yapılarak olası sorunlar ve figürün koltuk üzerinde nasıl çoğaltılacağına dair çalışma yapıldı ve maket boyutunda örnekleme ortaya çıktı. Çalışmanın tam ölçekli hali için, ölçülerin hesaplanması bilgisayarda oluşturulan dijital model üzerinden yapıldı. Çıkan ölçülere göre plakalar (yüzeyler) oluşturulup, bu yüzeyler düzenlenerek (kesilip, birleştirilerek) koltuk formuna getirilmiştir. Büyük plakaların yapımı sırasında çalışmanın bir tek plakadan (yekpare) oluşturulmuşken, çalışmanın (koltuğun) diğer yüzeyleri daha küçük dört plakanın birleşiminden oluşturuldu. Ancak çamurun kalınlığının yetersiz olduğu veya figür modelinin çamurda yeterince iz bırakmadığı gibi durumlarda figürler plakada yüzeysel kaldığı durumlar ortaya çıkabilmektedir. Yüzeylere figürlerin aktarım aşamasının anlatımını kolaylaştırmak adına yöntem, silindir mühürlere benzetilebilir (veya andırmaktadır). Çalışmada yüzeyler ile ilgili karşılaşılan bir diğer olumsuzluk, dört parçadan oluşan büyük yüzeylerin doku (figür) devamlılığının sağlanmaması ve birleşim yerlerindeki dokuların oturmamasından kaynaklanan sorundur. Bu yüzeyler birbirinden ayrı parçalar halinde hazırlanmasından (zeminin(plakanın ya da kalıbın) dökümünün yapılmasından) kaynaklı, her yüzeyin dokuların birbirleri arasında farklılıklar olmasına yol açmıştır.

Çalışmada koltuk formunun tercihi ve formun yüzeylerini kaplayan insan figürlerinin (insanlardan oluşturulan doku) seçimi ile aktarılmak istenen şeyin, koltuğun bir anlamda çeşitli makamları ve bununla bağlantılı olarak iktidarı temsilini işaret etmeke olduğu söylenebilir. Kişinin, iktidar (ve/veya bir çeşit güç istenci/hükmetme arzusu) gibi arayışları veya arzusu ile hükmetmeye başladığında veya bu güç kişiye verildiğinde ilerleyen zaman içinde bundan vazgeçmek istememesiyle kimi durumlarda biraz daha fazlasını istemesi de çalışmada işaret edilmek istenen durumlardan biri olmuştur. Bir diğer açıdan hükmeden ve hükmedilen arasındaki ilişkiye ve iki tarafın da birbirleri karşısındaki konumuna dikkat çekmek istenmiştir. İzleyicinin, çalışma karşısında kendini nerede konumlandığı, çalışmayı algılama ve yorumlama durumunu da değiştireceği açıktır. Bir açıdan, çalışmada ifade edilmek istenen şeyi Elias Canetti'nin "Kitle ve İktidar" isimli kitabında daha net ifadeler ile söylediklerinin bir kısmı şöyledir: "Oturduğumuz zaman durmaktan vazgeçtiğimiz iki bacağın yerini alması için yabancı bacaklardan yararlanırız. Bugün bildiğimiz şekliyle sandalye, tahttan türemiştir; taht, işlevi yöneticiyi taşımak olan yöneticiye tabi hayvan ya da insanların varlığını gerektirir." (s.394).

**Görsel 29:** İsimsiz (Koltuk), görselleştirme(Render)



**Görsel 30:** Görkem Barshan, İsimsiz (Koltuk), 2021, 130x90x90



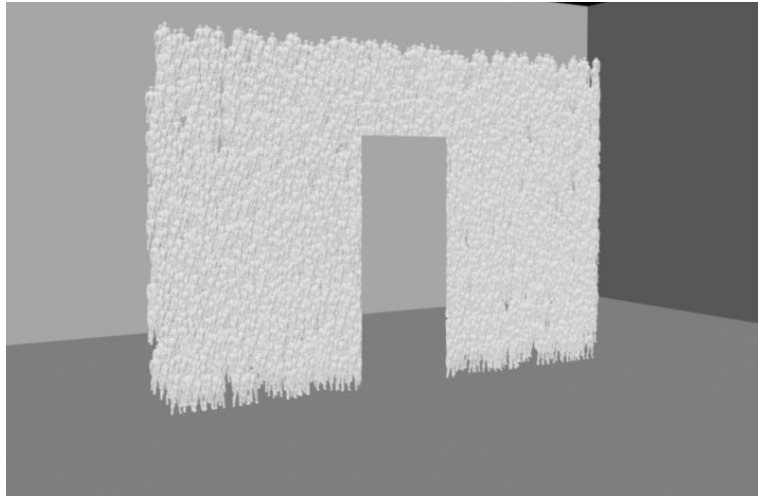
### 3.3. İSİMSİZ (DUVAR/ UTANÇ DUVARI)

Çalışmaya ilk olarak 3Boyutlu görselleştirme yazılımlarında dijital modellemesi yapılarak başlandı. Sonraki aşama olarak çalışma, bir önceki çalışmaya (isimsiz (koltuk)) benzer şekilde önce çamurdan (kilden) plaka yüzeyinin negatifi (veya kalıbı) hazırlandıktan sonra alçı ile dökümü yapılmıştır. Çalışma iki ayrı plaka halinde hazırlandı, daha sonradan birleştirilerek boşluğu açılmıştır. Çalışma büyük ölçekli planlanmış olsa bile boyutu yaklaşık 60cm (uzun kenarı) olacak şekilde alçı malzemeye aktarılmıştır.

