SANAT VE TASARIMDA BİLGİSAYAR DESTEKLİ

TASARIM PROGRAMLARININ KULLANIMI

Ozan SOYDAN

(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir, 2020

SANAT VE TASARIMDA
BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM
PROGRAMLARININ KULLANIMI

Ozan SOYDAN

T.C.
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü

Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eskişehir, 2020

T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTİSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ozan SOYDAN tarafından hazırlanan Sanat ve Tasarımda Bilgisayar Destekli Tasarım Programlarının Kullanımı başlıklı bu çalışma 10.09.2020 tarihinde Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddesi uyarınca yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından Sanat ve Tasarım Anasanat Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan Dr. Öğr. Üyesi Elif Arcı

Akademik Ünvanı ve Adı Soyadı

(Danışman)

Üye Doç. Serenay Şahin

Akademik Ünvanı ve Adı Soyadı

Üye Dr. Öğr. Üyesi Mine Küçük

Akademik Ünvanı ve Adı Soyadı

ONAY

.../ .../ 2020

Prof Dr. Mesut ERŞAN

Enstitü Müdürü

10/09/2020

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi hükümlerine göre hazırlandığını; bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmanın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Osmangazi Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla taranmasını kabul ettiğimi ve hiçbir şekilde intihal içermediğini beyan ederim. Yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Ozan SOYDAN



İMZA

ÖZET

SANAT VE TASARIMDA BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM PROGRAMLARININ KULLANIMI

SOYDAN, Ozan

Yüksek Lisans-2020

Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Elif AVCI

Sanat ve tasarımda, klasik öğretide önce eskiz, sonra renkli çizimler, devamında eğer varsa üç boyutlu modellemeye geçiş önerilmektedir. Oysaki klasik öğretinin tam tersi yönünde ya da doğrudan ürün odaklı üretim de mümkündür. Bu tezin konusu, Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) programları vasıtası ile geleneksel sanat ve tasarım öğretilerine uygun çıktılar alınması sürecinin ortaya konulmasıdır. Maliyeti yüksek olan bilgisayar, yazılım ve eklentiler kullanılmadan da tasarımlar yapılabileceğinin altı çizilmektedir. Dünya genelinde geleneksel üretimin ve bu yolla üretim yapan sanatçıların hâlâ saygın bir yeri olduğu bilinmektedir. Geleneksel tarzda teknik ve süreçlerin uygulandığı sanat ve tasarım ürünlerinde, termin süreleri uzun olabilmekte, bazı durumlarda zaman ve emek kaybı yaşanabilmektedir. Ayrıca, geleneksel öğretiye sadık üretim yapan sanatçı ve tasarımcılar ile dijital üretim yöntemlerini tercih edenler arasındaki makas giderek açılmaktadır. Bu çalışmada BDT programlarının, üretimde kolaylaştırıcı unsurları ele alınacaktır. Tez kapsamında belirlenen yöntemlerle oluşturulan ürünlerin ve bu ürünlere ilişkin süreçlerin üretici ve tüketiciye bir kılavuz olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sanat, Tasarım, Bilgisayar Destekli Tasarım

ABSTRACT

USE OF COMPUTER AIDED DESIGN PROGRAMS IN ART AND DESIGN

SOYDAN, Ozan

Master's Degree-2020

Department of Art and Design

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Elif AVCI

In art and design, in classical teaching, first sketches, then colored drawings, if any, the transition to three-dimensional modeling is suggested. However, it is also possible to produce products directly or in the opposite direction of classical teaching. The subject of this thesis is to introduce the process of obtaining outputs in accordance with traditional art and design teachings by Computer Aided Design (CAD) programs. It is underlined that designs can be made without the use of high-cost computers, software and plug-ins. It is known that traditional production and artists who produce in this way still have a respectable place throughout the world. In art and design products where traditional techniques and processes are applied, deadline can be long and in some cases time and labor can be lost. Furthermore, the difference between artists and designers who are faithful to traditional teaching and those who prefer digital production methods are increasingly opened. In this study, some facilitation elements of CAD programs in production will be discussed. In the thesis content, the products and the processes related to these products are expected to be a guide to the producer and the consumer.

Keywords: Art, Design, Computer Aided Design

İÇİNDEKİLER

ÖZET……ii

ABSTRACT ...……...iii

GÖRSELLER LİSTESİ …….....vi

KISALTMALAR LİSTESİ …….....xvi

GİRİŞ……1

1. BÖLÜM

SANAT ve TASARIM İLİŞKİSİ

1.1. SANAT VE TASARIMDA ÜRÜN…….18

2. BÖLÜM

TASARIM, ÜRETİM ve MÜHENDİSLİKTE

BİLGİSAYAR DESTEKLİ SİSTEMLER

2.1 BDT, BDÜ ve BDM SİSTEMLERİ ……..…..23

2.1.1. BDT Programlarının Kullanımı ve Önemi……33

2.1.2. BDÜ Programlarının Kullanımı ve Önemi……..….56

2.1.3. BDM Programlarının Kullanımı ve Önemi…….....…60

3. BÖLÜM

BDT PROGRAMLARI İLE GÖRSEL OLUŞTURMA

3.1. BDT PROGRAMLARI İLE İKİ BOYUTLU GÖRSEL OLUŞTURMA……...63

3.1.1. Grafik Tasarım Ürünü Oluşturma…….....63

3.1.2. Animasyon Oluşturma……...……..….66

3.2. BDT PROGRAMLARI İLE ÜÇ BOYUTLU TASARIM OLUŞTURMA…… 70

3.2.1. Animasyon Oluşturma……...71

3.2.2. Üç Boyutlu Çıktı Alma Tekniği ile Heykel Oluşturma……..…..75

3.3. BDT PROGRAMLARININ FARKLI ETÜT PROGRAMLARI İLE BİRLEŞTİRİLMESİ…….…..81

3.3.1. Kompozit Tekniklerle Grafik Görsel Oluşturma…….....……81

3.3.2. Kompozit Tekniklerle Animasyon Oluşturma……..…...…90

3.3.2.1. Storyboard Hazırlanması…….....….90

3.3.2.2. Karakter Modelleme ve Çizim Aşamaları……..…91

3.4. BDT PROGRAMLARI İLE GELENEKSEL ÖĞRETİYE UYGUN GÖRSELLER OLUŞTURMA ……..…….98

3.4.1. Geleneksel Öğretiye Uygun Çizgi Roman Tarzında Grafik Oluşturma……100

3.4.2. Geleneksel Öğretiye Uygun Çizim Tarzında Animasyon Oluşturma……100

SONUÇ …….....105

KAYNAKÇA …….....108

GÖRSELLER LİSTESİ

Görsel 1: *Pablo Picasso, "Guernica", 1947*, *Salvador Dali, "Uranium and Atomica Melancholica Idyll", 1945*……8

Görsel 2: *Salvador Dali, "Bikini Üç Sfenksleri (The Three Sphinxes of Bikini)", 1947). Salvador Dali, "Raphael'e Özgü Kafa Patlaması (Exploding Raphaelesque Head)", 1951*……..9

Görsel 3: *Picasso'nun "Parade" Balesi için hazırladığı sahne tasarımı, aynı bale için tasarladığı "Çinli Hokkabaz" kostümü, 1917 ve kostümün tamamlanmış hali*……..10

Görsel 4: *Dali'nin "Sarhoş Tören (Bacchanale)" 1939 ve "Labirent (Labyrinth)" 1941 balelerine yaptığı sahne tasarımı ve "Üç Köşeli Şapka (The Three Cornered Hat)" 1950 balesine tasarladığı kostümler ile poz vermiş dansçılar*……..11

Görsel 5: *Picasso'nun tasarımı sürahi, 1951 ve kravat, 1960*……..12

Görsel 6: *Dali'nin Royal Crown Derby firmasına yaptığı "Çay Seti", 1938*; *Edward James ile yaptığı "Şarap Kadehi Gövdeli Lamba, 1938*; *altı parçalık "Çatal Seti", 1957*; *Elsa Schiaparelli ile yaptığı "Duvaklı Elbise", 1938*……..12

Görsel 7: *Dali'nin "Öldüren Hatıralar, 1945" filmi için tasarladığı sahnelerden bir örnek*……..13

Görsel 8: *Destino'da kaplumbağalar çarpıştığında, bir balerin doğar, Destino'daki beyzbol sahnesi için, mürekkepli, orijinal bir Dali konsept çizimi (1945 ve 1946 yılları)*……..14

Görsel 9: *Kader (Destino) filminin sonradan tamamlanması sonucu oluşturulan DVD'nin kapağı (2003-2004 yılları)* ve aynı filmden bir sahne……..14

Görsel 10: *Oğuz Aral'ın yönettiği "Keşanlı Ali Destanı" oyununun afişi, 1994 ve "Bir Garip Orhan Veli" oyununda yönetmen Oğuz Aral, Müşfik Kenter ve arkadaşları, 1981*……..16

Görsel 11: *Oğuz Aral'ın "Canlı Karikatür Stüdyosu" bünyesinde ürettiği çizgi filmlerden "Koca Yusuf", 1966*……..17

Görsel 12: *Oğuz Aral'ın Çanakkale Kolin Otel'de bulunan seramik duvar süslemelerinden biri* ……..……17

Görsel 13: *1907 yılında Behrens'in AEG firması ile anlaşması sonrasında mimari danışmanlığında yapılan "AEG Türbin Fabrikası, 1908", sonrasında Behrens'in AEG'ye tasarladığı ürünlerden vantilatör ve saç kurutma makinesi……..19*

Görsel 14: *Fagus Fabrikası dış cephe kaplaması……..……..20*

Görsel 15: *Patrik Schumacher'in bir yüzeye uyguladığı dalga animasyonunun yüzeydeki değişimini gösteren "Parametricism by Patrik Schumacher and Rosey Chan, Virtual Design Festival, Dezeen" sunum videosundan alınan görüntüler……21*

Görsel 16: *Sketchpad'ın kullanım görseli……..24*

Görsel 17: *Altıgenler ve bunların birleştirilmesi ile oluşturulan, kodlama ile yapılmış desen……25*

Görsel 18: *Sketchpad ile çember çizme aşamalarını gösterir çizim……25*

Görsel 19: *Sketchpad ile fotoğraf üzerinden geçilerek yapılmış bir kız yüzü figürü ve yüz özelliklerinin değiştirilmiş hali……26*

Görsel 20: *Göz kırpan kız (Nefertite) ve bileşenleri……26*

Görsel 21: *1962'de Patrick Hanratty tarafından PRONTO ile programlanan 1964 Pontiac (marka otomobilin) bagaj kapağı modeli için üç eksenli modelden bir kesit……27*

Görsel 22: *Syntha Vision kapsamında hazırlanmış bir videodan alınan ekran görüntüleri……28*

Görsel 23: *ANVIL 5000 programında tasarlanmış wireframe- tel çerçeve ve shaded-kaplanmış model ekran görüntüleri……28*

Görsel 24: *Initial Graphics Exchange Specification –IGES standardı kitabındaki parametrik bikübik spline yüzey örneği……29*

Görsel 25: *MicroCAD programının arayüzü……30*

Görsel 26: *Autocad 10 programının arayüzü……31*

Görsel 27: *Solidworks BDT programının 5,815,154 nolu patent dosyasından bir sayfa,1998……32*

Görsel 28: *KOMPAS-Graphic iki boyutlu BDT programı ekran görüntüsü……..33*

Görsel 29: *Adobe Photoshop programında bitmap görünümleri……34*

Görsel 30: *Adobe Photoshop programında vektör görünümleri……34*

Görsel 31: *Vektör grafikler ve bitmap grafikler……35*

Görsel 32: *Lineer (bir doğru boyunca değişen) enterpolasyon ve oran……35*

Görsel 33: *Bir eğrinin (spline) karakteristik çokgeni……36*

Görsel 34: *Bézier ordinatlarında farklı noktaların birleşmesiyle oluşmuş alanlar* b_{ijk} *{v1,v2,v3} ve Üçgen Bézier Parçası b(ξ)(sağda) ……*36

Görsel 35: *www.geogebra.org/3d sitesindeki 3D çizim sayfasında, online hesap makinesine "x*y" formülü yazıldıktan sonra oluşan grafik……37*

Görsel 36: *Wolfram Mathematica programında CS (Circular Surfaces-Dairesel Yüzeylerde) "α ve p" değişkenleri ile sınırlandırılarak oluşturulmuş grafikler……37*

Görsel 37: *Autodesk AutoCAD programını anlatan video görüntüsünden alınmış bir resim.....38*

Görsel 38: *Jana Matejko'nun, Grunwald Savaşı isimli yağlıboya tablosu……40*

Görsel 39: *Jana Matejko'nun, Grunwald Savaşı isimli yağlıboya tablosunun parçalara ayrılmış ve üçüncü boyutta dizilmiş hali……41*

Görsel 40: *Jana Matejko'nun, Grunwald Savaşı isimli yağlıboya tablosuna sadık kalınarak 67 adet figürün kabaca modellenmiş ve dizilmiş hali……41*

Görsel 41: *Tabloda kompozisyonun merkezindeki figür Vytautas the Great- Büyük Vitotas isimli Litvanya hükümdarının üç boyutlu modelinin desenkaplama-texture yapılmamış gri tek tonunda, ışık reflektesiz hali……42*

Görsel 42: *Yağlıboya tabloya sadık kalınarak figürlerin dizilmiş hali……43*

Görsel 43: *Yağlıboya tabloya sadık kalınarak Zawisza Czarny ve atının dekupe edilmiş ve yeniden çizilmiş hali……43*

Görsel 44: *Yağlıboya tabloya sadık kalınarak Vytautas the Great- Büyük Vitotas isimli Litvanya hükümdarının yeniden düzenlenen üç boyutlu modelinin tamamlanmış hali……44*

Görsel 45: *Jana Matejko'nun, Grunwald Savaşı isimli yağlıboya tablosunun üç boyutlu modellenerek rekostrüksiyonun video halinin ekran görüntüsü……44*

Görsel 46: *Denis Bajram'ın 6 sayılık çizgi roman serisinin 2. ve 3. sayılarının kapakları, 2006……45*

Görsel 47: *"Paths of Hate" kısa animasyonunun esinlendiği ve temel-aldığı "Battle of Britain" isimli filmden sahneler……46*

Görsel 48: *"Paths of Hate" kısa animasyonunun "Battle of Britain" isimli filmden örnek alınarak modellenmiş figürün texture eklenmemiş ve render alınmamış hali…47*

Görsel 49: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün Vray render motorunda Contour(Curvature)-Konturlu (Solda), Clay-Kil (Ortada) ve Wireframe Flat- Sade Tel Kafes (Solda) texture eklenmemiş ve render alınmış halleri……47*

Görsel 50: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün Vray render motorunda Contour (Curvature)-Konturlu (Sol üst), Texture-Desen dokulu (Sağ üst) Lambert-Yansımasız Renkli (Sol alt) render halleri ve bunların birleşimi (Sağ alt) ……48*

Görsel 51: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün Vray render Clay-Kil render hali……49*

Görsel 52: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün Vray render Texture-Doku kaplama render hali……49*

Görsel 53: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün final hali……50*

Görsel 54: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki uçak figürünün X-ray tabir edilen teknikle görselleştirilmesi (Solda) ve konsepte sadık kalınarak modellenmiş kokpit içi detayı……50*

Görsel 55: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki uçak figürlerinin taslak görüntüsü……51*

Görsel 56: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki uçak figürleri ve arkaplanın doku kaplanmış ve wireframe-tel çerçeve halleri……51*

Görsel 57: *"Ryse: Son of Rome" oyununun storyboard, model animasyonu, giydirme animasyon halleri ve oyunun final render hali……52*

Görsel 58: *"Ryse: Son of Rome" oyununun moodboard çizimi ve final animasyondaki görseli……53*

Görsel 59: *"Ryse: Son of Rome" oyunundaki "General" karakterinin render katmanlarından serbest ışıktaki alt katman (Bake), birinci boya katmanı (Painted over1) ve ikinci boya katmanını (Painted over 2)……..…..53*

Görsel 60: *"Ryse: Son of Rome" oyunundaki "General" karakterinin kaplamasız model, dolaylı aydınlatma, dış kabuk boyama, render ve final görünüş halleri…….54*

Görsel 61: *Pascal Blanché'nin "Bird of Prey", 2018 final illüstrasyonunu elde edebilmesi için modelleme BDT programı Pixologic Zbrush, render programı Luxion Keyshot ve etüd için Adobe Photoshop programını kullanma aşamalarını anlatan eğitselden ekran görüntüleri (solda) final çizimi* (sağda)……..…….55

Görsel 62: Pablo Munoz Gomez'in Pixologic Zbrush programında elde ettiği çinileme tarzı çizgi roman benzeri görseller……..…….....56

Görsel 63: *B-spline eğrilerinden türetilmiş serbest biçimli yüzeyler ve özellikleri…57*

Görsel 64: *BDT/BDÜ sistemi, ISO standardı ve CNC veri akışı……..57*

Görsel 65: *CT (Bilgisayar Tomografisi- Computer Tomograph) ile elde edilmiş alt çene üç boyutlu modeli, çeneye yapılacak ameliyatta kullanılacak parçanın modellenmesi (üstteki grup) ve ameliyat ile çeneye eklenecek parçanın üç boyutlu yazıcı ile çıktı alınmış hali (altta)……...58*

Görsel 66: *Occipital marka Sensör 3D tarayıcı……..59*

Görsel 67: *Occipital marka Sensör 3D tarayıcı ile elde edilmiş bir oda modeli görseli……59*

Görsel 68: *Occipital marka Sensör 3D tarayıcı ile elde edilmiş bir büst (solda), Büstün Ultimaker marka üç boyutlu çıktı makinesi ile çıktı alma aşaması (ortada), çıktının tamamlanmış hali (sağda)* …….....60

Görsel 69: *SAP2000 programında, çelik endüstriyel yapı statik hesabını anlatan video görüntüsünden alınmış bir resim……..61*

Görsel 70: *Autodesk CFD programında bir ilklimlendirme-soğutma sisteminin bina içindeki hava akışını gösteren simülasyonu……62*

Görsel 71: *Nasreddin Hoca, Timur ve fillerin satranç taşı ikonu şeklindeki taslak çalışması, Ozan SOYDAN, 2015……..64*

Görsel 72: *Nasreddin Hoca, Timur ve eşek figürlerinin izometrik tarzda yeniden çizilip ışık, gölge ve renk verilmesi aşamaları, Ozan SOYDAN, 2015……..64*

Görsel 73: *Figürlerin birbirleri ile uyum testi, Ozan SOYDAN, 2015……..65*

Görsel 74: *Nasreddin Hoca ve eşeği, Timur ve fillerini bir arada gösteren final kompozisyon, Ozan SOYDAN, 2015……..66*

Görsel 75: *Kuru Derya filminin karakterlerinden "Yaşlı Adam" konsept çalışması, Ozan SOYDAN, 2011……67*

Görsel 76: *"Kuru Derya" filminin storyboardu, Ozan SOYDAN, 2011……..68*

Görsel 77: *Sahne 14 yaşlı adamın yakın plan yüz çekimi, Ozan SOYDAN, 2011……68*

Görsel 78: *Sahne 16 Yaşlı adamın şişeden su içmesi sahnesinden birkaç kare. Ozan SOYDAN, 2011……69*

Görsel 79: *Sahne 25 Figürün yürüme hareketini gösteren kareler. Ozan SOYDAN, 2011……69*

Görsel 80: *BDT programlarından Autodesk Maya'da nokta, kenar, yüzey ve obje tanımlamaları. Model, ekran görüntüsü ve dijital işleme Ozan SOYDAN, 2019……70*

Görsel 81: *"Buharlı Zaman Makinesi" isimli filmin storyboard çalışmasından bir kesit, Ozan SOYDAN, 2013……72*

Görsel 82: *Storyboard aşamasında kullanılmak üzere kaba modellenmiş buharla çalışan robotun ön görünüş ve yan görünüşü, Ozan SOYDAN, 2013……72*

Görsel 83: *Karakterlerin Autodesk Maya BDT programı ile modellenmesi aşamaları, Ozan SOYDAN, 2013……73*

Görsel 84: *Autodesk Maya BDT programında yüz mimiklerinin gerçekleştirilebilmesi için rigleme işlemi, Ozan SOYDAN, 2013*.....73

Görsel 85: *Autodesk Maya BDT programında güneş ışığının bulunduğu bir sahne ortamı ve Mental Ray render motorunda render alınmış hali, Ozan SOYDAN, 2013……74*

Görsel 86: *"Buharlı Zaman Makinesi" filminin bazı sahnelerinin render alınmış hallerini gösteren ekran görüntüsü, Ozan SOYDAN, 2013……74*

Görsel 87: *"Buharlı Zaman Makinesi" filminin afişi, Ozan SOYDAN, 2013……..75*

Görsel 88: *ZBrush arayüzü (ZBrush Interface). Figür: DemoSoldier.ztl, program içinde gömülü olarak bulunur……..76*

Görsel 89: *ZBrush programında Standart Fırça (Brush) menüsü (solda) görünümü ve aynı boyuttaki standart fırçanın farklı odaklama ayarı ile oluşan sonuçlar(sağda)……77*

Görsel 90: *ZBrush programında bir fırça cinsi, "Move" ikonu (sağ üstte) ve düşük poligonlu bir figüre bu fırçanın etkisi……..77*

Görsel 91: *Bir aslan başı heykelinin en temelden daha ince çizgilere doğru geniş vuruşlarla ilerleme aşamalarını gösteren Zbrush çizimi……78*

Görsel 92: *Heykelin büst kısmının modellenmesi sırasındaki büst katmanlar(layers) arasındaki konumu, büstün tek başına pozisyonu, poligon ve nokta sayıları ve toplam poligon sayılarını gösteren arayüz, Zbrush çizimi. Modelleme ve grafik işleme Ozan SOYDAN, 2019……..79*

Görsel 93: *Heykelin büst kısmındaki göz detayı ve bir poligonun büstteki konumu, Zbrush çizimi. Modelleme ve grafik işleme Ozan SOYDAN,2019……80*

Görsel 94: *Heykelin kaide üzerine oturtulmuş halinin farklı açılardan görünümü, Zbrush çizimi. Modelleme ve grafik işleme Ozan SOYDAN,2019……..80*

Görsel 95: *Heykelin üç boyutlu yazıcıdan beyaz flament hammadde ile çıktı hali. Modelleme Ozan SOYDAN, 2019……81*

Görsel 96: *Sketchup CAD programında yapılan köprü modeli. Modelleme Ozan SOYDAN, 2015……82*

Görsel 97: *Cinema 4D CAD programında yapılan cami modeli. Modelleme Ozan SOYDAN, 2015……82*

Görsel 98: *Sketchup 3D Warehouse online buluttan alınıp restore edilen bina modeli. Restorasyon Ozan SOYDAN, 2015……83*

Görsel 99: *Sketchup 3D Warehouse online bulutta bulunan tramvay model ve ekran görüntüsü. Final çizimde kompozisyondan çıkarılmıştır ……..83*

Görsel 100: *Adobe Photoshop programında, farklı kuş görselleri kesilip birleştirilerek oluşturulan Zümrüd-ü Anka Kuşu kompozisyonu. Görsel işleme Ozan SOYDAN, 2015……84*

Görsel 101: *Artrage programında, yağlıboya fırça aracı kullanılarak oluşturulan dijital çizim. Dijital çizim Ozan SOYDAN,* 2015……..….*85*

Görsel 102: *Autodesk Maya programında Anadolu Üniversitesi Yunusemre Kampüsü'nün bina dizilimi. Model dizilimi Ozan SOYDAN, 2015……..85*

Görsel 103: *Autodesk Maya programında Eskişehir şehir binaları dizilimi. Model dizilimi Ozan SOYDAN 2015……..86*

Görsel 104: *Autodesk Maya programında Eskişehir şehir binaları dizilimi. Model dizilimi ve kompozisyon Ozan SOYDAN, 2015……87*

Görsel 105: *Autodesk Maya CAD programında mental ray menü arayüzü görünümü ve bir detayın renderı. Kompozisyon ve render Ozan SOYDAN, 2015……87*

Görsel 106: *Autodesk Maya programında Eskişehir şehir binaları Render Ön ve Yan Görünüş.. Render Ozan SOYDAN, 2015……88*

Görsel 107: *Adobe Photoshop programında yeniden renk dengeleme, ilave çizimlerin yapılması. Kompozit işleme Ozan SOYDAN, 2015……89*

Görsel 108: *El ile çizilmiş öykü karelerinin Adobe Photoshop programında yeniden düzenlenmesi ile hazırlanmış storyboard(hikaye çizelgesi), ilk altı sahne. Çizimler Ozan SOYDAN, 2012……91*

Görsel 109: *Sketchup 3D Warehouse online buluttaki sinek modeli sayfa görüntüsü. 2012.....92*

Görsel 110: *Sketchup programında hazır sinek modelinin dönüştürülmesi (solda) ve ."Styles-Stiller" menüsünden "Sketchy Watercolor wide" otomatik render stilinin tercih edilmesi (sağda) Model işleme ve render Ozan SOYDAN, 2012……92*

Görsel 111: *Sketchup 3D Warehouse online buluttan alınan pencerenin "Simple" ekran görüntüsü, 2012……93*

Görsel 112: *Sketchup BDT programına gömülü otomatik render stillerinden "Sketchy Conte" tarzı ile elde edilmiş pencere görseli. Kompozisyon ve render Ozan SOYDAN, 2012……93*

Görsel 113: *Sketchup BDT programında "Sketchy Conte" tarzı render, pencerenin pozisyon ayarları ile oynanarak "Rotate-Döndür" aracı ile elde edilmiş pencere açık ve az açık halleri görseli. Kompozisyon ve render Ozan SOYDAN, 2012……94*

Görsel 114: *Sketchup 3D Warehouse online buluttaki mutfak modeli sayfa görüntüsü, 2012……94*

Görsel 115: *Sketchup 3D Warehouse BDT programında zemine çizgisel parçalar eklenmesi. Çizim Ozan SOYDAN, 2012……95*

Görsel 116: *Sketchup 3D Warehouse BDT programında zemin ve mutfağın çizgisel render hali.Çizim Ozan SOYDAN, 2012……95*

Görsel 117: *Sketchup 3D Warehouse BDT programında arkaplandaki mutfağın çizgisel render hali. Kompozisyon Ozan SOYDAN, 2012……96*

Görsel 118: *Sketchup 3D Warehouse BDT programında "Position-Pozisyon" ayarları değiştirilerek elde edilmiş sinek figürü hareketleri ve zemin eklenmesi. Animasyon ve kompozisyon Ozan SOYDAN, 2012……96*

Görsel 119: *Daha önceden hazırlanmış arkaplan mutfak çiziminin üzerine, Adobe Photoshop programında tablet yardımı ile hazırlanan çocuk figürü dijital çizimi. Çizim ve kompozisyon Ozan SOYDAN, 2012……97*

Görsel 120: *Daha önceden hazırlanmış arkaplan mutfak çiziminin üzerine, Adobe Photoshop programında tablet yardımı ile hazırlanan 15 kareden oluşan çocuk figürü dijital çizimi. Çizim ve kompozisyon Ozan SOYDAN 2012……98*

Görsel 121: *Adobe İllustrator programında suluboya etkisi verilmiş vektöre çizim…99*

Görsel 122: *Maxon Cinema4D programında hazırlanmış havada asılı üç boyutlu fırça darbesi görseli, modelleme ve render Ozan SOYDAN, 2020……99*

Görsel 123: *Pixologic Zbrush programında hazırlanmış modelin ekran görüntüsü ve Adobe Photoshop programı ile işlenmiş hali. Modelleme ve dijital işleme Ozan SOYDAN, 2019.....100*

Görsel 124: *Üç boyutlu at modelinin internet sitesindeki görüntüsü ……..101*

Görsel 125: *Maxon Cinema4D programı materyal editörü, bu editörün "Çizgi kalınlığı(Stroke)s" değerleri(sağda) ve at figürünü eş zamanlı render* alan, beyaz

zeminli pencere (Inreractive Render Region) *Ekran görüntüleri ve render Ozan SOYDAN 2018……..102*

Görsel 126: *Maxon Cinema4D programı wireframe ve render hallerindeki ekran görüntüleri*. 3D *At modeli : Ekran görüntüleri ve render Ozan SOYDAN 2018……102*

Görsel 127: *Kamera hareketi ile elde edilmiş animasyondan on iki karenin birlikte görüntüsü, Ozan SOYDAN, 2018……..103*

Görsel 128: *Adobe After Effects programında eski kâğıt ve spot ışığı efekti eklenmiş final görüntü. Dijital işleme ve animasyon, Ozan SOYDAN, 2018……104*

Görsel 129: *Pixologic Zbrush programında modellenmiş ve boyanmış bir modelin farklı açılardan ekran görüntüsü alınıp birleştirilmiş kompozisyonu. Modelleme, boyama ve dijital işleme Ozan SOYDAN, 2017……105*

Görsel 130: *Pixologic Zbrush programında modellenmiş figürün siyah görünümü, Adobe Photoshop programında maskeye beyaz ışık- renk eklenmesi(üstte), Adobe Photoshop programında paslı metal dokusu eklenmesi, "Overlay" ve "Multiply" efektlerinin eklenmesi sonucu ortaya çıkan çizim, Konsept çalışma- Hüseyin Özkan, Modelleme ve etüd- Ozan SOYDAN, 2018……106*

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

BDM : Bilgisayar Destekli Mühendislik (Cumputer Aided Engineering, CAE)

BDT : Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design, CAD)

BDÜ : Bilgisayar Destekli Üretim (Computer Sided Manifacturing, CAM)

CNC : Computer Numerically Controlled

IGES : Initial Graphics Exchange Specification

MIT : Massachusetts Institute of Technology

NIST : National Institute of Standarts and Technology

NURBS : Non-Uniform Rational BSpline Surface

SSCB : Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği

USA : United States of America

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, sanat ve tasarımda eser ve ürün üretiminde, geleneksel yöntemler izlendiği yollardan farklı olarak, bilgisayar ve dijital üretim imkânlarından faydalanılarak, alternatif yollar inşa edilebileceği gösterilmek istenilmiştir. Pek çok farklı seçenekten, özünde bilgisayar destekli tasarım, üretim ve mühendislik anlamlarında kullanılan BDT, BDÜ ve BDM programları kullanılarak, sanat eseri ve tasarım ürünleri üzerinde çalışılmış, örnekler sergilenmiştir.

Tez konusu seçiminde, sanat ve tasarımda bilgisayar teknolojileri kullanımında bazı boşluklar gözlenmiş, farklı yerlerdeki öğrencilik ve profesyonel yaşam sonrasında harmanlanan detaylar somutlaştırılmaya çalışılmıştır.

Tez aşamaları sırasında benden desteğini esirgemeyen, tezimin tamamlanması için yolumu açan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Elif AVCI'ya teşekkürlerimi sunuyorum

Tezimi, kitap resimlerinde tasvir edilenlerden daha güzel olan, çekirdek aileme adıyorum.

Ozan SOYDAN

Eskişehir 2020

GİRİŞ

Sanat ve tasarım insanlık tarihi ile iç içedir. İnsanlar var oluş timsallerini yaşadıkları coğrafyalarda miras bırakmış, bu eserlerden bazıları günümüze kadar yaşayabilmiştir. Bunlar mağara resimleri olabileceği gibi, el aletleri de olabilmektedir. Tasarım, en küçük ev aletinden içinde barınılabilecek eve kadar geniş bir skalada ürünler barındırmaktadır. Bu ürünler, insan hayatını kolaylaştırıcı unsurlar barındırması yanında güvenlik kaygısı da taşımaktadır. "Hammurabi Kanunları" bu yüzden, döneminde "Usta" için oldukça ağır yaptırım kuralları uygulamaktadır.

Sanat ve tasarım, tarih boyunca estetik algısı ile yan yana var olmuştur. Gelişen teknoloji sayesinde bilgisayar ortamında yapılan deney ve testler ile daha güvenli ürün ve yapılar inşa edilebilmektedir. İnsanlık tarihine bakıldığında, günümüz teknolojisinin, yaklaşık elli yıllık geçmişi ile oldukça kısa bir zaman aralığında çok büyük bir ivme yakaladığı görülmektedir. Bilgisayar ortamında yapılan sanat ve tasarım ürünleri, bu aralıkta kendilerine has kurallara ve tekniklere sahip olmuşlardır. Sanatçı ve tasarımcılar bu kuralları ve teknikleri eş zamanlı kullanmakta ve öğrenmektedirler. Günümüz sanatçıları ve tasarımcıları, hâlâ yaşayan geleneksel yöntemlerin yanında, kendi içinde sürekli evrimleşen yeni teknolojilere hızla uyum sağlamış, ürünlerini bu çerçevede de oluşturmaya başlamışlardır. Bu gelişmeler sanatçı ve tasarımcılardan beklentilerin de artmasına neden olmuştur.

Ürün oluşturmada Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT), geleneksel öğretiye uygun nitelikleri taşımasının yanında, araç, zaman ve mekân gibi değişken etkenlerde kolaylaştırıcı unsurlar barındırması nedeniyle, eski dönemlere nazaran daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Dijital üretim teknikleri, kayıt altına alınabilmesi, hataların kolaylıkla düzeltilebilmesi, boyutların kolaylıkla değiştirilebilmesi, hacim-alan gibi sayısal verilere kolaylıkla ulaşılabilmesi, dijital ortamda veri aktarılabilmesi, bu verilerin USB ve CD gibi araçlarla ya da internet ortamında taşınabilmesi, ürünlerin istenilen zaman ve mekânda uygun yazılımlar vasıtası ile çıktı alınabilmesi gibi özellikleri ile öne çıkmaktadır. Geleneksel tekniklerle üretilmiş bir üründe ise insanlık tarihi boyunca akıllara yerleşmiş olan "el yapımı" olgusunun kutsallığı değişmemekte, her ürün tek ve benzersiz sayılmaktadır. Bu yüzden geleneksel yöntemler halâ değerini yitirmemiştir.

Dijital ya da geleneksel yöntemlerle üretilmiş bir ürün, sonuç itibarı ile insan elinden çıkması sebebi ile bir ruh barındırır. Bu ürünü üreten kişi ya da kişilerin emeğinin son kullanıcıya yansıdığı an, dijital ve geleneksel yöntemlerin ortak paydasını oluşturmaktadır.

Problem

Sanat ve tasarımda, klasik öğretide önce eskiz, sonra renkli çizimler, devamında eğer varsa üç boyutlu modellemeye geçiş önerilmektedir. Oysaki günümüzde eskiz aşamasına girmeden doğrudan üç boyutlu modelleme yapılabilmekte, bu üç boyutlu çizimler, sonrasında iki boyutlu çizim haline dönüştürülebilmektedir. Bu durumda klasik öğretinin tersine üretim de mümkün olmaktadır. BDT programları, çoğu zaman tasarımcı ve tasarımı talep eden kişilere kolaylıklar sağlamaktadır. BDT programları kullanılarak geleneksel yöntemlerin çıktılarına benzer çıktılar alınabilmektedir. İlgili alanyazında BDT programlarının, mühendislik (Eren, Sezer ve Börklü, 2018: 1-11), mimarlık (Bardak, 2007), dişçilik (Çelik, Üşümez ve Sarı, 2013: 74-82), jeodezi ve fotogrametri (Samtaş ve Gülesin, 2012: 1-16), moda-tekstil tasarımı ve endüstri ürünleri tasarımında (Kaygın ve Demir, 2017: 20-29) yaygın olarak kullanılmasına rağmen, sanat ve tasarımında beklenen sıklıkta kullanılmadığı gözlenmiştir.

Bu çalışmada, mühendislik, mimarlık, dişçilik, harita (jeodezi ve fotogrametri), moda tasarımı ve endüstri ürünleri tasarımı alanlarında sıklıkla kullanılan BDT programlarının özellikle geleneksel kabul edilen tekniklerle gerçekleştirilen resim, illüstrasyon, çizgi roman alanlarında yoğun kullanılmadığı gözleminden hareketle, ağırlıklı olarak bu programlar ile geleneksel öğretiye uygun ürünler oluşturulmak üzere hareket edilmektedir.

Alanyazın taramasında, BDT programlarının, genellikle teknik ihtiyaçlar doğrultusunda, zaman, enerji ve mekân tasarrufu için kullanılmış olduğu, bu programları kullanan kişilerin de genellikle nicel ve analitik dallarda eğitim almış kişilerden oluştuğu gözlenmiştir. Oysaki temel anlamda BDT programlarını verimli kullanabilmek için mühendislik benzeri eğitim almaya her zaman gereksinim duyulmamaktadır. Mühendislik, mimarlık ve teknik resim eğitimleri kişiye artı değer

katmakla beraber, bu eğitimleri hiç almamış kişiler de BDT programları ile ürün ortaya çıkarabilmektedirler.

Bu çalışma, klasik sanat eğitiminin yanında ağırlıklı olarak BDT programlarının eğitiminde yetersizlikler olduğu izlenimini bir problem olarak tanımlamakta, birbirlerinden farklı ve nispeten kolay bazı tekniklerle, yeni çözüm önerileri öne sürmektedir. Bu kapsamda çalışmanın konusu, BDT programları vasıtası ile geleneksel sanat ve tasarım öğretilerine uygun çıktılar alınmasıdır. Bu çıktılar kâğıt üzerine baskı şeklinde olabileceği gibi, üç boyutlu çıktı veya animasyon ürünü olabilmektedir. BDT programları ile gerçekleştirilecek tasarımların başlangıcından nihai ürüne kadar sürecinin aktarılması çalışmanın içeriğini oluşturmaktadır.

Amaç

Maliyeti yüksek olan bilgisayar, yazılım ve eklentiler (plugin) kullanılmadan da tasarımlar yapılabilmektedir. Bu çalışmada, sanat ve tasarımda farklı üretim seçeneklerinin incelenmesi, konu ile ilgili somut ürünler elde edilmesi, üretim aşamalarının kayıt altına alınması, araştırmacının deneyimi temel alınarak belirlenen tekniklerin üreticiye ve tüketiciye açıklanması amaçlanmaktadır.

Önem

Dünya genelinde geleneksel üretimin ve bu yolla üretim yapan sanatçıların hâlâ saygın bir yeri olduğu bilinmektedir. Geleneksel tarzda gerçekleştirilen sanat ve tasarım süreçlerinde, termin süreleri uzun olabilmekte, bazı durumlarda zaman ve emek kaybı yaşanabilmektedir. Ayrıca, geleneksel öğretiye sadık kalarak üretim yapan sanatçı ve tasarımcılar ile dijital teknolojilerin işe koşulduğu üretim yöntemlerini tercih edenler arasındaki makas giderek açılmaktadır. Bu çalışmada BDT programlarının, üretimde sağlayabileceği kolaylaştırıcı unsurlar ele alınarak, sanat ve tasarım alanındaki potansiyelleri ortaya konulmaktadır. Tez kapsamında, belirlenen süreçlerin detaylı anlatımı ile oluşturulmuş ürünlerin, üretici ve tüketiciye bir kılavuz olması beklenmektedir.

Yöntem

Araştırma nitel bakış açısı ile yapılandırılmış, öncelikle alanyazın taraması ile geleneksel yöntemlerle elde edilmiş görsel verilere ulaşılmıştır. Bunu takiben BDT programları ile geleneksel öğreti ile elde edilmiş ürünlere benzer görsel ürünler elde etmeye yönelik özgün tasarım süreçleri betimlenmiştir.

BDT alanına giren tüm obje ve bireyleri kapsayan evrenden, rasgele seçim yolu ile ulaşılan örneklem, BDT programı ile üretilmiş ürünlerin kümesi olmaktadır. Araştırma kapsamında, kâğıt üzerine uygulanan, karakalem eskiz, mürekkep eskiz, suluboya tekniği benzeri teknikler dijital ortamda uygulanarak ürünler hazırlanmıştır. Yine dijital ortamda üç boyutlu modeller hazırlanmış, bu modeller çeşitli tekniklerle, dijital ortamlarda iki boyutlu çizim benzeri haline getirilmiştir. Üç boyutlu model görüntüleri çizgi roman karesi, eskiz çizim hallerine benzetilmiştir. Üç boyutlu modelin çıktısı alınıp heykel elde edilmiştir. Teknikler arasındaki geçişkenlik öne çıkarılarak seçeneklerin zenginliği örneklendirilmiştir.

Veri toplama ve özellikle görsel veri oluşturma sürecinde öznel bakış açısının ve kişisel deneyimlerin aktarılmasının, araştırma yolu ile kazanılan bilginin gelişime ve değişime yol açıp, somut ve güçlü bulgular ortaya koyabileceği öngörülmüştür.

Veri Toplama Araçları

Alanyazın taraması ve doküman incelemesi kapsamında BDT programları ile gerçekleştirilen ürünlerin sıklıkla bulunduğu internetteki ilgili kaynaklardan dijital görseller elde edilmiştir. Nitel veri olarak kullanılan görseller, iki boyutlu çizim, üç boyutlu model ve program dâhilinde ise bunların ekran görüntüsü şeklinde elde edilmiştir. Kaynak görselleri olarak bazı görseller kitap sayfası kesiti, bazıları ise dijital belge, sayfa ya da video ekran görüntüsü olarak hazırlanmıştır. Özgün üretimler ise yine BDT programları aracılığı ile araştırmacının bireysel olarak ürettiği dijital ürünlerden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında üretilen görseller kesit alarak, görüntü alarak ya da çok sayıda görüntünün birleştirilmesi yolu ile oluşturulmuştur.

İlgili Alanyazın

Alanyazın, daha önce ülkemizde diş hekimliği, mimarlık, mühendislik, jeodezi ve fotogrametri ve bilgisayar destekli tasarım eğitimi konuları açısından incelenmiştir. Buna paralel olarak diğer ülkelerde gerçekleştirilmiş üretim teknikleri ve BDT programı imal eden firmalardan örnekler de incelenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde BDT programları kullanımı ve bunların geleneksel üretim ile ilişkisi irdelenmektedir.

Alanyazın taramasında, iç mimarlık eğitimi kapsamında teknik resim üretiminde, BDT programlarının kullanımında el ile çizmeye kıyasla daha kaliteli sonuçlarla karşılaşıldığı anlaşılmaktadır (Bardak, 2007). Yapı ressamlığı eğitiminde, birbirlerinden farklı BDT sistemlerinin kullanılmasında, öğrenciler tarafından daha detaylı veri kullanımına olanak veren programların tercih edildiği gözlenmektedir (Benli Yıldız ve Sahtiyancı, 2019). Diş hekimliğinde BDT/BDÜ sistemlerinin, zaman içinde sürekli gelişiyor olması, üretime de yansımakta, protez gibi tedavi yöntemlerinin kalitesi BDT/BDÜ sistemlerine bağlı olarak artmaktadır (Çelik, Üşümez ve Sarı, 2013). Dijital üç boyutlu görsel oluşturma tekniklerinden olan fotogrametri temelindeki bir ekip çalışmasında, I_CAD isimli yeni bir program tasarlanmış, basit bir düzenekle, ev ortamında üç boyutlu, bulut tabanlı görseller elde edilebilmiştir (Samtaş ve Gülesin, 2012). Üç boyutlu yazıcılar vasıtası ile heykel üretiminde BDT uygulamaları ve üç boyutlu yazıcıdan edinilen ön modellemeler, kinetik heykel çalışmalarında tasarım sürecinde, eserin niteliğini ve mekanizmalarını denetlemek adına faydalı olmaktadır (Poyraz ve Dolunay, 2014). Tersine Mühendislik Laboratuvarı isimli teknik seçmeli ders, BDT yetisini başlangıç veya orta seviyeden daha ötesine ilerletmek isteyen öğrenciler için ileri bir BDT tecrübesi, yeni teknolojiler ve yeni yöntemler sunmakta, öğrencilerin kompozit yöntemlerle üç boyutlu görsel üretebilmesine olanak tanımaktadır (Eren, Sezer ve Börklü, 2018: 1-11).

