



T.C.

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Plastik Sanatlar Anabilim Dalı

Takı Tasarımı Yüksek Lisans Programı

**DİJİTAL ORTAM TAKI TASARIMINDA ZBRUSH
PROGRAMI VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ**

Orhan MADEN

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Çimen BAYBURTLU

İstanbul, 2025

DİJİTAL ORTAM TAKİ TASARIMINDA ZBRUSH PROGRAMI VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Orhan MADEN

Plastik Sanatlar Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

2025

“Orhan MADEN” tarafından hazırlanmış ve 03.10.2025 tarihinde sunulmuş “DİJİTAL ORTAM TAKİ TASARIMINDA ZBRUSH PROGRAMI VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ” başlıklı tez Plastik Sanatlar Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Çimen BAYBURTLU

Danışman

Tez Savunma Sınavı Jüri Üyeleri:

Doç. Dr. Çimen BAYBURTLU

Kuyumculuk ve Mücevher
Tasarımı Bölümü,

Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Nurcan PERDAHCI

Kuyumculuk ve Mücevher
Tasarımı Bölümü,

Altınbaş Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Tuba YILMAZ

Kuyumculuk ve Mücevher
Tasarımı Bölümü,

İstanbul Aydın Üniversitesi

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak bütün şartları sağladığını beyan ederim.

Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışlara uygun olarak edinildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde, bu çalışmada, orijinal olmayan tüm materyalleri ve sonuçları tamamen alıntı yaptığımı ve referans gösterdiğimi de beyan ederim.

Orhan MADEN

İmzası

İTHAF

Başta bütün kalbimle sardığım sevgili annem Necla MADEN'e, babam Hasan Fehmi MADEN'e, varlığıyla beni onurlandıran ve her zaman desteğini yanımda hissettiğim sevgili eşim Sultan MADEN ve oğlum Poyraz MADEN'e...



ÖNSÖZ

Dijital Ortam Takı Tasarımında Zbrush Programı ve Üretim Yöntemleri konulu tez çalışmamda yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli öneri ve fikirleriyle yol gösteren danışmanım Doç. Dr. Çimen BAYBURTLU'ya, ayrıca tez jürimde yer alan değerli hocalarım Prof. Dr. Nurcan PERDAHCI'ya ve Dr. Öğretim Üyesi Tuba YILMAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez, uzun ve sabır gerektiren bir yolculuğun sonunda ortaya çıktı. Bu süreçte zaman zaman sevdiklerimden uzak kaldım, dostlarımın davetlerine katılamadım. Buna rağmen bana gösterdikleri anlayış ve sabır için hepsine içten teşekkür ederim.

En büyük teşekkürüm ise aileme... Her zaman yanımda olan, desteğini ve sevgisini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşime ve hayatıma neşe, umut ve ilham katan canım çocuğuma minnettarım. Onların varlığı, yorgunluk anlarında bana güç, kararsız kaldığım anlarda yön gösterdi.

Merakımı besleyen, öğrenme isteğimi her daim destekleyen, sabırları ve sevgileriyle bu yolculuğun temellerini atan anne ve babama da gönülden teşekkür ederim.

Bu tez yalnızca akademik bir çalışmanın sonucu değil, aynı zamanda bana inanan, yanımda duran ve sevgisiyle yolumu aydınlatan herkesin ortak emeğidir. Bu süreç, bana bilginin bir hedef değil, sevgi, emek ve dayanışma ile örülmüş bir yolculuk olduğunu öğretti.

ÖZET

DİJİTAL ORTAM TAKI TASARIMINDA ZBRUSH PROGRAMI VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ

MADEN, Orhan

Yüksek Lisans, Plastik Sanatlar Anabilim Dalı, Altınbaş Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Çimen BAYBURTLU

Tarih: Ekim/2025

Sayfa: 167

Takı kavramı insanoğlunun asırlardır kullandığı ve insanlık tarihi ile özdeşleşmiş bir parçadır. Çok eski tarihlere dayanan bu kavram; büyü, nazar, tılsım amaçlı gizli güçlerden korunmak isteyen insanların çeşitli taşlarla takı yaptıkları bilinmektedir ve bugün birçoğu dünya müzelerinde yer almaktadır. Önceki dönemlerde statü, zenginlik ve süslenme amaçlı olarak kullanılan takı daha sonra sanatsal bir yapıya bürünmüştür. Geçmişten gelen geleneksel üretim teknikleri, çalışmalar ve özellikler bırakılarak sanatçıların, çağdaş takı üretimi yapmalarına ve sadece sıradan bir takı ürünü değil, sanatsal anlamda ifadesi olan ve sanat unsuru takı tasarımı yapmalarına olanak sağlamıştır. Günümüzde gelişen dijitalleşme, teknoloji ve bilgisayarlar ile birçok disiplinde olduğu gibi takı tasarım alanında da “Bilgisayar Destekli Yazılım”lar kullanılmaktadır. Tasarımcıların, prototiplerini daha hızlı ve düşük maliyetle oluşturabilmelerine olanak tanıyan dijital teknolojiler, tasarım süreçlerinde önemli bir dönüşüm sağlamıştır. Bu gelişme, hem daha hızlı modelleme hem de üretim aşamalarının hız kazanmasına öncülük etmiştir. Böylece sanatçılar, daha özgür ve özgün tasarımlar ortaya koyma imkânı bulmuşlardır. Bilgisayar ortamında hazırlanan tasarımlar, önizleme açısından da daha hızlı ve etkili sonuçlar sunmaktadır. Bu bağlamda, birçok tasarım yazılımı geliştirilmiş olmakla birlikte, ZBrush’ı diğerlerinden ayıran temel özellik; heykel modelleme (sculpting) yeteneklerinin yanı sıra modüler tasarım tekniklerini (ZModeler) bünyesinde barındırmasıdır. Bu çalışmanın amacı, gelişen teknoloji ile kullanılan bilgisayar destekli yazılımlar arasındaki Zbrush’ın daha özgün, daha yaratıcı yönüyle birlikte literatürdeki bilgilerin taranarak takı tasarım alanında Zbrush programının