**Görsel 31:** Görkem Barshan İsimsiz (Duvar/ Utanç Duvarı)



**Görsel 32:** İsimsiz (Duvar/ Utanç Duvarı), görselleştirme ekran görüntüsü



### 3.4. İSİMSİZ (KAZANILMIŞ ALAN VE GRİ ALAN)

Bu iki çalışmanın da modelleme aşamaları açık kaynaklı ve ücretsiz olan 3Boyutlu görselleştirme yazılımı Blender ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda bu yazılımın tercih sebepleri, birçok aracı (başta poligon (çokgen) modelleme ve sculpting (yontma/heykel)) bünyesinde barındırması ve diğer birçok 3Boyutlu görselleştirme yazılımların aksine ücretsiz kullanım sunması ile birlikte diğer yazılımlara alternatif oluşturması olmuştur. Çalışmanın/çalışmaların dijital modelini yüksek poligonlu model olarak Blender yazılımının Sculpt modu kullanılarak şekillendirilmiştir ve bu aşamada yüzdeki simetriyi yakalamak için aynalama (mirror) seçeneği açık (veya seçili) olarak çalışıldı. Çalışmanın büst kısmı tamamlandıktan sonra bayrak direği ve bayrak modelleri oluşturuldu. Bayrak direği oluşturulurken yazılımın içindeki temel objelerin (silindir ve küre) ölçükleri değiştirilerek kullanılmıştır.

Bayrağın kendisini oluştururken ise yine yazılımın temel nesnelere olan "Plane" nesnesinin poligon sayısı artırılarak (plane objesi/nesnesi sahneye ilk defa çağırıldığında veya eklendiğinde tek poligondan oluşan bir düzlemdir) kumaş simülasyonu için uygun olabilecek seviyeye yükseltildikten sonra belirli noktalardan sabitlenerek kumaş simülasyonu uygulandı ve bayrağın kıvrımları oluşması sağlandı. Ardından bayrağa "Subdivide Surface" modifier (değiştirici) uygulanarak poligon sayısı artırılarak yüzeylerin daha düzgün ve yumuşak görünmesi sağlanmıştır.

Ancak poligon sayısının fazlalaşması ile ilerleyen aşamalarda sorun çıkarmaması ve poligon sayısını azaltmak adına "Decimate" modifier uygulanmıştır. Bu değiştirici, modellerin ağ düzenini bozarak dörtgenleri üçgene dönüştürüp yapıyı düzensizleştirse bile seçilen değere göre yüzey sayısını önemli ölçüde düşürmekte ve formu korumaktadır (ancak gözle fark edilmeyecek değişiklikler olabilir). Çalışmanın büst kısmı için ise sculpt (veya yontma ya da şekillendirme) işlemleri bittikten sonra "Boolean" modifierı kullanılarak omuz kısımları parçadan ayrılarak yok edilmiş ve çalışmanın büst kısmı da son halini aldıktan sonra Decimate modifierı ile poligon sayısı düşürülmeye çalışılmıştır. İlerleyen aşamalarda, planlanan iki çalışma içinde

benzer ve farklı yöntemler içereceğinden dolayı, birbirinden ayrı olarak üzerinde durulacaktır.

**Görsel 33:** Temel model, ekran görüntüsü



#### **3.4.1. İsimsiz (Kazanılmış Alan)**

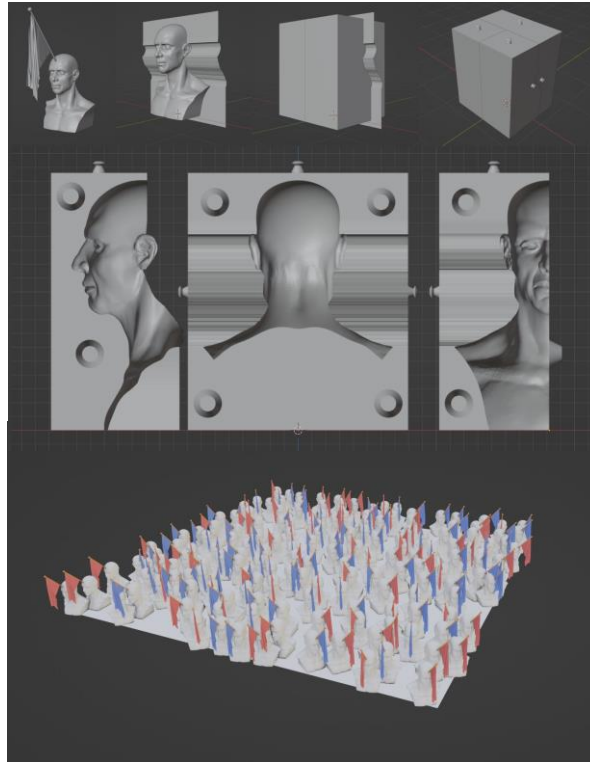
İsimsiz (Kazanılmış Alan) çalışma için yaklaşık 7 santim yüksekliğinde büstlerin üretilmesi planlanmış ve parça sayısı belirlenmemiştir (bir anlamda duruma bağlı olarak ne kadar çok, o kadar iyi). Büstlerin üretimi ise döküm olarak düşünülmüştür ve kalıplar, 3Boyutlu görselleştirme yazılımında oluşturulmuştur. Kalıpların planlanması ve oluşturulması, yukarıda anlatımı gerçekleştirilen büst parçasından yararlanılarak oluşturulmuştur. Kalıpları oluştururken, Boolean modiferi ile ekleme ve çıkarma aşamalarına geçmeden önce, modelde kalıba takılma ihtimali olan bölgeler tespit edilmiş ve kalıp, buna göre büstün arka tarafı tek, yüz tarafı iki olmak üzere toplamda üç parça biçimde tasarlanmıştır. Ardından ön ve arka parçaların nereden ayrılacağı işaretlenerek, o bölgeden yeni bir yüzey oluşturulmuş ve ön ile arka parçaların karşılığını sağlayabilmek için o yüzey kopyalanmış, ardından her iki taraf (ön ve arka) için ayrı ayrı yükseltiye prizma oluşması sağlanmıştır.