Alanyazın taraması sonrasında, sanat ve tasarımda BDT programlarının yaygın kullanılmamış olduğu gözleminden hareketle, tez kapsamında nihai ürünlerin BDT programları ile hazırlanmış olması tezin dayanak noktasıdır.

Kapsam ve Sınırlılıklar

Bu çalışma, BDT programları yardımı ile ürün oluşturma temelinde olmakla birlikte, araştırma süresince kullanılan BDT programları, doğası, tekniği ve felsefesi

gereği, bazı kullanım teknikleri ile geleneksel yöntemlerden ayrılmaktadır. BDT programlarının ve bu programlar yardımı ile üretilen çıktıların, geleneksel öğretiye uygun çıktılarla örtüştüğü varsayılmaktadır. Bu çıktıların, özellikle sanat ve tasarım eğitimi almış kişiler tarafından, ayırt edilmeksizin kabul göreceği öngörülmektedir.

Çalışma kapsamında BDT programlarının, mühendislik, mimarlık, dişçilik, jeodezi ve fotogrametri, moda-tekstil tasarımı ve endüstri ürünleri tasarımında profesyonel anlamda yaygın olarak kullanıldığı saptanmıştır. Sanat ve tasarım alanında ise, dijital sanat ve BDT programlarının kullanımıyla üretilen dijital sanat eserleri, sanat eğitimi ya da eğitim alanlarında bu programların kullanımları araştırmaya dâhil edilmemiştir.

İnternet ortamındaki makale, kitap, konferans ve bildiri gibi kaynakların bazıları, araştırmacının "edu" uzantılı mail adresi veya kütüphane hesabı olmadığı takdirde erişime kapalı olmaktadır. Bazı dijital kitaplar telif hakları sebebi ile limitli erişime izin vermektedir. Bazı internet kaynaklarında ise günlük kullanım ve indirme kotası bulunmaktadır. Nadiren de olsa daha önce ulaşılabilen internet kaynakları, sunucu çökmesi ya da adres kullanım süresi dolmasından dolayı ulaşılamaz hale gelebilmektedir. Sıralanan nedenler, çalışmanın sınırlılıkları olarak öngörülmektedir.

1. BÖLÜM

SANAT VE TASARIM İLİŞKİSİ

Sanat, Arapça kökenli bir sözcük olup, özü itibarı ile Arapçadaki anlamıyla eş olarak kullanılmaktadır. İmalat, işçilik, (Koç, 2016) ustalık, hüner (Nişanyan, 2002) anlamlarında, ayrı ayrı ve bütün olarak anlamlıdır. Fen, fünun (fenler) (Açık ve Özcan, 2018: 129) anlamlarına da gelir. Tasar kelimesi ise "Bir iş, bir düşünce sırasını, düzeyini gösteren resim, yazı, plan" (Nişanyan, 2002) anlamındadır. Muhtasar, tasavvur (Kaya, 2011: 126) Arapça kelime türetme tekniğine uygundur. Tasarım, taslak ve tasarımcı (Korkmaz, 2003) kelimeleri Türkçe kelime üretme eki almış kelimelerdir. Kelime kökü yine Arapça, tas, yassı ve yuvarlak su kabı anlamında, sınırlandırılmış bir hacmi (Nişanyan, 2002) tarif etmektedir. Buradan yola çıkılarak, kafatası ve "bir şeyi zihinde canlandırmak, tasarlamak" anlamındaki tasavvur kelimeleri herhangi bir varlık hakkında bilgi edinme sürecinde bir kümeyi oluşturur. Aklın ve zihnin yer aldığı tas olarak diğer anlamlarla örtüşebilir.

Aklın, zihnin, yetinin bir arada (Olszewski, 2015: 118-125) olduğu sanat ve tasarım, bazı yönlerden benzemekte, bazı yönlerde ise birbirlerinden ayrılmaktadır. Sanat, anlam olarak içinde bir ruh barındırır ki bu ruh sanat eserini üreten sanatçının ruhunun bir yansımasıdır da denilebilir. Michelangelo'nun Davûd Heykeli, ayakta poz vermiş bir erkek figüründen öte anlamlar taşımaktadır (Olszewski, 2015). Aynı figürün yeniden üretimi sanat eserinin ve sanatçının önüne geçememektedir (Corti, Costagliola ve Bonini, 2015: 26-31) Osman Hamdi Bey'in Kaplumbağa Terbiyecisi, bıkkın bir derviş tasvirinden çok (Kılıçkaya, 2015: 68-205), kendini bir derviş olarak resmeden Osman Hamdi Bey'in iç dünyasının bir yansımasıdır (Eldem, 2009: 20-30). Arapça, nefes, soluk, rüzgâr, esinti anlamlarına gelen ruh (Nişanyan, 2002), Platon'a göre, idealar dünyasından yeryüzüne inmiştir ve tanrısal bir kaynaktan çıkmıştır (Türkben, 2017: 57-76). Sokrates, insanın bir ruh ve bedenden meydana gelen bileşik bir varlık olduğunu, bunlardan gerçekten var olanın ruh olduğunu, bedeninse ancak ruhun hizmetinde olup, tinsel değerlerin hayata geçirilmesinde bir araç olma görevi gördüğü sürece bir değere sahip bulunduğunu öne sürmektedir (Baykent, 2018: 130-142). Bu yolla, sanat ve tasarımın özünde, insanlık ve insanlık ruhunun olduğu, sanat eserinin ve tasarım ürününün de bu sınırlarda somutlaştığı sonucuna ulaşılabilir. Sanat

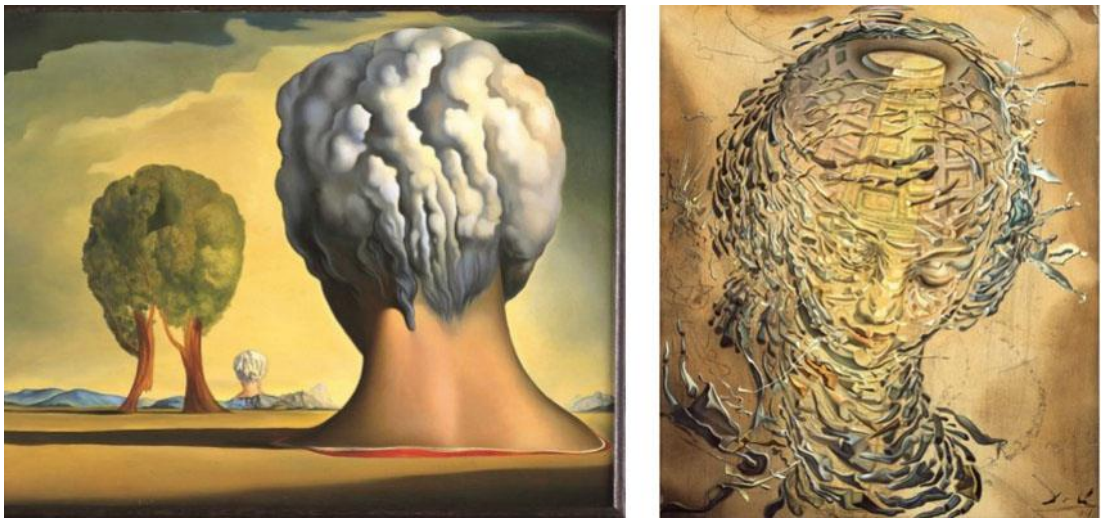
eseri ve tasarım ürünü, müspet ya da menfi, insanlar tarafından değerlendirilmektedir. Sanatçı ve tasarımcı, üretirken bu kaygılarla yola çıkmaktadır.

Kimi zaman sanatçı ve tasarımcı aynı kişi olabilmektedir. Salvador Dali ve Pablo Picasso farklı dönemlerde San Fernando Kraliyet Güzel Sanatlar Akademisi'nde (Real Academia de Bellas Artes de San Fernando) öğrenim görmüştür. İki sanatçı da İspanya Sivil Savaşı'ndan sonra eserler vermiştir. Picasso'nun "Guernica" ve Dali'nin "Uranium and Atomica Melancholica Idyll" isimli eserleri örnek olarak gösterilebilir (Görsel 1).



Görsel 1: *Pablo Picasso, "Guernica",* 1947 (solda) (https://www.pablopicasso.org, 2020). Salvador Dali, *"Uranium and Atomica Melancholica Idyll",* 1945 (sağda) (https://dali.com, 2020).

Her iki sanatçı da toplumsal olaylara duyarlı eserler üretmiştir. Dali'nin nükleer tehdidi fark ettiği ve eserlerini olaylarla paralel ürettiği görülmektedir. Dali'nin Görsel 2'de görülen "Bikini Üç Sfenksleri (The Three Sphinxes of Bikini)" adlı eseri Amerika'nın, Pasifik Okyanusu'ndaki Bikini Mercan Adaları yakınlarında yaptığı nükleer bomba deneylerini anlatmaktadır. Yine Görsel 2'deki "Raphael'e Özgü Kafa Patlaması (Exploding Raphaelesque Head)" isimli eseri ise Dali'nin okuduğu İngiliz astrofizikçi Arthur Eddington'un nükleer füzyon kitaplarında yer alan yeni parçacık anlayışını temsil etmektedir (Taylor, 2016: 1-11).



Görsel 2: Salvador Dali, *"Bikini Üç Sfenksleri (The Three Sphinxes of Bikini)"*, 1947 (solda) (https://www.salvador-dali.org, 2020). Salvador Dali, *"Raphael'e Özgü Kafa Patlaması (Exploding Raphaelesque Head)"*, 1951 (sağda) (https://www.salvador-dali.org, 2020).

Dali, 1951 yılında, Londra'da düzenlenen nükleer fizik ve moleküler kimya alanındaki bir basın konferansına katılmış, buradaki olguların resimsel potansiyel taşıdığını fark etmiş ve kendini "Atomik Çağın İlk Ressamı" olarak ilan etmiştir. Bir süre sonra Enrico Bej, Joe C. Colombo and Sergio Dangelo gibi İtalyan sanatçılar yeni bir oluşum içine girip nükleer-atomik olguyu sahiplenmiş ve Dali aleyhine davalar açmıştır. Farklı ülkelerde görülen mahkemeler birbirlerine etki edemediğinden, Dali bu durumdan olumsuz etkilenmemiş olsa da zaman içinde nükleer-atomik olgusundan uzaklaşmıştır (Taylor, 2016: 1-11).

Picasso ve Dali, farklı disiplinlerden gelen davetler üzerine çeşitli tasarımlar da yapmışlardır. Picasso, Erik Satie ve Jean Cocteau tarafından yazılan, "Parade" isimli bale için, Sergei Diaghilev'in Ballets Russes isimli bale ekibine 1917 yılında kostüm ve sahne tasarımları yapmıştır (Görsel 3). (https://news.italy-museum.com, 2020)



Görsel 3: *Picasso'nun "Parade" Balesi için hazırladığı sahne tasarımı (üstte)* (https://news.italy-museum.com, 2020), *aynı bale için tasarladığı "Çinli Hokkabaz" kostümü, 1917 (sol altta)* (http://collections.vam.ac.uk, 2020) *ve kostümün tamamlanmış hali(sağ altta)* (http://collections.vam.ac.uk, 2020).

Dali de Picasso'nun izinden gidip, artık Avrupa'dan ayrılıp New York'ta faaliyet gösterecek Ballets Russes kökenli dokuz kişilik bale grubu için (Carter, 2000), "Sarhoş Tören" ve "Labirent" (Bacchanale and Labyrinth) balelerine sahne tasarımı, "Üç Köşeli Şapka (The Three Cornered Hat)" balesine kostüm tasarımı (Görsel 4) yapmıştır (Carter, 2000).



Görsel 4: *Dali'nin "Sarhoş Tören (Bacchanale)" 1939 (sol üstte)* (https://www.salvador-dali.org, 2020) *ve "Labirent (Labyrinth)" 1941 (sağ üstte)* (https://www.salvador-dali.org, 2020) *balelerine yaptığı sahne tasarımı ve "Üç Köşeli Şapka (The Three Cornered Hat)" 1950 (altta) balesine tasarladığı kostümler ile poz vermiş dansçılar* (Carter, 2000).

Picasso ve Dali, endüstriyel ürünler tasarlamaya devam etmişlerdir. Bunlara Picasso'nun tasarladığı sürahi ve kravat (Görsel 5), Dali'nin tasarladığı çay takımı, çatal seti, elbise ve şarap kadehi gövdeli lamba (Görsel 6) örnek verilebilir.



Görsel 5: *Picasso'nun tasarımı sürahi, 1951* (http://collections.vam.ac.uk, 2020) *ve kravat, 1960* (http://collections.vam.ac.uk, 2020).



Görsel 6: *Dali'nin Royal Crown Derby firmasına yaptığı "Çay Seti", 1938 (sol üstte)* (http://collections.vam.ac.uk, 2020); *Edward James ile yaptığı "Şarap Kadehi Gövdeli Lamba"(sağ üstte), 1938* (http://collections.vam.ac.uk, 2020), *altı parçalık "Çatal Seti", 1957 (sol altta)* (https://thecutleryreview.com, 2014), *Elsa Schiaparelli ile yaptığı "Duvaklı Elbise", 1938 (sağ altta)* (http://collections.vam.ac.uk, 2020).

Dali, bilim ve teknolojiye, Picasso'ya kıyasla daha yakın durmaktadır. Gerçeküstücü İspanyol yönetmen ve senarist Luis Buñuel Portolés ile tanıştıktan bir süre sonra Dali, gördüğü bir rüyayı paylaşmış ve devamında üç bölümden oluşan "Bir Endülüs Köpeği, 1929" filmi ortaya çıkmıştır. Bu şekilde Dali'nin fikirleri tuvalden beyazperdeye aktarılmıştır. Devamında çekilen "Altın Çağ, 1930" filminde de bu ikilinin ortak oluşturduğu senaryo bir ürüne dönüştürülmüştür. Dali, Alfred Hitchcock'un "Öldüren Hatıralar (Spellbound), 1945" filminde, bir rüya sahnesinin bazı setlerini tasarlamıştır (Görsel 7).



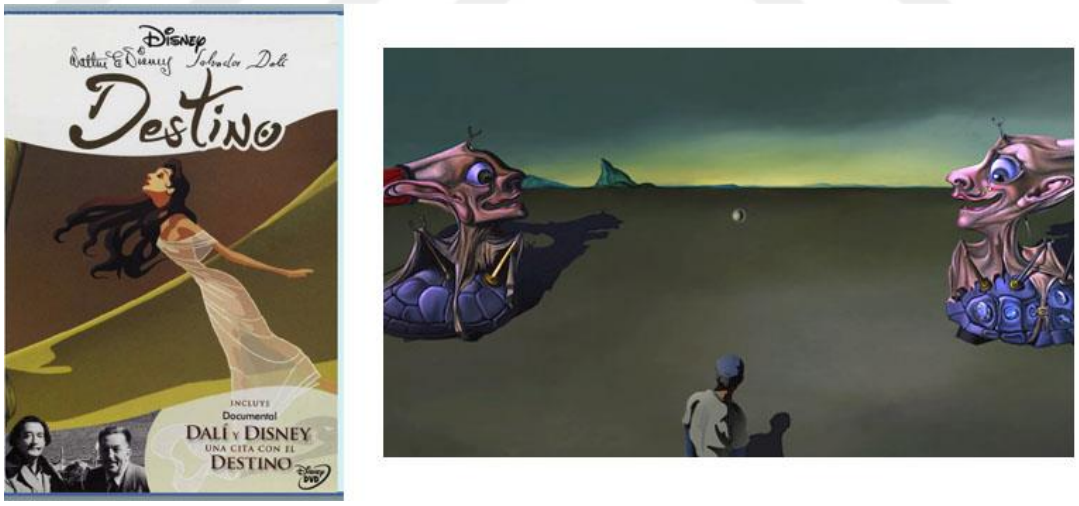
Görsel 7: *Dali'nin "Öldüren Hatıralar, 1945" filmi için tasarladığı sahnelerden bir örnek* (https://www.designboom.com, 2020).

Dali, sinemanın yanında çizgi film ile de ilgilenmiştir. Walt Disney ile geliştirdikleri "Kader (Destino)" animasyon projesi (Canemaker, 2005:76-83) yarım kalmış bir projedir.



Görsel 8: *Destino'da kaplumbağalar çarpıştığında, bir balerin doğar (solda) Destino'daki beyzbol sahnesi için, mürekkepli, orijinal bir Dali konsept çizimi (sağda) (1945 ve 1946 yılları)* (Canemaker, 2005).

Bu film, Disney'in yeğeni Roy E. Disney tarafından 1999 yıllında yeniden ele alınmış ve Walt Disney Stüdyoları tarafından tamamlanmış (Görsel 9), 2003-2004 yıllarında pek çok festivalde gösterilmiş ve ödüller kazanmıştır. Destino, En İyi Kısa Animasyon dalında Oscar Adayı olmuştur (https://vimeo.com, 2001).



Görsel 9: *Kader (Destino) filminin sonradan tamamlanması sonucu oluşturulan DVD'nin kapağı (2003-2004 yılları) (solda*) (https://disney.fandom.com, 2020) *ve aynı filmden bir sahne* (sağda), (Barbagallo, 2003: 807-813).

Daha pek çok tamamlanamamış projeden biri de "Jodorovski'nin Dûn'u (Jodorowsky's Dune)" filmidir. Kendisi de gerçeküstücü olarak tanınan Alejandro

Jodorowsky, Frank Herbert'in "Kumdan Tepe, Dune" adlı kült bilimkurgu kitabını filme uyarlamak ve bu kitaptaki karakterlerden biri olan "İmparator"u da Dali'nin canlandırmasını istemektedir. Bu olayları anlatan "Jodorovski'nin Dûn'u (Jodorowsky's Dune)" isimli bir belgeselde (https://www.youtube.com, 2017), diğer projelerden farklı olarak, Dali ile yapılan para pazarlıklarından da bahsedilmektedir. Böylece farklı kaynaklardan, Dali'nin Holywood'un en pahalı aktörü olmak istediği öğrenilmektedir. Belgeseldeki yapımcı ve yönetmene göre Dali'nin bu isteği kabul edilmiş, küçük bir hile ile dakika hesabı yapılmış ve dakikası yüz bin dolar olarak, o dönem için kabul edilmiştir. Çünkü Dali bilmese de filmde üç dakika yer alacaktır. Dali'nin fotoğraflarını çeken Ara Güler, biçilen bu değerden, Cüneyt Özdemir ile yaptığı bir röportajda bahsetmektedir (https://www.youtube.com, 2016).

Sanat ve tasarımın birbirlerinden keskin çizgilerle ayrılamaması bu iki sanatçının üretimleri ile açıklanabilmektedir. Sanatçı özelinde sanat ve tasarım birleşebilmekte, farklı disiplinlerde üretilen eserler farklı bakış açıları ile değerlendirilebilmektedir. Bilim ve teknoloji sanat ve tasarımdan beslendiği gibi katkı da sunmaktadır. Dali'nin kendine fiyat biçmesi, aslında, sanatçıya sanatın yanında farklı endüstrilerden de değer biçilebilmesini sağlamakta, bunun kayıt altına alınmasına da neden olmaktadır.

Picasso ve Dali'nin kendilerini sadece ressam olarak tanımlamadıkları ve farklı disiplinlerde, farklı kişi ve ekiplerle ortak çalışmalar yapabildikleri görülmektedir. Bu durum, başta bahsedilen sanat ve tasarımın, bilim ve teknolojiden çok uzak olmadıklarının göstergesidir denilebilir. Bu iki dâhinin yetileri sanat ve tasarımda çığır açmanın ötesinde yeni kuşaklara da örnek olmaktadır. Hayatta olmamalarına rağmen bıraktıkları izler halâ canlıdır ve bu izler bir şekilde üremeye devam etmektedir.

Ülkemizde Oğuz Aral, şöhreti her ne kadar Picasso ve Dali kadar olmasa da benzer hayat akışına sahip, çok yönlü bir sanatçımızdır. İstanbul Devlet Güzel Sanatlar Akademisi'nin üçüncü sınıfından ayrılan Oğuz Aral, ilk gençlik dönemlerinde karikatür ve grafik ağırlıklı eserler üretmiştir. Haldun Simavi'nin sahibi olduğu Günaydın Gazetesi'nin bir eki olarak başlayan Gırgır Dergisi, Oğuz Aral yönetiminde, tiraj olarak, o zamanki S.S.C.B.'nin "Krokodil" ve A.B.D.'nin "Mad" dergilerinden sonra dünyanın üçüncü büyük mizah dergisi konumuna gelmiştir. Oğuz Aral'ın diğer karikatürcülerden farkı, çok yönlü olmasının yanında, eserlerin teliflerini de yüksek

tutması olmuştur (Atay ve Kumru Akşit, 2008). Bir süre sonra Haldun Simavi sahibi olduğu gazeteleri satmış ve dergi kısa zamanda dağılmıştır.

Oğuz Aral, sanatın diğer dalları olarak, müzik ve tiyatro ile de ilgilenmiştir. Kendi eşi Güner Ener (Sevil) aracılığı ile tanıştığı Âşık Veysel ile bir dönem birlikte performans sergilemiştir (Atay & Kumru Akşit, 2008). Oğuz Aral'ın kendisi de bağlama virtüözüdür. Bir dönem "Hababam Sınıfı" tiyatro oyununda rol almıştır. "Bir Garip Orhan Veli, 1981" ve "Keşanlı Ali Destanı, 1994", oyunlarının yönetmenliğini üstlenmiş, sahne tasarımlarını ve afişlerini tasarlamıştır. Devamında "Huysuz İhtiyar" oyununda kendi hayatını anlatmış, bu oyunun da yönetmenliğini üstlenmiş, sahne ve figür tasarımlarını yapmıştır. Burada "Bir Garip Orhan Veli" oyununda da birlikte çalıştığı Müşfik Kenter, Oğuz Aral'ı canlandırmıştır (Görsel 10).



Görsel 10: *Oğuz Aral'ın yönettiği "Keşanlı Ali Destanı" oyununun afişi, 1994 (solda)* (https://tiyatrolar.com.tr, 1994) *ve "Bir Garip Orhan Veli" oyununda yönetmen Oğuz Aral, Müşfik Kenter ve arkadaşları, 1981 (sağda)* (https://twitter.com, 2018).

Oğuz Aral "Canlı Karikatür Stüdyosu" isimli, çizgi film üreten bir şirket kurmuş, ekibi ile kısa zamanda pek çok reklam filmi hazırlamıştır. Bunun dışında "Koca Yusuf, 1966" (Görsel 11), "Direkler Arası, 1967", "Bu Şehri İstanbul, 1968", "Ağustos Böceği ile Karınca, 1971" adında çizgi filmlerini tamamlayarak ülkemizdeki animasyon sektörünün öncülerinden biri olmuştur. Bir süre sonra animasyon yapımını tamamen bırakmıştır.



Görsel 11: *Oğuz Aral'ın "Canlı Karikatür Stüdyosu" bünyesinde ürettiği çizgi filmlerden "Koca Yusuf", 1966* (https://www.youtube.com, 2018).

Oğuz Aral seramik alanında da ürünler vermiştir. Bunlardan biri Çanakkale'deki Kolin Otel'deki seramik duvar süslemeleridir (Görsel 12).



Görsel 12: *Oğuz Aral'ın Çanakkale Kolin Otel'de bulunan seramik duvar süslemelerinden biri* (AA, 2004).

Oğuz Aral, sanatın hemen her alanında eserler üretmiş bir sanatçı olarak ülke literatüründe yer almaktadır. Günümüz mizah dergilerinin çizerlerinin büyük kısmı halâ onun koyduğu kurallara göre hareket etmektedir. Oğuz Aral, disiplinler arası üretim, eser çeşitliliği, bunları başarabilme ve çalışkanlık bakımından Picasso ve

Dali'ye benzetilebilirken, yerelden beslenmeyi tercih etmiş olduğu için evrensele ulaşma ve tanınırlık konusunda ise bu isimlere nazaran daha geride kaldığı söylenebilir.

Picasso, Dali ve Aral örneklerinde sıralanan detaylar arasında bir ilişki kurmak mümkün olmaktadır. Sanatçı tek başına belirli bir başarıya ulaştığı sırada, başka kitleler ve disiplinler tarafından da fark edilmekte, öne çıkarılmaktadır. Sanatçıdan özel ürünler beklentisi içine girilmesi sanatçıyı kamçılamakta, asıl disiplini dışında cesurca ürünler verebilmektedir. Bu istekte bulunan kişiler, sanatçının yakın çevresinden olabileceği gibi, onun şöhretine kapılmış hayran kitlesinden de olabilmektedir.

Sanatçı bir anda tasarımcıya dönüşebilmekte, ürettikleri eserler yadırganıp sorgulanmadan geniş kitlelerce benimsenebilmektedir. Sanatçının isminin bu kabullenmede etkisi olduğu hissedilebilmektedir. Bunun ötesinde sanatçının güçlü ruhunun farklı evrenlerde başarılı olabildiği, bu tip örneklerle sabit olmaktadır.

1.1. SANAT VE TASARIMDA ÜRÜN

Alman sanatçıları ve zanaatkârları Birinci Dünya Savaşı öncesinde (1907), dernekleşmiş durumdadır. "Deutscher Werkbund" isimli dernek bünyesinde mimarlar, endüstriyel tasarımcılar, sanatçılar ve tasarımcılar bulunmaktadır. Dernek kurucularının amacı "işçiliğin" tanımlanması ve "kalitenin" standardizasyonunu sağlamaktır (Giaccio, Canfora ve Del Signore, 2012: 225-242). Burada kalite, bir ürünün tasarımının teknik şartnameye uygunluğu ve kusur taşımaması olarak tanımlanmıştır. Öyle ki tasarım tek başına bir ürünü temsil etmemektedir. Somut bir olguya ve standardizasyona ihtiyaç vardır. Günümüzde de uygulanan "ISO Standartları" bu derneğin çalışmaları sayesinde ortaya çıkmıştır. Bu olgulardan hareketle, Walter Benjamin'in, "Aura; Geleneksel sanat yapıtının biricikliğini, bir anlık oluşunu ifade eden atmosfer" (Demiralp, 1999) tanımındaki benzersiz olma kaygısı, tek bir tasarımın çoklu üretiminde de var olduğu söylenebilir.

Deutscher Werkbund derneğinin en önemli üyesi sayılan Peter Behrens, sonradan Bauhaus'un kurucusu olacak Gropius'un işvereni ve hocasıdır. Behrens, dönemin geniş açıklıklı fabrikalarını tasarlamış ve inşa etmiştir. 1907 yılında AEG isimli firma ile anlaşmış, 1908 yılında AEG Türbin Fabrikası Behrens'in

danışmanlığında tasarlanmış ve tamamlanmıştır. AEG'nin logosunu kendi anlayışına göre yeniden tasarlayan Behrens'in grafik tasarımcı kimliği, endüstriyel tasarım ve mimarlık yönüne göre daha az belirginlikte algılanmaktadır. Alanyazın taramasında görülen Behrens'in "Line-art" ve afiş tarzındaki çalışmalarının sınırlılığı, grafik tarzının ve bunun yansımalarının net olarak betimlenememesine neden olmuştur. Behrens'in AEG'ye ilerleyen zamanlarda elektrikli ev aletleri tasarlaması sonrası ilk endüstriyel tasarımcı ünvanını da üzerine almıştır. Mobilya, ev eşyası ve elektrikli ev eşyası tasarımlarında kullandığı hatlar halen geçerliliğini korumaktadır. Bu yönü ile Deutcher Werkbund'un tanımladığı çok yönlü bir tasarımcıdır. (Anderson, 2000: 237-240).



Görsel 13: *1907 yılında Behrens'in AEG firması ile anlaşması sonrasında mimari danışmanlığında yapılan "AEG Türbin Fabrikası" 1908 (üstte)* (https://dan.wikitrans.net, 2020), *sonrasında Behrens'in AEG'ye tasarladığı ürünlerden vantilatör (sol altta)* (https://auctionet.com, 2020) *ve saç kurutma makinesi (sağ altta)* (https://onlyonceshop.com, 2020).

Bu dönemin tasarım anlayışında, yaşam ve iş alanı tasarlaması itibarı ile mimarlık tüm tasarımcıların üzerinde bir değer görmektedir. Behrens, bu tanıma uyan bir şekilde kendi yaşayacağı evi ve bu eve uygun mobilyaların tamamını kendisi tasarlamıştır.

Büyükbabası da mimar olan Gropius (Lupfer ve Sigel, 2004) ve arkadaşı Meyer, Deutscher Werkbund'un düzenlediği fuarda geniş açıklıkları, hocası Behrens gibi başarı ile geçebilmiş ve bu sayede adını duyurmuştur. Dönemin yeni teknolojisi cam dış cephe kaplamasını cesaretle uygulamıştır. Bu yapının bir süre test edilmesi gerekliliğinden, ilk başta bir ayakkabı kalıbı fabrikasında (Fagus Fabrikası) uygulamıştır (Görsel 14) (https://www.arkitektuel.com, 2020). Aradan yedi yıl geçmesinden sonra bir sorun yaşanmaması üzerine, kendi kurduğu okulda da aynı sistemi uygulamıştır. Bu dış cephe kaplaması sistemi, Behrens'in sistemi ile benzerlikler taşımakta ve günümüzdeki yapılarda neredeyse birebir uygulanmaktadır.



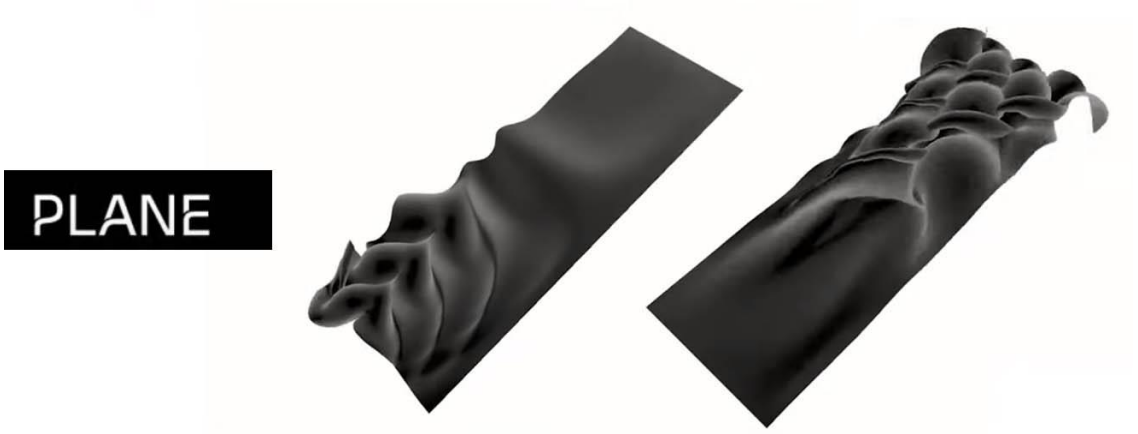
Görsel 14: *Fagus Fabrikası dış cephe kaplaması* (https://www.arkitektuel.com, 2020)

Bauhaus kurulduktan bir süre sonra Gropius, Paul Klee'yi davet etmiştir. Resim yanında müzik ve ritim ile de ilgilenen (Verdi, 1968) Klee'den sonra Bauhaus'ta kolektif çalışma ivme kazanmıştır. Bunun ilk eseri de Klee'nin yazdığı, Bauhaus'tan çıkma ikinci kitap olan "Pedagojik Eskiz Defteri"dir (Klee, 1925). Bu durum, mimaride ritim ve uyumun sağlanması bakımından bir ilk sayılmaktadır. Gropius ile Klee'nin bir ortak yönleri de Birinci Dünya Savaşı'nda orduda asker olarak

yer almış olmalarıdır. Savaş sırasında yaşadıkları travmaların bu iki sanatçının eserlerine yansıdığı düşünülmektedir.

Gropius, hocası Behrens'ten öğrendiklerini, Klee'nin ve diğer arkadaşlarının desteğiyle, kolektif çalışma anlayışında öğrencileri ile paylaşmıştır. Naziler tarafından kapatılmasına kadar geçen 12 yıl boyunca geçen sürede kurulan felsefe, yüz yıl sonrası dönemde dahi halen kullanılmaktadır. 1957 yılında Bauhaus kökenli iki profesörün ülkemize çağrılması sonrası kurulan eğitim sistemi, halen uygulanmaktadır. Bunun ilk organı olarak temel sanat eğitiminde, öğrencilere kolektif çalışma anlayışı ve geniş teknik öğretimi amaçlanmaktadır (Pekmezci, 2014).

Sanat ve tasarımda, Behrens-Gropius-Klee özelinde, öğrencilik ve hocalık ve tekrar öğrencilik döngüsünün yaşandığını söylemek kronolojik olarak mümkün olmaktadır. Günümüzde Bauhaus öğretisinin yansımaları, alanında büyük şöhret kazanmış mimarlardan Zaha Hadid'in işlerinde görülebilmektedir. (Aref, 2011: 267–287). Zaha Hadid, ortağı Patrik Schumacher ile birlikte adına "Parametrikizm (Parametricism)" (Schumacher, 2008) dedikleri yeni bir akım oluşturmuşlardır. Burada ses dalgalarına benzer dalgalanma ve yansımalarla, göze hoş gelen ve doğal görünen eserler tasarlamışlardır (Görsel 15).



Görsel 15: *Patrik Schumacher'in bir yüzeye uyguladığı dalga animasyonunun yüzeydeki değişimini gösteren "Parametricism by Patrik Schumacher and Rosey Chan, Virtual Design Festival, Dezeen" sunum videosundan alınan görüntüler.* (https://www.youtube.com, 2020)

Bauhaus öğretmenlerinden Paul Klee'nin "Pedagojik Eskiz Defteri" kitabında el ile çizdiği ritmik desenler, günümüzde BDT programları yardımı ile üç boyutlu yüzeyler elde etmekte kullanılmaktadır. Aradan yüz yıldan fazla bir süre geçmiş olmasına rağmen, güçlü sanatçıların ortaya çıkardıkları eserler ve fikirler güncelliğini korumaktadır.

2. BÖLÜM

TASARIM, ÜRETİM VE MÜHENDİSLİKTE BİLGİSAYAR DESTEKLİ SİSTEMLER

2.1. BDT, BDÜ ve BDM SİSTEMLERİ

Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT), tasarımın herhangi bir aşamasında bilgisayar kullanıldığını anlatmaktadır. Örneğin el ile kâğıt üzerine çizilmiş bir çizim, tarama ya da dijital fotoğraf çekimi yolu ile bilgisayara aktarılabilmekte, vektörel hale dönüştürülebilmekte, çizime üçüncü bir eksende boyut eklenebilmekte ve bu çizim bilgisayar ortamında hareketlendirilebilmektedir. Tasarım kaygısı ile yapılmış tüm bu etkinlik, BDT sınıfına girmektedir. Buna imkân tanıyan yazılım programlarına örnek olarak Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Adobe After Effects, Adobe Premiere, Autodesk Maya, Autodesk 3dsMax, Autodesk AutoCad, Maxon Cinema4D, Solidworks, Blender ve Pixologic Zbrush sayılabilir.

Bilgisayar Destekli Üretim (BDÜ), yukarıda sayılan programlar aracılığı ile tasarlanmış bir ürünün kesme, oyma ve üç boyutlu çıktı alma gibi yöntemlerle somut ve el ile tutulabilir bir ürün haline getirilmesinde bilgisayarın kullanılması anlamına gelmektedir. Örneğin Pixologic Zbrush programında modellenmiş bir bardak, üç boyutlu yazıcı yardımı ile çıktı alındığında kullanılabilir bir bardak haline gelmiş olmaktadır.

Bilgisayar Destekli Mühendislik (BDM) ise soyut ya da somut bir ürünün statik, dinamik, mekanik, termodinamik gibi mühendislik verilerinin hesaplanması gerektiğinde kullanılan programlar anlamına gelmektedir. Yukarıda bahsedilen bardağın ve içindeki sıvının özgül ağırlıkları, ısıları gibi veriler bu amaçla yazılmış BDM programına yüklenerek sıvı-bardak ilişkisinde gerçeğe çok yakın veriler elde edilebilir. Bu tip programlara Sap2000, Autodesk CFD örnek verilebilir.

BDT, BDÜ ve BDM programları, yapıları itibarı ile insan kaynaklı hataları en aza indirgemek için kullanılmaktadır. Bir mühendisin, elde yapacağı, günler alacak bir matris hesabı, bilgisayarda saniyeler içinde çözülebilmektedir. Bir mimarın "Te" cetvel ve gönyeler yardımı ile çizeceği bir mimari projede de aynı durum söz konusudur. BDT, BDÜ ve BDM programları birbirine bağlı olarak kullanıldığı kadar birbirlerinden ayrı olarak da kullanılabilmektedir. Her BDT ve BDÜ program

kullanıcısının mühendis olmasına gerek olamayabilir. Ancak BDM kullanımı için belli bir yetkinlik beklenir (Eren, Sezer, & Börklü, 2018).

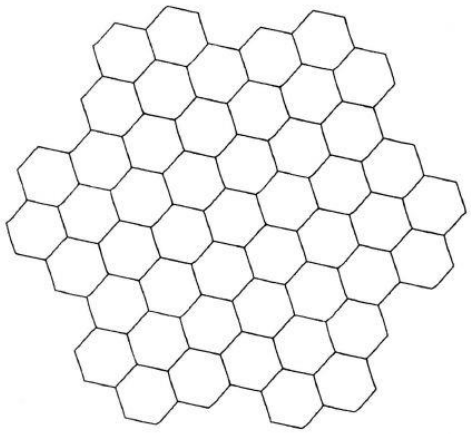
Mühendislik, askeri mühendislik ve tasarım tarihsel süreçte iç içe ilerlemiştir. BDT programlarının kullanılmaya başlandığı 1950'li yıllarda, Amerikan Hava Kuvvetleri'nin Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) Lincoln Laboratuvarı ile ortak çalışması sonucu Yarı Otomatik Zemin Atmosferi (SAGE, Semi Automatic Ground Environment) hava savunma sistemi oluşturulmuştur. Bu sistemin adı CTR'dir. Compact Tracking Radar (Radio Detection And Ranging) şimdiki yaşantımızda da kullanılan radardır (Bozdoc, 2006). Radar ekranı bir süre sonra "Sketchpad" isimli araç için de kullanılacaktır.

Bilgisayar Destekli Tasarımda makine ve insan arasındaki iletişimde "Sketchpad" isimli aletin tasarlanıp uygulanması ayrı bir milat olarak kabul edilebilir (Sutherland I. E., 1963). MIT Lincoln Laboratuvarında çalışmalarını sürdüren doktora öğrencisi Ivan Sutherland, tezinde TX-2 isimli, bilgisayar üzerinde kalem benzeri bir araçla çizimler yapabilmiştir. Ayrıca dönüştürülmüş bir radar ekranına da temasa olanak tanıyan alet ile çeşitli geometrik ve sanatsal çizimler yapılabilmiştir (Görsel 16).



Görsel 16: *Sketchpad'ın kullanım görseli* (Sutherland I. E., 1963).

Sketchpad, özü itibarı ile günümüzdeki grafik tabletlere benzetilebilir. Bilgisayar ile grafik oluşturma çalışmalarında bir grafik dilinden bahsedilir. Bu dil, kodlama yolu ile oluşturulan grafikler (Görsel 17), Sketchpad kontrolünde serbest şekil çizimi ile oluşturulan grafikler (Görsel 18) ve yine Sketchpad ile iki boyutlu resim temelli grafiklerden çizimlerdir (Görsel 19) (Sutherland W. R., 1966).



Görsel 17: *Altıgenler ve bunların birleştirilmesi ile oluşturulan, kodlama ile yapılmış desen* (Sutherland I. E., 1963).

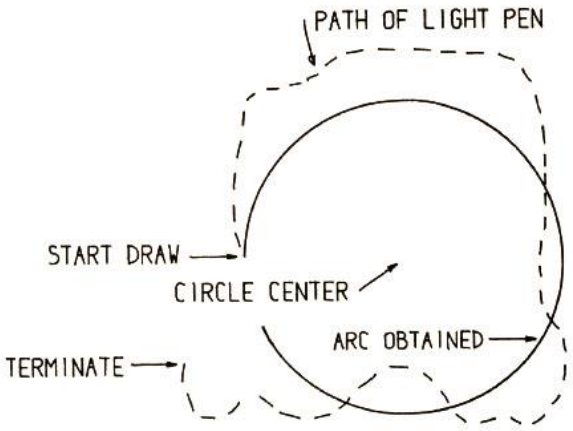
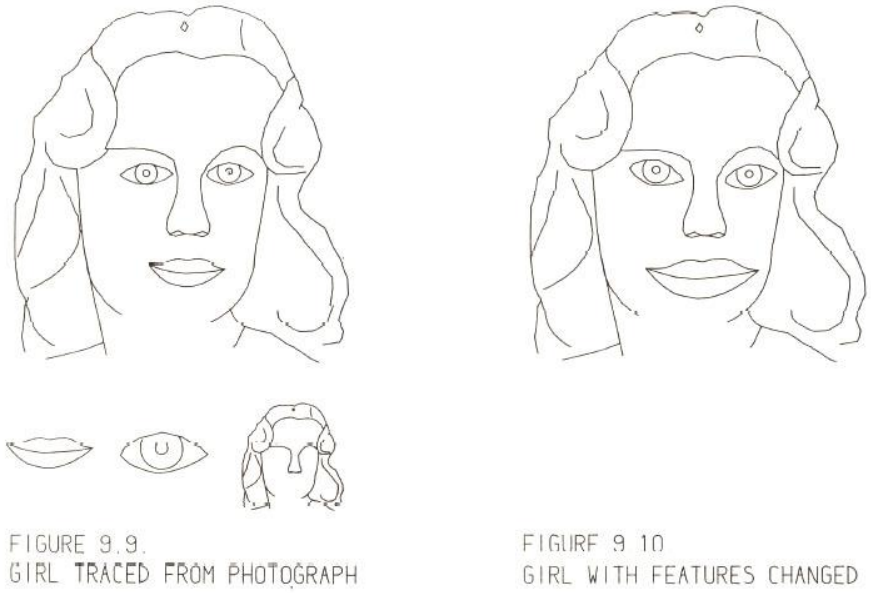


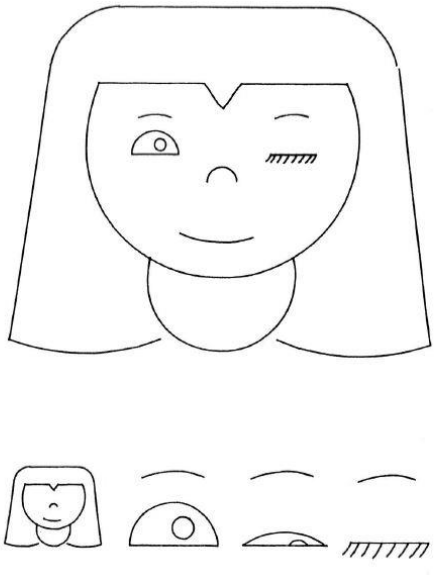
FIGURE 1.4.
LINE AND CIRCLE DRAWING

Görsel 18: *Sketchpad ile çember çizme aşamalarını gösterir çizim* (Sutherland I. E., 1963).



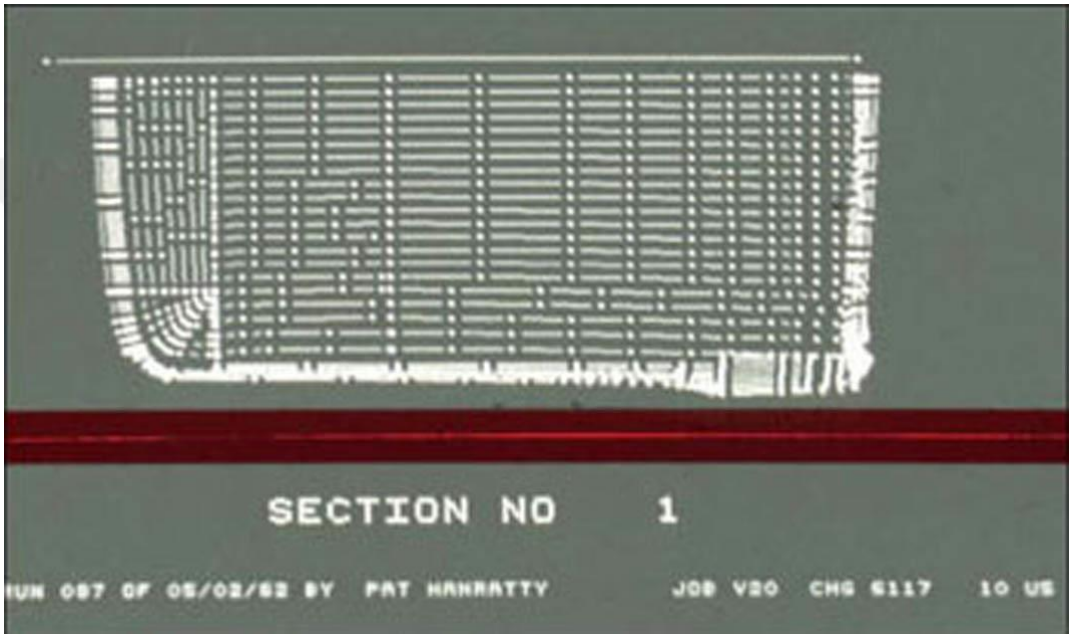
Görsel 19: *Sketchpad ile fotoğraf üzerinden geçilerek yapılmış bir kız yüzü figürü (solda)ve yüz özelliklerinin değiştirilmiş hali (sağda)* (Sutherland I. E., 1963).

Sutherland, Sketchpad ile oluşturulan görsellerin sadece mühendislik alanında kullanılmayıp, sanatsal amaçlarla da kullanılabileceğine ilişkin bir örnek hazırlamıştır. "Nefertite" isimli karikatürize kız figürünün bir gözü bileşenlerine ayrılmış, bunun ileride animasyon yapımında da kullanılabileceği belirtilmiştir (Görsel 20). Günümüzde animasyon yapımında bu teknik halen kullanılmaktadır.



Görsel 20: *Göz kırpan kız (Nefertite) ve bileşenleri* (Sutherland I. E., 1963).

Dr. Patrick J. Hanratty tarafından geliştirilen programlama dili PRONTO'nun ilk grafik amaçlı yazılım olduğu kabul edilmektedir (Waurzyniak, Masters of Manufacturing Patrick J. Hanratty, 2010). Bu program BDT ve BDÜ programlarının öncüsü olarak kabul edilmektedir (Görsel 21). Dr. Hanratty'in General Electric sponsor firmasında geliştirdiği bu yazılımın ismi Sayısal Araçlar için Programlama (Program for Numerical Tooling) tanımlamasından gelmektedir. PRONTO yapısı itibarı ile 21/2 D "İki Buçuk Boyutlu" olarak tanımlanır. Başka bir ifade ile günümüzde kullanılan BDT programlarındaki çevirme-döndürme araçları kullanılamamaktadır.



Görsel 21: *1962'de Patrick Hanratty tarafından PRONTO ile programlanan 1964 Pontiac (marka otomobilin) bagaj kapağı modeli için üç eksenli modelden bir kesit* (Waurzyniak, Masters of Manufacturing Patrick J. Hanratty, 2010).

1950-1970 yılları arasında kurulan rekabet içindeki yazılım firmaları, grafik tabanlı kullanım için de içerik geliştirmişlerdir. 1969 yılında, çağımızdaki BDT tanımına en yakın ürünleri, MAGI isimli yazılım firması, reklam içeriği (Görsel 22) oluşturmak amacıyla Syntha Vision sistemini tasarlamıştır. Bununla beraber kulanım ve arayüz bakımından Syntha Vision tam olarak BDT yazılımı sayılmamaktadır (Bozdoc, 2006).



Görsel 22: *Syntha Vision kapsamında hazırlanmış bir videodan alınan ekran görüntüleri* (Archive.org, 2020).

Yine Dr. Patrick J. Hanratty tarafından 1971 yılında hazırlanan ADAM (Automated Drafting and Machining) adlı grafik tasarım, çizim ve üretim sistemi, BDT teknolojisinin temelini oluşturmaktadır (Waurzyniak, Masters of Manufacturing Patrick J. Hanratty, 2010). Hanratty tarafından geliştirilen ANVIL yazılımları 1980'li yıllarda BDT programlarındaki büyük aşamalardan biri sayılmaktadır (Görsel 23).



Görsel 23: *ANVIL 5000 programında tasarlanmış wireframe- tel çerçeve ve shaded- kaplanmış model ekran görüntüleri* (Archive.org, 2020).

Birbirlerinden bağımsız olarak gelişen bu teknolojilerin, bir süre sonra ortak bir kümede toplanması gerekmiştir. Farklı yazılımların dosya isimleri birbirlerini tanımamakta, iki ve üç boyutlu dijital veriler farklı programlarda açılamamaktadır. Bu farlılıkları ortadan kaldırmak için Amerika Birleşik Devletleri'nde Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST, National Institute of Standarts and Technology) tarafından "Grafik(lerin) Değişimi için Başlık Tanımı (Initial Graphics Exchange Specification)" anlamına gelen IGES standardı oluşturulmuş ve 1976-1984 yıllarından itibaren kullanılmaya başlanmıştır (Nagel, Braithwaite ve Kennicott, 1980). Bu sayede BDT ve BDÜ sistemleri ortak bir dile kavuşmuştur. Görsel 24'teki örnek, bu standart kitabında "Tel çerçeve (Wireframe)" halindeki iki eksenli uzayda değişken eğrilerin oluşturduğu, beş yatay ve altı dikey dörtgen grubundan oluşmuş bir yüzeydir.

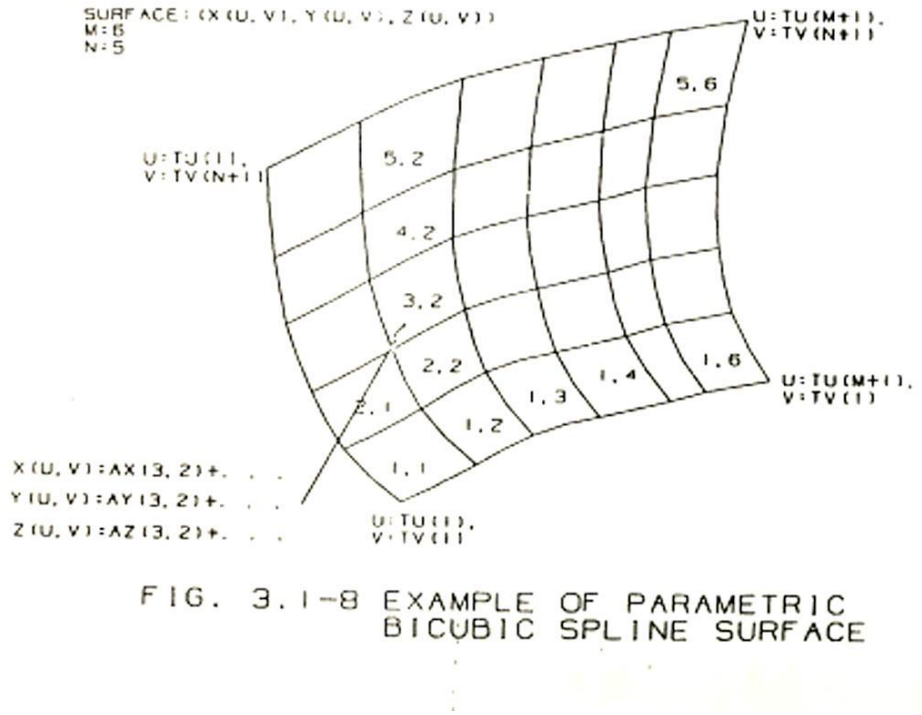


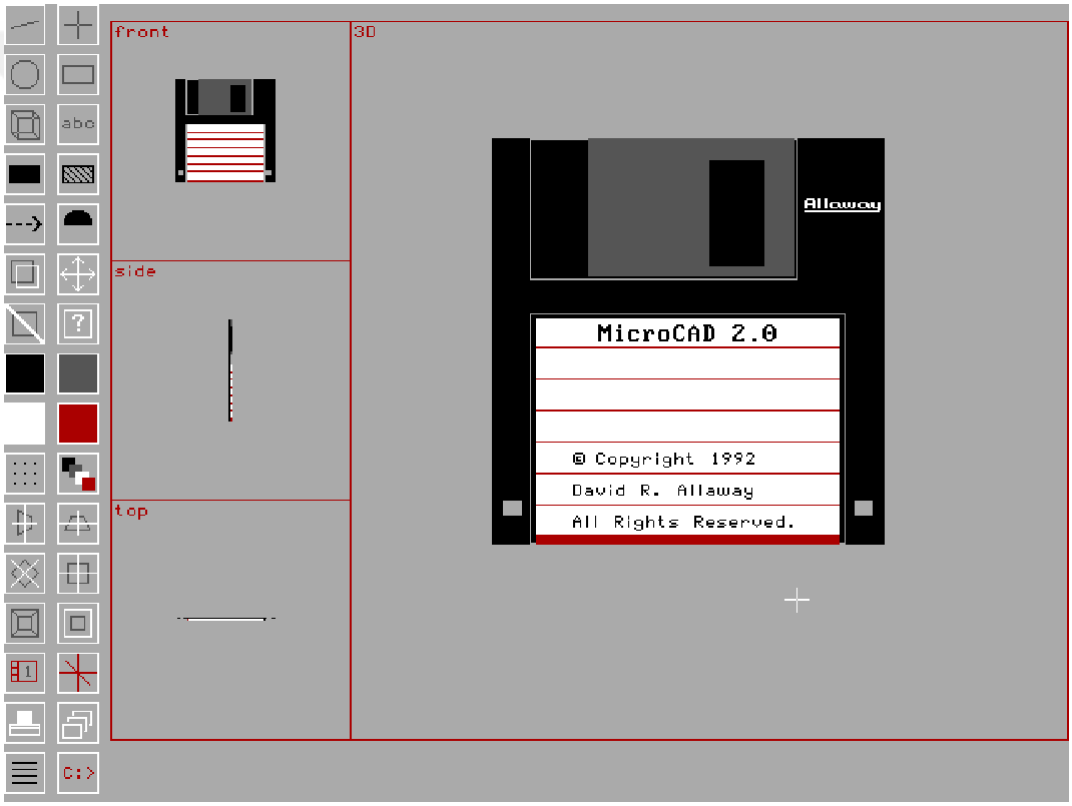
FIG. 3.1-8 EXAMPLE OF PARAMETRIC BICUBIC SPLINE SURFACE

Görsel 24: *Initial Graphics Exchange Specification –IGES standardı kitabındaki parametrik bikübik spline yüzey örneği* (Nagel, Braithwaite ve Kennicott, 1980).

Yüzeyde, farklı "X" ve "Y" değerleri verilerek dörtgenler oluşturulmuştur. Bu koordinat değerlerine "Parametre" de denilmektedir. Her dörtgen, yatay veya dikey eğriler boyunca en az iki dörtgenle birbirlerine komşudur. "Spline" terimi farklı noktaları teğet geçen eğrileri, "Bicubic" terimi iki boyutlu eksende farklı spline eğrileri arasındaki ilişkiyi, "Parametric" terimi ise belirli limitler içinde (eğri boyunca)

değişken noktaları (X ve Y) tanımlamaktadır. Bu terimler geometri kökenli olsa da BDT programlarındaki araçlarda birebir anlamında kullanılmaktadır. Bu dörtlü poligon dizilimine BDT programlarında "Quad Poly" denilmektedir.

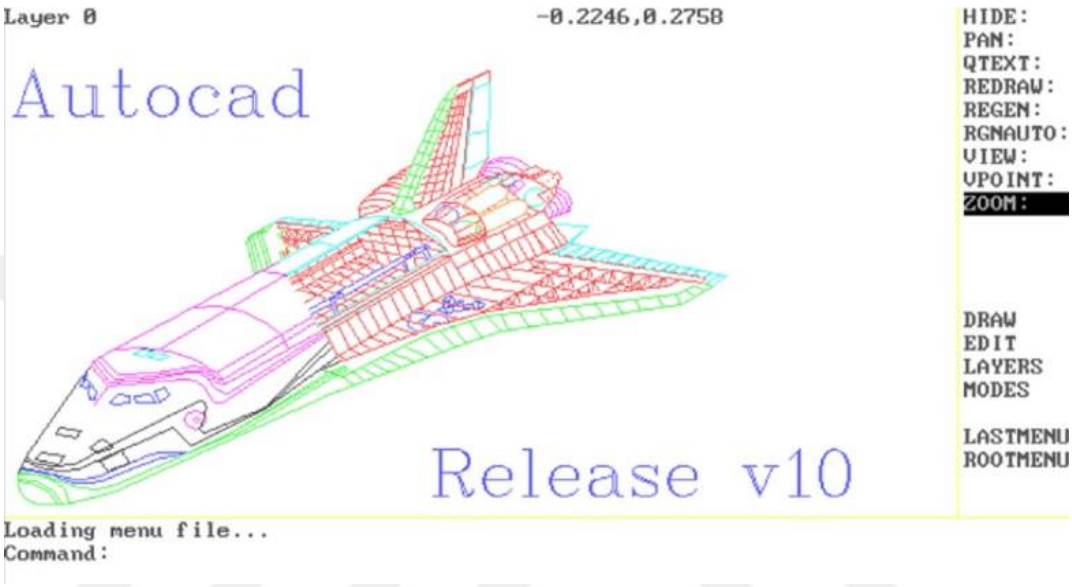
Mike Riddle tarafından, 1981 yılında kişisel bilgisayarlar (Personal Computer, PC) için geliştirilen MicroCAD adlı program, temel modda üç boyutlu çizim yapılmasına olanak vermektedir (Gindis, 2012). Bu program şimdiki BDT programlarının atasıdır denilebilir. Görsel 25'te MicroCAD programının arayüzü görülmektedir. Görselin sol kısmında çizim yapabilmek için fare ile seçilen, boyama, doğru çizimi, eksen seçimi gibi araçlardan oluşan grup, merkezde ise iki yan görünüş, bir üst görünüş ve bir üç boyutlu görünüşten oluşan dörtlü pencere grubu vardır.



Görsel 25: *MicroCAD programının arayüzü* (Old-DOS.ru, 2020).

MicroCAD'i temel alan Autodesk firması, 1982 yılında PC kullanıcıları için Autocad isimli programı sunmuştur. İki boyutlu tasarım için oluşturulan program kısa zamanda geniş bir kullanıcı kitlesine kavuşmuştur. Görsel 26'teki ekran arayüzünün sağ kısımda görülen araç menüsü henüz ikonla temsil edilmemekte olsa da komut kelimeleri fare yardımı ile seçilebilmektedir. Komutlar alttaki "Command" metin

kutusuna da yazılabilmektedir. Ayrıca araçlar “F tuşları” tabir edilen klavyenin üst kısmındaki F harfi ile başlayan 12 adet tuşa da tanımlıdır. Fare hareketleri X ve Y koordinatları ile gösterilmektedir. Günümüzde Autodesk Autocad halen bu arayüz mantığını kullanmaktadır. Bu programın üç boyutlu tasarıma uygun hale getirilmesi 1994 yılında R13 versiyonunda mümkün olmuştur.



Görsel 26: *Autocad 10 programının arayüzü* (i.redd.it, 2020).

1980’li ve 1990’lı yıllarda çok farklı yazılım firmaları BDT programları geliştirmiştir. Bunlardan biri Jon K. Hirschtick’in 1993 yılında geliştirdiği Solidworks (Görsel 27) programıdır (Hirschtick, 1998).

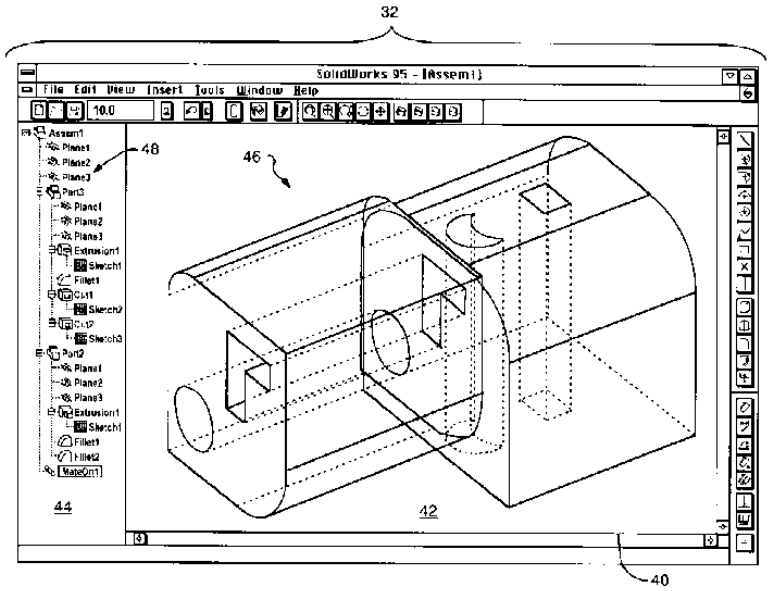


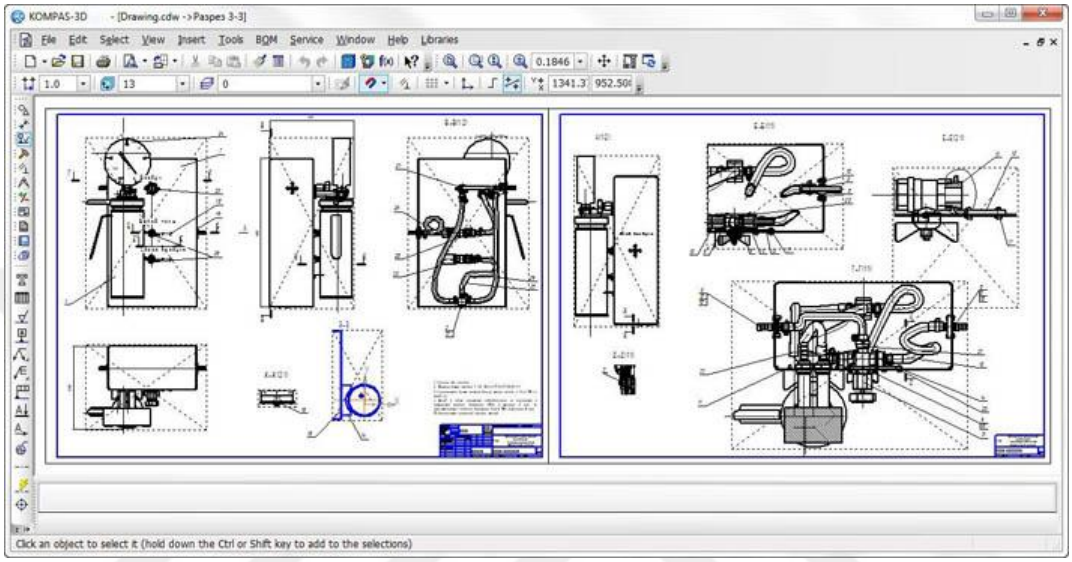
FIG. 2

Görsel 27: *Solidworks BDT programının 5,815,154 nolu patent dosyasından bir sayfa,1998* (Hirschtick, 1998: 2).

Yazılımın ilk sürümünü 1997'de Dassault Systems SolidWorks Corp. Firması satın almıştır. PC için geliştirilmiş Windows işletim sistemine uyumlu ilk üç boyutlu modelleme programıdır (Selvi ve Kabas, 2018). Windows işletim sisteminin kopyala, yapıştır, sürükle-bırak gibi komutları bu programda da çalıştığından kullanıcı dostu bir program sayılmaktadır. Solidworks'te basit statik hesaplar yapılabilmekte, oluşturulmuş parçalar değiştirilebilmekte ve üretim sırasında müdahale edilebilmektedir (Selvi ve Kabas, 2018). Solidworks programı günümüzde halen sıklıkla kullanılmaktadır.

Bir diğer BDT programı da Rhino 3D'dir. 1992 yılında Autocad yazılımına bir eklenti olarak hazırlanan, nokta temelli eğriler ve bunların birleştirilerek bir yüzey elde edilmesi mantığını taşıyan program (Cheng, 2014), halen takı tasarımcıları ve endüstri ürünleri tasarımcıları tarafından tercih edilmektedir. Rhino 3D, yüzeylere tasarım temelinde uzayda tanımlanan noktalarla sonradan ulaştığı ve bu noktalar Bilgisayar Sayısal Yönetim (CNC, Computer Numerical Control) araçları gibi torna araçlarına daha net yüklenebildiği için üretim kaygısı ile hazırlanan modellerde kusursuz sonuç alınmasını sağlar. Kesme-delme araçları olan CNC'ler BDÜ sınıfına girmektedir.

BDT programlarının geliştirilmesi yalnızca Amerika Birleşik Devletleri ile sınırlı değildir. Eski Sovyetler Birliği firmalarından ASCON'un geliştirdiği KOMPAS (Görsel 28) 1989 yılında kullanıma sunulmuştur. KOMPAS-Graphic (Ascon Group, 2020) iki boyutlu tasarıma uygun yapısı ile Autocad programına benzemektedir. KOMPAS-3D ise 1997 yılında üç boyutlu tasarım için kullanıma sunulmuştur (Ascon Group, 2020).



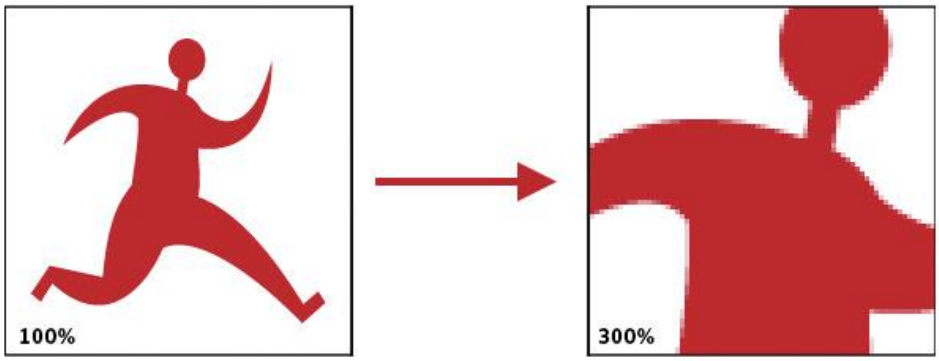
Görsel 28: *KOMPAS-Graphic iki boyutlu BDT programı ekran görüntüsü* (Ascon Group, 2020)

BDT ve BDÜ programları ortaya çıktıkları zamandan günümüze kadar sürekli birlikte anılmaktadır. Askeri ve sivil mühendislikte doğru hesap yapmak insan hayatı ve gelecek için son derece önem taşımaktadır. Bu yüzden program yazılımcıları ve kullanıcıları aynı grubun birer parçasıdır denilebilir.

2.1.1. BDT Programlarının Kullanımı ve Önemi

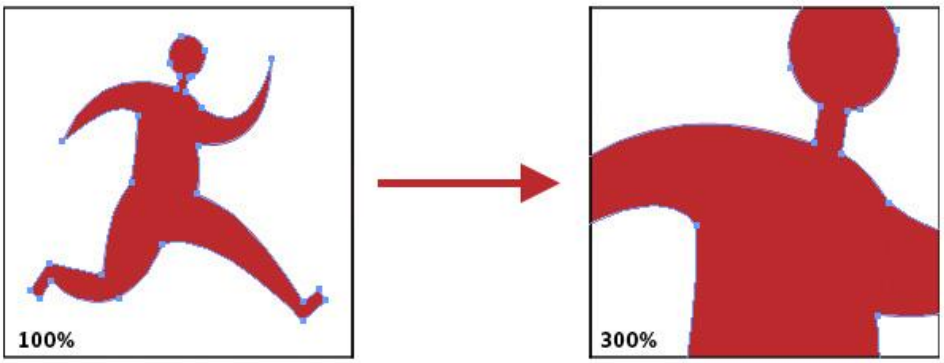
Bilgisayar, 0 ve 1'lerden oluşan ikilik (binary) sayı sistemini kullanır. 10 tabanındaki herhangi bir veri, anında iki tabanına çevrilir ve belleğe kodlanır (Groover ve Zimmers, Jr., 1984). Bu veriler geri çağrıldığında tekrar ve anında 10 tabanına geri çevrilir ve anlayabileceğimiz hale dönüşür. Dijital görsellerde de durum aynıdır. Dijital bir fotoğrafta, o an kameradan geçen ışık, anında rakamlara dönüştürülür ve veri olarak saklanır. Bu veriler, Bitmap (Raster) olarak adlandırılan küçük kareciklerden ibarettir. Birim alan birim kare oranına çözünürlük denir. Benzeri durum

bilgisayar ekranında da mevcuttur. Çözünürlüğü yüksek bir bilgisayar ekranında bu karecikleri göz algılamaz ve resmi bir bütün olarak görür. Ancak yakınlaştırma (zoom) işlemi sonrası bu kareler gözle görünür hale gelecektir (Görsel 29).



Görsel 29: *Adobe Photoshop programında bitmap görünümleri* (Adobe, 2020)

Bitmap hâlin alternatifi, klasik geometri terimleri gibi ışın, vektör, doğru parçası, çember, daire, spiral, poligon, lineer eğri, parabollerden oluşan vektörel sistemdir. Burada nokta, geometrideki gibi biçimsiz-boyutsuzdur. İki noktayı birleştiren doğru parçası, nokta başlarından eğilip bükülerek, yay ya da parabole dönüştürülebilir. Bu geometrik şekillerin birbirleri ile kesişmeleri ya da paralel, teğet olmaları sonucu bir görsel oluşur (Görsel 30).

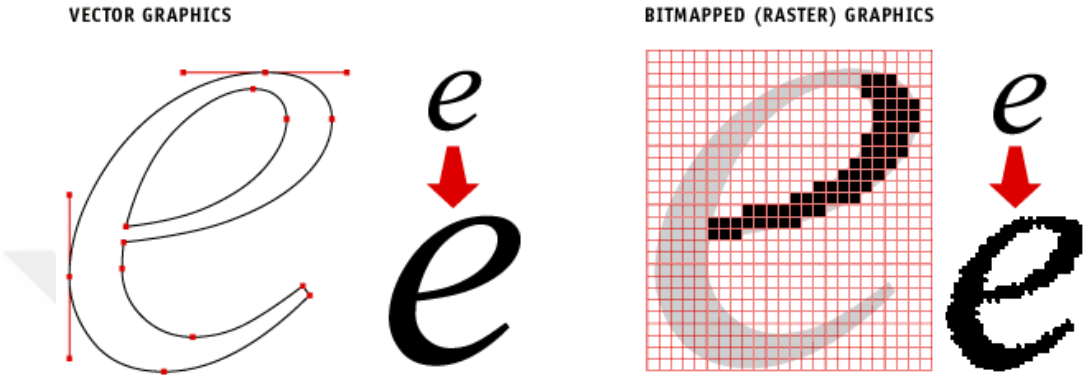


Görsel 30: *Adobe Photoshop programında vektör görünümleri* (Adobe, 2020)

Vektör çizimler, baskı ve çözünürlük alanlarında, esnek ve pratik olması nedenleri ile Bitmap çizimlere göre daha üstündür denebilir. Ayrıca matematiksel tabanlı oluşturuldukları için bilgisayar belleğinde daha az yer kaplarlar. Bitmap resimler, eş zamanlı görüntüleme ve yansıtma konusunda vektörel resimlerden

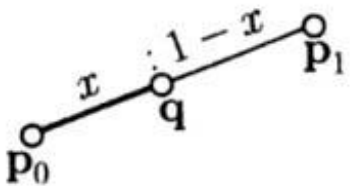
üstündür. Bir mobil telefonun kamerası, görüntüyü bitmap olarak işler, vektörele dönüştüremez.

Tüm vektörel ve bitmap görseller, birbirlerinin formatlarına, ilgili programlar yardımı ile dönüştürülebilir. Bir bitmap resim, birbirlerine yakın renkler halinde gruplandırılarak vektörel hale geçebilir, vektörel çizim de o anki çözünürlük tercihi göz önüne alınarak bitmap hale dönüşebilir (Görsel 31).



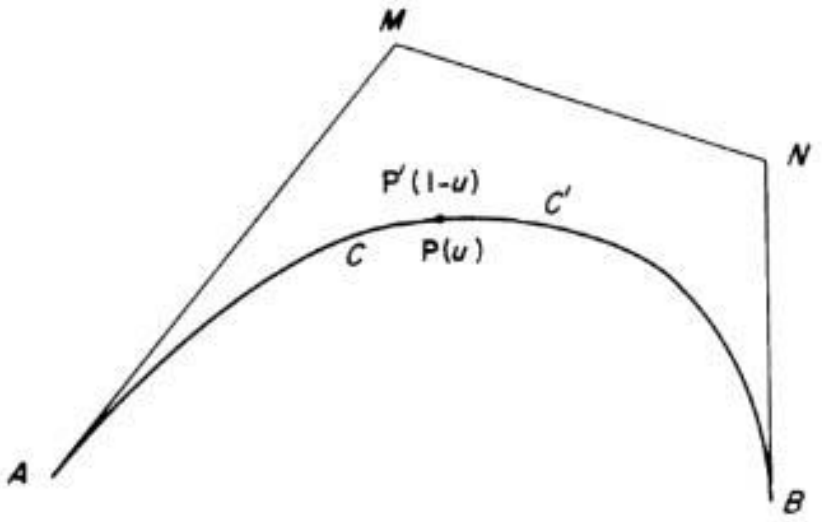
Görsel 31: *Vektör grafikler ve bitmap grafikler* (Pixel Solutions Inc., 2017)

Vektör grafik oluşturulurken aslında bir eksendeki iki nokta arasında lineer enterpolasyon oluşturulmaktadır. Çizgi de bu iki nokta arasında değişen değerler toplamıdır (Görsel 32).



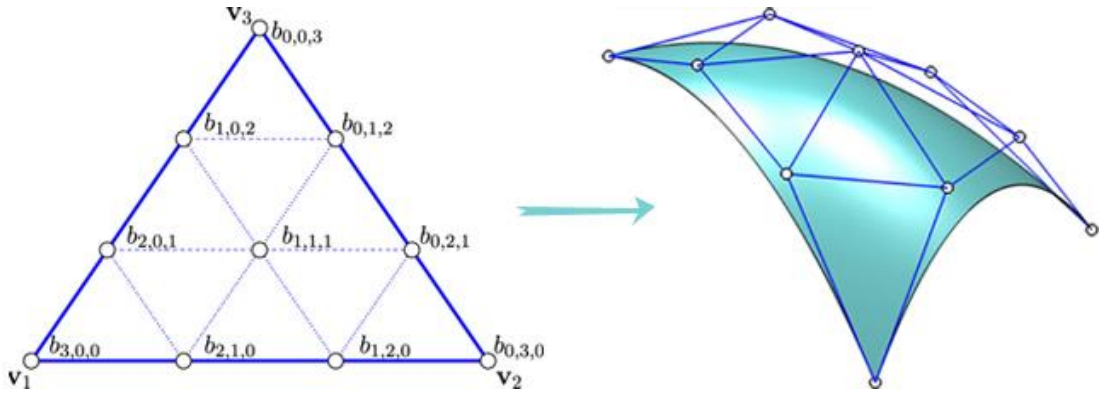
Görsel 32: *Lineer (bir doğru boyunca değişen) enterpolasyon ve oran* (Prautzsch, Boehm ve Paluszny, 2002)

Nokta sayısı üç ya da daha fazla sayıda olursa bu lineer enterpolasyon çizgilerinin kesişimleri polinom eğrilerini sınırlar. Bu matematik yaklaşımını Renault isimli otomobil firmasının mühendisi Pierre Bézier, "Bézier Eğrileri" (Bézier, 1986) olarak tanımlamıştır. BDT programlarında iki ve üç boyutlu modellemede eğri oluşturma bu mantık üzerine kuruludur (Görsel 33).



Görsel 33: *Bir eğrinin (spline) karakteristik çokgeni* (Bézier, 1986)

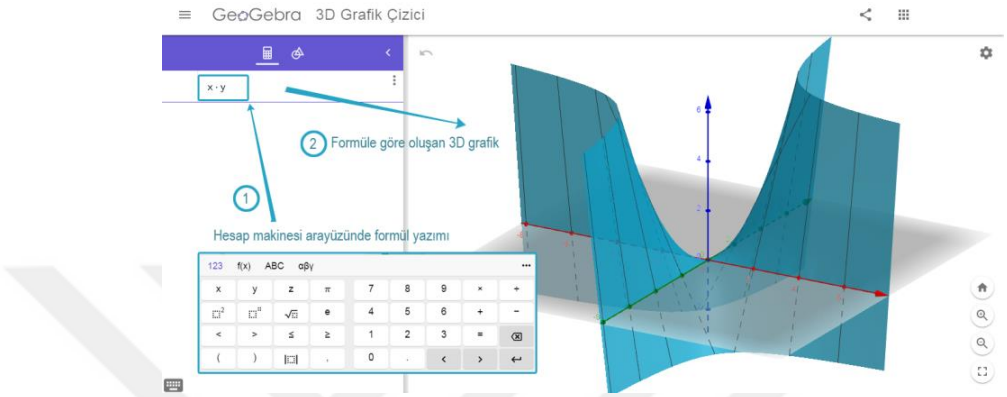
Görsel 33'deki, eğri ve çokgen aynı eksen üzerinde ve iki boyutludur. Bu çokgen uzaydaki başka çokgenlerle ortak nokta ve ortak lineer çizgileri taşıyabilir. Çokgen ilişkisini oluşturan noktalar üç eksende de hareket edebilir. Çokgenlerin barındırdığı ve sınırlandırdığı eğriler bir yüzey oluşturabilir. Bu şartlarda Görsel 34'teki durum meydana gelmektedir.



Görsel 34: *Bézier ordinatlarında farklı noktaların birleşmesiyle oluşmuş alanlar* b_{ijk} *{v1,v2,v3}(solda) ve Üçgen Bézier Parçası b(ξ)(sağda)* (Xia, Wang ve Qian, 2015).

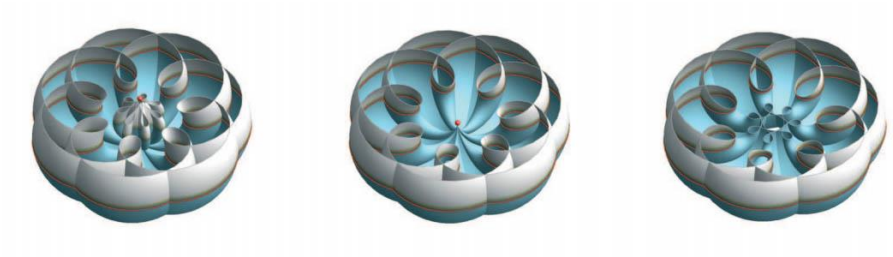
BDT tasarım programlarında nokta, noktaya bağlı çizgi ve bunların oluşturduğu yüzeyler uzayda bir hacim oluşmaktadır. BDT, BDÜ ve BDM programları hesaplama ve üretim esnasında uzaydaki noktaların oluşturduğu bu hacmi temel alarak işlem yapmaktadırlar.

Matematiksel bazı formüller, dijital ortamlara aktarılarak, çizimlere dönüştürülebilir. Burada değişken değerler, uzayda bir alan ya da hacim oluşturabilir. Doktora tezi sırasında Markus Hohenwarter tarafından geliştirilen GeoGebra (Görsel 35) isimli matematikle bağlantılı grafikler oluşturulan online program, durumu anlatmak için mükemmel bir örnektir (Hohenwarter, 2020 International GeoGebra Institute, 2002).



Görsel 35: *www.geogebra.org/3d sitesindeki 3D çizim sayfasında, online hesap makinesine "x*y" formülü yazıldıktan sonra oluşan grafik.* (Hohenwarter, 2020 International GeoGebra Institute, 2002)

Benzer bir uygulama, Stephen Wolfram tarafından 1987 yılından bu yana geliştirilen, ücretli Wolfram Mathematica (Görsel 36) programıdır.



$CS(\alpha, p)$ formülünde $\alpha(t) = (9\cos t - 4\cos\frac{9t}{2}, 9\sin t - 4\cos\frac{9t}{2}, 0)$ ve $p = 4, 0, 4i$ değerleri ayrı ayrı verildiğinde ortaya çıkan geometrik şekiller; a, b ve c

Görsel 36: *Wolfram Mathematica programında CS (Circular Surfaces-Dairesel Yüzeylerde) "α ve p" değişkenleri ile sınırlandırılarak oluşturulmuş grafikler.* (Gorjanc ve Jurkin, 2015)

GeoGebra ve Wolfram Mathematica programları özü itibarı ile matematik eğitimindeki görsel eksikliği gidermek amacı ile hazırlanmış programlardır. Bu programlarla asimetrik, organik, inorganik ve bir matematik denklemine bağlı kalmadan serbest modeller oluşturmak için tasarlanmamışlardır. Bu programların kullanılması, ileride yapılacak mühendislik hesaplamaları ve tasarım uygulamalarında, kişiye oldukça büyük katkı sağlamaktadırlar (Barba-Guaman , Quezada-Sarmiento ve Calderon-Cordova, 2018: 807-813).

BDT programı denilince, yoğun matematiksel formüllerle boğuşmak yerine, daha kullanıcı dostu bir kullanım şekli akla gelmektedir. Örneğin, bir tasarımda kullanılacak noktalar, karmaşık matematik denklemlerindeki değişkenlere değerler girmek yerine, fare tuşu ile çizim ekranına tıklama sayesinde oluşturulabilmektedir. Devamında eğri (spline) çizilecekse, zaten BDT programı hesaplamaları otomatik olarak yapmaktadır. Autodesk AutoCAD (Görsel 37), bu programlardan en bilinenlerden biridir. Özü itibarı ile iki boyutlu, tek eksende mimari tasarımlar yapılmak için oluşturulan altyapısı, zaman içinde üç boyutlu tasarımlar yapabilecek hale dönüşmüş olsa da üç boyutlu tasarımda henüz kullanıcı dostu bir arayüze sahip değildir.



Görsel 37: *Autodesk AutoCAD programını anlatan video görüntüsünden alınmış bir resim* (Autodesk Inc., 2019)

BDT programları, yapı itibarı ile konu hakkında teknik birikimi olan kişiler tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Mühendislik, mimarlık, ya da teknik resim eğitimi almış kişiler, BDT programlarını, almamış kişilere kıyasla daha kolay ve derinlikli olarak kullanabilmektedirler. Her ekolün, eğitimini kendi disiplinlerinde uzmanlaşmış kişiler yetiştirmek üzere kurdukları bilinmektedir. Örneğin, bu ekoller içinde mimar ve teknik ressam, çizdikleri projelerin statik, dinamik veya termodinamik hesaplarından sorumlu değillerdir. Bir yapının statik hesabını sadece inşaat mühendisi yapmaya yetkilidir denmektedir. Su kanalı ya da kalorifer tesisatı projelerine de makine mühendisleri yetkilidir denmektedir. Bir yapının inşa edilmesinde farklı alanlardan yetkin kişiler görev almaktadır. Bu kişilerin tamamı bağlı bulundukları meslek kuruluşlarına üyedir ve projeler yine bu meslek kuruluşları tarafından denetlenmektedir. Bu durumdaki BDT programları sadece çizim programı olmamakta BDÜ ve BDM alanlarına da girmektedir. Yetkin kişiler, nihai ürün hakkında bilgi ve fikir sahibi olduklarından, tasarımlarını bu doğrultuda yapmaktadırlar. Eğitimli kişiler tarafından kullanılan BDT programında tasarlanan ürünler, gerekli sağlamalar da yapıldıktan sonra üretim aşamasında bir kılavuz olarak kullanılabilmektedir.

BDT programlarını sadece görsel üretmek için kullanan disiplinlerde, bu tip mutlak doğruluk gerektiren hesaplamalara gerek duyulmamaktadır. Örneğin bir animasyoncudan yaptığı karakterin ağırlığının hesabını ya da akan suyun aerodinamik hesabını yapması beklenmemektedir. Bir dijital heykeltıraşın bilgisayarda tasarladığı heykelin atalet momentini hesaplaması beklenmemektedir. Eğer bu heykel büyük bir kaide olarak inşa edilecek olursa, bahsedilen farklı disiplinler bir araya gelmekte ve üretime dönük hesaplamalara başlamaktadır. BDT programları kişisel kullanıma uygun olmasının yanında, farklı disiplinlerin ortak kullanımına da imkân vermektedir.

Bilgisayar, sayısal verilerin işlenmesinde bir araç olmasının yanında depolama işlevi de görmektedir. Dünyanın herhangi bir müzesindeki değerli bir yağlıboya tabloyu çıplak gözle görmek, her insan için mümkün olmayabilir. Tarama veya fotoğraf çekme yöntemi ile dijital olarak kayda alınmış ve dijital alanda paylaşıma açılmışsa, bu tabloya dijital ekran üzerinden ulaşılabilmektedir. Aynı durum diğer sanat eserleri için de geçerlidir. Bu tip ham görüntü kaydı BDT sınıfına, dijital müdahale söz konusu ise alınabilir. Örnek olarak aslı Varşova Ulusal Müzesi'nde sergilenmekte olan, Polonyalı sanatçı Jana Matejko'nun, Grunwald Savaşı / Bitwa pod

Grunwaldem (Görsel 38) isimli eserinin dijital ortamda üç boyutlu rekonstrüksiyonu incelenebilir. 426 x 987 cm boyutlarındaki tablo, 1878 yılında tuval üzerine yağlıboya tekniği ile üretilmiştir (The National Museum in Warsaw , 2020).