Kalıbın ön tarafı olarak planlanan objede, iki parçaya bölündükten sonra Boolean modiferi ile parça eksiltme ve pim yerleri oluşturma işlemi yapıldı. Öncelikle,

kalıbın arka parçası olarak planlanan objeden Boolean ile parça eksiltildi; ardından bu işlem diğer kalıp parçaları için tekrar yapıldı. Ancak işlemlerden istenen sonuç alınamadı; kalıbın arka parçası sorunsuz gözüktü bile ön parçalarda hatalar oluştu. Bir dizi işlem tekrarı ve denemenin ardından büst nesnesinde düzenleme yapılarak (kulak ile kafa arası doldurularak) sorun ortadan kaldırılmıştır. Kalıp parçalarına modelin şekli aktarıldıktan sonra pimlerin yerleri belirlenmiş ve Boolean modifiyeri ile önce arka kalıp parçası ile birleştirildi, ardından karşı (veya denk düşen) parçadan eksiltilerek pimin karşılığı oluşturulmuştur. Bu işlem, kalıbın ön yüzeyleri içinde tekrarlanmıştır.

Çalışmanın görsellerini planlama ve nasıl görüneceği aşamasında ise büst ve bayrak modelleri birleştirilerek tek obje haline getirilmiş. Ardından Decimate modifiyeri uygulanarak yüzey sayısı düşürülmüş ve görünüm için materyalleri (yansıma değeri, renk, vs.) ayarlandıktan sonra görselleştirme yazılımının modeli belirli bir alanda düzensiz olarak (rasgele) çoğaltılması sağlanmıştır (Geometry Nodes kullanılmıştır).

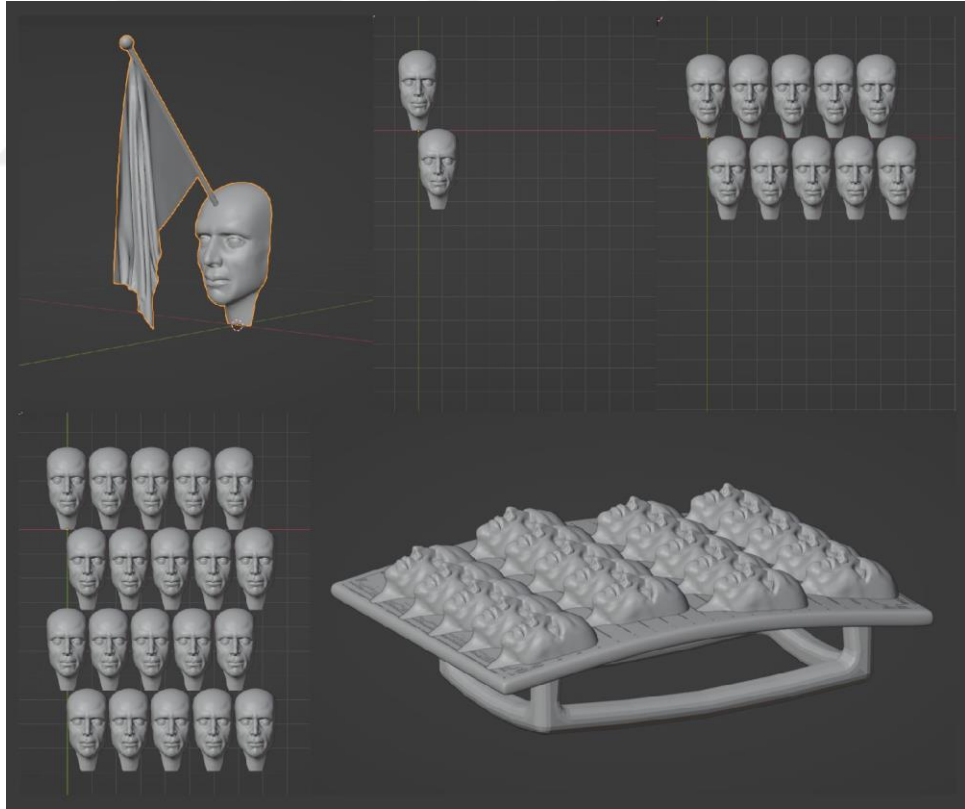
**Görsel 34:** İsimsiz(Kazanılmış alan),aşamaların ve görselleştirmenin ekran görüntüsü