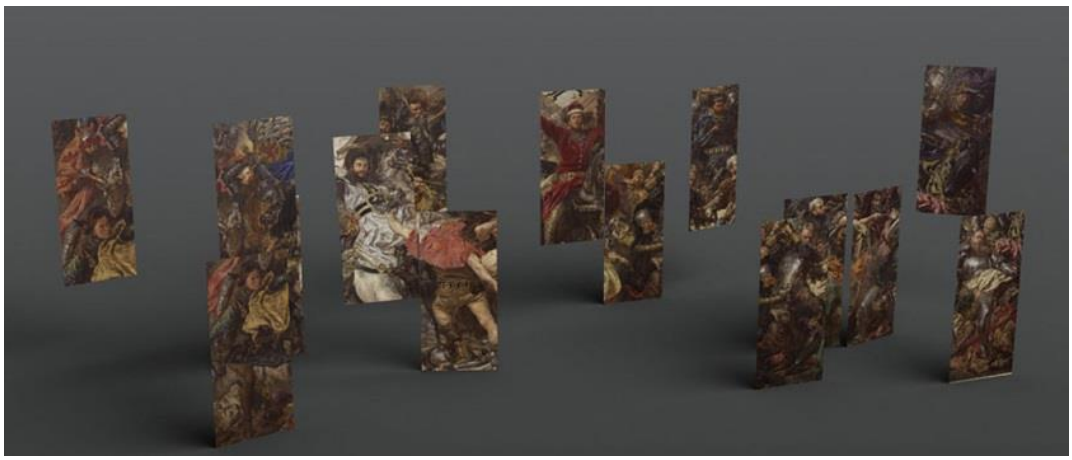
Görsel 38: *Jana Matejko'nun, Grunwald Savaşı isimli yağlıboya tablosu* (The National Museum in Warsaw , 2020).

Matejko'nun bu resmi, Jan Długosz tarafından yazılan "The Annals" adlı kronolojik kayıtları temel almaktadır. Resimde, bazı figürlerde ressam gerçekte olmayan görsel detaylar eklemiştir. Panoramik kompozisyonun merkezindeki figür Vytautas the Great, Büyük Vitotas isimli Litvanya hükümdarıdır. Betimlemedeki figürün belindeki kemerin aslında sanatçının evindeki bir abajurun motifi olduğu belirtilmektedir (Thinglink.com, 2020).

Matejko, genellikle resimlerinde kompozisyonu tek bir merkezi unsur ve iki "kanat" üzerine kurmaktadır. Resimde anlatılan üç temel bölüm: Şövalye Dippold Kikeritz'in Polonya Kralı'nı öldürmek için saldırdığı ve durdurulup öldürüldüğü bölüm (sağ üstte); Büyük Komutan Ulrich von Jungingen'in yenilgiye uğratmanın zafer anı (merkezde); ve Tütonlar'ın çok azının hayatta kaldığı savaşın Stębark'taki son dakikaları (sol üstte) şeklinde özetlenmektedir (Micińska, ç: Bilgin, 2014).

Bu tablo, Grunwald Savaşı'nın 600. yıldönümü kutlaması çerçevesinde, Polonya merkezli Platige Image (Platige, 2020) ve Fishladder (Fishladder, 2020) isimli iki firmanın ortak çalışması ile üç boyutlu olarak rekonstrükte edilmiştir. Çalışma sırasında pre-production (prodüksüyon öncesi) tabir edilen ilk etabında, iki boyutlu

resimdeki figürler perspektif ve anatomi kurallarına göre birbirlerinden ayrılmıştır (Görsel 39).



Görsel 39: *Jana Matejko'nun, Grunwald Savaşı isimli yağlıboya tablosunun parçalara ayrılmış ve üçüncü boyutta dizilmiş hali* (www.behance.net, 2012).

Tablo, dijital ortamda, üç eksende parçalara ayrıldıktan sonra, 67 adet figürün kaba modelleme aşamasına geçilmiştir (Görsel 39).



Görsel 40: *Jana Matejko'nun, Grunwald Savaşı isimli yağlıboya tablosuna sadık kalınarak 67 adet figürün kabaca modellenmiş ve dizilmiş hali* (www.behance.net, 2012).

Figürlerin konumlarına karar verildikten sonra detaylı modellemeye geçilmiştir (Görsel 41).



Görsel 41: *Tabloda kompozisyonun merkezindeki figür Vytautas the Great, Büyük Vitotas isimli Litvanya hükümdarının üç boyutlu modelinin desenkaplama-texture yapılmamış gri tek tonunda, ışık reflektesiz hali* (www.behance.net, 2012).

Figürlerin tamamında modelleme detaylandırmaları tamamlanıp orijinal yağlıboya tablonun kompozisyonuna oturtulmuştur (Görsel 42). Burada kamera lensinde perspektif seçeneğinin kaldırılması sonucu izometrik tabir edilen, perspektifte üçüncü eksenin dâhil edilmemesi ile rijit bir görünüm elde edildiği görülebilmektedir. Aksi halde figürlerin orijinal tablonun perspektifine oturtulamayacağı bilinmektedir. Öyle ki figürler sağa ve sola doğru yerleşebilmesi için olduklarından daha büyük olmaları ve kadraja girebilmeleri için eksenlerinden kaymaları gerekmektedir. Kompozisyonun merkezden yanlara graident-derinlik oluşturan ışığı henüz tablonun ışığı ile örtüşmemektedir.



Görsel 42: *Yağlıboya tabloya sadık kalınarak figürlerin dizilmiş hali* (www.behance.net, 2012)

Devamında tüm figürlerin renk ve doku işlemleri ayrı ayrı tamamlanmıştır. Burada, orijinal tabloda görünmeyen detaylar, örneğin başka bir figürün arkasında kalan, Zawisza Czarny isimli bir şövalyeyi betimleyen figürün ve atının vücut detayları, ressamın diğer çizimlerine sadık kalınarak türetilmiştir (Görsel 43).



Görsel 43: *Yağlıboya tabloya sadık kalınarak Zawisza Czarny ve atının dekupe edilmiş ve yeniden çizilmiş hali* (www.behance.net, 2012).

Eksik parçalar tamamlandıktan sonra üç boyutlu modellerin tamamının texture tabir edilen kaplama işlemleri tamamlanmış; doyurucu netlikte yeni ve derinlikli figürler elde edilmiştir (Görsel 44).



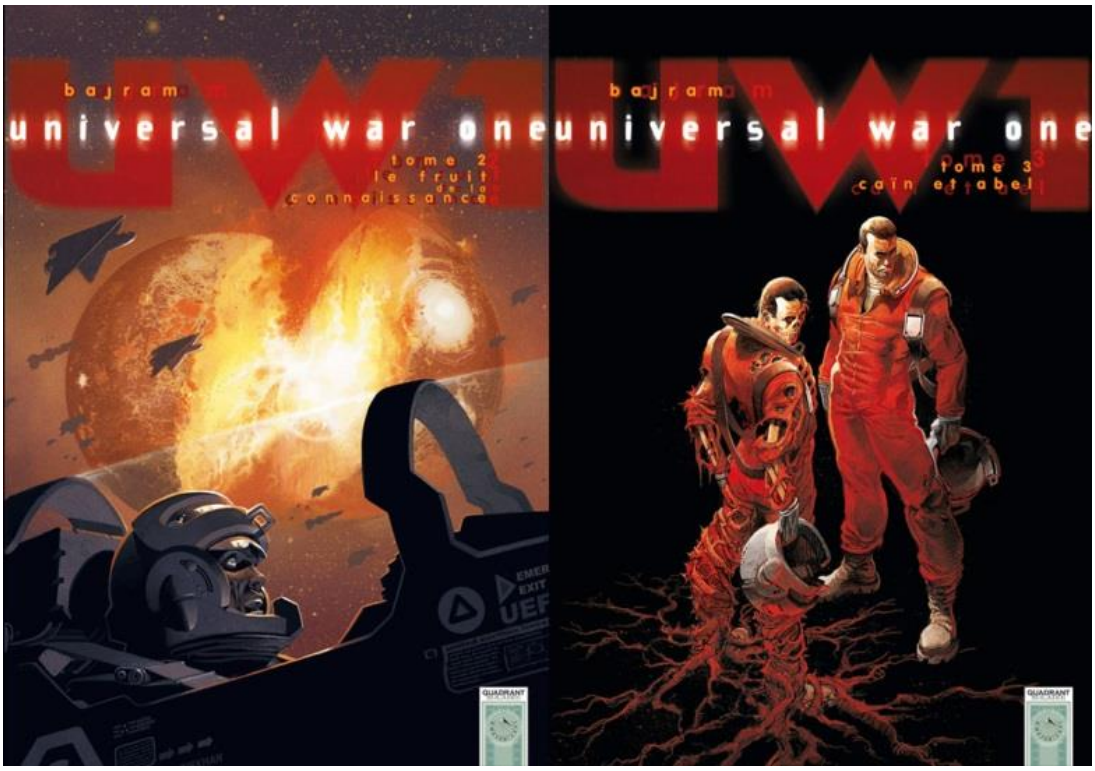
Görsel 44: *Yağlıboya tabloya sadık kalınarak Vytautas the Great- Büyük Vitotas isimli Litvanya hükümdarının yeniden düzenlenen üç boyutlu modelinin tamamlanmış hali* (www.behance.net, 2012).

Bu şekilde anıt niteliğinde bir yağlıboya tablonun üç boyutlu olarak rekonstrüksiyonu tamamlanmış, video (Görsel 45) haline getirilmiştir. Bu videoya internette farklı kaynaklardan (https://www.youtube.com, 2020) (https://www.youtube.com, 2020) ulaşılabilmektedir (Muzeum Narodowe w Warszawie, 2020).



Görsel 45: *Jana Matejko'nun, Grunwald Savaşı isimli yağlıboya tablosunun üç boyutlu modellenerek rekostrüksiyonun video halinin ekran görüntüsü* (Muzeum Narodowe w Warszawie, 2020)

Üç boyutlu bir model, farklı render ve kaplama teknikleri ile iki boyutlu haldeymiş gibi de gösterilebilir. Buna örnek bir çalışma Damian Nenow isimli Polonyalı animatörün "Paths of Hate" (Nefret Yolları) isimli kısa animasyonudur. Film çizgi roman janrına uygun desenlerle bezeli figürlerle oluşturulmuştur. Sanatçı bir röportajında, Denis Bajram isimli çizgi roman sanatçısının yazıp çizdiği "Universal War One-Evrensel Savaş 1" isimli, 6 sayılık çizgi roman serisindeki dokulardan esinlendiğini belirtmektedir (Görsel 46) (https://www.youtube.com PISF, 2020).



Görsel 46: *Denis Bajram'ın 6 sayılık çizgi roman serisinin 2. ve 3. sayılarının kapakları, 2006* (Denis Bajram, 2020).

Bu dokular siyah mürekkeple hazırlanan konturlu çizimin içine, aşırıya kaçmadan, yumuşak ve nazik renklendirme tarzıdır. Damian Nenow röportajın devamında Denis Bajram'ın "küçük hilelerle" bu teknolojiyi çizgi romandaki çizimlerine aktardığını iddia etmektedir (Interview with Damian Nenow [English subtitles], 2020). Burada Nenow'un "hard surface" tabir edilen inorganik-mekanik aksamın aslında üç boyutlu olduğunu kastettiği anlaşılabilir. Dikkatli bakıldığında uzay gemisi gibi araçlarda perspektif ve çizim hatası gözlenmemektedir. Oysaki organik figürler anatomik hatalarla bezelidir. Bu farklılık mekanik aksamın, araçların

ve uzay gemilerinin BDT tasarım programlarından yararlanılarak tasarlandığı ve çizgi romana eklendiği görüşünü doğurmaktadır. Bu da Nenow'un "küçük hile" teorisini desteklemektedir.

Damian Nenow başka bir röportajında, Polonyalı yönetmenler Piotr Dumala ve Tomasz Bagiński'den, ayrıca Japon anime yönetmeni, Miyazaki'nin öğrencisi Hideaki Anno'dan etkilendiğini belirtmektedir (Zahed, 2011). 1943 yılı yapımı "Battle of Britain" (İngiltere Savaşı) filminden bazı sahneleri de temel aldığını söylemiştir (Görsel 47).

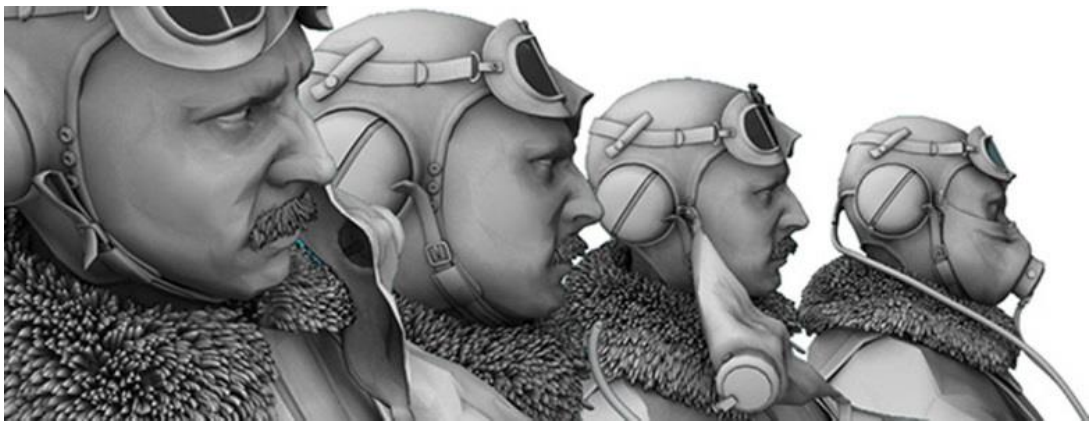


Görsel 47: *"Paths of Hate" kısa animasyonunun esinlendiği ve temel-aldığı "Battle of Britain" isimli filmden sahneler* (www.behance.net, 2012).

Nenow çalışmalarında geleneksel teknikler ile CG tabir edilen Computer Graphics (bilgisayar grafiği) tekniklerini birleştirme denemeleri yapmaktadır (Zahed, 2011). Bu teknikleri uygulama araçları olarak BDT programlarından Adobe 3ds Max, render için Vray eklentisi, texture için Adobe Photoshop, kurgu ve montaj için de Adobe After Effects ve Adobe Premiere kullandığını belirtmektedir (Zahed, 2011).

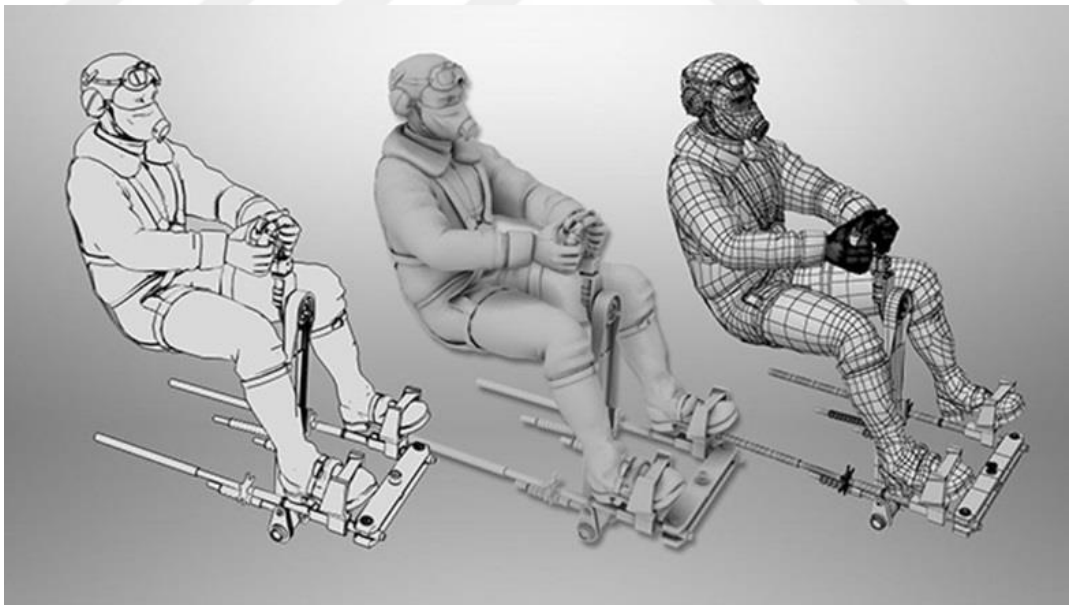
Damian Nenow, Denis Bajram'ın aksine kullandığı teknikleri geniş kitlelerle paylaşmıştır (www.behance.net, 2012). Paths of Hate adlı kısa animasyonun genelinde

iki uçak ve bu uçakların pilotları olmak üzere dört ana figür vardır. İlk etapta bu figürlerin hazırlandığı söylenmektedir (Görsel 48).



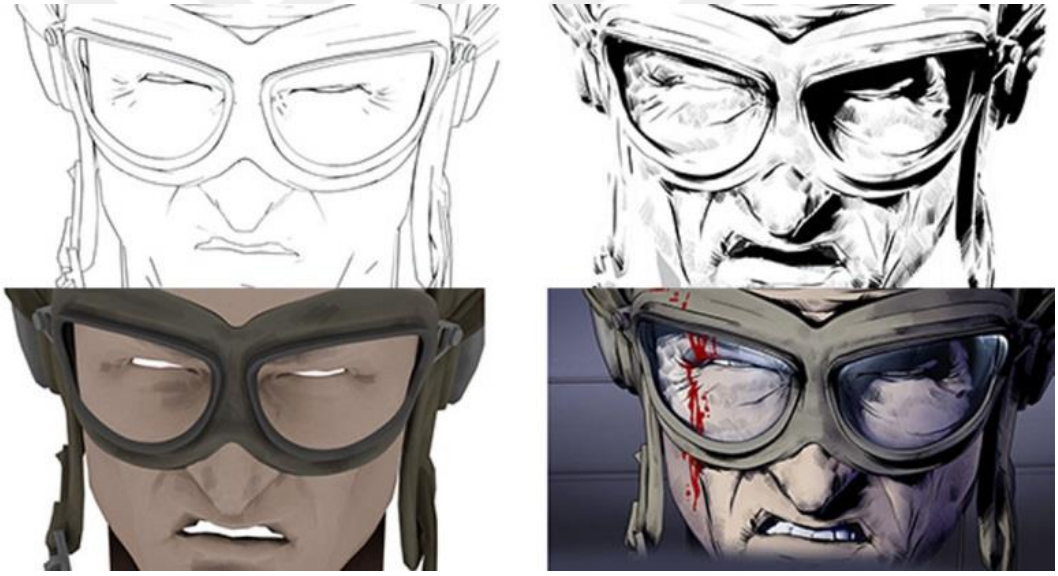
Görsel 48: *"Paths of Hate" kısa animasyonunun "Battle of Britain" isimli filmden örnek alınarak modellenmiş figürün texture eklenmemiş ve render alınmamış hali* (www.behance.net, 2012).

Figürler detaylandırıldıktan sonra mekanik aksamla kompozisyona yerleştirilmiş test görüntüleri alınmıştır (Görsel 49).



Görsel 49: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün Vray render motorunda Contour(Curvature)-Konturlu (Solda), Clay-Kil (Ortada) ve Wireframe Flat- Sade Tel Kafes (Solda) texture eklenmemiş ve render alınmış halleri* (www.behance.net, 2012).

Adobe 3ds Max ve benzeri BDT programlarında, 2012 yılındaki materyal ve gölgeleme araçları ile tek hamlede çizgi roman tarzına ulaşmak mümkün değildir. Bunun sebebi, o yıllarda her render aracının farklı bir mantığa sahip olmasıdır. Render için figüre bir renk atanmış olması ya da bir doku atanmış olması gerekmektedir. Aksi halde render motoru figürü "Göremez". Figürün kenarlarına bir kontur tanımlandığı varsayılırsa, figür kadrajdan uzaklaştıkça kontur sabit kalacak ve figürün kontur kalınlığı artacaktır. Bu gibi sorunlarla karşılaşılmaması için tüm bu ayarların yapılması gerekmektedir. Sanatçı, filmini yaptığı dönemdeki render teknolojisi sınırları içinde, Contour, Texture, Lambert tarzlarında çoklu render alıp bunları üst üste birleştirme yoluna gitmiştir (Görsel 50). Kamera hareketleri rigleme denilen uzaydaki anahtar noktalarda sabitlendiğinde, konturlu ve renkli ayrı ayrı render alınması olanaklıdır ve tek başına elde edilebilen bu çizgi-renk katmanları ayrı bir dijital ortamda birleştirilebilir.



Görsel 50: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün Vray render motorunda Contour(Curvature)-Konturlu (Sol üst), Texture-Desen dokulu (Sağ üst) Lambert-Yansımasız Renkli (Sol alt) render halleri ve bunların birleşimi (Sağ alt)* (www.behance.net, 2012).

Sanatçı, figürde Low Poly tabir edilen düşük sayıda poligonla modelleme yoluna gitmiştir (Görsel 51). Burada keskin kenarlar sadece göz çevresindedir.



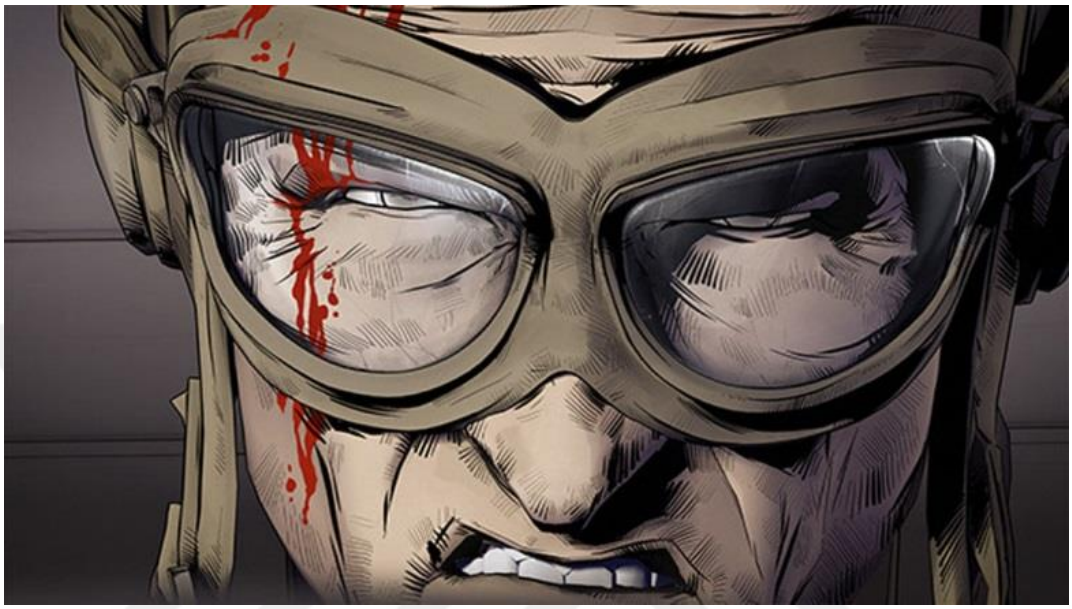
Görsel 51: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün Vray render Clay-Kil render hali* (www.behance.net, 2012).

Figüre, Texture tabir edilen doku eklendiği zaman alınan renderda dış konturlar görülmemektedir. Ayrıca wireframe tabir edilen tel çerçeve de fark edilemez (Görsel 52) Dokudaki çizgi roman tarzındaki desenler hazırlanırken kil renderdaki ışık taklit edilmiş olsa da bazı kısımlarda farklı ışık kaynakları üretilmiştir. Buna burnun sağ alt kısmındaki ışık yansıması örnek verilebilir. Bu bilerek yapılmış görülen deneysel işlem figürü el çizimine yaklaştırmıştır.



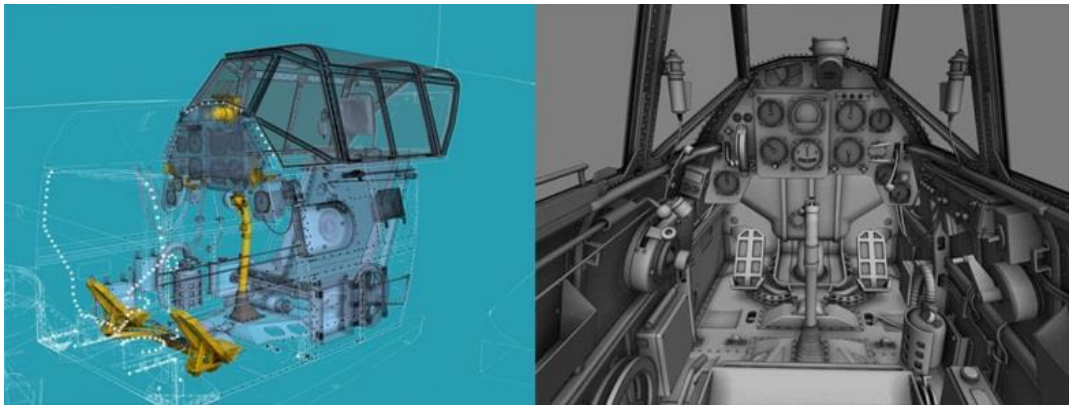
Görsel 52: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün Vray render Texture-Doku kaplama render hali* (www.behance.net, 2012)

Sonuç görüntüde renk ve doku birleştirilmesinin yanında Graident tabir edilen renk geçişi eklenmiş, kadrajda bir derinlik algısı oluşturulmuştur. BDT programlarında render aşamasında bu şekilde bir Graident eklemesi olmadığı için kurgu programında efekt verilmiştir (Görsel 53). Bu da bilerek yapılmış bir deneysel yaklaşım olarak görülebilir.



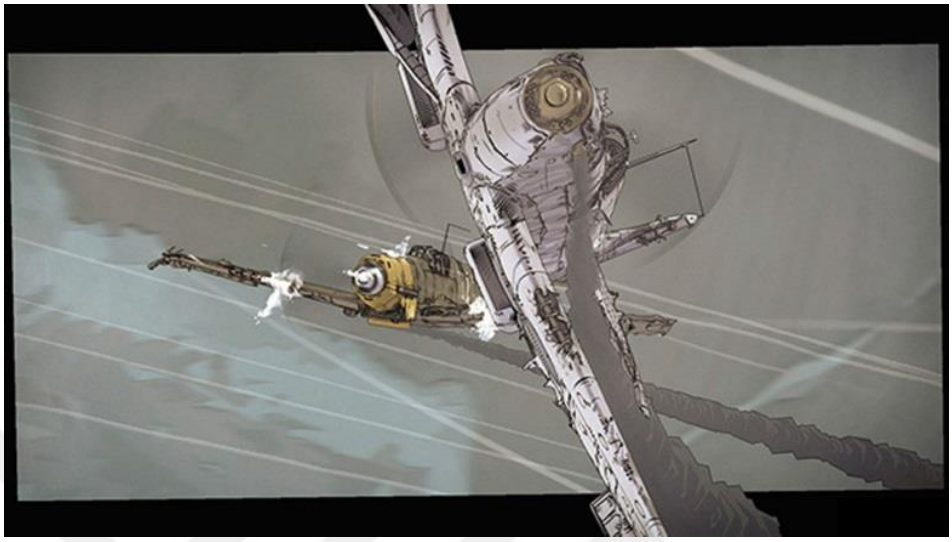
Görsel 53: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki figürün final hali* (www.behance.net, 2012).

Filmde kullanılacak uçak figürleri de benzer yöntemlerle modellenmiştir. Uçak modelleri ve figürdeki poligon sayıları birbirlerine yakındır (Görsel 54).



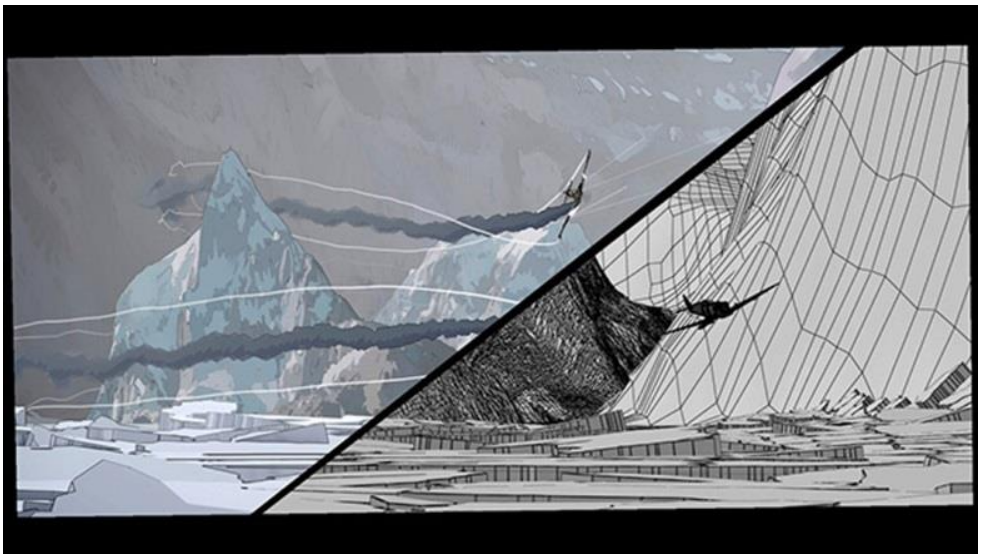
Görsel 54: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki uçak figürünün X-ray tabir edilen teknikle görselleştirilmesi (Solda) ve konsepte sadık kalınarak modellenmiş kokpit içi detayı* (www.behance.net, 2012).

Modeller bitirildikten sonra taslak çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Burada desenin yanında kompozisyon sinema ve çizgi roman kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır (Görsel 55). Sanatçı kamera hareketlerinde, sanki üçüncü (başka) bir uçaktan çekilmiş bir hava yaratmayı amaçladığını söylemektedir (Zahed, 2011).



Görsel 55: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki uçak figürlerinin taslak görüntüsü* (www.behance.net, 2012).

Filmdeki background tabir edilen arkaplanlar da üç boyutlu olarak hazırlanmıştır (Görsel 56). Böylece doku birliğinin yanında perspektif hatalarının da önüne geçilmiştir.

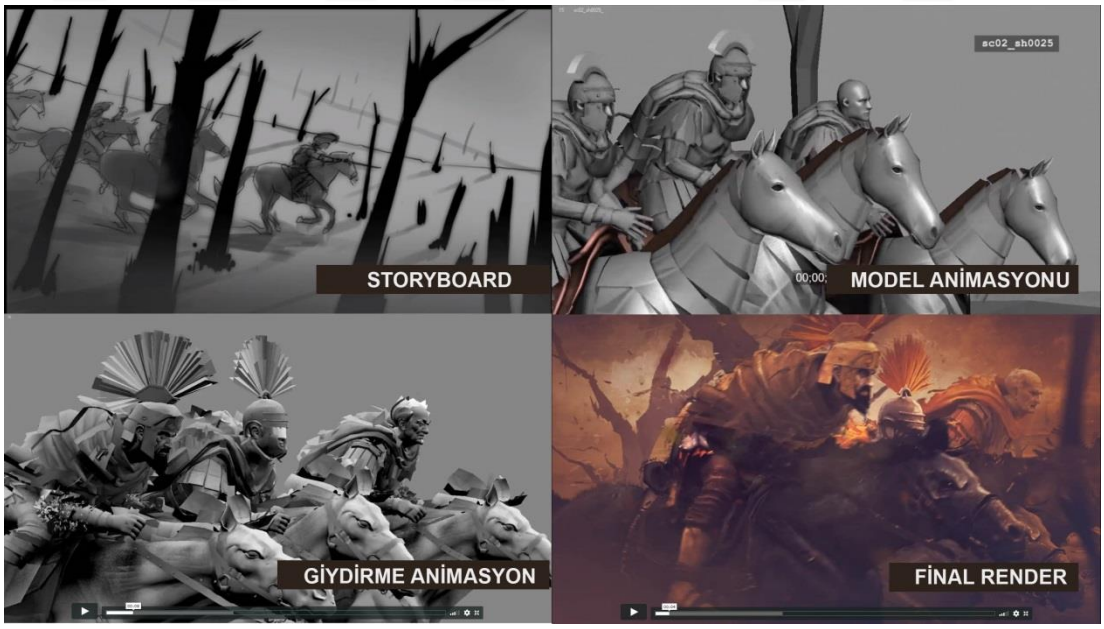


Görsel 56: *"Paths of Hate" kısa animasyonundaki uçak figürleri ve arkaplanın doku kaplanmış ve wireframe-tel çerçeve halleri* (www.behance.net, 2012).

2011 yılı yapımı “Paths of Hate” pek çok ödül ve adaylık almıştır. Döneminde oldukça ses getiren filmin yapımcı firması Platige Image olarak geçmektedir.

Bir diğer örnek olarak “Ryse: Son of Rome” (Roma’nın Oğlu) isimli Microsoft Xbox oyun konsolu için hazırlanmış oyunu verilebilir. Oyunda arkadaşları tarafından ihanete uğrayan bir generalin öldükten sonra ruhunun intikam için geri dönmesi anlatılmaktadır. Burada Crytek isimli firmanın geliştirdiği oyun motoru kullanılmakta, bu motor içinde render animasyonla eş zamanlı alınmaktadır. Diğer animasyon tekniklerinden farkı, tüm model, animasyon, arkaplan, texture ve kameraların oyun içine gömülü olmasıdır. Oyunun özelliği, karakter ya da kamera hareket ettikçe, sahnedeki figürlerin eşzamanlı hareket etmesi, bu alanın dışındaki hareketlerin oyuncu ve kamera tarafından görülmemesi ve render alınmamasıdır. Oyun motorunun özelliği bu tarzda enerji tasarrufu ile çalışmasıdır. Bu oyun, BDT programlarının geleneksel çizim yöntemlerine uygun şekilde çıktı alınabildiğini kanıtlayan özgün eserlerden biri olarak görülebilir.

Oyunun grafikleri Platige Image tarafından hazırlanmıştır. Klasik üç boyutlu animasyon hazırlama kurallarına uygun olarak animasyon öncesi storyboard hazırlanmış, animasyon buna uygun olarak tamamlanmıştır (Görsel 57).



Görsel 57: *“Ryse: Son Of Rome” oyununun storyboard, model animasyonu, giydirme animasyon halleri ve oyunun final render hali* (https://www.behance.net, 2020).

Burada "Moodboard" denen konsept çalışması önemli sayılmaktadır. Moodboard, müşterinin sahnenin final halini görebilmesi bakımından gerekli bir aşama olarak bilinmektedir. Tüm proje, ilk başta yapılan konsept çalışmalarına göre şekillenmekte ve finale ulaştırılmaktadır (Görsel 58).



Görsel 58: *"Ryse: Son Of Rome" oyununun moodboard çizimi ve final animasyondaki görseli* (https://www.behance.net, 2020).

Bu oyunun özelliği, her karenin yağlıboya ile fovist tarzda boyanmış olarak görünmesidir. Yağlıboya görünümü için üç farklı katman düşünülmüştür. Figürü oluşturan kabuk birinci katman, bunun üzerine farklı uzaklıklarda serbest boyamalı iki katman daha tasarlanmıştır. Figür hareket ettikçe bu katmanlar da birlikte hareket etmekte, boyaların havada asılı olduğu hissini vermektedir (Görsel 59).



Görsel 59: *"Ryse: Son Of Rome" oyunundaki "General" karakterinin render katmanlarından serbest ışıktaki alt katman (Bake), birinci boya katmanı (Painted over1) ve ikinci boya katmanı (Painted over 2)* (https://www.behance.net, 2020).

Bu katman kullanımı diğer render tekniklerine nazaran oldukça özgün bir görünüm olarak nitelenmektedir. Oyuncuya bir yağlıboya tabloda hareket ediyormuş hissi vermektedir. Oyundaki sahnelerdeki derinlik "Gradient" ve "Blur" tabir edilen renk-ışık geçişleri ve bulanıklıklar ile verilmiştir (Görsel 60).



Görsel 60: *"Ryse: Son Of Rome" oyunundaki "General" karakterinin kaplamasız model, dolaylı aydınlatma, dış kabuk boyama, render ve final görünüş halleri* (https://www.behance.net, 2020).

Geleneksel sanat eğitimi almış bazı sanatçılar BDT programlarını kullanmaya yönelmişlerdir. Bunlardan biri, 1971 Fransa doğumlu Pascal Blanché'dir. Marseille Güzel Sanatlar Okulu'nda (Marseille's Fine Art School) geleneksel sanat, fotoğrafçılık ve video eğitimi almış sanatçı, 2000 yılından bu yana oyun sektöründe çalışmaktadır (https://www.thegnomonworkshop.com, 2020).

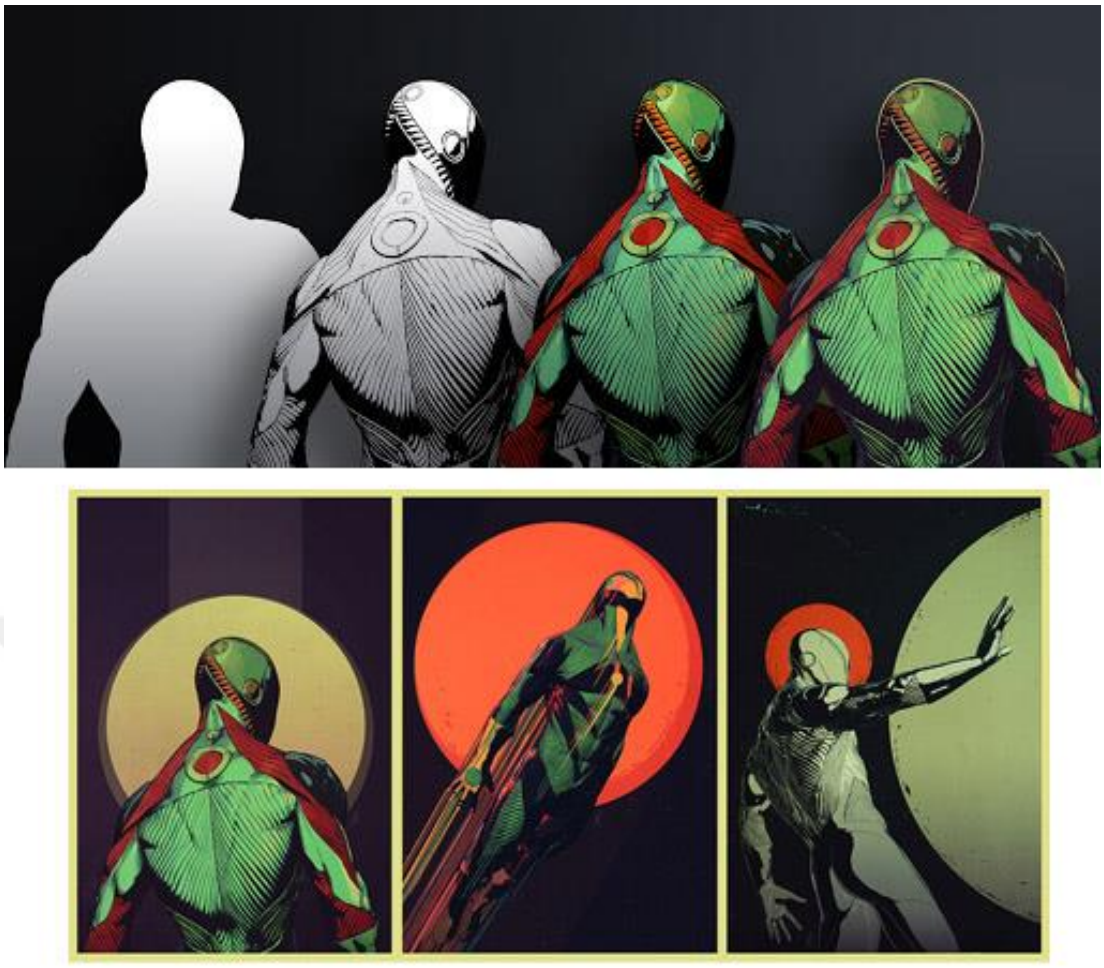
Sanatçı, Fransız çizgi roman ekolüne uygun eserler üretmektedir. Bu eserleri BDT programlarını karma bir şekilde kullanarak üretmektedir. Sanatçı figürü üç boyutlu modelledikten sonra "Colorful" tabir edilen canlı renklerle bezeyerek kendine has bir tarzda çalışmaktadır. "Bird of Prey" (Yırtıcı Kuş) isimli illüstrasyonunu (https://www.artstation.com, 2020) oluşturma aşamalarını (Görsel 61) internet ortamında bir video ile paylaşmıştır (https://www.thegnomonworkshop.com, 2020).

Sanatçı birden fazla BDT programını kullanmaktadır. Çizgi roman ekolüne uygun dokulara ulaşabilmek için elde ettiği desen, doku ve renkleri birbirleri ile harmanlayarak doygunluğu (saturation) arttırmakta, rengârenk çizimler elde etmektedir.



Görsel 61: *Pascal Blanché'nin "Bird Of Prey", 2018 final illüstrasyonunu* (https://www.artstation.com, 2020) *elde edebilmesi için modelleme BDT programı Pixologic Zbrush, render programı Luxion Keyshot ve etüd için Adobe Photoshop programını kullanma aşamalarını anlatan eğitselden ekran görüntüleri (solda) ve final çizimi (sağda)* (https://www.thegnomonworkshop.com, 2020).

Geleneksel ve dijital teknikleri harmanlayan sanatçılara bir diğer örnek, RMIT (Royal Melbourne Institute of Technology) üniversitesi animasyon bölümü mezunu Pablo Munoz Gomez'dir (https://www.zbrushguides.com , 2020). Çok farklı disiplinlerde çalışmaları olan sanatçı Pixologic Zbrush programında klasik çinileme çizgi roman tarzı final çizimler elde etmiş ve daha sonra bu materyaller programın yeni versiyonlarına eklenmiştir (Görsel 62). Pablo Munoz Gomez, Pixologic Zbrush'un geliştirici sanatçılarından sayılmaktadır. Pablander.com isimli sitenin ve markanın kurucusu olarak çalışmalarına devam etmektedir.

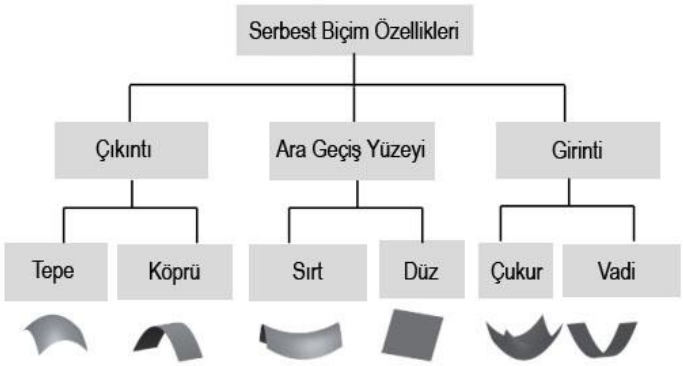


Görsel 62: Pablo Munoz Gomez'in Pixologic Zbrush programında elde ettiği çinileme tarzı çizgi roman benzeri görseller (Gomez, 2020).

2.1.2. BDÜ Programlarının Kullanımı ve Önemi

Alanyazında BDT ve BDÜ sistemleri (CAD/CAM Systems) ortaya çıktıklarından bu yana birlikte anılmaktadır (Groover ve Zimmers, Jr., 1984). BDT sistemleri hesap konularında ilerlemeye başlayınca bunun grafik diline de uygulanması gerekmiş, daha önce bahsedilen 1957 yılında Dr Patrick J. Hanratty tarafından geliştirilen PRONTO yazılım dili aracılığı ile görsel oluşturulmuştur. Burada üretim de amaçlandığı için bazı kaynaklarda BDÜ başlangıcı olarak tarihlenmektedir (Goodacre, Garbacea, & Naylor, 2012). Bu kaynaklara göre Hanratty BDT/BDÜ sisteminin kurucusudur. Bazı kaynaklarda ise NURBS (Düzgün Olmayan Rasyonel B Eğrisi Yüzeyi, Non-Uniform Rational BSpline Surface) sistemini oluşturan Renault mühendisi Pierre Bézier, BDÜ sistemlerinin kurucusu sayılmaktadır (Abdulghafour ve Hassan, 2019: 1-16). Bu iki görüşteki benzerlik, bu yazılım

tekniklerinin ikisinin de Pontiac ve Renault marka otomobil üretimi için geliştirilmiş olmalarıdır. Farklılıklar, PRONTO tek başına bir çizim sayılmamaktadır. B-Spline eğrilerinden sonra kesme-bükme delme gibi işlemler daha kusursuz olarak yapılabilmektedir. Alanyazına bakıldığında NURBS sistemi günümüz BDÜ sistemine daha yakın durmaktadır. Bu sistemde tanımlanan yüzeyler günümüzde halen kullanılmaktadır (Görsel 63).



Görsel 63: *B-spline eğrilerinden türetilmiş serbest biçimli yüzeyler ve özellikleri* (Abdulghafour ve Hassan, 2019).

1950'lerde tasarlanan ilk üretim makineleri, nümerik kontrol tabir edilen sistemler ile çalışmaktadır. Numerically Controlled (NC) ismi ile anılan bu makineler, yazılım teknolojisinin gelişmesi ile ISO standartları ile tanımlanmış ve bilgisayarın dahil olması ile CNC (Bilgisayarlı Nümerik Kontrol, Computer Numerically Controlled) ismini almışlardır. Bilgisayar-makine bağlantısı iki yönlü veri akışı şeklindedir (Görsel 64) (Xiao, Zheng ve Huan , 2015: 1-10).



Görsel 64: *BDT/BDÜ sistemi, ISO standardı ve CNC veri akışı* (Xiao, Zheng ve Huan , 2015)

BDÜ sistemleri sadece çoklu üretim için kullanılmamaktadır. Tıp alanında gelişen görüntüleme sistemleri ile, son 30 yıl içinde geniş bir alanda kullanılmaya da başlanmıştır. CAD / CAM teknolojisinin ortopedide uygulanması nispeten yenidir. Örneğin ortopedide üç geniş uygulama alanından bahsedilmektedir. Bunlar ortopedik görüntüleme tekniklerinden herhangi birine dayalı iskelet yapısının üç boyutlu görsellerini analiz edebilmek ve ameliyatı gerçekleştirebilmek, cerrahların karmaşık kemik ve eklem bozuklukları vakalarını anlamaları için plastik veya mum modellerin üretimi ve ameliyat öncesi şablon olarak fiziksel modelleri kullanmak, özelleştirilmiş implantlar tasarlamak ve üretmek olarak sıralanmaktadır (Goh, Ho ve Bose, 1990: 706-713). Bir diğer alan da diş hekimliğidir. Burada el ile şekillendirmesi oldukça zor olan implantlar (Görsel 65) yüksek başarı ile imal edilebilmektedir.



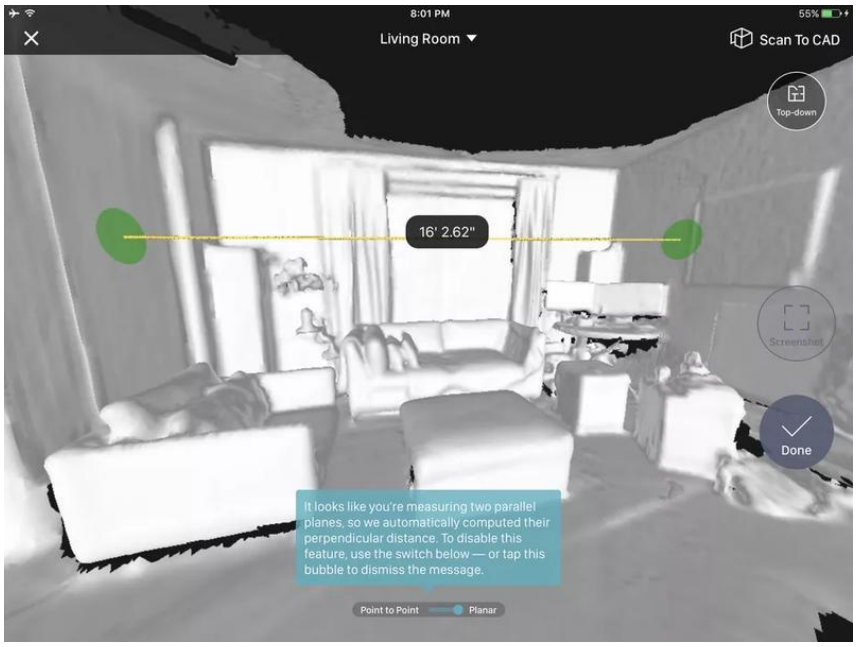
Görsel 65: *CT (Bilgisayar Tomografisi- Computer Tomograph) ile elde edilmiş alt çene üç boyutlu modeli, çeneye yapılacak ameliyatta kullanılacak parçanın modellenmesi (üstteki grup) ve ameliyat ile çeneye eklenecek parçanın üç boyutlu yazıcı ile çıktı alınmış hali (altta)* (Lim, Kim ve Kang, 2015).

CT gibi çok gelişmiş görüntüleme sistemlerinin yanında kişisel kullanım için taşınabilir görüntüleme sistemi araçları da imal edilmiştir. Bunlardan biri Occipital marka optik sensördür (Görsel 66).



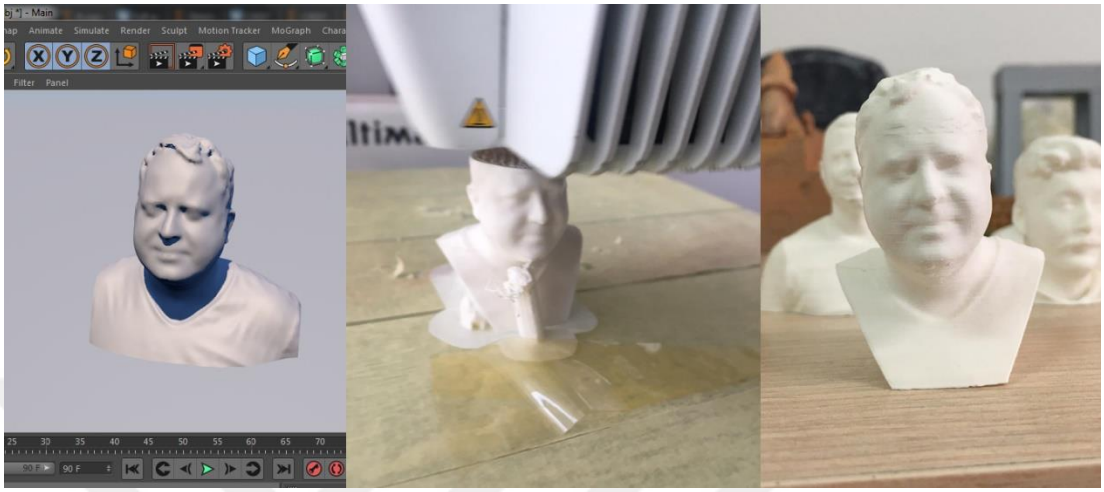
Görsel 66: *Occipital marka Sensör 3D tarayıcı.* (https://top3dshop.com, 2020)

Bu sensör, tablete takılarak çoklu fotoğraf çekilmesine ve fotogrametri yöntemi ile üç boyutlu model bulutu elde edilmesine imkân tanımaktadır. Bu şekilde tabletin kamerasının açısı değiştirilerek eş zamanlı modelleme kısa sürede elde edilmektedir (Görsel 67).



Görsel 67: *Occipital marka Sensör 3D tarayıcı ile elde edilmiş bir oda modeli görseli.* (https://top3dshop.com, 2020)

Bu gibi araçları kullanırken temel bilgisayar, tablet ve akıllı telefon kullanım bilgisi yeterli olmaktadır. Elde edilen model herhangi bir üç boyutlu yazıcıdan çıktı alınabilir durumda olmaktadır. Böyle bir işlemde BDT aşaması atlanarak doğrudan BDÜ aşamasına geçilmiş olur (Görsel 68).



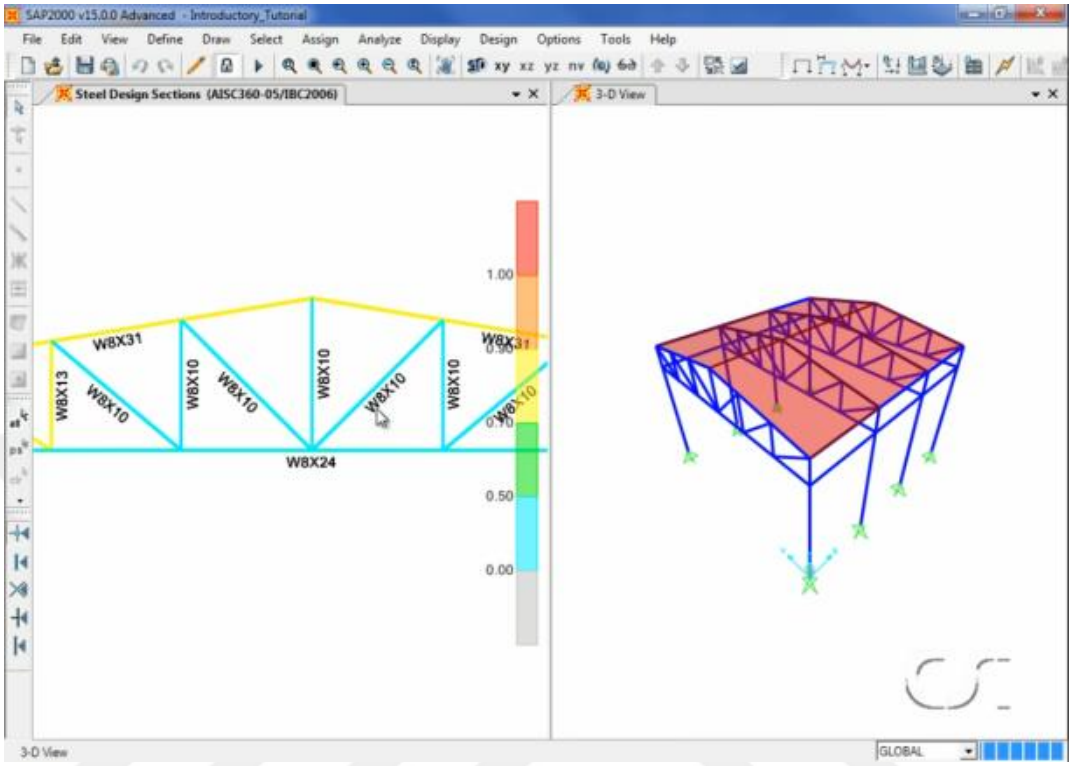
Görsel 68: *Occipital marka Sensör 3D tarayıcı ile elde edilmiş bir büst (solda) Büstün Ultimaker marka üç boyutlu çıktı makinesi ile çıktı alma aşaması (ortada). Çıktının tamamlanmış hali (sağda).*

BDT ve BDÜ sistemleri arasında sürekli bir veri alışverişi olmaktadır. Programlar ve makineler, insan kaynaklı hataları en aza indirgemek için sürekli iletişim halindedir. Örneğin yazıcıda olabilecek bir çıktı hatası, yazıcı dâhilindeki bir ekrandan mesaj yolu ile kullanıcıya bildirilmektedir. Son gelişmelerle birlikte BDT ve BDÜ tekil kullanıcı ile başarılı sonuçlara ulaşılabilmesine imkân tanımaktadır.

2.1.3. BDM Programlarının Kullanımı ve Önemi

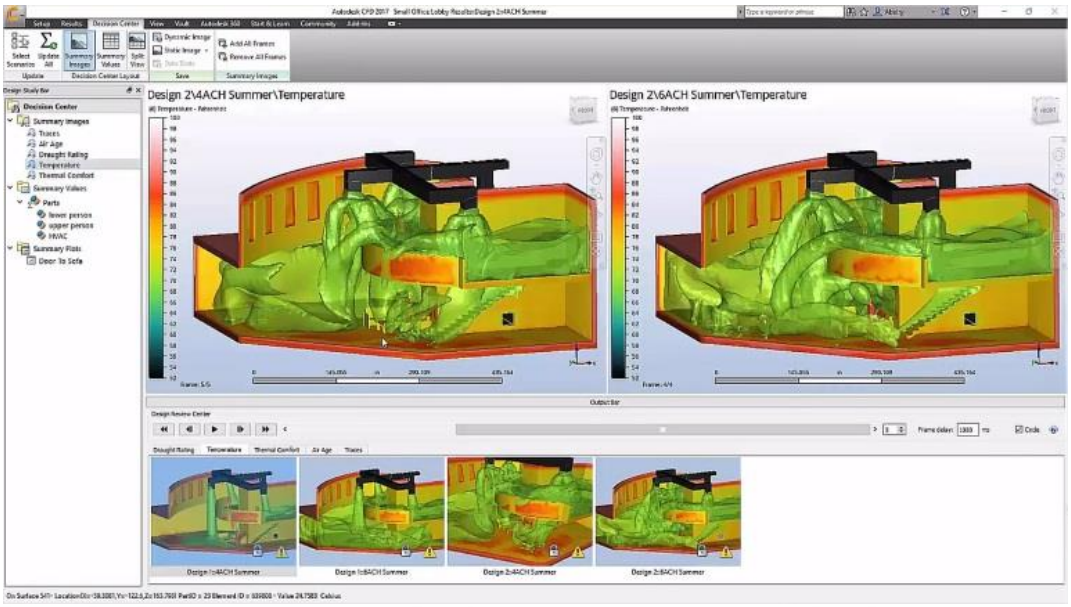
Bilgisayar Destekli Mühendislik, günümüz dünyasında, kompleks ve amorf yapıların statik, dinamik, termodinamik ve basınç gibi sayısal hesaplamaları, yüksek doğruluk ve kolaylıkla hesaplayabilmenin yolunu açmaktadır. Örneğin, dört katlı, iki ekseninde dörder akslı bir yapının el ile statik hesabı, üç ay sürebilmektedir. Aynı binanın bilgisayar ortamında modellenmiş benzerine, gerekli güç kombinasyonları yüklendikten sonraki hesap ve çıktı zaman aralığı, birkaç saniyeyi geçmemektedir. Öyle ki bu çıktıya, otomatik olarak statik proje çizimi ve statik hesap veri dökümü de dâhildir. Benzer bir şekilde, çelik karkas yapıların da statik hesabını elde yapmak

zordur. Ashraf Habibullah tarafından 1975 yılında tasarlanan, bir statik hesap programı olan SAP2000 (Görsel 69), (Habibullah, 1975) ile inşa için gerekli verilere ulaşılabilir.



Görsel 69: *SAP2000 programında, çelik endüstriyel yapı statik hesabını anlatan video görüntüsünden alınmış bir resim* (Computers and Structures, 2011).

Benzer kaygılarla, ALGOR Incorporated tarafından hazırlanmış olan simülasyon programı, 2009 yılında Autodesk tarafından satın alınmış, Autodesk CFD (Görsel 70) ismini almıştır. Bu programda, el ile hesaplanması oldukça zor olan akışkanlar mekaniği verileri, geniş bir hareket alanı içerisinde, gerçeğe çok yakın bir şekilde elde edilebilmektedir. Öyle ki, veriler, aynı kesit içinde, sıvı yakıt, su ve gaz basınçları ayrı ayrı olmak üzere, diyagram halleri dâhil, elde edilebilmektedir.



Görsel 70: *Autodesk CFD programında bir ilklimlendirme-soğutma sisteminin bina içindeki hava akışını gösteren simülasyonu* (Autodesk Inc., 2020).

BDM programlarını kullanabilmek için, belirli bir eğitim sonucu elde edilmiş bir yetkinlik beklenir. Bir malzemenin davranışını kestirebilmek için, moleküler düzeyde bilinmesi gerekir. Bir metal aksamda, genleşme, ısı iletimi, elektrik iletimi, alaşım bilgileri, karbon aşımı bilgilerin dışında, birleşim terlerindeki kaynak, perçin, bulon vb. birleştirici elemanların da tüm özelliklerine hâkim olunmalıdır. Betonarme gibi kompozit sistemlerde, BDM programları sayesinde elde edilmiş verilerin analizi tek başına yeterli gibi görünse de, nihai olarak, konu hakkında bilgi ve tecrübesi sabit kişilerce yorumlanmalıdır. Örneğin bir betonarme yapıda, beton içindeki mıcır çapı gibi kaygılarla, donatı alanı aynı kalmak koşuluyla, donatı çapı değiştirilebilir. Bunu BDM programı, yapısı ve tasarımı itibarı ile öneremeyebilir. Buna ancak yetkin bir mühendis karar verebilir.

Daha farklı açıdan bakılacak olunursa, bir BDT programı ile tasarlanmış bir heykelin hacmi, “Volume” (Hacim) parametresi marifeti ile anında hesaplanabilir. Heykelin yapılacağı malzemenin özgül ağırlığı ile hacminin çarpımı, o heykelin ağırlığıdır. Bu yöntemle, heykele ne kadar malzeme gideceği ve maliyeti rahatlıkla hesaplanabilir. Aynı heykelin statik hesabı da bahsedilen teknikler yoluyla mümkündür.

3. BÖLÜM

BDT PROGRAMLARI İLE GÖRSEL OLUŞTURMA

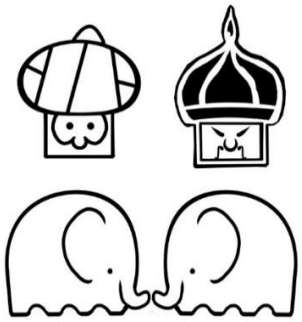
Bu bölümde, sırası ile iki ve üç boyutlu dijital teknikler kullanılarak oluşturulan görseller üzerinde durulmuştur. Bu görseller grafik tasarım, karikatür, panoramik çizim, animasyon ve heykel disiplinlerini içermektedir. Tez araştırması öncesinde ve sırasında üretilen bireysel ve endüstriyel ürünlerin görselleri araştırmacının deneyimlerini aktarabilmesi açısından örneklenmiştir. Bu görseller farklı grafik programları aracılığı ile tez anlatı diline uygun ve anlaşılır hale getirilmiştir.

3.1. BDT PROGRAMLARI İLE İKİ BOYUTLU GÖRSEL OLUŞTURMA

BDT programları vasıtası ile oluşturulan iki boyutlu görsel ürünler, Adobe Photoshop, Adobe Premiere ve Artrage programları kullanılarak hazırlanmıştır. Daha önce bahsedilen tekniklerden piksel temelli boyama tercih edilmiştir. Konu başlıklarına göre farklı teknikler tercih edilmiştir.

3.1.1. Grafik Tasarım Ürünü Oluşturma

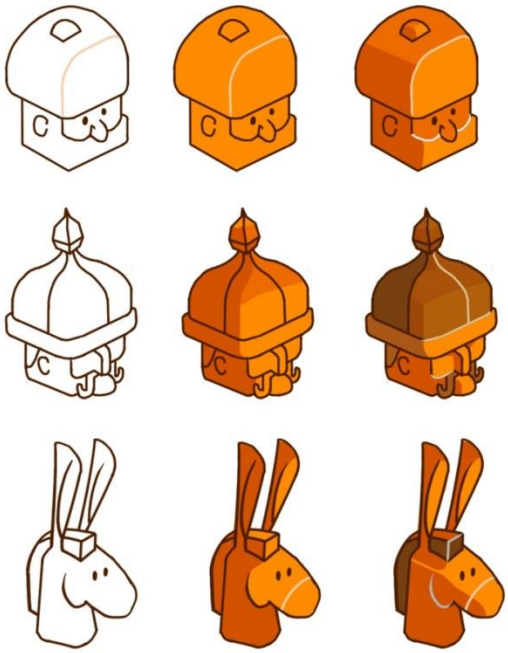
Bu çalışmada "Nasreddin Hoca, Timur ve Filler" konulu fıkranın grafik tasarım yolu ile anlatımı düşünülmüştür. Bu fıkrada Timur'un obur filini beslemekten bıkan ahali Nasreddin Hoca'dan yardım istemekte, bir ekiple yola çıkan Hoca, Timur'un karşısına çıktığında yalnız kaldığını fark etmekte ve Timur'dan obur filine bir eş bulmasını isteyerek onu aldatan ahaliden intikamını almaktadır. Taslak çalışmalarında bu olayın bir zekâ oyunu olduğu fikrinden hareketle, ilk etapta satranç taşı figürleri düşünülmüştür (Görsel 71). Böylece filler de taş konseptine doğrudan gönderme yapabilecektir.



Görsel 71: *Nasreddin Hoca, Timur ve fillerin satranç taşı ikonu şeklindeki taslak çalışması, Ozan SOYDAN, 2015*

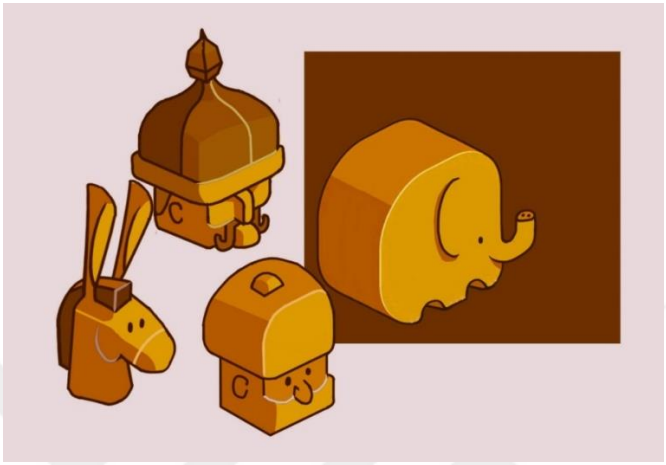
Bu aşamada Nasreddin Hoca ve Timur'un başları satranç taşlarından şah ve vezire benzetilerek zıtlık yaratılmaya çalışılmıştır. Bir süre sonra figürlerin birbirleri ile uyumsuz olduğu, fillerin hatları ile kafa figürlerinin doğal durmadığı fark edilmiş, bir derinlik eklenmesi gerekliliğine karar verilmiştir.

Konseptten çok uzaklaşmamak adına izometrik grafik anlatım dili tercih edilmiş, buna dair örnekler incelenmiştir. Renk skalası ise sepya (Görsel 72) tabir edilen tarzda düşünülmüştür.



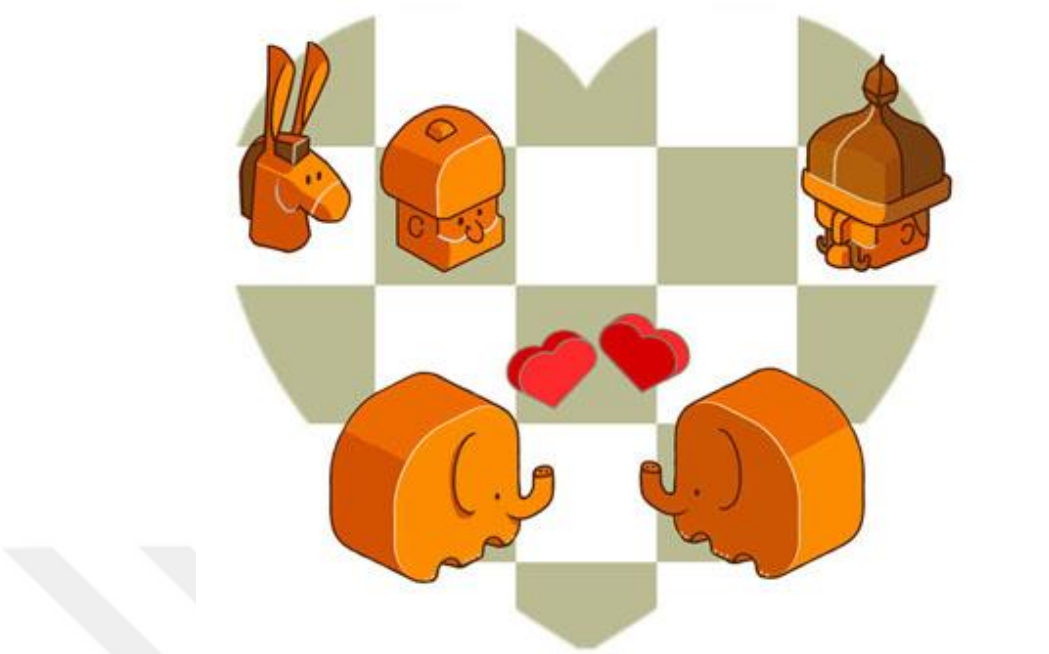
Görsel 72: *Nasreddin Hoca, Timur ve eşek figürlerinin izometrik tarzda yeniden çizilip ışık, gölge ve renk verilmesi aşamaları, Ozan SOYDAN, 2015*

Çalışmanın devamında farklı kompozisyon ve renk seçimleri yapılmıştır. Görsel 73'deki kompozisyonda, büyük bir enerji kazanıldığı fark edilmiş, ama bu enerjinin satrancın doğasındaki dinginlik ve dışarıdan izleyenlere verdiği sıkıcı ruh halinden uzaklaşıldığı sonucuna varılmıştır.



Görsel 73: *Figürlerin birbirleri ile uyum testi, Ozan SOYDAN, 2015*

Final kompozisyonda (Görsel 74) fillere bir enerji açısı eklenmiş, gölge-ışık kurallarına uygun boyama yapılmıştır. Arkaplana satranç tahtası fonu izometrik perspektife uyulmadan eklenmiştir. Burada hafif basık ve kararsız kompozisyon tercih edilmiştir. İlk taslaklarda olmayan eşek figürü, Nasreddin Hoca'nın kompozisyonda rahatlamasını sağlamak için eklenmiş, ağırlık merkezini sola doğru kaydırması sağlanmıştır.



Görsel 74: *Nasreddin Hoca ve eşeği, Timur ve fillerini bir arada gösteren final kompozisyon, Ozan SOYDAN, 2015*

Bu çalışma "Karikatürlerle Hoca Nasreddin" sergisinin parçalarından biri olarak 2015 yılında Anadolu Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Sergi Salonu'nda sergilenmiştir.

3.1.2. Animasyon Oluşturma

Animasyon oluşturma başlığı altında gerçekleştirilen çalışmada iki boyutlu çizim programlarından Artrage ile geleneksel animasyon tekniklerinden olan "frame to frame" tabir edilen karelerin tek tek çizilmesi yöntemi ile hazırlanan, 1'50" (bir dakika elli saniye) uzunluğundaki, "Kuru Derya" isimli animasyon filminin bazı sahnelerini üretme aşamaları betimlenmektedir.

Animasyon filmin konsepti, Mersin Üniversitesi'nin 2011 yılında açmış olduğu "Deniz" temalı, "Kameram Denize Bakıyor" kısa film yarışmasının geçeceği ortamın tasavvuru ile ortaya çıkmıştır. Kameranın denize bakacağından hareketle bunun bir kişinin gözünden anlatılabileceği düşünülmüştür. Filmin sinopsisi, "Artık yaşlanmış bir adam, bir zamanlar deniz kıyısı olan bir yere gelir ve orada geçmişini hatırlar" şeklindedir.

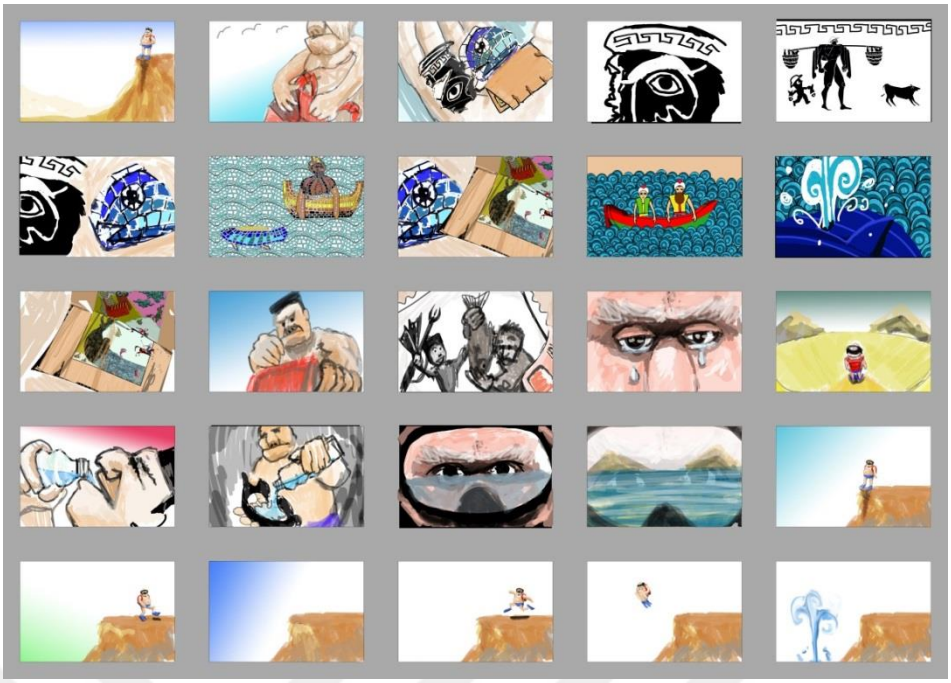
Filmin, Aleksandr Petrov'un 1999 yılında yaptığı, Ernest Hemingway'in ünlü eserinden uyarlanan "İhtiyar Adam ve Deniz (The Old Man and the Sea)" Oscar ödüllü kısa animasyonunun (https://vimeo.com, 2020) benzeri bir teknikle yapılmasına karar verilmiştir. Örnek alınan teknikte Petrov, ışıklı cam masa üzerine kurgulamaktadır (https://vimeo.com, 2020).

Film yapımında ışıklı cam masa, stüdyo, kamera gibi araçların temini ve zaman açısından sınırlılıklar bulunduğundan tüm çizimlerin dijital oramda yapılmasına karar verilmiştir. Burada ilk aşamada Adobe Photoshop programında karakter tasarımı yapılmış, farklı boyama teknikleri denenmiştir (Görsel 75).



Görsel 75: *Kuru Derya filminin karakterlerinden "Yaşlı Adam" konsept çalışması, Ozan SOYDAN, 2011*

Filmin hikâye örgüsü "Storyboard" yoluyla görselleştirilmiş ve toplamda 25 sahne olacak şekilde ayarlanmıştır (Görsel 76).



Görsel 76: *"Kuru Derya" filminin storyboardu, Ozan SOYDAN, 2011*

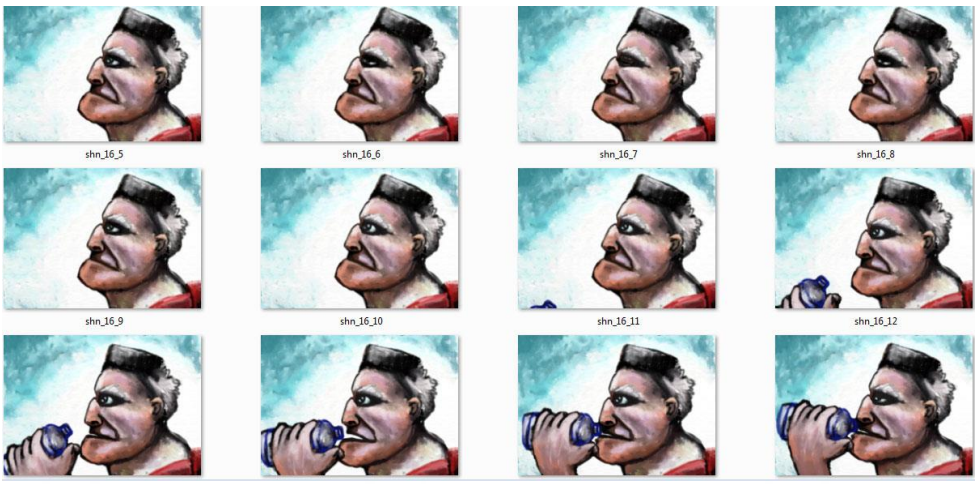
Artrage programının araçlarından biri olan kuru tebeşir seçilerek yapılan deneme çizimlerinde (Görsel 77) başarı sağlanmıştır.



Görsel 77: *Sahne 14 yaşlı adamın yakın plan yüz çekimi, Ozan SOYDAN, 2011*

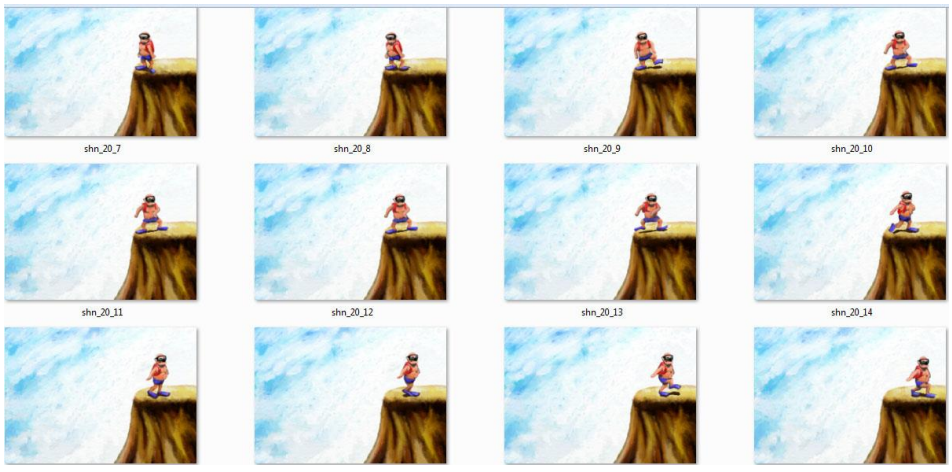
Bu çizim tarzında tebeşir aracı ile boyama yapılıp spatula aracı ile renklerin birbirlerine karışması sağlanmıştır. Sonuç gerçek hayatta kullanılan toz pastel, tebeşir

ya da yağlı pastel ile yapılan kâğıt üzerindeki çizimlere benzemektedir. Bu boyama anlayışı diğer sahnelere de uygulanmıştır (Görsel 78).



Görsel 78: *Sahne 16 Yaşlı adamın şişeden su içmesi sahnesinden birkaç kare. Ozan SOYDAN, 2011*

Bu çalışmada, bütün kareler tek tek çizilmiştir. Arkaplan gökyüzü boya izlerinin sürekli değişmesi filme ayrı bir hareket ve enerji vermiştir. Burada Arkaplan dört farklı boyanmış karenin döngü (loop) şeklinde hareketi ile sağlanmıştır. Artrage programında katman (layer) sistemi bulunmaktadır. Figürün her karesi çizildiğinde arkaplan bir kare ilerletilmiştir. En baştan final sahnesine kadar bu döngünün devamına dikkat edilmiştir (Görsel 79).

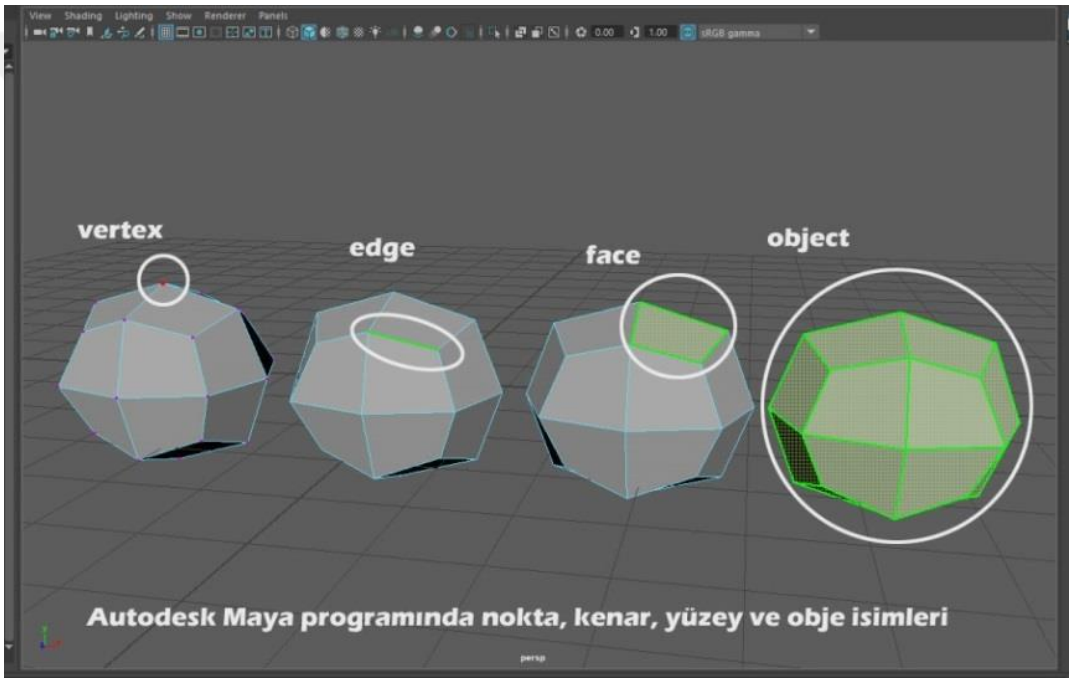


Görsel 79: *Sahne 25 Figürün yürüme hareketini gösteren kareler. Ozan SOYDAN, 2011*

"Kuru Derya" filmi bir ilk kısa filmdir ve pek çok yarışmada finalist olmaya hak kazanmıştır.

3.2. BDT PROGRAMLARI İLE ÜÇ BOYUTLU TASARIM OLUŞTURMA

BDT programları, klasik analitik geometri temelinde kullanılır. Örneğin uzay; x,y,z ekseninde tanımlanır. Burada tanımlanan bir nokta, aynı geometrideki gibi, biçimsiz-boyutsuzdur. İki farklı noktanın birleşiminden bir doğru parçası oluşur, buna genellikle "Line-Çizgi-Doğru Parçası" denir. İkiden fazla noktanın birleşiminde "Polygon-Poligon" ortaya çıkar. Tasarımda noktalara "Curve-Vertex", poligon kenarlarına genellikle "Edge", oluşan alana da "Polygon" denir. Farklı eksenlerdeki poligonların birleşmesinden ise artık hacim oluşur ve buna da "Element-Object" adı verilir (Görsel 80). Uzayda oluşturulan çizimler, genel tanım itibarı ile "Vektörel" çizimlerdir.



Görsel 80: *BDT programlarından Autodesk Maya'da nokta, kenar, yüzey ve obje tanımlamaları. Model, ekran görüntüsü ve dijital işleme Ozan SOYDAN, 2019*

Adobe Photoshop ve Adobe İllustrator programları ile vektörel çizimler yapılabilmektedir. Photoshop programında bitmap tabir edilen piksel tabanlı çizimler de yapılmaktadır. İllustrator, Freehand gibi programlar tamamen vektörel tabanlı çizim yapmak için tasarlanmıştır.

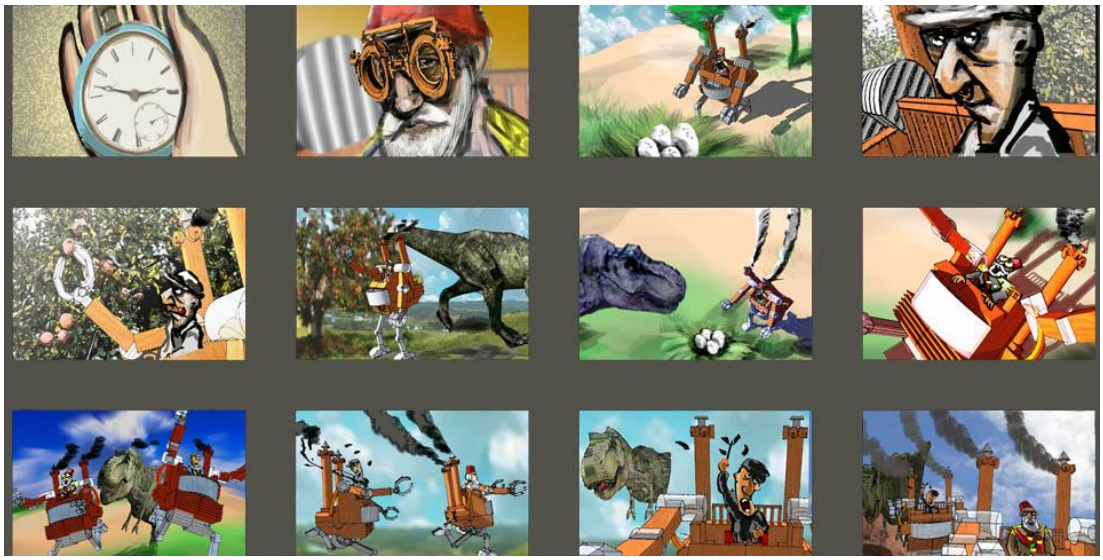
Autodesk AutoCAD (Autodesk Inc., 2019) vektörel çizim programıdır ve genellikle mimari-mühendislik çizimlerde yoğunlukla kullanılmaktadır. Vektörel

tabanlı bir programda üretilmiş çizim, uygun formatta kayıt alınması durumunda, benzer her programda açılabilir. Örneğin bir İllustrator programı çizimi AutoCAD'de açılabilir. Programların birbirlerini tanıması, farklı üretim seçeneklerinin değerlendirilmesine neden olabilir. Örneğin bir animatör, daha önceden Adobe İllustrator'de hazırladığı bir karakter tasarımını Adobe Animation'a yükleyip bu programda hareketlendirebilir.

BDT programları iki eksende sınırlandırılırsa 2D (Two Dimensional) iki boyutlu, üç eksende çalışılırsa 3D (Three Dimensional) üç boyutlu çizimler elde edilebilir. 2D ya da 3D tasarıma bir zaman çizelgesi (timeline) eklenirse artık animasyona geçiş başlayabilir. En basit anlatımla, bir zaman çizelgesinde hareket eden çizimler, animasyon olarak tanımlanmaktadır.