### 3.4.2. İsimli (Gri Alan)

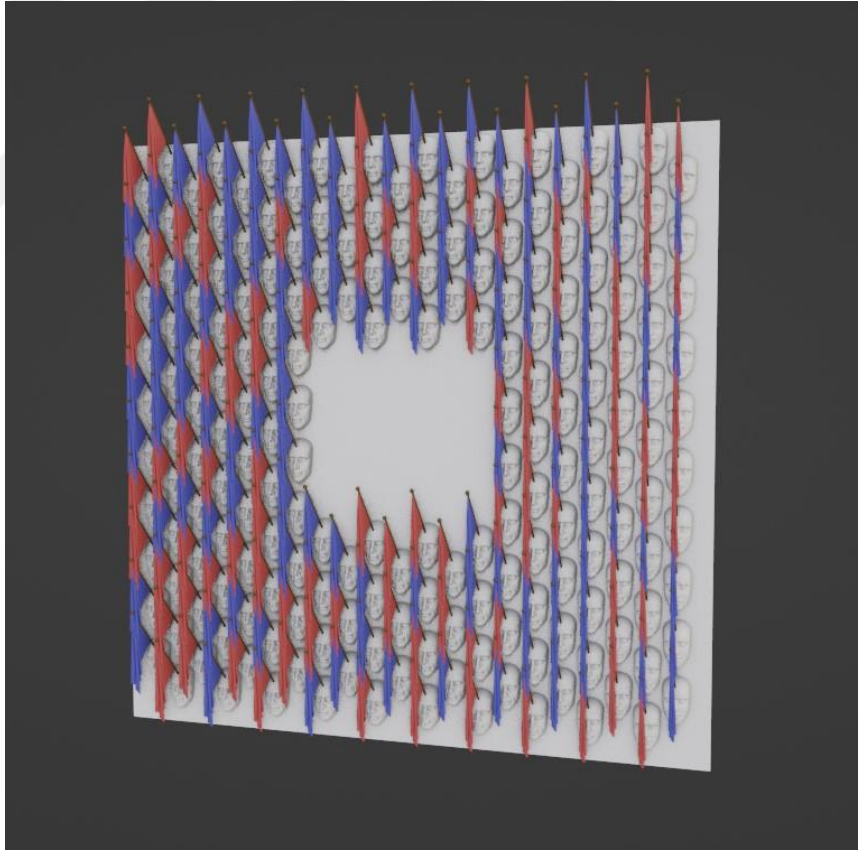
İsimli (Gri Alan) çalışması ise yaklaşık 45x45 santimetrelik pano olarak planlanmıştır. Yukarıda anlatımı yapılan büstün ve bayrak modellerinin kopyası alınmış, ardından büst modelinin bir kısmı silinerek model mask haline dönüştürülmüştür. Sonraki aşama olarak yüz modeline birkaç defa “Array” modifiyeri kullanılarak düzeli bir tekrar sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın malzemeye aktarımı için planlanan döküm yöntemi önceki projelerde olduğu gibi bir çamur plakanın üzerine negatifler oluşturmak üzerine kurulu olduğu için görselleştirme yazılımında sadece pozitif modeli yapmak yeterli olacaktır. Modelleme aşamasında üç aşamalı array modifiyeri kullanılarak çoğaltıldıktan sonra maskların arkasına yaslanabileceği ve bir arada durabileceği bir düzlem ile çamura aktarma sırasında kolaylık sağlanabilecek bir destek yapılmıştır.

**Görsel 35:** İsimli(Gri alan),aşamaların ekran görüntüsü



Çalışmanın görselleştirme aşaması olarak, hali hazırda çoğaltılmış olan mask modeline bayrak da eklenerek Decimate modifiyeri uygulanmış ve modifiyer listesi düzenlenerek fazla yüzeylerin (poligonların) azalması hedeflenmiştir. Ardından oluşan modelin tekrarı için üç yöntem denenmiştir. Birincisi, hali hazırda olan modele daha fazla Array modifiyeri kullanarak çoğaltma. İkincisi, el ile kopyalayarak çoğaltma. Ve üçüncü olarak Geometri Node kullanılarak bir referans objenin vertex noktaları üzerine çoğaltma denemesi yapılmıştır. Bu üç yöntemin sonucu olarak yapım yolları arasında büyük farklar olsa bile sonuçlar arasında çok büyük farklar olmamakta, hepsi kullanılabilir gözükmektedir. Son aşama olarak Boolean modifiyeri veya el ya da her ikisi ile kenarlardaki fazlalıkları ve ortadaki boşluk oluşturulabilmektedir ve düzenlemeler yapılabilmektedir.

**Görsel 36:** İsimsiz(Gri alan),görselleştirme ekran görüntüsü



Geleneksel ile dijital yöntemler araç olarak birbirinden çok ayrı dursalar bile, sonuçları bireyden (sanatçıdan/üretenden) çok uzak bir konuma gidemeyeceği söylenebilir. Ancak sanatın ve teknolojinin ilerleyişi göz önüne alındığında, dijital araçların (yazılımların) geleneksele çokça referansta bulunduğu ve proje ilerleyişi ile birlikte modelleme temellerinin (özellikle yüksek poligonlu modelleme (şekillendirme/sculpting) için) büyük bir benzerlik içinde olduğu gözlemlenebilmektedir. Elbette kişiye göre değişmekle birlikte, her iki yöntemin de kendisine göre getirisi ve dezavantajı olabilmektedir. Bir noktada, dijital araçlar ile çalışırken malzemeden uzak kalmak olasıdır, ancak dijital ortamda yapılan çalışmaların malzemeye aktarılması konusunda CNC ve 3Boyutlu yazıcılar inanılmaz bir imkan sağlasa da malzemeler ile etkileşimde bulunmuş ve bir miktar malzemeleri tanıyan olmak (aşına olmak), yapılan çalışmaya yaklaşımı da değiştirebilmektedir. Tabii bununla birlikte işlenmek istenen tüm malzemelere tam hakimiyet gerektirmeyebilir.