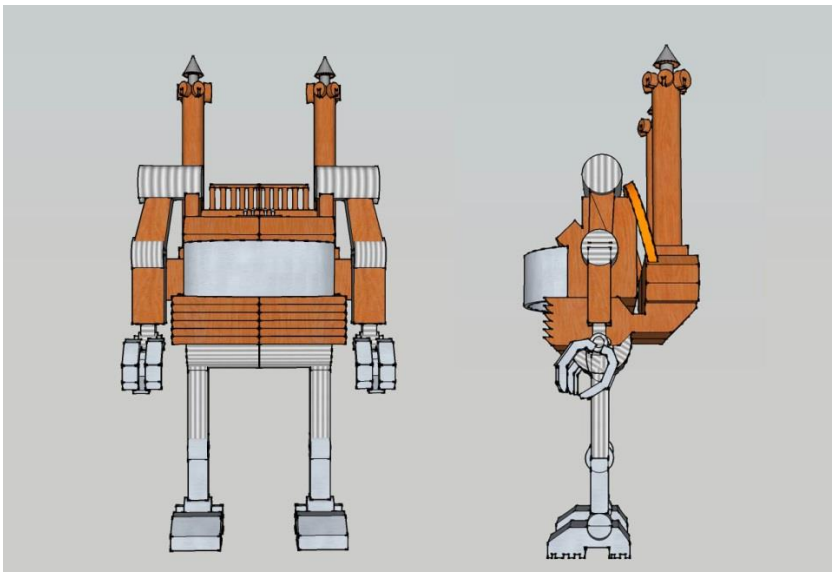
3.2.1. Animasyon Oluşturma

Bu animasyon çalışmasında Autodesk Maya isimli üç boyutlu BDT programı kullanılmıştır. Animasyonun ismi "Buharlı Zaman Makinesi"dir. Kısa animasyonun sinopsisi, "Yaşlı bir Osmanlı Paşası, kendi icat ettiği buharlı zaman makinesiyle yardımcısı ile zamanda yolculuk etmektedir" şeklindedir. Filmin karakterleri, Anadolu Üniversitesi Çizgi Film Bölümü'nde alınan bir ders kapsamında çalışılan "Steampunk Zaman Makinesi" ödevi sonucu ortaya çıkmıştır. Ödev içeriğine göre iki katlı, buharla çalışan bir zaman makinesi tasarlanmıştır. Animasyondaki iki karakterden biri, artık bunamaya başlamış eski bir asker, diğeri her şeyden şikâyet eden yardımcısı olarak düşünülmüştür. Bu iki karakter, makine ve olayların geçtiği mekânların tamamı Autodesk Maya programında modellenmiştir. İlk aşamada filmin sahnelerinin ve filmin yaklaşık süresinin belirlenebilmesi için storyboard (Görsel 81) hazırlanmıştır.



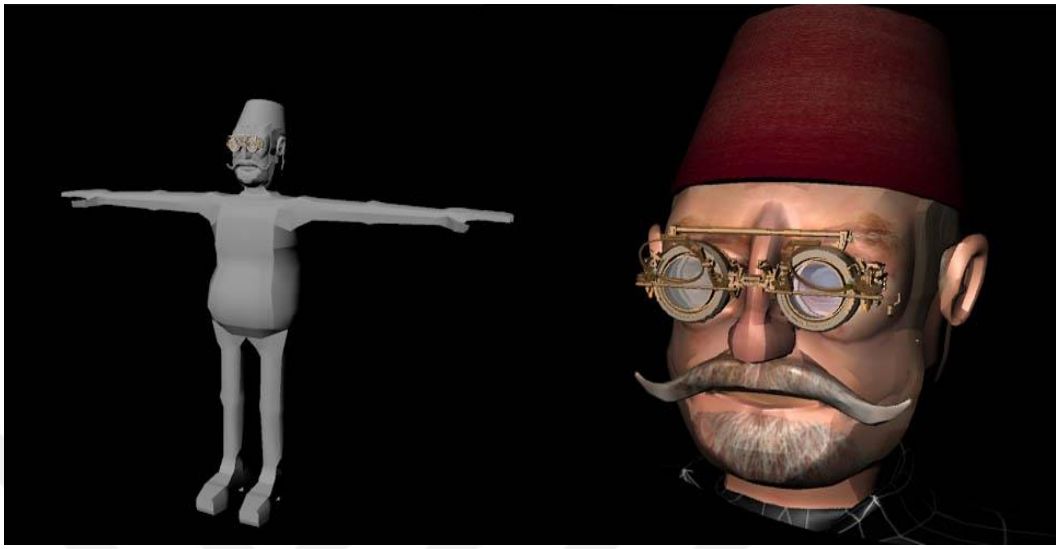
Görsel 81: *"Buharlı Zaman Makinesi" isimli filmin storyboard çalışmasından bir kesit, Ozan SOYDAN, 2013*

Storyboard içerğinde mekanik aksam çizimleri sıklıkla kullanılacağı için Google Sketchup isimli BDT programında ayrıca modellenmiş, görüntüler alınmış ve figürler Adobe Photoshop programı ile sonradan üzerine çizilerek kareler tamamlanmıştır (Görsel 82).



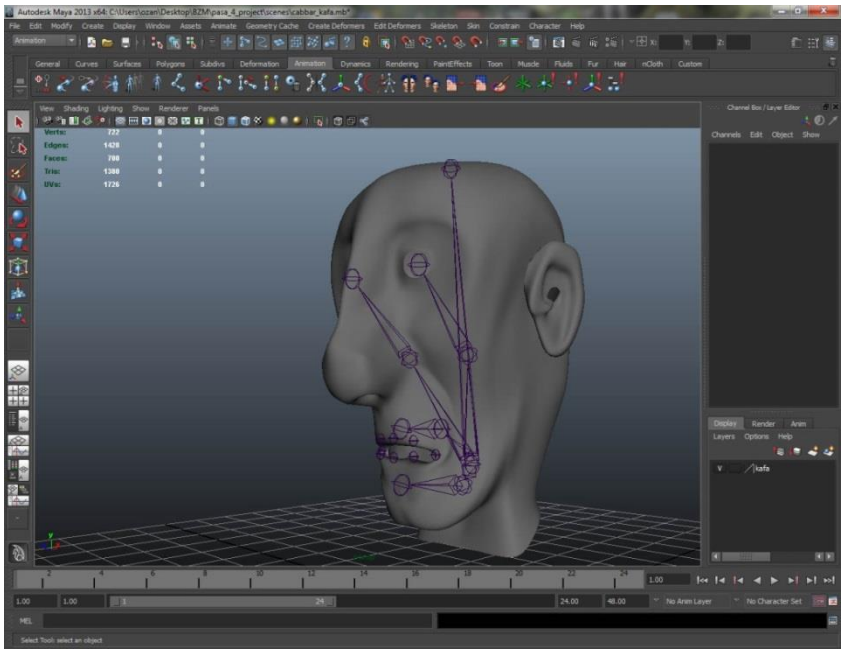
Görsel 82: *Storyboard aşamasında kullanılmak üzere kaba modellenmiş buharla çalışan robotun ön görünüş ve yan görünüşü, Ozan SOYDAN, 2013*

Storyboard tamamlandıktan ve gerekli onaylar alındıktan sonra figürlerin tasarımına başlanılmıştır (Görsel 83). Figürlerde bellek kullanımından tasarruf ededilmek için low poly tabir edilen düşük poligon sayılı model tarzı tercih edilmiştir.



Görsel 83: *Karakterlerin Autodesk Maya BDT programı ile modellenmesi aşamaları, Ozan SOYDAN, 2013*

Modeller tamamlandıktan donra rigleme tabir edilen, model kabuklarına hareket kabiliyeti kazandırma işlemine başlanmıştır (Görsel 84).



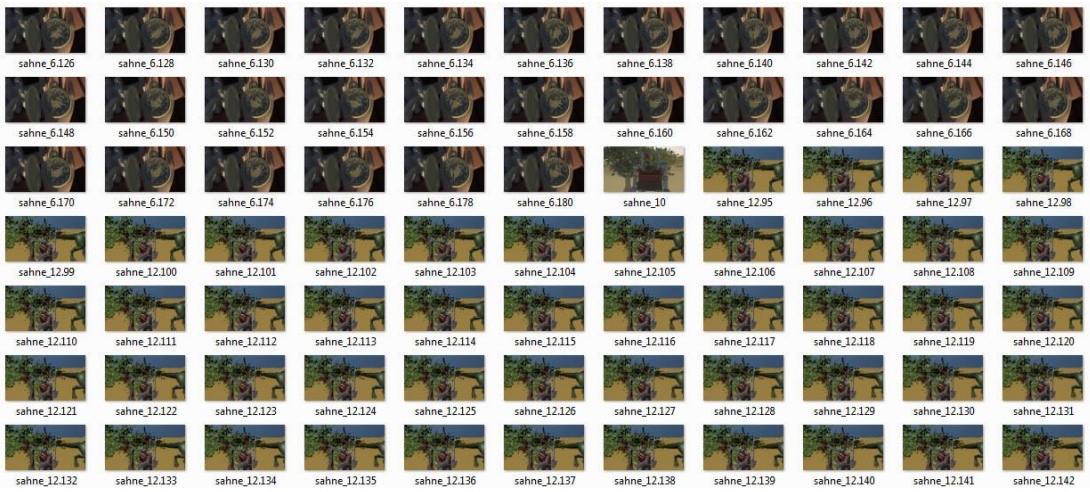
Görsel 84: *Autodesk Maya BDT programında yüz mimiklerinin gerçekleştirilebilmesi için rigleme işlemi, Ozan SOYDAN, 2013*

Rigleme işlemleri bittikten sonra figürler tek tek sahneye yerleştirilmiş, animasyona başlanılmıştır. Belirli aralıklarla test render işlemleri yapılmıştır (Görsel 85).



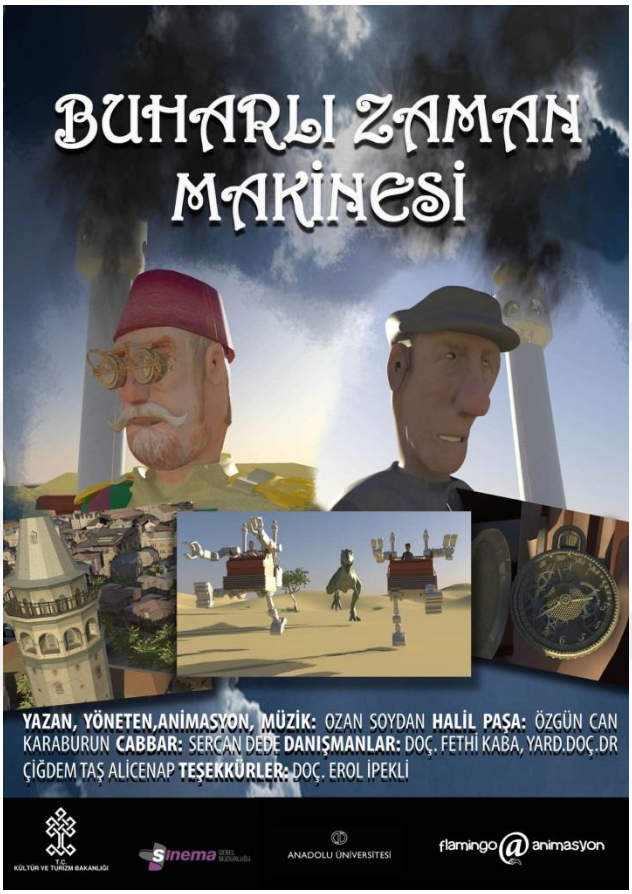
Görsel 85: *Autodesk Maya BDT programında güneş ışığının bulunduğu bir sahne ortamı ve Mental Ray render motorunda render alınmış hali, Ozan SOYDAN, 2013*

Animasyonlar tamamlandıkça render işlemlerine başlanmıştır. Bu şekilde biten sahneler Adobe After Effects ve Adobe Premiere programlarında birleştirilip art arda dizilerek animasyonlar elde edilmiştir (Görsel 86).



Görsel 86: *"Buharlı Zaman Makinesi" filminin bazı sahnelerinin render alınmış hallerini gösteren ekran görüntüsü, Ozan SOYDAN, 2013*

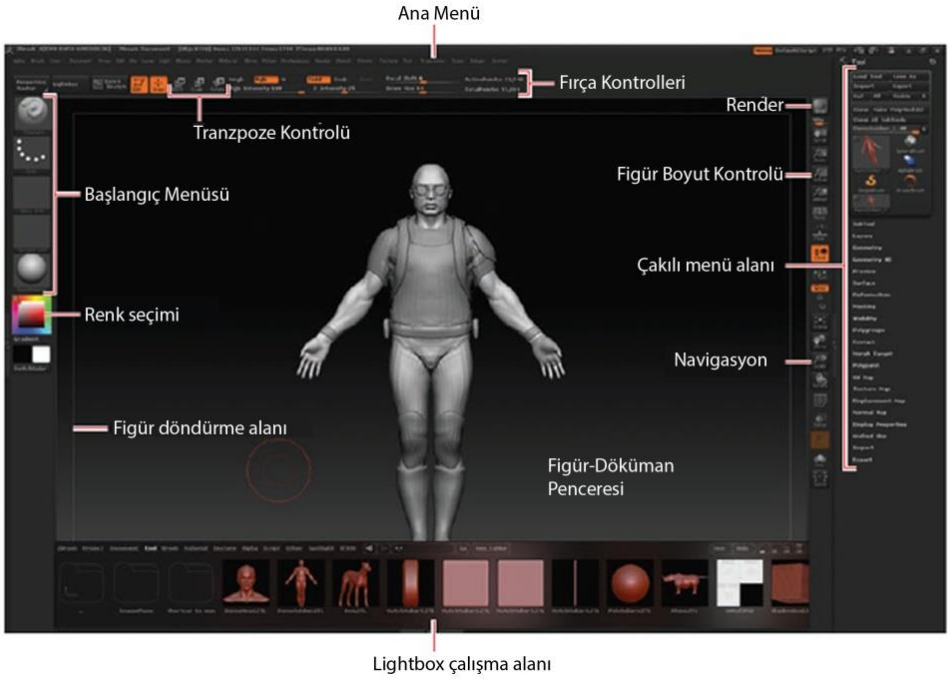
Filmin modelleme ve animasyonlarının tamamı Autodesk Maya BDT programında hazırlanmıştır. Sonradan Adobe After Effects programında bazı efektler eklenmiştir. Bu kısa animasyon filmi, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sinema Genel Müdürlüğü Animasyon Yapım Desteğini kazanmış, 2013 yılında tamamlanarak bakanlık arşivine alınmıştır (Görsel 87). Dört dakika yirmi saniye uzunluğundadır.



Görsel 87: *"Buharlı Zaman Makinesi" filminin afişi, Ozan SOYDAN, 2013*

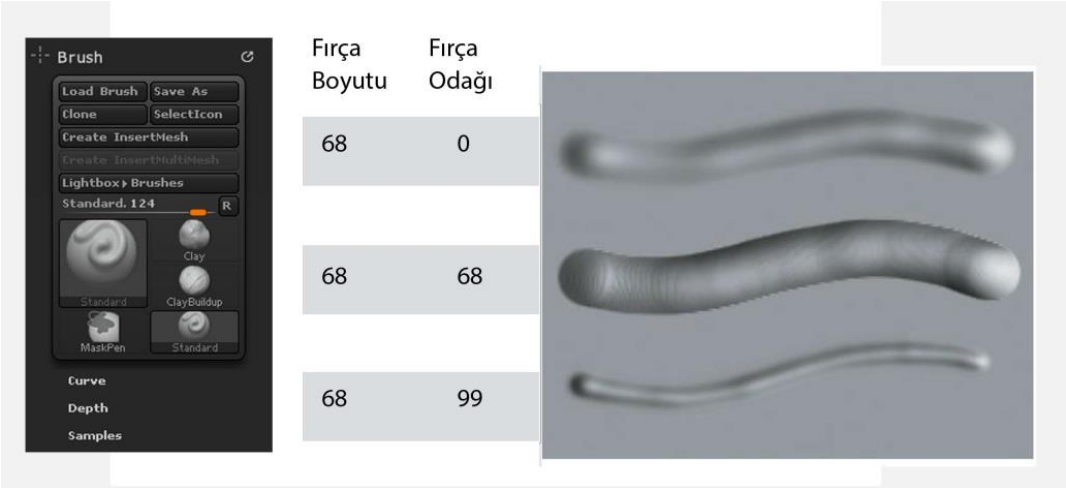
3.2.2. Üç Boyutlu Çıktı Alma Tekniği İle Heykel Oluşturma

Bu çalışmada Pixologic firmasının ürettiği ZBrush isimli üç boyutlu BDT programı kullanılmıştır. ZBrush programı C++ programa dili ağırlıklı "pixol" olarak isimlendirdiği text temelli yazılım dili kullanmaktadır. ZBrush programı "Hi-poly" tabir edilen yüksek poligonlu modellerde iyi performans sergilemektedir. Autodesk Maya ve 3dsmax programlarında poligon sayısı arttıkça işlemci hesap yaparken zorlanmakta ve performans düşmektedir. ZBrush programının arayüzü Görsel 88'deki gibidir.



Görsel 88: *ZBrush arayüzü (ZBrush Interface). Figür: DemoSoldier.ztl, program içinde gömülü olarak bulunur.* (Spencer, ZBrush Character Creation Advanced Digital Sculpting, 2nd Edition , 2011)

ZBrush temelde iki boyutlu Adobe Photoshop benzeri fırçalar yardımı ile desen oluşturmak üzerine kurulmuştur. Normalde iki boyutlu yapılabilecek bir çizime üçüncü bir eksende de ilerleme imkânı sağlar. Kullanıcı figür üzerindeki deformasyonları figürü çevirerek ve ışık-gölge farklılıklarını takip ederek gerçekleştirir. (Spencer, ZBrush Digital Sculpting Human Anatomy, 2010) ZBrush programında fırça deformasyonları da etkin olarak kullanılır (2020 Pixologic, Inc., 2020). Burada fırçanın cinsi, boyutu ve –derinlik- odağı değiştirilerek oluşturulan kombinasyonlarla ilerlenir (Görsel 89).



Görsel 89: *ZBrush programında Standart Fırça (Brush) menüsü (solda)* (2020 Pixologic, Inc., 2020) *görünümü ve aynı boyuttaki standart fırçanın farklı odaklama ayarı ile oluşan sonuçlar(sağda).* (Spencer, ZBrush Character Creation Advanced Digital Sculpting, 2nd Edition , 2011)

ZBrush programında sık kullanılan bir diğer fırça da "Move" aracıdır. Bu fırça desen oluşturmaz, fırçanın boyutları oranında yüzeyi üç eksende hareket ettirir. (Görsel 89)



Görsel 90: *ZBrush programında bir fırça cinsi, "Move" ikonu (sağ üstte) ve düşük poligonlu bir figüre bu fırçanın etkisi.* (Scherer, 2011)

Zbrush programı kullanıcı arayüzü, (User Interface) ve kullandığı araçlarla(Tools), gerçek hayatta kilden heykel yapımını taklit eder. Düşük poligonla çalışmada kullanıcı poligon kenarlarını görebilir. Poligon sayısı ve çözünürlüğü

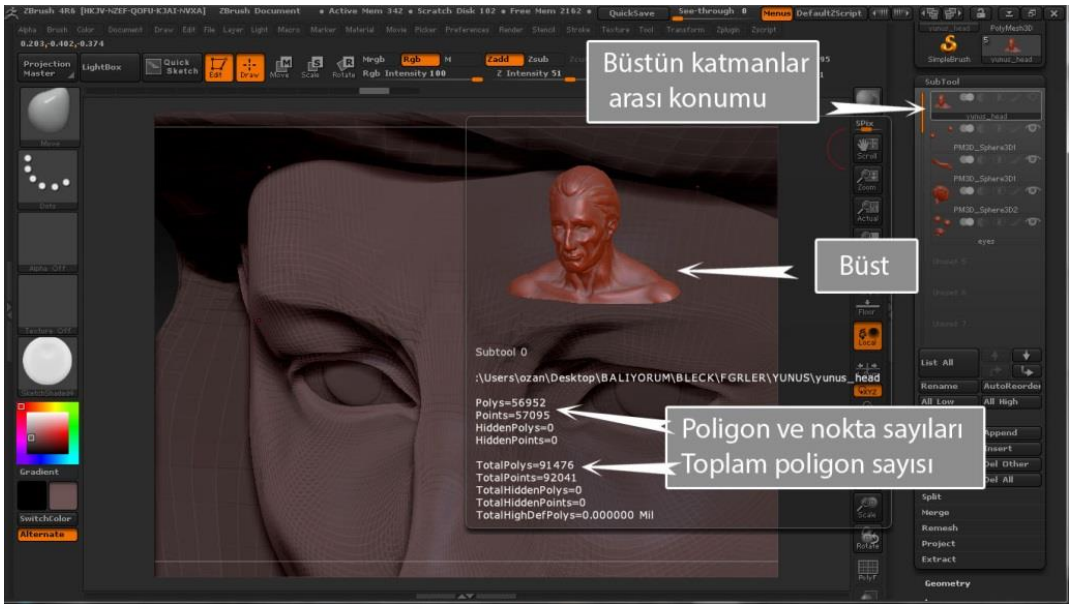
arttıkça bu poligonlar fark edilemez hale gelir ve ışık-gölge-yüzey olarak sonuç gerçekten de bir heykele benzer. (Görsel 91)



Görsel 91: *Bir aslan başı heykelinin en temelden daha ince çizgilere doğru geniş vuruşlarla ilerleme aşamalarını gösteren Zbrush çizimi.* (Spencer, ZBrush Character Creation Advanced Digital Sculpting, 2nd Edition , 2011)

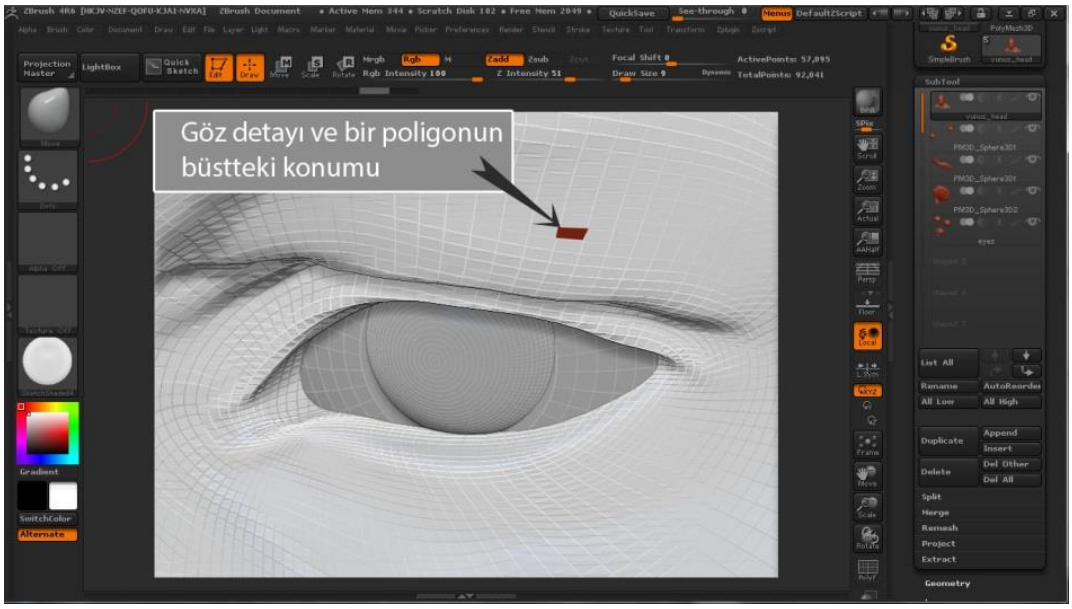
Yapılan çalışma, Zbrush araçları kullanılarak bir dijital heykel yapımı ve bunun üç boyutlu yazıcıdan çıktı alınmasıdır. Konu olarak "Yunus Emre" seçilmiştir. Yunus Emre'nin Taptuk Emre'nin öğrencisi olduğu dönem esas alınmış, bu yüzden nispeten orta yaşlarda olacağı düşünülmüştür. Figürde yorgun ve vakur bir ruh hali işlenmiştir. Figür tek başına bir ödül biblosu olabileceği gibi, odunluk kısmının içi oyularak kalemlik olarak da işlev görebilmesi amaçlanmıştır.

İlk etapta büst kısmı modellenmiş, vücut kısmı ve pozlandırma daha sonra yapılmıştır (Görsel 92).



Görsel 92: *Heykelin büst kısmının modellenmesi sırasındaki büst katmanlar(layers) arasındaki konumu, büstün tek başına pozisyonu, poligon ve nokta sayıları ve toplam poligon sayılarını gösteren arayüz, Zbrush çizimi. Modelleme ve grafik işleme Ozan SOYDAN, 2019*

Figür yaklaşık 15 cm boyutlarında düşünülmüştür. Bu yüzden nispeten düşük çözünürlüklü poligon sayısı tercih edilmiştir. Sadece büstteki poligon sayısı 56000 civarıdır.(Görsel 92) Büstte poligon kenarları fark edilebilmektedir (Görsel 93). Enterpolasyon yapıldığında 15 cm boyunda bir figürdeki poligon kenarlar fark edilemeyecektir. Poligon sayısı arttırındığında figürün bellekte kapladığı boyut büyüyecek, işlemesi ve üç boyutlu yazıcıdan uzun sürecektir. Bu kaygılarla figürün tamamında poligon sayısı düşük tutulmuştur (Low-poly).



Görsel 93: *Heykelin büst kısmındaki göz detayı ve bir poligonun büstteki konumu, Zbrush çizimi. Modelleme ve grafik işleme Ozan SOYDAN,2019*

Figürün bedeni kıyafeti ve odun kümesi kısmı ayrı parça olarak muhafaza edilmiştir. Rijitlik sağlanması adına tabana silindirik bir kaide eklenmiş, figür tamamlanmıştır (Görsel 94).



Görsel 94: *Heykelin kaide üzerine oturtulmuş halinin farklı açılardan görünümü, Zbrush çizimi. Modelleme ve grafik işleme Ozan SOYDAN,2019*

Bu figür, Ultimaker marka lament temelli üç boyutlu yazıcıdan çıktı alınmıştır. 15 cm yüksekliğindeki figürün çıktı alınma süresi 24 saat sürmektedir (Görsel 95).



Görsel 95: *Heykelin üç boyutlu yazıcıdan beyaz flament hammadde ile çıktı hali. Modelleme Ozan SOYDAN, 2019*

3.3. BDT PROGRAMLARININ FARKLI ETÜT PROGRAMLARI İLE BİRLEŞTİRİLMESİ

Bu başlık altında, farklı BDT programları kullanılarak geniş bir alanda görseller oluşturulmuştur. Birden fazla BDT programında tasarlanan modeller, bazen aynı programın içinde, bazen de etüt amacı ile farklı programlar kullanılarak çizimler irin haline getirilmiştir.

3.3.1. Kompozit Tekniklerle Grafik Görsel Oluşturma

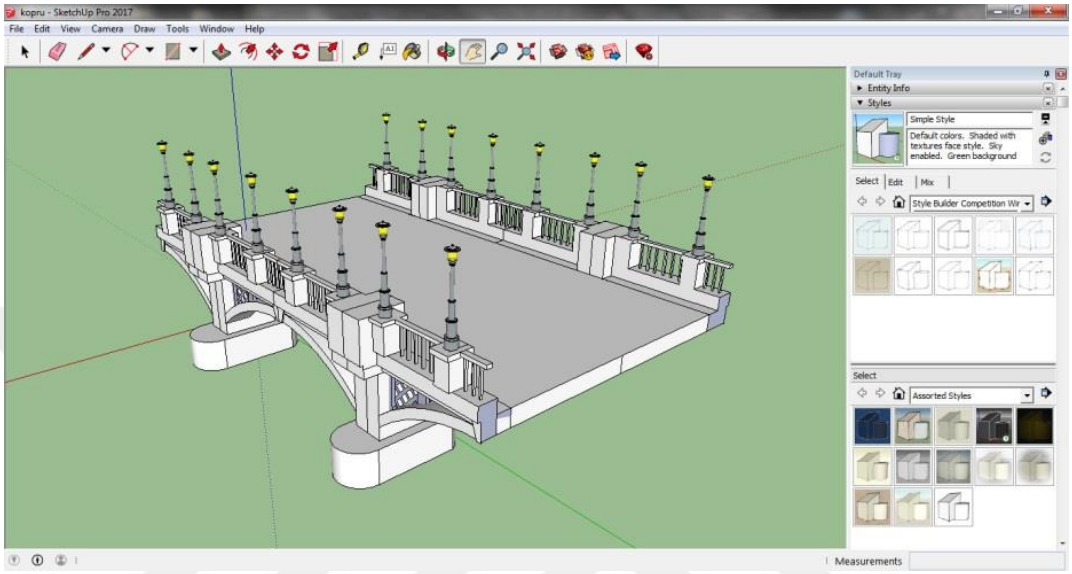
Bu çalışmada farklı dijital çizim ve modelleme teknikleri ile kompozit panoramik bir görsel oluşturulmuştur.

Çalışma konusu, Nasreddin Hoca ve Eskişehir'dir. Nasreddin Hoca, kimi rivayetlere göre Eskişehir'de yaşamıştır. Çalışmada Zümrüd-ü Anka Kuşu'na ters binmiş, Eskişehir semalarında gezinen bir Nasreddin Hoca betimlenmiştir.

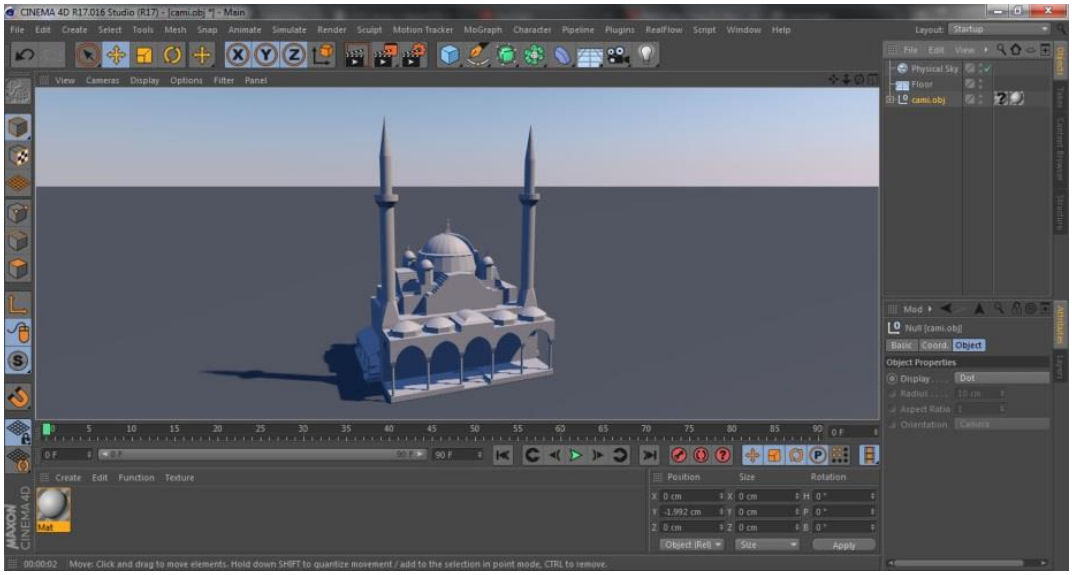
İlk etapta eserde yer alması uygun görülen yapılara karar verilmiştir. Bu yapıları Porsuk keseceğine göre nehir betimlemesi yatay bir şekilde yerleşim bölgesini

kesmelidir. Kompozisyon oluşturmada Eskişehir'in yerleşim planına sadık kalınmıştır.

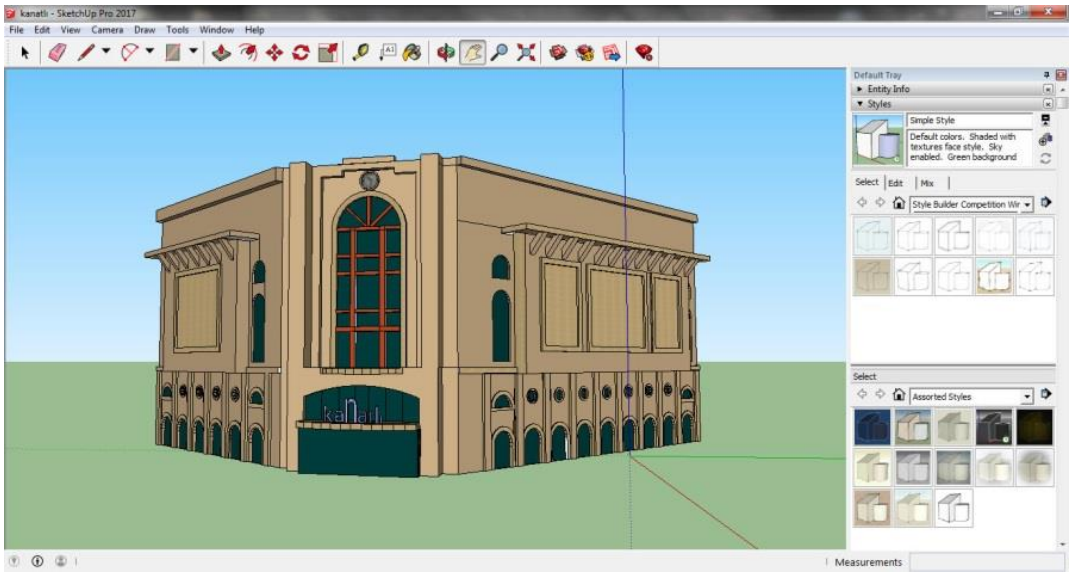
Bazı yapılar Sketchup (Görsel 96) ve Cinema4D (Görsel 97) programlarında modellenmiş, bazıları internet çevrimiçi paylaşım gruplarından elde edilmiştir (Görsel 98 ve 99) (Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri, 2020) (Seht 13, 2020).



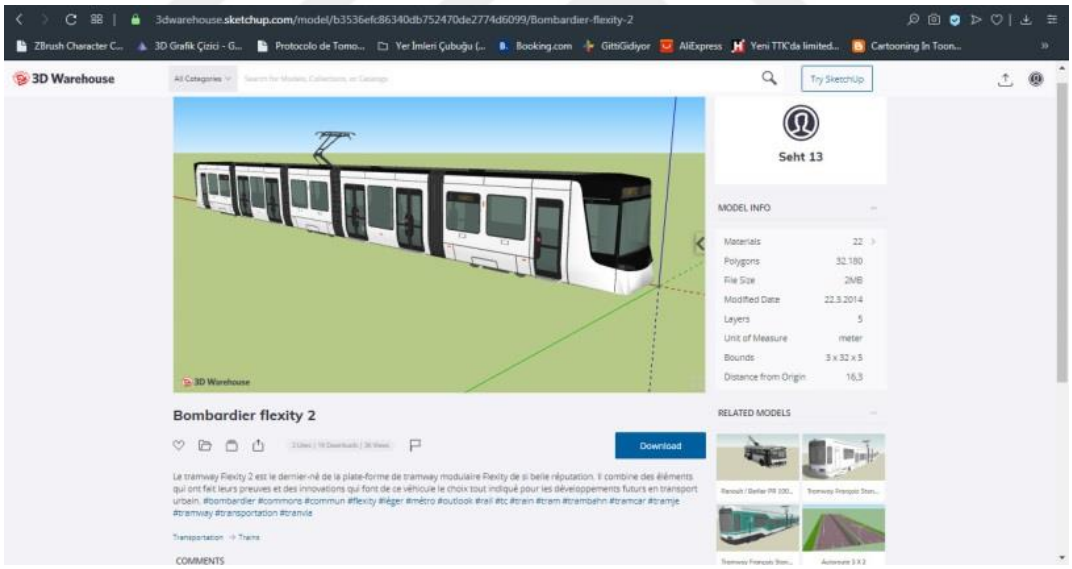
Görsel 96: *Sketchup CAD programında yapılan köprü modeli. Modelleme Ozan SOYDAN, 2015*



Görsel 97: *Cinema 4D CAD programında yapılan cami modeli. Modelleme Ozan SOYDAN, 2015*



Görsel 98: *Sketchup 3D Warehouse online buluttan alınıp restore edilen bina modeli.* (Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri, 2020) *Restorasyon Ozan SOYDAN, 2015*



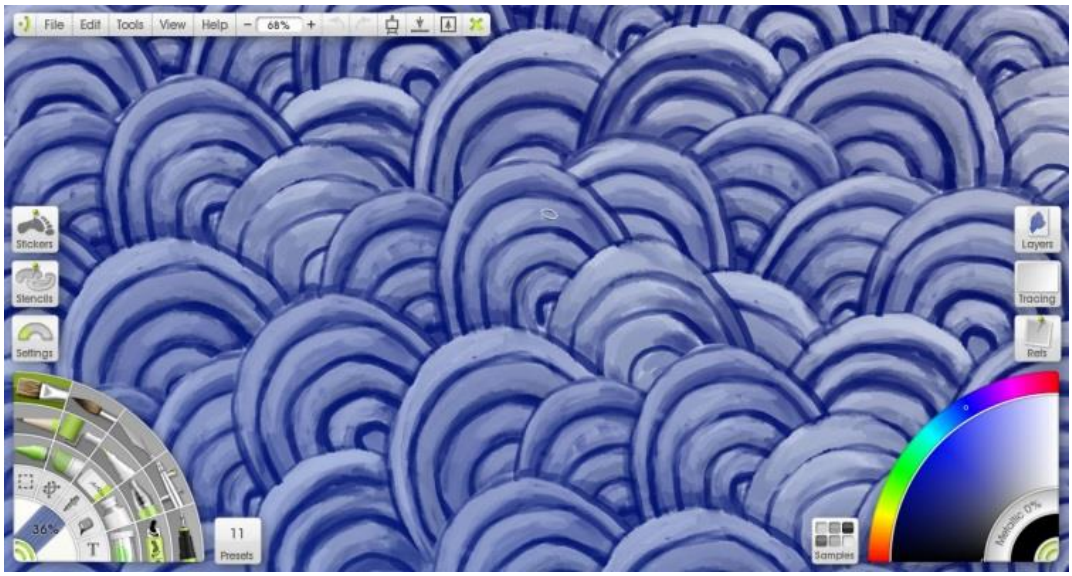
Görsel 99: *Sketchup 3D Warehouse online bulutta bulunan tramvay model ve ekran görüntüsü. Final çizimde kompozisyondan çıkarılmıştır* (Seht 13, 2020).

"Zümrüd-ü Anka Kuşu" hikayelerinden birinde, farklı kuşların emekleri sonucu birer anka kuşu olduklarından bahsedilir. Bu fikirle farklı kuş fotoğrafları kolaj yolu ile birleştirilmiştir (Görsel 100). Final karma kuş, minyatürlerde betimlenen anatomik yapıya sahiptir. Işık-gölge değerlerinin üç boyutlu model render haline uyumlu olmasına dikkat edilmiştir.



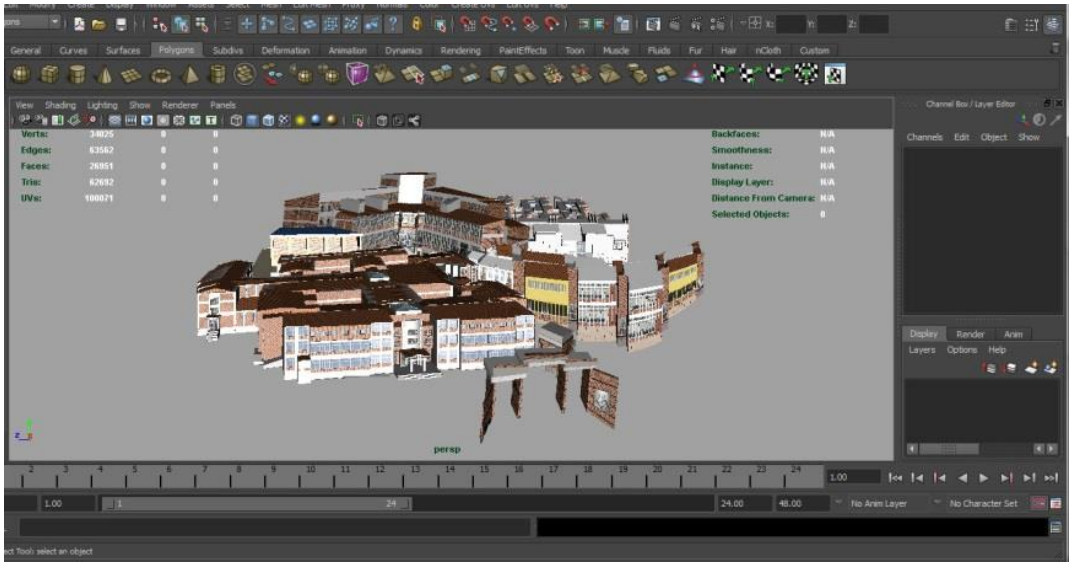
Görsel 100: *Adobe Photoshop programında, farklı kuş görselleri kesilip birleştirilerek oluşturulan Zümrüd-ü Anka Kuşu kompozisyonu. Görsel işleme Ozan SOYDAN, 2015*

Eskişehir'i doğu-batı doğrultusunda kesen Porsuk dokusu, minyatürlerde rastlanan su, nehir ve deniz betimlemelerine benzetilerek, el çizimi hissi vermek adına Artrage isimli dijital çizim programında, yağlıboya fırçası kullanılarak çizilmiştir (Görsel 101). Render aşamasında porsuk ve yapay gölete sade ve yansımasız mavi renk (Lattice material) atanmıştır. Kompozisyon finali sırasında bu mavi renk silinip yerine bu doku kullanılmıştır.



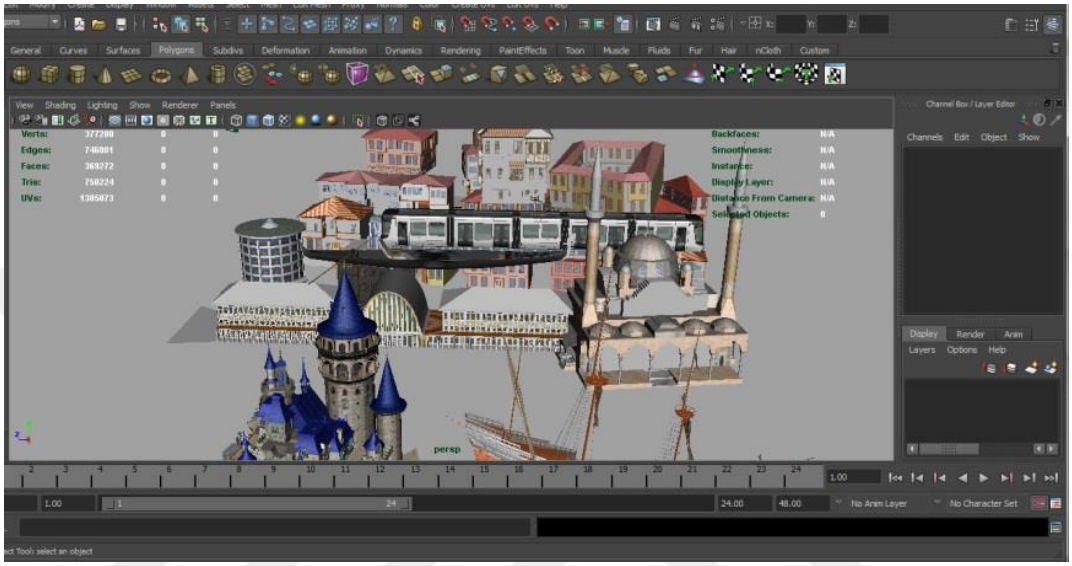
Görsel 101: *Artrage programında, yağlıboya fırça aracı kullanılarak oluşturulan dijital çizim. Dijital çizim Ozan SOYDAN*, 2015

Kompozisyonda doygunluk sağlanabilmesi adına farklı resim giydirme(texture) ve dokularla bezeli bina figürleri farklı kotlarda ve derinlikte dizilmiştir. Bu dizilimin bir aşaması, Anadolu Üniversitesi Yunusemre Kampüsü grubu, Görsel 102'deki gibidir.



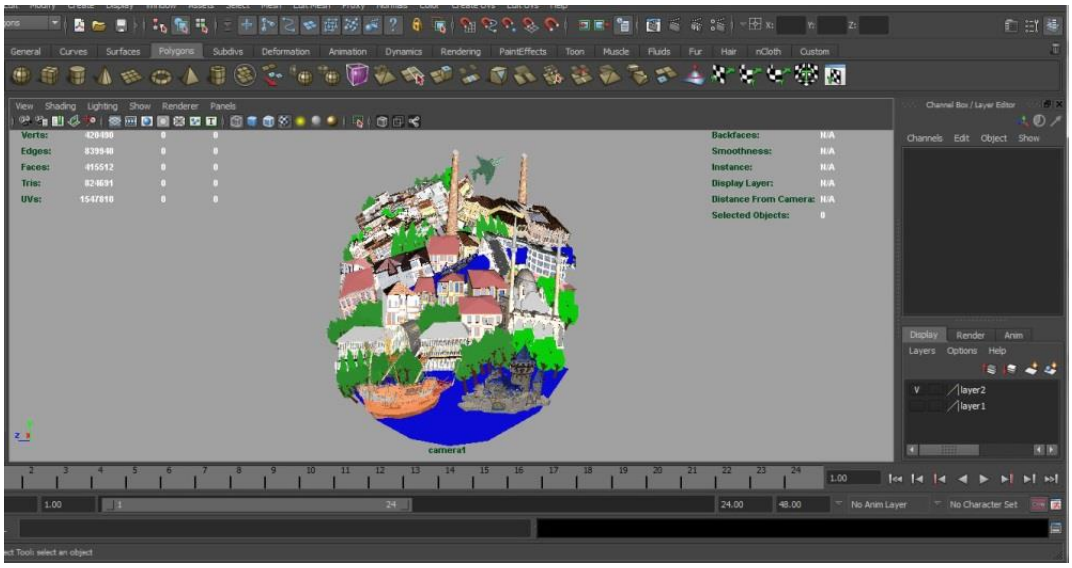
Görsel 102: *Autodesk Maya programında Anadolu Üniversitesi Yunusemre Kampüsü'nün bina dizilimi. Model dizilimi Ozan SOYDAN, 2015*

Modellerin panoramik anlatımda bütünlük sağlaması ve kontrast oluşturabilmesi için gruplar haliinde çalışılmıştır. Bu gruplardan biri de Eskişehir'de öne çıkan yapıların oluşturduğu kompozisyondur. Kompozisyon dizilimi sırasında tramvay gibi bazı figürlerin dengeyi bozduğu fark edilmiş, bazı figürlerin de yerleri değiştirilmiştir. Görsel 103'de ana kompozisyon yavaş yavaş şekillenmeye başlamıştır.



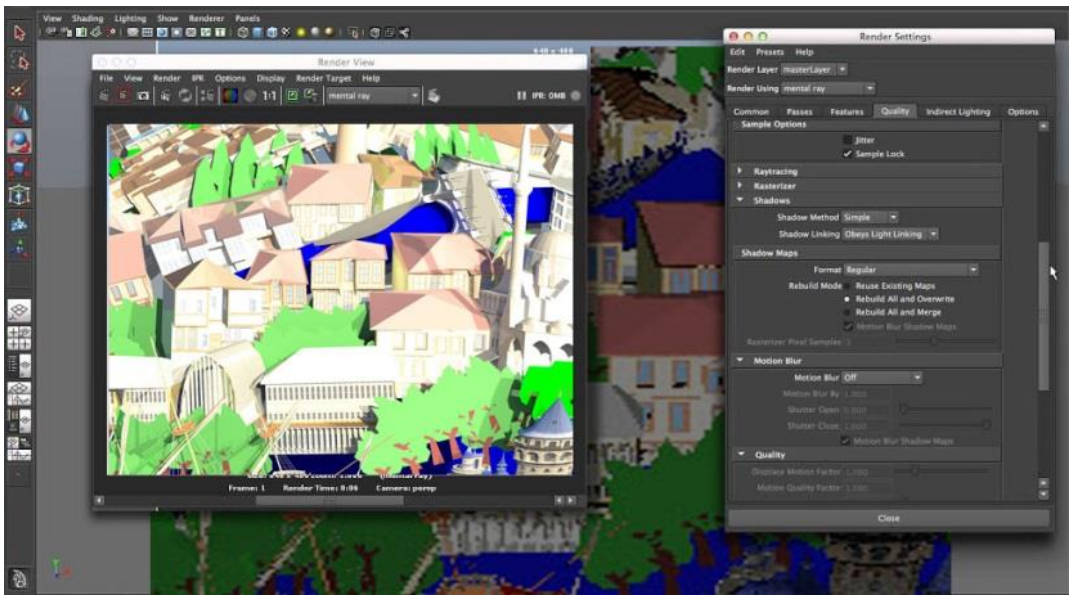
Görsel 103: *Autodesk Maya programında Eskişehir şehir binaları dizilimi. Model dizilimi Ozan SOYDAN 2015*

Eskişehir yerleşim alanı ilk başta dikdörtgen olarak düşünülmüştür. Figürler bir bütünlük oluşturmaya başladığı anda bu yapı dairesel bir hal almıştır (Görsel 104). Yine ilk başta izometrik tabir edilen anlatım dili düşünülmüş olsa da kısa zamanda karışık dokularla karşılaşılmış ve olan binalar "Lattice tool" tabir edilen araçla ezilerek farklı bir anlatım dili oluşturulmuştur.



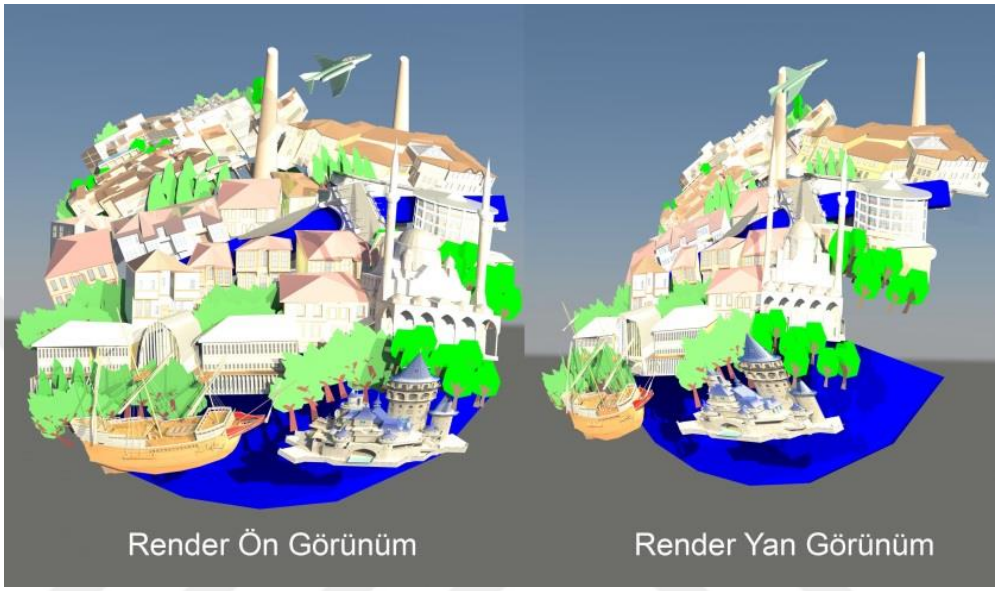
Görsel 104: *Autodesk Maya programında Eskişehir şehir binaları dizilimi. Model dizilimi ve kompozisyon Ozan SOYDAN, 2015*

Toplu modelde dairesel kompozisyon elde edilmiştir. Perspektif anlayışı klasik minyatür betimlemelerine benzer. Binaların diziliminde ufuk çizgisine sadık kalınmış, balık gözü tabir edilen kamera düzeni taklit edilmiştir. Yine de perspektif kasıtlı olarak hatalıdır. Render aşamasında, Autodesk Maya programına gömülü mental ray render motoru kullanılmıştır. (Görsel 105)



Görsel 105: *Autodesk Maya CAD programında mental ray menü arayüzü görünümü ve bir detayın renderı. Kompozisyon ve render Ozan SOYDAN, 2015*

Modelde figürler “Y” ekseninde pozitif yönde hareket ettirilip dizilmiştir, yani havadadır. Mental ray render motoru güneş ışığının açısı yeryüzü ile dar açıya geçtiği zaman, gerçek güneş ışığını taklit eder ve renk turunculaşır. Gün kavuşması ya da tan ağarması tabir edilen bu durum kompozisyonun renk anlayışını bozacaktır. Işık değerinin kaybolmaması için figürler rölyef anlayışı ile yer eksenine dik olarak uzayda asılıdır (Görsel 106).



Görsel 106: *Autodesk Maya programında Eskişehir şehir binaları Render Ön ve Yan Görünüş, Render Ozan SOYDAN, 2015*

Render işlemi için 1500 px-1500 px ve 100 dpi boyutları tecih edilmiştir. Devamında Autodesk Photoshop programında İmage Size tabir edilen menüden boyutlar enterpolasyon yöntemi ile 2 m- 2 m 200 dpi boyutlarına dönüştürülmüştür. Adobe Photoshop programında su dokusu değiştirilmiş, kolaj yöntemi ile oluşturulmuş Nasreddin Hoca ve kuş figürü eklenmiştir. Render aşamasında düz yeşil renkteki ağaç modelleri üzerine dijital ortamda el ile yaprak motifleri eklenmiştir. Burada ağaç taban ışığı render işlemine dâhil olduğu için panoramik modelin tamamıyla bütünlük arz eder. Kolaj fotoğraflardan oluşmuş figürlere render gölgesi ile uyumlu silüet hazırlanmış, figürlere havada hissi verilmiştir. Bu bütünlüğü cami minaresinin komşu binaya düşen gölgesi destekler. Daha ilerideki köprünün suya düşen gölgesi hafifletilerek suyun perspektif kuralları dışına çıkarılması amaçlanmıştır. Burada da minyatür ekolündeki perspektif anlayışı taklit edilmiştir (Görsel 107).



Görsel 107: *Adobe Photoshop programında yeniden renk dengeleme, ilave çizimlerin yapılması. Kompozit işleme Ozan SOYDAN, 2015*

Bu çalışma, 2015 yılındaki "Karikatürlerle Hoca Nasreddin" sergisi için yapılmıştır. Çalışmada minyatür ekolüne farklı bir bakış açısı getirilmesi amaçlanmıştır. Minyatür felsefesinden tamamen kopuk olmamak adına, perspektif kasıtlı bozulmuştur. Su ve ağaç desenlerindeki dokular, tıpkı gerçek minyatürlerdeki gibi, insana özgü çizim kusurlarını barındırmaktadır.

2 m x 2 m boyutlarındaki dijital çıktı halindeki bu çalışma, serginin timsal eserlerinden biri olarak Anadolu Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dekanlığı koleksiyonuna bağışlanmıştır.

3.3.2. Kompozit Tekniklerle Animasyon Oluşturma

Bu başlığa konu olan çalışmada üç boyutlu ve iki boyutlu dijital çizim teknikleri ile 1'38" (bir dakika otuzsekiz saniye) uzunluğunda bir kısa animasyon filmi oluşturulmuştur.

Filmin konusu, bir pencereden dışarı çıkmaya çalışan bir sineği, ev sakini bir çocuğun kurtarmasıdır. Filmin sinopsisi, "Bir sinek, evin içinden dışarı çıkmak istese de pencereden çıkamaz. Bunu o evde yaşayan bir çocuk fark eder. Tamir aletleri ile sineğin içinden geçebileceği kadar küçük bir pencere daha yapar. Sinek özgürlüğüne kavuşur.", şeklindedir. Filmin karakterleri sinek ve çocuktur. Arkaplanda mutfak görüntüsü tercih edilmiştir. Olaylar bir pencerenin etrafında gelişir.

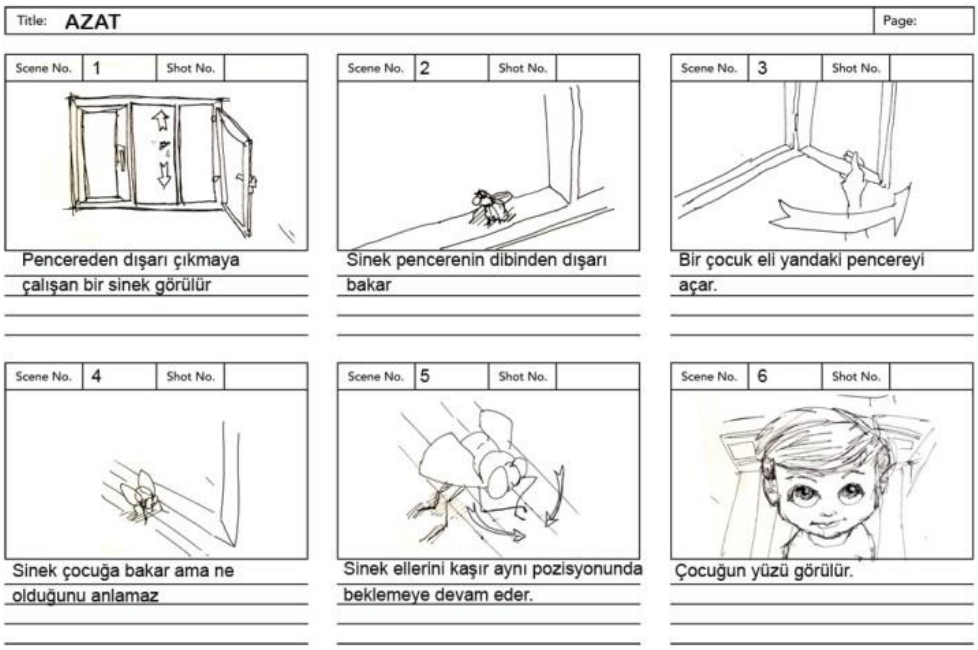
Filmin tekniği, Sketchup BDT programıyla üç boyutlu modelleme ve buradan edinilen görsellerin Adobe Photoshop programı ile işlenmesi, Adobe Premiere programı ile kurgulanıp ses ve efekt eklenmesidir. Filmin tarzı "Frame to frame" tabir edilen, tek tek oluşturulan karelerin ardı ardına eklenmesi ile oluşturulan klasik animasyon tarzıdır. Bu tarzda el çizimi ile oluşturulan çizim dokusuna ulaşılmaya çalışılmıştır. Figürlerin ve arkaplanın çizgileri sürekli hareket etmektedir. Bu hareketler çizgi filme ayrı bir dinamizm katmaktadır.

Filmin yapım öncesi aşamaları sahne tasarımı, karakter tasarımı, storyboard (hikâye çizelgesi) sırası ile ilerlemiştir. Film "Cleanup" tabir edilen finaldeki temiz çizgi elde edilerek ilerlemiştir. Sketchup programından elde edilen görseller Adobe Photoshop programı ile yeniden bir kompozisyona oturtulmuş, çizgilerin her karede değişmesine dikkat edilmiştir.

3.3.2.1. Storyboard hazırlanması

Storyboard, anlatılmak istenen hikâyenin kâğıda dökülmüş halidir. Storyboardda konu başlığı, sahneler ve olay döngüsü kâğıt üzerine işlenmiş durumdadır. Bu halde bir storyboarda sahip bir sanatçı sahne planlamasını daha net bir biçimde gerçekleştirebilmektedir. Storyboard film yapımında sıklıkla kullanılan bir araçtır. Storyboard kullanımı ile öngörülemeyen aksaklıkların önüne geçilmiş olmaktadır.

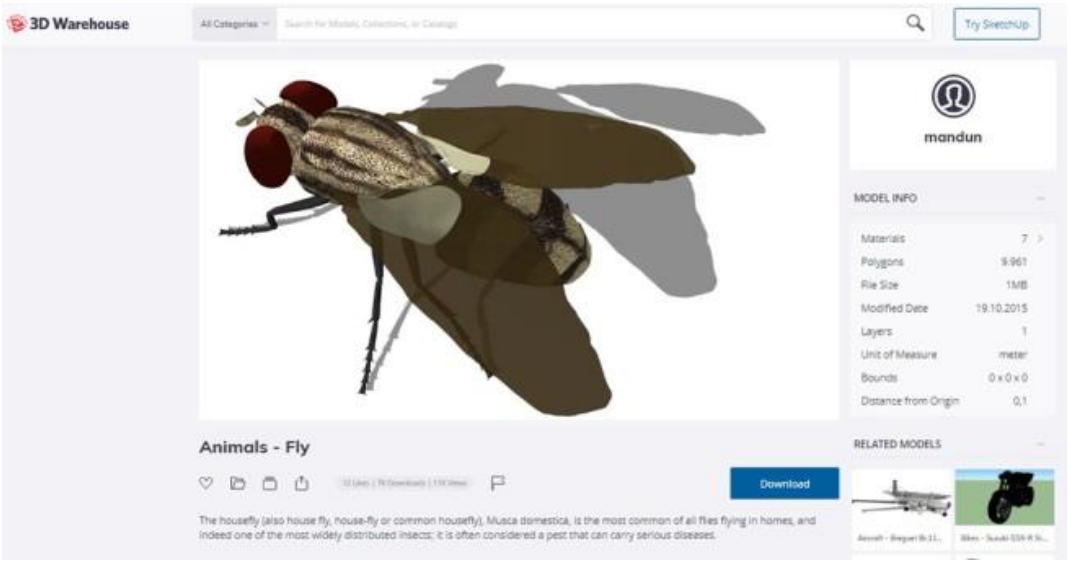
Storyboard için beyaz A4 boyutlarındaki kâğıda sahneler çizilmiş, devamında Adobe Photoshop programında stoyboard şablonuna eklenerek düzenlenmiştir (Görsel 108).



Görsel 108: *El ile çizilmiş öykü karelerinin Adobe Photoshop programında yeniden düzenlenmesi ile hazırlanmış storyboard (hikâye çizelgesi), ilk altı sahne. Çizimler Ozan SOYDAN, 2012*

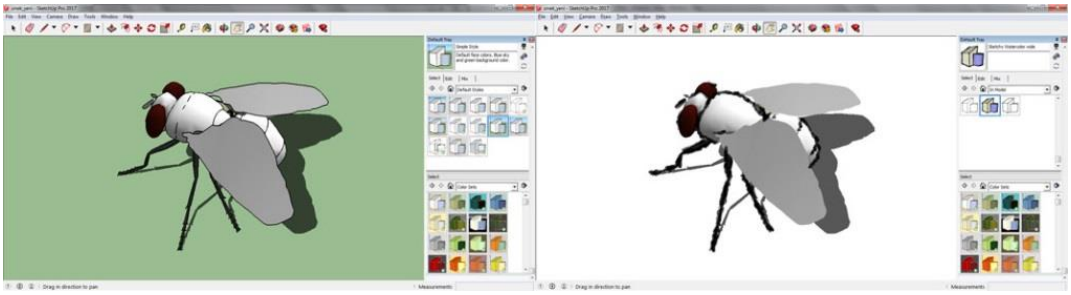
3.3.2.2. Karakter Modelleme ve Çizim Aşamaları

Görsel 108'deki Sahne 2,4 ve 5'te görülen sinek figürü için, hazır üç boyutlu modelin (mandun, 2012) (Görsel 109) değiştirilmesi yoluna gidilmiştir. Bir sineğin el ile figüratif çiziminde anatomik hata yapma olasılığı fazladır. Üç boyutlu model hazır modelin dönüştürülmüş halidir. Bu dönüştürme, boy kısaltma, kaplama ve renk değiştirme, figür parçalarını animasyona uygun biçimde sadeleştirme ve gruplama işlemleridir.



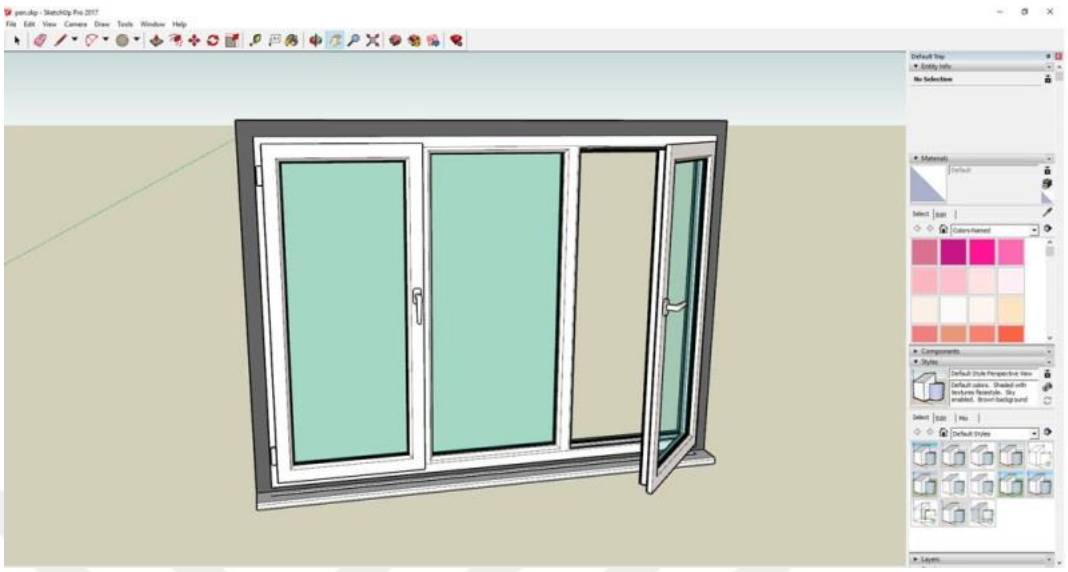
Görsel 109: *Sketchup 3D Warehouse online buluttaki sinek modeli sayfa görüntüsü.* (mandun, 2012) *2012*

Konsept olarak mümkün olduğunca beyaz arkaplan, sketch tabir edilen mürekkepli taslak çizim tarzı kabul edilmiştir. Hazır sinek modeli dönüştürülüp sadeleştirildikten sonra Sketchup BDT programının "Stiller- Styles" ara menüsünden, "Sketchy Watercolor wide" tarzı tercih edilmiştir. Bu tarzda ekran görüntüsü otomatik render alarak eskiz çizimi algısı yaratmaktadır. Seçilen stil, poligonda renk seçeneğinin yanında, set ışığına sadık kalarak "Gradient-Eğim" açısına göre farklı ışık-gölge etkisini otomatik olarak verir. Sineğin gövdesinde ve kanatlarında gradient etkisi vardır. Sinek kanatlarındaki "Edge-Kenar" çizgileri kaldırılmıştır. Bu da kanatlardaki saydamlık hissini arttırmıştır (Görsel 110).



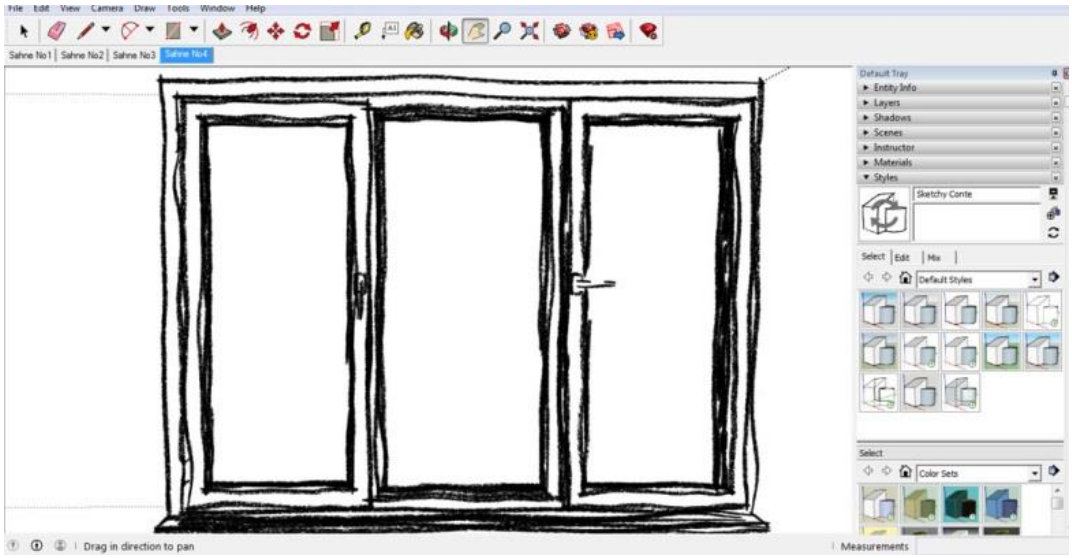
Görsel 110: *Sketchup programında hazır sinek modelinin dönüştürülmesi (solda) ve "Styles-Stiller" menüsünden "Sketchy Watercolor wide" otomatik render stilinin tercih edilmesi (sağda) Model işleme ve render Ozan SOYDAN, 2012*

Görsel 108'deki Sahne 1'de görülen pencere figürü için hazır model (Luncai, 2012) alınarak dönüştürülmüştür(Görsel 111).



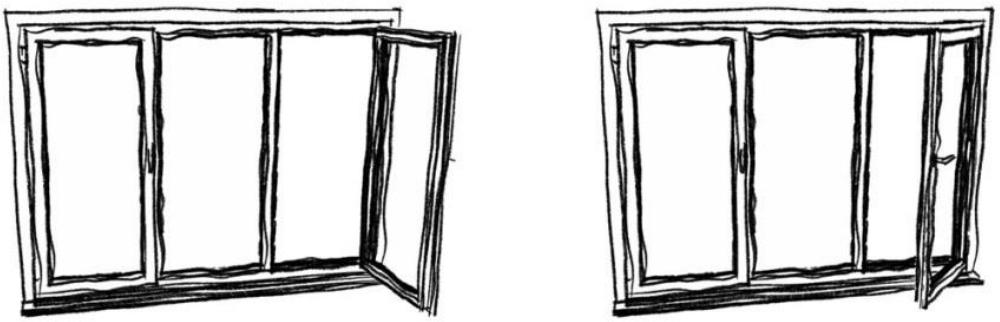
Görsel 111: *Sketchup 3D Warehouse online buluttan alınan pencerenin "Simple" ekran görüntüsü.* (Luncai, 2012), *2012*

Pencerenin görünümü için Sketchup BDT programının "Stiller- Styles" ara menüsünden, "Sketchy Conte" tarzı tercih edilmiştir. Bu tarzda da ekran görüntüsü otomatik render alarak eskiz çizimi algısı yaratmaktadır (Görsel 112).



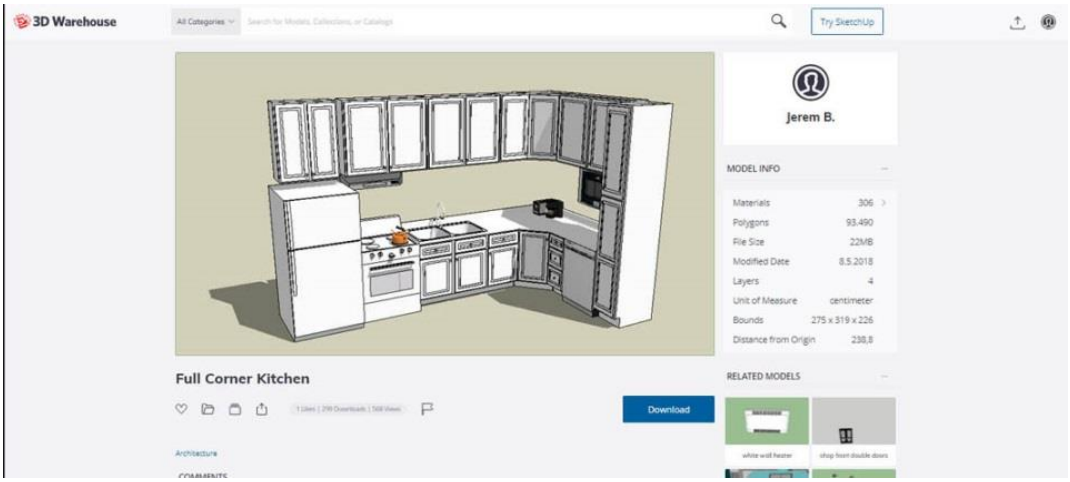
Görsel 112: *Sketchup BDT programına gömülü otomatik render stillerinden "Sketchy Conte" tarzı ile elde edilmiş pencere görseli. Kompozisyon ve render Ozan SOYDAN, 2012*

Çizgiler “Sketchy Watercolor wide” tarzına nazaran biraz daha kalındır. Pencere parçalarına ayrılarak “Position- Pozisyon” ayarlarındaki “Rotate- Döndür” komutu ile pivot noktası menteşe bölgesi olacak şekilde, tek eksende döndürülerek ana kare tabir edilen sahneler elde edilmiştir (Görsel 113).



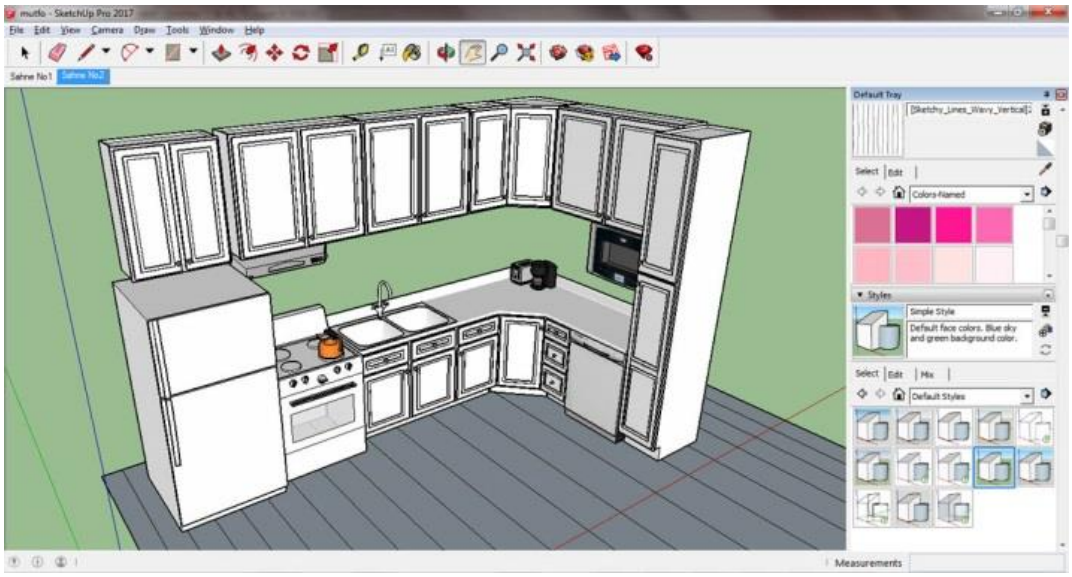
Görsel 113: *Sketchup BDT programında “Sketchy Conte” tarzı render, pencerenin pozisyon ayarları ile oynanarak “Rotate-Döndür” aracı ile elde edilmiş pencere açık ve az açık halleri görseli. Kompozisyon ve render Ozan SOYDAN, 2012*

Görsel 108’deki Sahne 6’de görülen mutfak arkaplanı için hazır model (Görsel 114) alınmıştır.



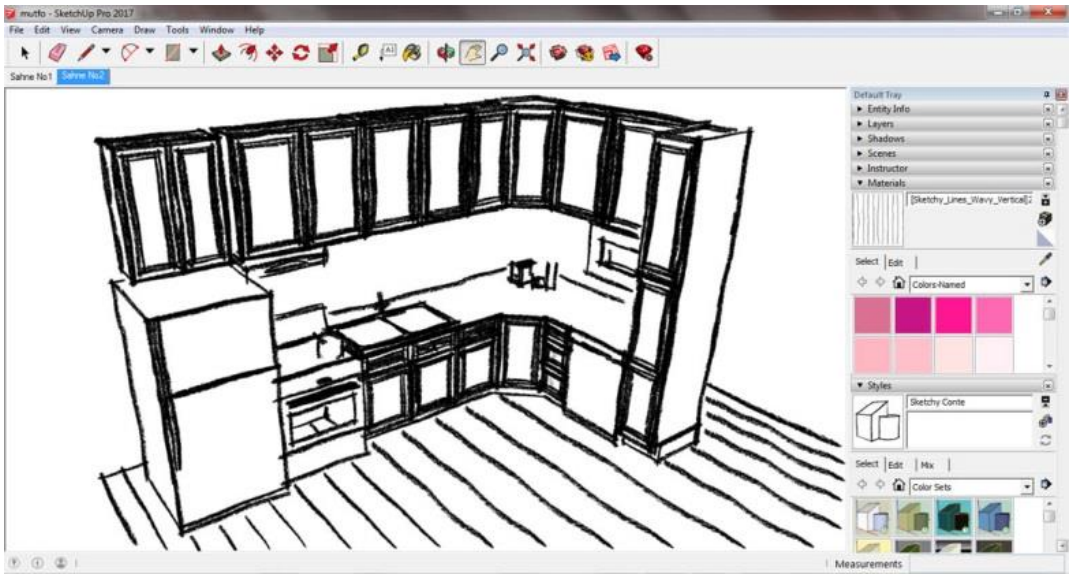
Görsel 114: *Sketchup 3D Warehouse online buluttaki mutfak modeli sayfa görüntüsü.* (Jerem B., 2012) *2012*

Görsel 108’deki Sahne 6’de görülen mutfak zemini çizgileri için zemin parçaları eklenmiştir (Görsel 115).



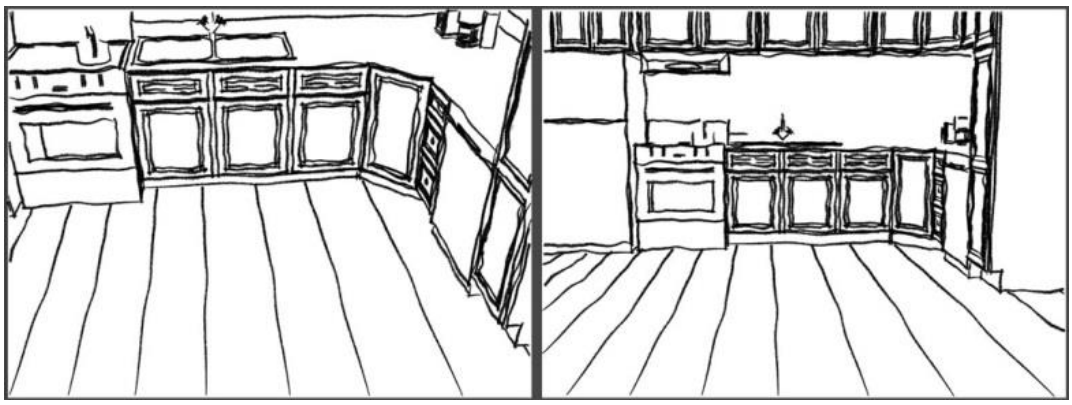
Görsel 115: *Sketchup 3D Warehouse BDT programında zemine çizgisel parçalar eklenmesi. Çizim Ozan SOYDAN, 2012*

Zemin çizgileri için Sketchup BDT programının "Stiller- Styles" ara menüsünden, "Sketchy_Lines_Wavy_Vertical" tarzı tercih edilmiştir. Bu tarzda zemin perspektife uygun çizgiler halindedir. Pencerenin görünümü için Sketchup BDT programının "Stiller- Styles" ara menüsünden, "Sketchy Conte" tarzı tercih edilmiştir. Bu tarzda da ekran görüntüsü otomatik render alarak eskiz çizimi algısı yaratmaktadır (Görsel 116).



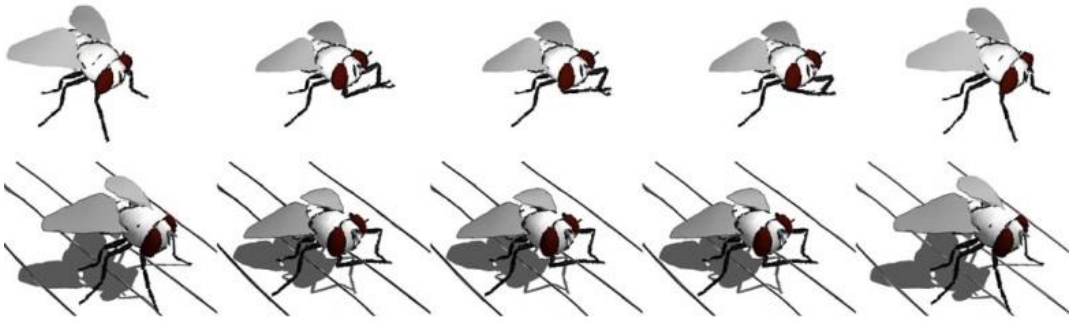
Görsel 116: *Sketchup 3D Warehouse BDT programında zemin ve mutfağın çizgisel render hali. Çizim Ozan SOYDAN, 2012*

Bu şekilde gerekli sahneler için farklı açılardan arkaplan görüntüsü elde edilmiştir (Görsel 117).



Görsel 117: *Sketchup 3D Warehouse BDT programında arkaplandaki mutfağın çizgisel render hali. Kompozisyon Ozan SOYDAN, 2012*

Sahne 2,4 ve 5 te görülen sinek hareketleri için Sketchup programındaki üç boyutlu sinek figürü parçalarına ayrılmış, sineğin el kaşıma ve yer değiştirme hareketleri ana kareleri elde edilmiştir. Derinlik verilmesi için Sketchup "View" ayarlarından "Shadow-Gölge" sekmesi açık hale getirilip gölge elde edilmiştir. Devamında Adobe Photoshop programında zemin çizgileri dijital ortamda çizilmiştir (Görsel 118).



Görsel 118: *Sketchup 3D Warehouse BDT programında "Position-Pozisyon" ayarları değiştirilerek elde edilmiş sinek figürü hareketleri ve zemin eklenmesi. Animasyon ve kompozisyon Ozan SOYDAN, 2012*

Sahne 6'da görülen çocuk figürü için Adobe Photoshop programı "Brush-Fırça" aracı ile doğrudan dijital çizim yapılmıştır. Çizimde Wacom Bamboo marka

dijital çizim tableti kullanılmıştır. Konsepte uygun olarak konturlu çizim ve fovist boyama uygulanmıştır. Konturlar, sinek, pencere ve arkaplan çizimlerine benzetilerek oluşturulmuştur (Görsel 119).



Görsel 119: *Daha önceden hazırlanmış arkaplan mutfak çiziminin üzerine, Adobe Photoshop programında tablet yardımı ile hazırlanan çocuk figürü dijital çizimi. Çizim ve kompozisyon Ozan SOYDAN, 2012*

Çocuğun hareketleri "Frame by frame" tabir edilen klasik animasyon tekniği ile tek tek çizilmiştir (Görsel 119). Çizimde yine Adobe Photoshop programı ve çizim tableti kullanılmıştır.

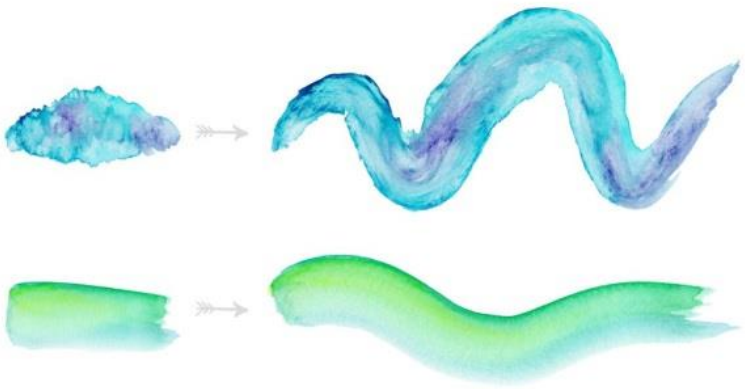


Görsel 120: *Daha önceden hazırlanmış arkaplan mutfak çiziminin üzerine, Adobe Photoshop programında tablet yardımı ile hazırlanan 15 kareden oluşan çocuk figürü dijital çizimi. Çizim ve kompozisyon Ozan SOYDAN 2012*

Bu kısa film, Pimapen firmasının düzenlemiş olduğu "Pencere" konulu yarışmaya katılmış, finalistler arasında yer almış, devam eden süreçte birkaç televizyon kanalında yayınlanmıştır.

3.4. BDT PROGRAMLARI İLE GELENEKSEL ÖĞRETİYE UYGUN GÖRSELLER OLUŞTURMA

Geleneksel malzemelerden olan mürekkep ve fırça ile kâğıda çizim yapma sürecini düşünecek olursak, oldukça stresli olabilmektedir. Tasarımcı çizim aşamasında karşılaşabileceği çeşitli zorlukları çokça çizim pratiği yaparak aşabilir. Yine de üretim aşamasında dikkat dağınıklığı ve konsantrasyon eksikliği yaşanabilir. Mürekkebin fazla damlaması, fırçanın kırılması ya da meraklı ev kedisinin pati darbesi gibi çok farklı etkenler çizimi bozabilir. Oysaki dijital çizimde bu gibi mekanik ve ruhsal problemlerin telafisi daha kolaydır. Örneğin bir vektörel doğru parçasına suluboya fırça dokusu tanımlanabilmektedir (Görsel 121). Dijital çizimin bir kolaylaştırıcı hali de kopyalama, çoğaltma ve geri alma (undo) kolaylığıdır.



Görsel 121: *Adobe Illustrator programında suluboya etkisi verilmiş vektörel çizim* (Every Tuesday, 2019)

BDT programlarında tasarlanmış bir üç boyutlu çizim, kabuk halindedir. Bu kabuğa renk, desen, fotoğraf atanabildiği gibi "Fibermesh" tabir edilen tüy, saç, baloncuklar, uzuvlar da eklenebilir. Kabuk saydamlaşabilir. Bu, konsepte ve tasarımcı tercihine bağlıdır (Görsel 122).



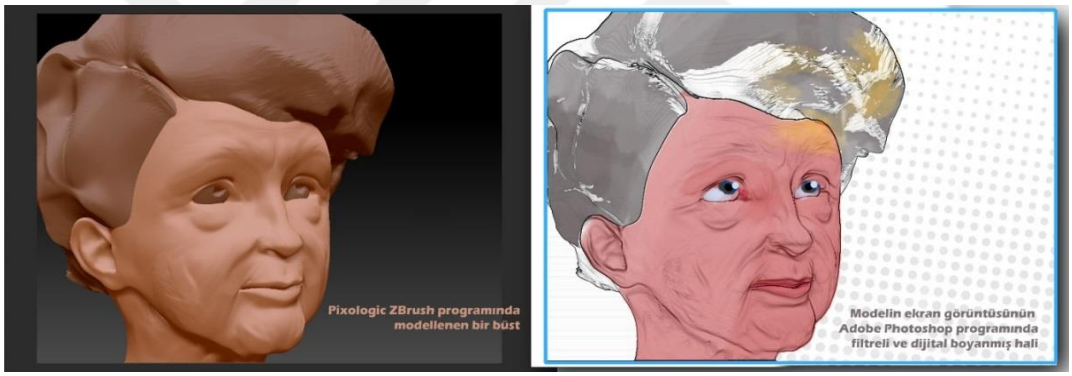
Görsel 122: *Maxon Cinema4D programında hazırlanmış havada asılı üç boyutlu fırça darbesi görseli, modelleme ve render Ozan SOYDAN, 2020*

3.4.1. Geleneksel Öğretiye Uygun Çizgi Roman Tarzında Grafik Oluşturma

Bu çalışmada, bir ajansa reklam filmi konsept çizimi hazırlanmıştır. Proje yönetmeni, yaşlı bir kadının yüzüne odaklanan bir kadraj düşünmektedir. Tekniğin çizgi roman dokusunda rotoskop olmasını istemektedir.