Bir diğer açıdan, geleneksel yöntem ile çalışmak çoğunlukla tek mekanda çalışmayı gerektirmek ile birlikte dijital araçlardaki çalışma esnekliğine sahip olmayabilmektedir. 3D yazılımlar ile yapılan çalışmalarda, yapılan hataların sonuçları geleneksel yöntemlere oranla daha hafif atlatılabilmekte, geriye dönmek için kurtarma noktaları (veya kayıtları) oluşturabilme gibi imkanlar sunmaktadır. Aynı zamanda, büyük değişikliklere de uyum sağlama imkanı yaratabilmektedir. Uzun süren çalışmalarda veya uzun bir aradan sonra üzerinde tekrar çalışılmak istenen işlerde, çalışılan malzemede aksaklık olmadan (çamur kuruması, malzemelerin deforme olması veya kimyasal bozulmalara uğraması) yeniden projeye müdahale imkanı sunabilmektedir. Fiziksel olarak kişiyi zorlayabilecek ölçeklerde (büyük veya küçük) kolaylıklar sağlayabileceği gibi simetrik çalışmayı sağlayan yapısı sayesinde zamandan da kazandırdığı söylenebilir. Dijital araçlar ile çalışılırken malzemeye aktarma aşamaları son işlemler olarak düşünüldüğünde, önceki aşamalardaki esnekliklerin büyük kolaylık ve rahatlık sağladığı açıktır. İki yöntemde kendine has yanları ve gereksinimleri olduğu gibi tercih sebepleri de duruma bağlı olabilmektedir. Malzemeye veya atölyeye erişimin kısıtlı olduğu durumlar dijital araçların kullanımı tercih sebebi olabilirken. Dijital araçlara erişimin kısıtlı olduğu veya dijital ortamda

yapılmış çalışmayı çeşitli malzemelere aktarılmak istendiğinde geleneksel yöntemler ile çalışabilir olmayı gerektirebilmektedir. Yöntemler arasında net bir ayırım oluşturmak ne kadar doğru olur bilinmez. Dünyanın ilerleyiş yönüne ve teknoloji ile ilişkilerine bakıldığında, iki yöneme de aşına olmak gerekebilmektedir. Geleneksel yöntemlerin bir sınırı var mı, bu sınıra ulaşıldı mı bilinmez, ancak dijital araçların bir miktar geçmişi olsa bile hala gelişim içerisinde olduğu ve yeni imkanlarla beraber daha farklı yan alan ve seçenek sunması olasıdır.

Başka bir açıdan, geleneksel yöntemler ile üretilen heykel, yapısı gereği genellikle yer/alan kaplayan bir konumdadır. Bu durum, atölye düzenini oluşturamamış, alan ve malzeme gibi konularda sorunlar yaşayan kişiler için bir çözüm yolu olabilmektedir. Korona virüsü salgını sırasında zorunlu kapanma, uzaktan eğitim ve lojistik alanında yaşanan olumsuzluklar, malzemeye ve atölyelere erişim açısından sorunlar oluşturmuştur. Bu sorunlardan kaynaklı (çalışma alanı ve malzeme) çalışma zorluklarından kaçınmak için (veya çözüm olarak), zamanla üretim tercihimizi biraz daha ulaşılabilir gözükmekte olan dijital araçlara yöneltmekte bulmaktayım. Bu durum, geleneksel yöntemlerin beraberinde getirdiği tekrar eden malzeme gerekliliğini, geniş çalışma ve saklama alanı ihtiyaçlarını ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca çalışmanın malzemeye aktarılması gereken durumlarda 3D yazıcılar sayesinde geri dönüşüme uygun veya malzemeyi yeniden kullanmaya olanak sağlayan yöntemler ile çalışmanın kimi aşamaların kullanılan malzemelerin dönüştürülerek yeniden kullanılmasına olanak verebilmektedir. Ayrıca dijital araçları kullanabilir olmak, sanat pratiğine diğer medya araçlarını da dahil etme olanağı sunabilmektedir. Tabii sadece başka medyumları kendi pratiğine dahil etme değil, aynı zamanda sanatçı isterse dijital araçlardaki etkinliğine göre başka disiplinlerde çalışma üretebilir veya bir ekibe de katılma olasılığının önünü açabilmektedir. Bu sayede çalışma alanı sadece heykel ile sınırlı kalmayıp birçok disiplin ile ilişki kurabilir durumda olacak ve düşünce ve üretim biçimini genişletebilecektir. Ancak, çalışmaların olası bir disiplin uyuşmazlığı, sınıflandırmaların (isimlendirmelerin) sınırlarını zorlama veya aşma durumundan dolayı eleştirilerin hedefi haline gelme olasılığı yükselmektedir. Bir başka açıdan ise, çalışmaların yapım sürecinde fazlaca dijital araç içermesinden dolayı çalışmalarda el emeği veya işçilik beklentisi olan ancak dijital araçları bununla bir arada