Proje çalışmaları sırasında, iki seçenek üzerinde durulmuştur. Gerçek kamera çekimi üzerine dijital olarak çizim yapılması birinci seçenek, üç boyutlu modele çizgi efekti verilmesi ikinci seçenektir. İkinci seçeneğe karar verildikten sonra Pixologic Zbrush programında üç boyutlu bir kadın büstü modellenmiştir.

Üç boyutlu modelin ekran görüntüsü (print screen), shader tanımlamadan, Adobe Photoshop programında, çeşitli filtreler ve dokular eklenerek işlenmiş, tram tabir edilen giderek küçülen noktacıklar kümesi arkaplana yerleştirilmiştir. (Görsel 123). Bu şekilde elde çizilmiş bir çizgi roman karesi benzeri görsel elde edilmiştir.



Görsel 123: *Pixologic Zbrush* (Pixologic Inc., 2019) *programında hazırlanmış modelin ekran görüntüsü ve Adobe Photoshop programı ile işlenmiş hali. Modelleme ve dijital işleme Ozan SOYDAN, 2019*

3.4.2. Geleneksel Öğretiye Uygun Çizim Tarzında Animasyon Oluşturma

Herhangi üç boyutlu çizim, çeşitli Material (Renk, Doku) ve Shader (Gölgelendirici) yardımları ile iki boyutlu benzeri bir hal alabilir. Örneğin üç boyutlu bir modelin shaderi, toon (çizgi roman, karikatür) olarak tanımlanırsa elde edilen figür görüntüsü çizgi roman karesine benzer.

Bu çalışmada, Bilecik çevresinde Osmanlı Beyliği'nin kuruluş aşamalarını anlatan "Kuruluştan Kurtuluşa" isimli belgeselin animasyonları yapılmıştır. Yönetmen

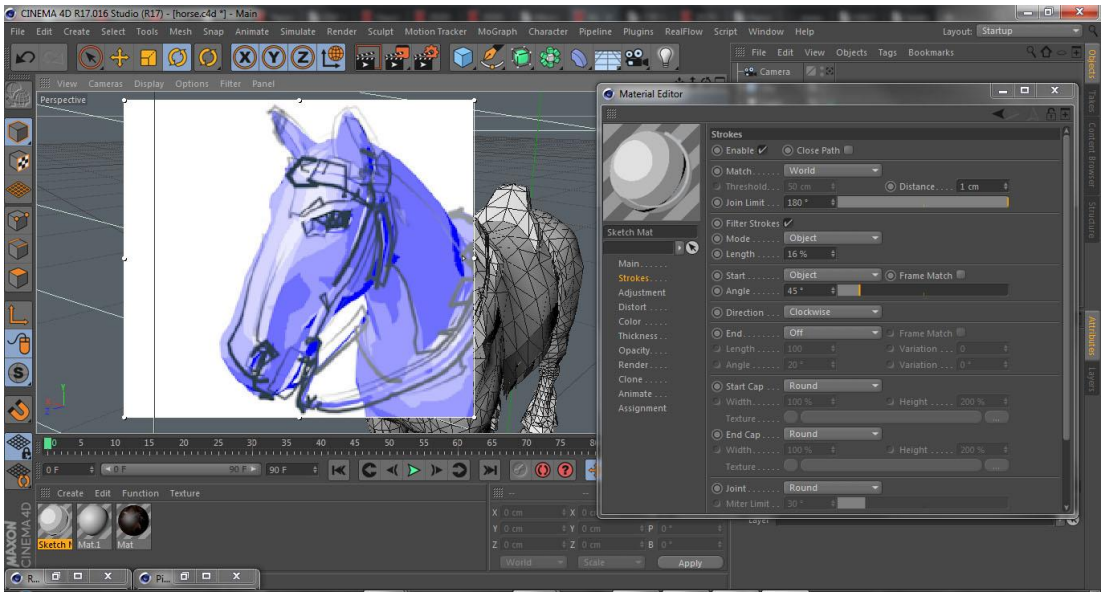
animasyonun eskiz çizim tarzında olmasını istemiştir. Bu istekten yola çıkılarak eskiz tarzda animasyon çıktı alınabilmesi için gerekli altyapı oluşturulmuştur. Eskiz tarzda çizim etkisi elde edilebilmesi için uygun BDT programları araştırılmış, bünyesinde "Sketch Mat" isimli bir gölgelendirme ve çizgi ekleme aracı bulunduran Maxon Cinema4D programı tercih edilmiştir.

Öncelikle bir organik üç boyutlu modeldeki sonuç hedeflenmiştir. Buna uygun hazır bir at modeli internet kaynaklarından araştırılıp bilgisayara indirilmiştir (Görsel 124).



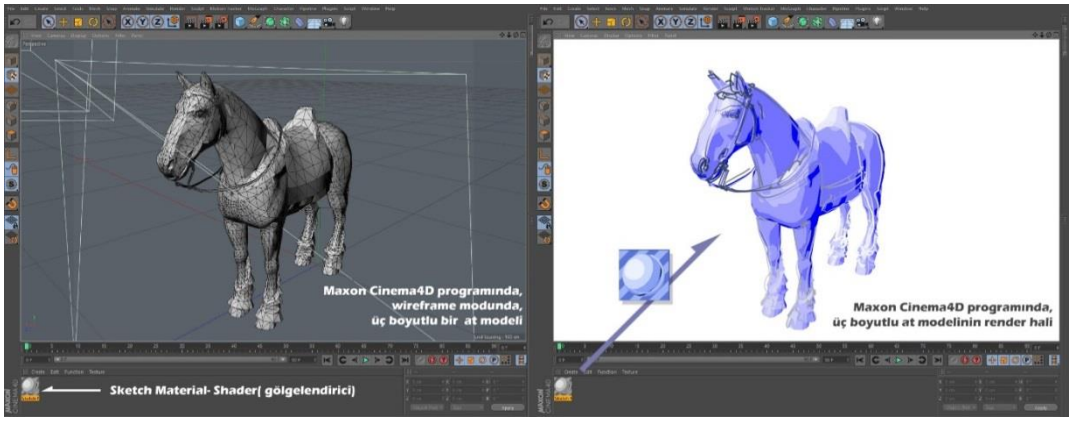
Görsel 124: *Üç boyutlu at modelinin internet sitesindeki görüntüsü* (3D Models and Textures RockBravo, 2018)

Model indirildikten sonra Cinema4D programına yüklenmiş ve burada "Sketch Mat" isimli materyal efekt aracı üzerindeki butonlarla oynanarak eskiz tarzında bir çizim dili yakalanmıştır (Görsel 125).



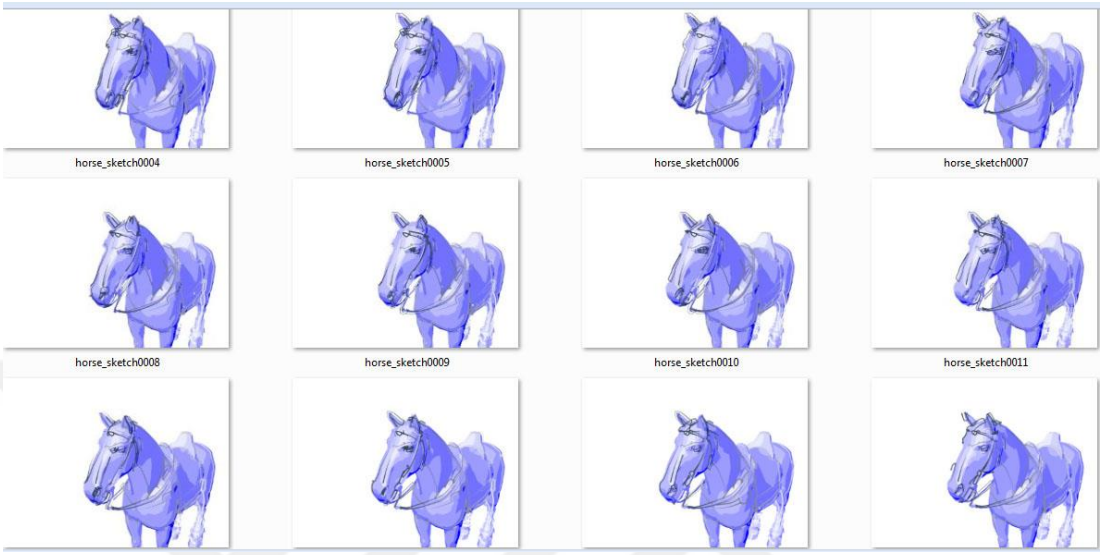
Görsel 125: *Maxon Cinema4D programı* (Maxon Computer GmbH, 2019) *materyal editörü, bu editörün "Çizgi kalınlığı(Stroke)s" değerleri(sağda) ve at figürünü eş zamanlı render* alan, beyaz zeminli pencere (Inreractive Render Region) *Ekran görüntüleri ve render Ozan SOYDAN 2018*

Bu aşamadan sonra atı komposizyona yerleştirip render final değerleri girilmiş, animasyon için hazırlığa başlanmıştır (Görsel 126).



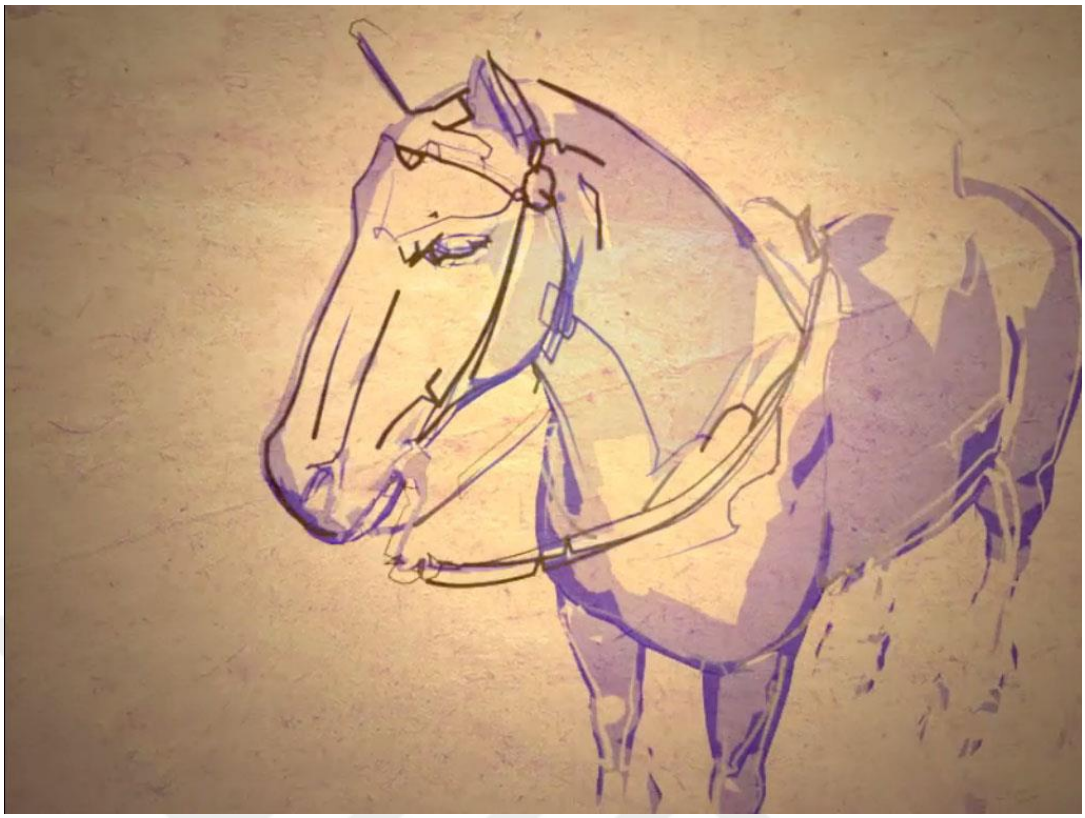
Görsel 126: *Maxon Cinema4D programı* (Maxon Computer GmbH, 2019) *wireframe ve render hallerindeki ekran görüntüleri*. 3D *At modeli : https://rockbravo.com/product/horse-rigged-free-3d-model/* (3D Models and Textures RockBravo, 2018) *Ekran görüntüleri ve render Ozan SOYDAN 2018*

Animasyonun bu kısmı için 40 karelik bir çalışma düşünülmüş, animasyonda kamera hareketi hazırlanarak çizgi değerlerinin her karede değişmesi sağlanılıp eskiz-rotoskop deseni elde edilmiştir (Görsel 127).



Görsel 127: *Kamera hareketi ile elde edilmiş animasyondan on iki karenin birlikte görüntüsü, Ozan SOYDAN, 2018*

Tüm bu aşamalar tamamlandıktan sonra animasyona Adobe After Effects programında eski kâğıt resmi bindirilmiş, bu kâğıt görüntüsü animasyona uygun şekilde pozisyon ve açısı ile oynanmış ve aynı programın spot ışığı kadrajın orta kısmına odaklanarak Görsel 128'deki final görüntü elde edilmiştir.



Görsel 128: *Adobe After Effects programında eski kağıt ve spot ışığı efekti eklenmiş final görüntü. Dijital işleme ve animasyon, Ozan SOYDAN, 2018*

Bu animasyon ‘Kuruluştan Kurtuluşa” isimli üç bölümlük belgeselin hikâye anlatımı kısımlarında kullanılmıştır.

SONUÇ

Bir çizgi roman tasarımcısı düşünülecek olursa, aynı figürü defalarca, farklı açılardan ve her detayını hatırlayarak çizmek oldukça zahmetlidir. Oysaki bu detaylar ilk başta hazırlanırsa, farklı açılardan çizim üretimi daha kolay olmasının yanında, kusursuz olacaktır (Görsel 129).



Görsel 129: *Pixologic Zbrush programında modellenmiş ve boyanmış bir modelin farklı açılardan ekran görüntüsü alınıp birleştirilmiş kompozisyonu. Modelleme, boyama ve dijital işleme Ozan SOYDAN, 2017*

BDT programlarının kullanımında model üretildikten sonra uv açma, texture ekleme, normals ve alpha ayarları, bump map ayarları, refleksiyon ve saydamlık ayarları, kendiliğinden ışık saçan obje ayarları, uygun BDT programını seçip renk ve ışık ayarları yapılmadan da ekran görüntüsü alınarak üzerinde efektler ve eklemeler yapılarak da bir render benzeri görüntü almak mümkün olmaktadır (Görsel 130).



Görsel 130: *Pixologic Zbrush programında modellenmiş figürün siyah görünümü, Adobe Photoshop programında maskeye beyaz ışık- renk eklenmesi(üstte), Adobe Photoshop programında paslı metal dokusu eklenmesi, "Overlay" ve "Multiply" efektlerinin eklenmesi sonucu ortaya çıkan çizim, Konsept çalışma- Hüseyin Özkan, Modelleme ve etüd- Ozan SOYDAN, 2018*

Dünya genelinde geleneksel üretim ve bu yolla üretim yapan sanatçılar her zaman değerlidir. Bazı durumlarda sonuca daha kısa yollardan ulaşmak gerekebilmektedir. Bir müşteri, sanatçının aldığı eğitimi göz ardı ederek, sonuç odaklı hareket edebilmektedir. Bu da değerli emeklerin ve zamanın boşa gitmesine neden olabilmektedir.

Hayatı kolaylaştıran bilgisayarın, sanat ve üretim için de kullanılması, sanatçıların, tasarımcıların ve geleneksel yöntemlerin değerini azaltmayacaktır. Daha kısa zamanda üretilebilecek bir eser, zaman ve enerji tasarrufu sağlayacak, hayatın geri kalanında daha sakin ve temiz bir ruh hali ile kaliteli üretim yapılmasına olanak verecektir.

BDT, BDÜ ve BDM programları yoluyla birbirleri ile ilişkili üretimler gerçekleştirilebilmektedir. BDT programı ile tasarlanmış bir üç boyutlu heykelin

hacmi, rahatlıkla hesaplanabilmektedir. BDÜ araçları ile bu heykelin çıktısı alınabilmekte, BDM programları ile de statik hesabı yapılabilmektedir. Bu heykel, dijital ortamda hareket ettirildiği takdirde animasyon sınıfına girecektir. Heykelin eklemleri dâhil üç boyutlu çıktı alındığında ve devreler işlendiğinde, BDÜ ve BDM, artık bir robot halinde hayatımızda yer almış olacaktır. Bu gibi program çıktılarının sonuçlarının bilinmesi, sanatçı ve tasarımcının hayatını kolaylaştırmasının yanında, müşteri ilişkilerine de destek olması açısından önem taşımaktadır.

Günümüzde geleneksel öğreti kılavuzluğunda sanat eğitimini tamamlamış sanatçı ve tasarımcılar, teknolojinin imkânlarından yararlanabilmenin farklı yollarını bulmaktadırlar. Hatta bu yollar gelecek nesillere birer kılavuz olmaktadır. Bu gelişmeleri BDT programlarını tasarlayan yazılımcılar da takip etmekte, teknoloji ile yakın duran sanatçı ve tasarımcıların danışmanlığında yepyeni tarzda ürünler oluşturmaktadırlar.

Sanat ve tasarımda usta-çırak ilişkisi artık teknoloji ve veri transferi halini almıştır. Bir disiplinde ustalaşan bir sanatçı ya da tasarımcı, tecrübelerini internet yolu ile geniş kitlelerle paylaşmaktadır. Eski kuşakların tecrübesi ve bilgi paylaşımı, yeni kuşakların teknolojiye hâkimiyeti, çok büyük ivme ile kaliteli ürünler elde edilmesine imkân tanımaktadır.

Özü itibarı ile sosyal medya programları paylaşım ve etkileşim için tasarlanmıştır. Sanatçı ve tasarımcılar günümüzde sosyal medya araçlarını daha sık kullanmaya başlamışlardır. Sanatçının ve tasarımcının eserini işlerken çektiği bir videoda aktardığı tecrübe, genç kitleler için paha biçilemez bir kaynak haline gelebilmektedir. Sözü edilen paylaşımlar sonrası, menfi ve müspet değerlendirmeler ürünlere doğrudan ve dolaylı olarak yansımakta, üreten ve tüketen kişileri her anlamda beslemektedir. Çevrimiçi bir sergi fiziksel ortamda olabileceğinden daha geniş bir zamana yayılabilmekte, daha geniş kitlelere ulaşabilmektedir. Dünyanın her ülkesinden her an bir paylaşım söz konusu olmakta, bu paylaşım sanat ve tasarım kaygıları ile yapılmışsa, eski dönemlerde emsali görülemeyecek bir ağa hitap edebilmektedir. Geleneksel öğreti değerleri, günümüzde bilgiye ve görsel-işitsel veriye aç bir nesile hitap etmek adına, kendiliğinden evrimleşmektedir. Geleneksel sanat ve tasarım yöntemleri halen geçerliliğini korumakta, dijital yöntemler bu olguları beslemekte ve onlara kılavuz olmaktadır.

KAYNAKÇA

3D Models and Textures RockBravo, (Çevirimiçi) https://rockbravo.com/product/horse-rigged-free-3d-model/ , 01 Haziran 2019.

AA. (Çevirimiçi) http://arsiv.ntv.com.tr/news/162738.jpg, 30 Temmuz 2004.

Abdulghafour, A.B. ve Hassan, A.T. (2019). *Feature Recognition of Freeform Surfaces for CAD/CAM Integration*, 1st International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering, IEEE, Kuala Lumpur, ss. 1-6.

Açık, K. ve Özcan, M. (2018). "Fen", *Alfabetik Telaffuzlu Sözlük,* Akdem Yayınları, İstanbul, s. 129.

Alexandre Petrov's – The Making of "The Old Man & The Sea" Excerpt, TONIC DNA, Vimeo, (Çevirimiçi), (2011), https://vimeo.com/29157506, 08 Temmuz 2020.

Alejandro Jodorowsky, Dune Belgeseli, Jodorowsky's Dune, Baturalp İlkay Gülten, (13 Kasım 2017), (Çevirimiçi), https://www.youtube.com/watch?v=iVDOuUfu9Kw , 15 Mayıs 2020.

Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri, Google Sketchup Üç Boyutlu Model Paylaşım Web Sitesi, (Çevirimiçi), https://3dwarehouse.sketchup.com/search/?q=anadolu%20üniversitesi%20uydu%20ve%20uzay%20bilimleri, 01 Ocak 2019.

Anderson, S. (2000). *Peter Behrens and a New Architecture for the Twentieth Century*, The MIT press, Cambridge, ss. 237-240.

Archive.org, Syntha Vision Sampler, Çevirimiçi), https://archive.org/details/synthavisionsampler , 02 Mayıs 2020.

Arkitektuel, Fagus Fabrikası, (31 Temmuz 2017), (Çevirimiçi), https://www.arkitektuel.com/fagus-fabrikasi/ , 05 Temmuz 2020.

Ascon Group, KOMPAS-3D, (Çevirimiçi), https://ascon.net/solutions/kompas_3d/ , 25 Mayıs 2020.

Ascon Group, KOMPAS-Graphic, (Çevirimiçi), https://ascon.net/solutions/kompas_graphic/ , 25 Mayıs 2020.

Atay, K. ve Akşit, F. K. (2008). *Mizahın Abisi Oğuz Aral*, Doğan Egmont Yayıncılık ve Yapımcılık Tic. A.Ş., İstanbul.

Auctionet.com, HÅRTORK, "Radiopur" design Peter Behrens, AEG 1920-25, (Çevirimiçi), https://auctionet.com/en/183362-hartork-radiopur-design-peter-behrens-aeg-1920-25 , 4 Mayıs 2020.

Autodesk Inc., (Çevirimiçi), https://www.autodesk.com , 01 Haziran 2019.

Autodesk Inc., (Çevirimiçi), https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/products/CFD/fy20/overview/images/optimize-cfd-tools-03-large-1920x1080.jpg , 15 Şubat 2020.

Baecker, R. M. (1969). "Interactive Computer- Mediated Animation." Massachusetts Institute of Technology, (Doctor of Philosophy), Massachusetts, U.S.A.

Bajram, D., UW1|Universal War One, (Çevirimiçi), https://www.bajram.com/livres/universal-war/uw1/ , 20 Mayıs 2020.

Barbagallo, R. (2003). The Destıny Of Dalí's Destino, (Çevirimiçi), http://www.animationartconservation.com/the-destiny-of-dali-s-destino.html , 01 Ocak 2020.

Barba-Guaman, L.R. vd. (2018). *Using wolfram software to improve reading comprehension in mathematics for software engineering students*. 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, Information Technology Electronics and Mobile Communication Conference. IEEE, Caceres, Spain, ss. 807-813

Bardak, S. (2007). "İç Mimarlık Eğitiminde Bilgisayar Destekli Tasarımın Yeri ve Sorunları", T.C. Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Battle of Grunwald, Behance, (Çevrimiçi), https://www.behance.net/gallery/3944653/Battle-of-Grunwald , 5 Haziran 2020.

Baykent, U.Ö.(2018). "Sokrates Öncesi Felsefede Arkhe Sorunu", *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, Cilt 5, Sayı 5, ss. 130-142.

Benli Yıldız, N. ve Sathiyancı, E. (2019). "Bilgisayar Destekli Tasarm (BDT) Programlarının Yapı Ressamlığı Programı Öğrencilerinin Tercihleri Açısından Değerlendirilmesi", *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt7, Sayı 1, ss. 531-540.

Bézier, P.E. (1986). *The Mathematical Basis of the UNIURF CAD System,* Butterwoth ve Co (Publishers) Ltd., London.

Bozdoc, M. (2006), *The History of Computing Project,* (Çevirimiçi), http://www.thocp.net/software/software_reference/cad_bozdoc.htm , 16 Mart 2019.

Canemaker, J. (2005). *When Dali Met Disney,* (Çevirimiçi), Cilt 59, Sayı 5, ss. 76-83.

Carter, C.L. (2000) *Dalí and the Ballet: Set and Costumes for The Three-Cornered Hat. Salvador Dali: Design for the Theater*. Marquette University, Milwaukee, Wisconsin, U.S.A., (Çevirimiçi), https://www.marquette.edu/haggerty-museum/documents/dali_and_the_ballet.pdf , 28 Mayıs 2020.

Cheng, R.K.C. (2014). *Inside Rhinoceros 5,* Cengage Learning, Stamford, 2014.

Chimera, P., The Salvador Dali Society, Mystery of Baseball Players Revealed in Dalí's 'Melancholy, Atomic' Painting, (Çevirimiçi), https://dali.com/mystery-baseball-players-revealed-dalis-melancholy-atomic-painting/ ,1 Temmuz 2020.

Computers and Structures, Alphabet Inc., (Çevirimiçi), https://www.youtube.com/watch?v=2povDdw2pTQvefeature=emb_logo , 21 Haziran 2020.

Computers and Structures, Inc, (Çevirimiçi), https://www.csiamerica.com , 10 Ocak 2020.

Çelik, G., Üşümez, A. (2013). ve Sarı, T., "Bilgisayar destekli diş hekimliği ve güncel CAD/CAM sistemleri", *Cumhuriyet Dent Journal*, Cilt 16, Sayı 1, ss.74-82.

Demiralp, O. (1999). *Tanrı Bakışlı Çocuk.*,Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.

Designboom, A look back at salvador dalí's design of a dream for 1945 hitchcock film (30 Ağustos 2018), (Çevirimiçi), https://www.designboom.com/design/ingrid-bergman-alfred-hitchcock-spellbound-salvador-dali-dream-sequence-08-30-2018/, 01 Temmuz 2020.

Destino, Green Villain, Vimeo (Çevirimiçi), (01 Ocak 2001), https://vimeo.com/28472230 , 5 Mart 2020.

Disney Wiki, (Çevirimiçi), https://disney.fandom.com/wiki/Destino?file=WDC%26S_734.jpg , 6 Temmuz 2020.

Efsane Güreşçi "KORKUNÇ TÜRK" Koca Yusuf Deliormanlı Animasyonu, Sesli Kütüphane, (11 Mayıs 2018), (Çevirimiçi), , https://www.youtube.com/watch?v=JARSy_DHs8U , 21 Haziran 2020.

Eldem, E.(2009). "Ressamlar, Kaplumbağalar, Tarihçiler", *Toplumsal Tarih*, Sayı 185, ss. 20-30.

Eren, O., Sezer K. ve Börklü, H.R. (2018). "Tersine Mühendislik Tasarımı: Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Lisans Öğrencileri İçin Teknik Seçmeli Ders", *Uluslararası 3B yazıcı Teknolojileri ve Dijital Endüstri Dergisi,* Cilt 2, Sayı 3, ss. 1-11.

Every Tuesday, Create Watercolor Texture Brushes in Adobe Illustrator, (Çevirimiçi), https://every-tuesday.com/watercolor-texture-brushes-adobe-illustrator/ , 01 Haziran 2019.

Fishladder, (Çevirimiçi), https://fishladder.is, 15 Mayıs 2020.

Fundació Gala-Salvador Dalí, The Three Sphinxes of Bikini, (Çevirimiçi), https://www.salvador-dali.org/en/artwork/catalogue-raisonne-paintings/obra/629/the-three-sphinxes-of-bikini , 20 Temmuz 2020.

Fundació Gala-Salvador Dalí, Project for "Bacchanale", (Çevirimiçi), https://www.salvador-dali.org/en/artwork/catalogue-raisonne-paintings/1939/480/project-for-bacchanale , 20 Temmuz 2020.

Fundació Gala-Salvador Dalí, Project for "Labyrinth", (Çevirimiçi), https://www.salvador-dali.org/en/artwork/catalogue-raisonne-paintings/1941/506/project-for-labyrinth , 20 Temmuz 2020.

Fundació Gala-Salvador Dalí, Tête Raphaèlesque éclatée (Exploding Raphaelesque Head), (Çevirimiçi), https://www.salvador-dali.org/en/artwork/catalogue-raisonne-paintings/1951/661/exploding-raphaelesque-head. , 20 Temmuz 2020.

Giaccio, M., Canfora, M. ve Signore, A. D. (2012). "The first theorisation of quality: Deutscher Werkbund", *Total Quality Management ve Business Excellence*, Cilt 24, Sayı 3-4,ss. 225-242.

Giacomo Corti, G. vd. (2015). "Modelling the failure mechanisms of Michelangelo's David through small-scale centrifuge experiments", *In Journal of Cultural Heritage*", Cilt 16, Sayı 1, ss.26-31.

Gindis, E. (2013). *Up and Running with AutoCAD 2013: 2D and 3D Drawing and Modeling.* Elsevier Inc, Waltham.

Goh, J.C.H. vd. (1999) "Principles and applications of Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) technology in orthopaedics", *Ann Acad Med Singapore*, Cilt 19, Sayı 5, ss.706-713.

Gomez, P.M. (2020), (Çevirimiçi), http://pablander.com/website/behind-the-zbrush-comic-style-render-tutorial/ , 01 Ağustos 2020.

Goodacre, J.C.vd. (2012) "CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data", *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Cilt 107, Sayı 1, ss. 34-46.

Google Arts and Culture, (Çevirimiçi), https://artsandculture.google.com/asset/video/yQEtkzYwQKWu8w?childAssetId=2AE5mI3GwBKYIw , 17 Mayıs 2020.

Gorjanc, S. ve Jurkin, E. (2015). "Circular Surfaces CS(α, p)", *Filomat*, Cilt 29, Sayı 4, ss. 725-737.

Groover, M.P. ve Zimmers, E.W. (1984). *CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing.* PTR Prenrice Hall, Inc., New Jersey, 1984.

Hirschtick, J.K. (1998). J. *Graphıcal Browser System For. U.S.A.*, United States Patent, ss. 2.

International GeoGebra Institute, (Çevirimiçi), https://www.geogebra.org/ , 20 Şubat 2020.

International GeoGebra Institute, (Çevirimiçi), https://www.geogebra.org/3d , 1 Mart 2020.

Interview with Damian Nenow, PISF, (29 Eylül 2011), (Çevirimiçi), https://www.youtube.com/watch?v=9NukS_tywuc , 1 Nisan 2020.

Italian Museums News and Booking Guide, Picasso and Naples Parade, the exhibition at the Museo de Capodimonte, (Çevirimiçi), https://news.italy-museum.com/picasso-and-naples-parade/ , 7 Temmuz 2020

i.redd.it, (Çevirimiçi), https://i.redd.it/60b273fzdtf21.png, 10 Mayıs 2020.

Jerem, B., (Çevirimiçi), Google Sketchup Üç Boyutlu Model Paylaşım Web Sitesi, https://3dwarehouse.sketchup.com/model/12de1b38-ccda-4a62-917c-1a23488e8ced/Full-Corner-Kitchen, 02 Şubat 2018.

Kaya, M. (2011). "Tasavvur" , *TDV İslam Ansiklopedisi,* İstanbul, Cilt 40, ss. 126-127, (Çevirimiçi), https://islamansiklopedisi.org.tr/tasavvur , 25 Aralık 2019.

Kaygın, B. ve Demir, M. (2017). "Mobilyada Kullanıcı Odaklı Tasarımın Önemi Üzerine Bir Araştırma", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi,* Cilt 19, Sayı 2, ss. 20-29.

Kılıçkaya, D. (2015). "Kaplumbağa Terbiyecisi ve Mihri Müşfik Hanım'ın İzinde Adlı Romanlarda Kültür ve Bilim Tarihi", *TÜRÜK Uluslararası Dil Edebiyat ve Halk Bilimi Araştırmaları Dergisi*, Yıl 3, Sayı 5, ss. 68-205.

Klee, P. (1925). *Pädagogisches Skizzenbuch*, Albert Langen, München.

Koç, T. (2009), "Sanat" , *TDV İslam Ansiklopedisi,* İstanbul, Cilt 36, ss. 90-93, (Çevirimiçi), https://islamansiklopedisi.org.tr/sanat , 25 Aralık 2019.

Korkmaz, Z. (2003). "Tasarım", "Taslak", "Tasarımcı", *Türkiye Türkçesi Grameri (Şekil Bilgisi),* Türk Dil Kurumu, Ankara.

Lim, S., Kim, M. ve Kang, S. (2015). "Genioplasty using a simple CAD/CAM (computer-aided design and computeraided manufacturing) surgical guide", *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, Cilt 37, Sayı 1, ss. 37-44.

Luncai. (2012), Google Sketchup Üç Boyutlu Model Paylaşım Web Sitesi, (Çevirimiçi), https://3dwarehouse.sketchup.com/model/4e74b654-7b88-42a9-b8ec-f1834aec3868/Windows , 01 Mart 2012.

Lupfer, G. ve Sigel, P. (2004). *Gropius,* Taschen Gmbh., Köln, 2004.

Mandun, 3D WareHouse, Google Sketchup Üç Boyutlu Model Paylaşım Web Sitesi, (Çevirimiçi), https://3dwarehouse.sketchup.com/model/5c68ae43cc138785d6d46de9e3357a7d/Animals-Fly , 03 Mart 2012.

Maxon Computer GmbH. , (Çevirimiçi), https://www.maxon.net , 01 Haziran 2019.

Micińska, A. (2014). *Sabancı Müzesi'ndeki Grunwald Savaşı Resmi Deşifre Edildi,* Çev., Didem Bilgin, (22 Mayıs 2014) , (Çevirimiçi), https://culture.pl/tr/article/sabanci-muzesindeki-grunwald-savasi-resmi-desifre-edildi, 20 Temmuz 2020.

Mohammad, A. (2011). "Zaha Hadid, genius of the place",*Contemporary Arab Affairs*, Cilt 4, Sayı 3, ss. 267–287.

Muzeum Narodowe w Warszawie, (17 Nisan 2014), (Çevirimiçi), Opowieść o obrazie Jana Matejki, Bitwa pod Grunwaldem, https://www.youtube.com/watch?v=4Yi2170hPSs , 01 Mayıs 2020.

Muzeum Narodowe w Warszawie, (24 Nisan 2014) Jana Matejko "Bitwa Pod Grunwaldem"-prezentacja 3D (Çevirimiçi), https://www.youtube.com/watch?v=WPa-Ol7kVpYvelist=PLA3Uqc_w7MnIMSKshgzy15DXKcg4cymO4, 15 Mayıs 2020.

Nagel, R.N., Braithwaite, W.W. ve Kennicott, P.R. (1980). *Initial Graphics Exchange Specification IGES Version 1.0. Maryland*, National Bureau of Standards, March 1980.

Nişanyan, S. (2020). "Tas", (Çevirimiçi), https://www.nisanyansozluk.com/?k=tas , 05 Mart 2020.

Old-DOS.ru, (Çevirimiçi), http://old-dos.ru/index.php?page=screenvedo=showveid=9371, 05 Mayıs 2020.

Olszewski, E.J. (2016). "Michelangelo's David: Full Frontal Nudity In The Age Of Savonarola", *The University of Chicago Press,* Cilt 35, Number ½, ss. 118-125.

Onlyonceshop.com, AEG fan type Nuvo 2, (Çevirimiçi), https://onlyonceshop.com/store/aeg-fan-type-nuvo-2 , 1 Mayıs 2020.

Oyanay, D. (2002). Sahnede Bir 'Huysuz İhtiyar', (Çevirimiçi), http://arsiv.ntv.com.tr/news/59431.asp , 20 Ağustos 2020.

Pablopicasso.org, Guernica, 1937, (Çevirimiçi), https://www.pablopicasso.org/guernica.jsp , 05 Temmuz 2020.

Parametricism by Patrick Schumacher and Rosey Chan, Dezeen, (15 Mayıs 2020), (Çevirimiçi), https://www.youtube.com/watch?v=7ZN-CGXZqD4 , 1 Ağustos 2020.

Pascal Blanche, (Çevirimiçi), (25 Mart 2014), https://www.artstation.com/artwork/66J8x , 1 Ağustos 2020.

Paths of Hate, Behance, (Çevrimiçi), https://www.behance.net/gallery/4002849/Paths-of-Hate, 5 Haziran 2020.

Pekmezci, H. (2008). "Gazi EğitiEnstitüsü Resim-İş Bölümü ve Bauhaus (Yeni İnsanın Tasarımı–Yeni Bir Toplumun Tasarımı)". *Türkiye'de Mimarlık, Sanat, Tasarım Eğitimi ve Bauhaus,* İletişim Yayınları, İstanbul, 2008, ss. 277-302.

Pixel Solutions Inc. (2017), (Çevirimiçi), https://pixelsolutions.biz/how-to-make-a-vector-from-image/ , 15 Şubat 2020.

Pixologic Inc., (Çevirimiçi), http://pixologic.com , 01 Haziran 2019.

Pixologic Inc., (Çevirimiçi), http://docs.pixologic.com/reference-guide/brush/ ,04 Mayıs 2020.

Platige Image, (Çevirimiçi), (23 Ekim 2013), https://www.behance.net/gallery/9638483/Ryse-Son-of-Rome-cinematic , 2 Temmuz 2020.

Poyraz, B. ve Dolunay, A. (2014). "Heykel Sanatında Ön modelleme Aşaması ve Üç Boyutlu Yazıcı Uygulamaları", *Ulakbilge,* Cilt 2, Sayı 3, ss. 69-80.

Prautzsch, H., Boehm, W. ve Paluszny, M. (2002). *Bezier and B-Spline Techniques,* Springer- verlag Berlin Heidelberg, Germany, ss. 5.

Samtaş, G. ve Gülesin, M. (2012). "Sayısal Görüntülerden Üç Boyutlu Nokta Bulutlarının Elde Edilmesi", *SDU International Journal of Technologic Sciences,* Cilt 4, Sayı 2, ss. 1-16.

Scherer, M. (2011). *ZBrush 4 Sculpting for Games* : *Beginner's Guide,* Packt Publishing Ltd., Birmingham

Schumacher, P. (2008). "Parametricism as style-Parametricist manifesto", *11th Architecture Biennale,* Venice, ss. 17-20.

Seht 13, 3D WareHouse, (2015), (Çevirimiçi), https://3dwarehouse.sketchup.com/model/b3536efc86340db752470de2774d6099/Bombardier-flexity-2, 2 Şubat 2020.

Selvi, K.Ç. ve Kabas, Ö. (2018). "Use of Solidworks In Designing Agricultural Machines", *International Journal of Engineering,* Fasikül 4, ss.101-106.

Spencer, S. (2010). *ZBrush Digital Sculpting Human Anatomy,* Wiley Publishing,Inc., Indianapolis.

Spencer, S. (2011). *ZBrush Character Creation Advanced Digital Sculpting*, 2nd Edition, Wiley Punlishing, Inc., Indianapolis.

Sutherland, I.E. (1963). "Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System", Massachusets Institute of Technology, (Doctor of Philosophy), Massachusets, U.S.A.

Sutherland, W.R. (1966). "The On-Line Graphical Specification of Computer Procedures", Massachusetts Institute of Technology Libraries, (Doctor of Philosophy), Massachusets, U.S.A.

Taylor, M.R. (2016). "God and the Atom: Salvador Dalí's Mystical Manifesto", *Avant-garde Studies,* Sayı 2, ss.1-11.

Tiyatrolar.com.tr, Keşanlı Ali Destanı, (Çevirimiçi), https://tiyatrolar.com.tr/tiyatro/kesanli-ali-destani , 5 Temmuz 2020.

The Cutlery Review, Salvador Dali – Ménagère (Cutlery Set) 1957, (Çevirimiçi), https://thecutleryreview.com/2014/05/12/salvador-dali-menagere-cutlery-set-1957/ 15 Mayıs 2020.

The Gnomon Workshop, Creating An Illustration From A To Z (Çevirimiçi), https://www.thegnomonworkshop.com/tutorials/creating-an-illustration-from-a-to-z, 01 Ağustos 2020.

The Gnomon Workshop library, Pascal Blanché, (Çevirimiçi), https://www.thegnomonworkshop.com/instructors/pascal-blanche , 01 Ağustos 2020.

The National Museum in Warsaw, (Çevirimiçi), Bitwa pod Grunwaldem, http://cyfrowe.mnw.art.pl/dmuseion/docmetadata?id=4799 ,15 Mayıs 2020.

The Old Man and The Sea, Moondance Film Festival, Vimeo, (Çevirimiçi), (2017), https://vimeo.com/234021047 , 22 Temmuz 2020.

Thinglink.com, Battle of Grunwald, (Çevirimiçi), http://www.thinglink.com/scene/497786280306802688 , 10 Mayıs 2020.

Top3dshop.com, Occipital Canvas + Structure Sensor 3D scanner, (Çevirimiçi), https://top3dshop.com/product/canvas-structure-sensor-3d-scanner, 01 Ağustos 2020.

Türkben, Y. (2017). "Platon ve Abdülkerim Amasî'de Ruh Anlayışı", *Gaziosmanpaşa Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi,* Cilt 5, Sayı 1, ss. 57-76.

Twitter.com, (Çevirimiçi), (11 Mart 2018), https://twitter.com/TekinDeniz_/status/972591845049028608/photo/1, 6 Temmuz 2020.

Verdi, R. (1968). "Musical Influences on the Art of Paul Klee", *Art Institute of Chicago Museum Studies,* Cilt 3, ss. 81-107.

Victoria and Albert Museum, Costume design by Picass,o (Çevirimiçi), http://collections.vam.ac.uk/item/O1222152/costume-design-by-picasso-costume-design-picasso-pablo/ , 20 Temmuz 2020.

Victoria and Albert Museum, Parade, Diaghilev Ballets Russes, 1917, (Çevirimiçi), http://collections.vam.ac.uk/item/O1154915/parade-diaghilev-ballets-russes-1917-photographic-plate-lachmann-harry-b/ , 20 Temmuz 2020.

Victoria and Albert Museum, Teapot, (Çevirimiçi), http://collections.vam.ac.uk/item/O130752/teapot-dali-salvador/ , 10 Temmuz 2020.

Victoria and Albert Museum, Champagne standard lamp, (Çevirimiçi), http://collections.vam.ac.uk/item/O1468752/champagne-standard-lamp-dali-salvador/ , 5 Temmuz 2020.

Victoria and Albert Museum, The Tears Dress, (Çevirimiçi), http://collections.vam.ac.uk/item/O84418/the-tears-dress-evening-ensemble-dress-elsa-schiaparelli/ , 5 Temmuz 2020.

Victoria and Albert Museum, Tie, (Çevirimiçi), http://collections.vam.ac.uk/item/O138735/tie-picasso-pablo/ , 20 Temmuz 2020

Victoria and Albert Museum, Cavalier sur sa Monture, (Çevirimiçi), http://collections.vam.ac.uk/item/O122328/cavalier-sur-sa-monture-pitcher-picasso-pablo, 20 Temmuz 2020.

Waurzyniak, P. (2010). "Masters of Manufacturing Patrick J. Hanratty", *Manufacturing Engineering,* Cilt 145, Sayı 1, ss. 39-42.

Wikitrans, AEG, (Çevirimiçi), https://dan.wikitrans.net/AEG , 04 Mayıs 2020.

Wolfram, (2009), (Çevirimiçi), https://www.wolfram.com/mathematica/ , 15 Şubat 2020.

Xia, S., Wang, X. ve Qian, X. (2015) "Continuity and convergence in rational triangular Ḃezier splinebased isogeometric analysis", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering,* Cilt 297, ss. 292-324.

Xiao, W. vd. (2015). "A complete CAD/CAM/CNC solution for STEP-compliant manufacturing", *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing,* Cilt 31, ss. 1-10.

Zahed, R. (2011). Animation Magazine, (Çevirimiçi), https://www.animationmagazine.net/features/polish-animators-career-takes-flight/, 5 Temmuz 2020.

Zbrushguides.com, (Çevirimiçi), https://www.zbrushguides.com/about/ , 2 Ağustos 2020.