konumlandırıramayan (kopyala yapıştır olarak gören) kişiler, bu tip çalışmalarını tasarım olarak konumlandırma çabasına girebilmektedir. Bir başka yönden ifade biçimi olarak bu alanda üretim (plastik sanatlar) yapmayı tercih eden kişiler açısından zorlayıcı olan maddi kaynak arayışı içinde yeni olanaklar sunarak alternatif oluşturabilmekte ve kendi alanından çok uzaklaşmadan çözümler üretebilmesini olanaklı kılabilir. Ayrıca, bu araçların yeni gibi algılanmasının aksine, geçirdiği yolculuğa bakıldığında eskimeye başladığı (en azından bir kesim için) gözlense bile, bazı kitlelerin bu tip çalışmalarla karşılaşmadığı veya görmezden geldiği söylenebilir. Tüm bunların yanında, çalışmalarında dijital teknolojilere başvuran ancak teknik bilgilerde bunu açıklamayan (ebette ki zorunda değil) veya çok az kaynakta geçmesi ile kitleye ulaşamayan bilgidendir dolayı, bu teknolojiler olduğundan daha güncel algılandığı gibi konunun üzerinde durulmasını (iyi veya kötü anlamda) olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, sanatçı ve kitle tarafından bu konuyu topluca bir kenara itilmesine yol açtığı söylenebilir.

## SONUÇ

Bu çalışma, geleneksel heykel sanatının dijitalleşen çağ üzerine odak sunularak, dijital araçların heykel disiplini üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma, dijital araçların heykel alanında kullanımının arttığı ve bu araçların yeni olanaklar sunduğunu ortaya koymaktadır.

Anlaşılabileceği gibi, tarih boyunca sanat ve teknoloji arasında güçlü bir bağ olmuş ancak geleneksel olarak adlandırabileceğimiz sanat dalları (veya sanatçıları) ile teknolojinin dijitalleşmesi ile birlikte bir kopuş yaşandığı açıktır. Çağımızın getirdiği ve bir yandan da gerekliliği haline gelen dijital teknolojilerin yaşantı ile iç içe geçmesinden dolayı sanat alanlarını etkilemesi kaçınılmaz olmuştur. Uzun yıllardır dijital araçların heykel alanında kullanılabilir ve bu araçlardan yararlanan sanatçıların sayısı gün geçtikçe arttığı gözlenebilir durumdadır. Dijital araçlar günümüzde kolayca ulaşılabilir duruma gelmiş ve bu araçlardan yararlanan sanatçıların sayısı artmış olsa bile, sayıları görece azdır. Bununla birlikte, dijital araçların teknik yönden arka planda kalması, beraberinde hali hazırda olan gri alanların çözülmemesine ve daha büyümesine yol açabilmektedir. Şener'in "Heykel Sanatında Dijital Etki" (2018) makalesinde söylediği gibi sanatçı için dijital araçların veya yöntemin bir önemi olmayacaktır ancak konuların üzerinde durabilmek, tartışabilmek, aktarabilmek veya üstüne bilgi ekleyebilmek gibi, konular açısından sınıflandırılabilmesi önem kazanabilmektedir. Ayrıca bu konuların üzerinde durmamak (veya göz ardı etmek) kısa bir süre daha yeni izlenimi yaratacak ancak gelişim sürecine bakıldığında, güncelliğini kaybedeceği ve gelenekselin yanında yerini alacağı açıktır. Bu durum beraberinde dijital araçların yeniymiş yanılgısına da yol açma olasılığı bulunmaktadır.

Dijital araçları öğrenmek, sanatçıların görüşünü genişletebileceği gibi zamana da uyum sağlama açısından önemli bir adım olacaktır. Her geçen gün gelişen dijital teknolojiler ve malzeme işlemeye yarayan araçlar bugün heykel alanı için işlevsel halde olduğu açıktır ve gelişimlerini hızlı bir biçimde sürdürmektedir. Bunun sonucu olarak, bu teknolojilerin gelecekte daha işlevli olması ve heykel alanında kullanılmaya daha elverişli olması ile birlikte biraz daha öne çıkması demektir. Değişen ve gelişen

sergileme teknolojileri, ortamları, araçları ve dijitalleşen kamusal alanla birlikte tüketim araçları gibi durumlar göz önüne alındığında, yakında dijital araçların, seçenek olmanın ötesine geçebilme durumunu da göz önünde bulundurmaya faydalı olacaktır.

Sonuç olarak, bu tezde ele alınan konular, heykel sanatındaki dijitalleşme sürecini anlamak, günümüzün dijitalleşen koşullarında sanatçıya kolaylık sağlaması, çağı yakalayabilmesi ve alternatif üretim yöntemleri ile araçlarının çeşitliliğinin yakalayabilmesi adına dijital araçlara sanatçının aşına olması faydalı olabilmektedir. Bunun beraberinde, yeni anlayışlar ve arayışlar getirmesine olanak sağlayacaktır. Ve son olarak, dijital sanatın estetiğiyle dijital araçlar ile üretilen çalışmaların estetik anlayışlarının farkının oluşması (veya netleşmesinde) mümkün kılacak, yeni sanat anlayışlarının oluşmasına da yardımcı olabilmektedir. Bu tezde ele alınan konular, heykel alanında dijitalleşme sürecini anlamak ve gelecekteki gelişimi hakkında araştırma yapan kişiler için kaynak olabilmektedir. Heykel disiplini dijital araçların kullanımı, sanatın değişimi açısından önemli yapı taşlarından biri olabilmektedir. Geleneksel ve dijital yöntemler bir arada kullanılarak yapılan çalışmalar, sanat alanında zenginliği artıracak gibi çeşitli yaklaşımların kapılarını da aralayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Açıkgöz, C. (b.t.) 3D Printer 3 BOYUTLU YAZICI / Tarihçe. Retrieved from <https://yunus.hacettepe.edu.tr/~cansu.acikgoz/webfinal/tarihce.html> erişim tarihi: 07.06.2023
- Akay E. Ş. (2018) “Heykelin Dijitalleşmesi Ve Heykel Eğitimi İçindeki Yeri”. 3. Sanat Ve Tasarım Eğitimi Sempozyumu Dijital Çağda Sanat Ve Tasarım.(19-21 Aralık 2018). Başkent Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi. s17-24. Retrieved from <https://gsf.baskent.edu.tr/kw/upload/324/dosyalar/sempozyum-kitap-8.pdf> erişim tarihi: 19.06.2023
- Akdenizli, F. (2018). Grafik Tasarımcıya Getirdiği Olanaklar Açısından Sayısal Renk Sistemlerinin Gelişimi. Medeniyet Sanat Dergisi, 4 (1), 8-20.
- Akgün, S. (2019). Minimal Sanat Bağlamında Donald Judd’un Eserlerinde Biçim ve Anlam İlişkisi. The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences, 5 (1), 21-29.
- Antmen, A. (2014). Sanatçılardan yazılar ve açıklamalarla 20.Yüzyıl Batı Sanatında Akımlar. İstanbul: Sel Yayıncılık.
- Atalan, O. (2012). Ready-Made Kavramı Günümüz Sanatçısına Etkisi, Yedi(7), 23-30.
- Atelier One. (2015). How Planet, by Marc Quinn was made [Video file]. Retrieved from <https://vimeo.com/129232921> erişim tarihi: 14.07.2023
- Beasley, B. (n.d.). Retrieved from <https://www.brucebeasley.com> erişim tarihi: 15.07.2023
- Benjamin, W. (2002). Pasajlar (çev. A. Cemal). Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- Beyaz, G. G. (2016). Nam June Paik ve Onun Tabula Rasa’sı: Video. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 8 (29), 1-16.
- Beyhan, H.C. (2018). Teknoloji ve Sanat. Journal of Arts, 1(1), 12-22.
- Bulat, M. (1999). Antik Çağ Taş Yontu Sanatında Ölçüm Ve Kopyalama Yöntemleri. Sanat Dergisi, 0(1), 121-132.
- Bulat, M., Bulat, S. ve Aydın, B., (2014). Bilgisayar Ortamında Üç Boyutlu Tasarım Ve Kopyalama. The Journal of Academic Social Science, 2(8), 548-572.

- Cançat, A. (2019). “Eşzamanlı Betimleme”nin Dünü Bugünü. Sanat Dergisi, (34), 183-190.
- Çankır, M.B. (2017). Toplumsal ve Teknolojik Gelişmeler Bağlamında Video Sanatı. İstanbul Aydın Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi, 3(6), 31-37.
- Çelik, İ., Karakoç, F., Çakır, M.C. ve Duysak, A. (2013). Hızlı Prototipleme Teknolojileri Ve Uygulama Alanları. Journal of Science and Technology of Dumlupınar University, (31), 53-70.
- Chapman, G.(2015, August 19) Utah inventions: The birth of computer graphics. KLS News. Retrieved from <https://www.ksl.com/article/36039333/utah-inventions-the-birth-of-computer-graphics> erişim tarihi: 30.05.2023
- Collins, D, (1997). “The Challenge of Digital Sculpture: Or How to Become Better Tool Users”. The 6th Biennial Symposium on Art and Technology. (February 27- March 2, 1997). Connecticut College, Retrieved from [https://www.asu.edu/cfa/art/people/faculty/collins/digital\\_sculpt.html](https://www.asu.edu/cfa/art/people/faculty/collins/digital_sculpt.html) erişim tarihi: 19.06.2023
- Collins, D. (2012). Twister. Retrieved from [http://www.dancollins.art/uploads/2/0/1/2/20120621/twister\\_production\\_beijing\\_2012.docx](http://www.dancollins.art/uploads/2/0/1/2/20120621/twister_production_beijing_2012.docx) erişim tarihi: 13.07.2023
- Dunietz, J. (2016, February 26). The Most Important Object In Computer Graphics History Is This Teapot. Nautilus. Retrieved from <https://nautil.us/the-most-important-object-in-computer-graphics-history-is-this-teapot-235818/> erişim tarihi: 31.05.2023
- Ganis, V. W. (2004, September 1). Digital Sculpture: Ars Ex Machina. Sculpture Magazine. Retrieved from <https://sculpturemagazine.art/digital-sculpture-ars-ex-machina/> erişim tarihi: 13.07.2023
- Heartney, E., Snelson, K., (2013). Keneth Snelson; Art And Ideas. erişim tarihi: 14.07.2023 [http://kennethsnelson.net/KennethSnelson\\_Art\\_And\\_Ideas.pdf](http://kennethsnelson.net/KennethSnelson_Art_And_Ideas.pdf)
- Huldish, H. (2018). Before Projection: Video Sculpture 1974-1995. Almanya: Hirmer Publisher.  
<https://docs.blender.org/manual/en/3.3/index.html> Erişim Tarihi:03.07.2023

[https://www.arsmathematica.org/is2005/4dsc-jury/keith\\_brown.htm](https://www.arsmathematica.org/is2005/4dsc-jury/keith_brown.htm) erişim tarihi: 15.07.2023

<http://www.dancollins.art/about.html> erişim tarihi: 09.08.2023

<https://www.digitalstoneproject.com> erişim tarihi: 13.07.2023

<https://www.jonisherwood.com/about> erişim tarihi: 09.08.2023

<http://marcquinn.com/artworks/single/planet> erişim tarihi: 14.07.2023

İba, Ş. M. (2018) “Heykel Tasarımı Ve Yapımında Çağdaş Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanımı”. Elsander 1. Uluslararası Sanat Ve Tasarım Sempozyumu(16-18 Ekim 2018) Antalya s371-383 Retrieved from [https://www.academia.edu/39894067/HEYKEL\\_TASARIMI\\_VE\\_YAPIMI\\_NDA\\_CAGDAS\\_BILGISAYAR\\_TEKNOLOJILERININ\\_KULLANIMI\\_EL\\_SANDER\\_1\\_ULUSLARARASI\\_SANAT\\_ve\\_TASARIM\\_SEMPOZYUMU\\_16\\_18\\_EKIM\\_ALANYA](https://www.academia.edu/39894067/HEYKEL_TASARIMI_VE_YAPIMI_NDA_CAGDAS_BILGISAYAR_TEKNOLOJILERININ_KULLANIMI_EL_SANDER_1_ULUSLARARASI_SANAT_ve_TASARIM_SEMPOZYUMU_16_18_EKIM_ALANYA) erişim tarihi: 03.07.2023

Karacan, N. (2013). Tarihsel Süreç İçinde Heykel Formu. Sanat ve Tasarım Dergisi, 4(4),17-32.

Kaygusuz, D. (2014, 08 Ekim) Adım Adım CNC Makineleri Retrieved from <https://www.elektrikport.com/makale-detay/adim-adim-cnc-makineleri/12381#ad-image-0> erişim tarihi: 06.06.2023

Keser, H. (1991). Bilgisayarın Evrimi. Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES), 24(2), 411-422.

Kırık, M. A., Koza, E., (2015). Üç Boyutlu (3d) Dijital Animasyon Teknolojisinin Tv Yayıncılığında Kullanımı. Journal of Academic Social Science, (13), 292-311.

Krauss, R. (2002). Mekana Yayılan Heykel, (çev. T. Birkan). Sanat Dünyamız, Yapı Kredi Yayınları, Sayı:82/Kış, 103-110.

Mongeon, B. (2016). 3D Technology In Fine Art and Craft: Exploration Of 3d Printing, Scanning, Sculpting And Milling. United Kingdom: Focal Press.

Rees. M. (2014, September 01), Abject Weather 2014 Retrieved from <https://michaelrees.org/2014-abject-weatherb> erişim tarihi: 09.08.2023

Sağlamtimur, Z. Ö.,(2010). Dijital Sanat. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(3), 213-238.

- Smith. R., M.,(n.d.). Bio. Retrieved from <https://rms-art.com/bio-cv/> erişim tarihi: 09.08.2023
- Sönmez, S., Kesen, U., Dalgıç. C., (2018) “3 Boyutlu Yazıcılar”, 6. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu (01-03 KASIM 2018, İstanbul). İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa. s.471-481 Retrieved from <https://cdn.istanbul.edu.tr/FileHandler2.ashx?f=471-481.pdf> erişim tarihi: 07.06.2023
- Suyum, F.N. & Zöngür, C. (2021). “Minimal Sanat Ve Kamusal Alanda Minimal Heykel”. Uluslararası Disiplinlerarası ve Kültürlerarası Sanat, 6(13), 21-39.
- Şener, S. (2018). Heykel Sanatında Dijital Etki. Sanat Yazıları, 0(32), 109-124.
- Tuğal, S.A. (2018). Oluşum Süreci İçinde Dijital Sanat. İstanbul: Hayal Perest Yayınevi.
- Uğur, A. (2002). Üç Boyutlu Görüntüleme 2D ve 3D API Kullanımı. Ege Eğitim Dergisi, 1(2), 68-75.
- Uğurlu, F. (2013). Gümüş Bromür’den Görüntünün Sayısallaşmasına. Selçuk İletişim, 5(1),210-216.
- Utterson, A. (n.d.). A Computer Animated Hand. Retrieved from [https://www.loc.gov/static/programs/national-film-preservation-board/documents/computer\\_hand2.pdf](https://www.loc.gov/static/programs/national-film-preservation-board/documents/computer_hand2.pdf) erişim tarihi: 30.05.2023
- Vargün, Ö. (2021). Fotoğraf Ve Görüntünün Tarihi Kullanım Alanları Ve Sınırları. Yeni yüzyıl’da İletişim Çalışmaları, 1(3), 39-70.
- Yardımcı, İ. (2015). Bilgisayar Destekli Tasarım Programlarında Boolean Operasyonu İle Heykel Uygulaması. The Journal of Academic Social Science, 13,450-463.
- Yıldırım, C., Börekçi, V., (2021). Gömülü Sistemler İçin Bilgisayar Tabanlı Grafiksel Kullanıcı Ara yüzü Tasarım Aracı Geliştirilmesi. International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 33(4), 627-635.
- Yıldırım, M.T. (2004), Mimari Tasarımda Biçimlendirme Yaklaşımları İle Bilgisayar Yazılımları İlişkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(1), 59-71.
- Yılmaz, M. (2013). Moderninden Postmoderne Sanat. Ankara: Ütopya Yayınevi.