tasarıma olan etkileri incelenmektedir. Araştırma dahilinde ZBrush programında kullanılan temel modelleme türleri incelenerek dijital ortam 3 boyutlu takı tasarımında, ZBrush programının program becerisini arttırmaya yönelik yöntemler anlatılmıştır. Araştırma dahilinde ZBrush programının ara yüzü, komut işlemleri ve 3 boyutlu takı tasarımında programın sağlamış olduğu kolaylıklar örnekleri ile anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ZBrush, Takı, Takı Tasarımı, Bilgisayar Destekli Tasarım, 3d Print, Hızlı Prototipleme, Maxon ZBrush.



ABSTRACT

ZBRUSH PROGRAM AND MANUFACTURING METHODS IN DIGITAL JEWELRY DESIGN

MADEN, Orhan

MA., Art and Design Programme, Altınbaş University,

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Çimen BAYBURTLU

Date: October/2025

Pages: 167

The concept of jewellery is a piece that has been used by mankind for centuries and is identified with human history. This concept dates back to ancient times; It is known that people who want to be protected from hidden forces for magic, evil eye, talisman purposes make jewellery with various stones and today many of them are in world museums. Jewellery, which was used for status, wealth and adornment purposes in previous periods, later took on an artistic structure. Traditional production techniques, works and features from the past have been left behind, allowing artists to produce contemporary jewellery and to design jewellery that is not just an ordinary jewellery product, but an artistic expression and an element of art. Today, with the developing digitalisation, technology and computers, ‘Computer Aided Software’ is used in the field of jewellery design as in many disciplines. Digital technologies, which allow designers to create prototypes faster and at low cost, have provided an important transformation in design processes. This development has led to both faster modelling and acceleration of production stages. Thus, artists have found the opportunity to create more free and original designs. Designs prepared in the computer environment offer faster and more effective results in terms of previewing. In this context, although many design software have been developed, the main feature that distinguishes ZBrush from others is that it incorporates modular design techniques (ZModeler) as well as sculpting capabilities. The aim of this study is to examine the effects of ZBrush programme on design in the field of jewellery design by reviewing the information in the literature

together with the more original, more creative aspect of ZBrush among the computer-aided software used with the developing technology. Within the scope of the research, the basic modelling types used in the ZBrush program are examined and methods for increasing the program skills of the ZBrush program in digital environment 3D jewellery design are explained. Within the scope of the research, the interface of the ZBrush programme, command operations and the conveniences provided by the programme in 3D jewellery design are explained with examples.

Keywords: ZBrush, Jewelry, Jewelry Design, Computer Aided Design, 3d Print, Rapid Prototyping, Maxon ZBrush.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR.....	xxiv
1. GİRİŞ	1
1.1 ARAŞTIRMA PROBLEMİ.....	4
1.2 ARAŞTIRMANIN AMACI.....	5
1.3 ARAŞTIRMANIN KAPSAMI.....	5
1.4 YÖNTEM	5
1.5 ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	6
2. TASARIM.....	7
2.1 TASARIM NEDİR?.....	7
2.1.1 Grafik Tasarım Nedir?	11
2.1.2 İki Boyutlu Tasarım 2b (2d)	13
2.1.3 Üç Boyutlu Tasarım 3b (3d)	15
2.1.4 Tasarım Evreleri.....	18
2.2 BİLGİSAYARDA TASARIM.....	19
2.2.1 Bilgisayar Destekli Tasarım.....	19
2.2.2 Üç Boyutlu Modelleme.....	22
2.2.3 Üç Boyutlu Modelleme Programları.....	24
2.2.4 Üç Boyutlu Modelleme Türleri.....	26
2.2.4.1 Primitif (İlkel) modelleme	27
2.2.4.2 Poligonal (Çokgen) modelleme	28

2.2.4.3 Rasyonel B-Spline (Eğri) modelleme	31
2.2.4.4 Düzgün olmayan rasyonel temelli eğriler (Non-uniform rational basis spline nurbs)	33
2.2.4.5 Katı modelleme (Solid modelling).....	36
2.2.4.6 Tel kafes modelleme (Wireframe modelling).....	38
2.2.4.7 Yüzey modelleme (Surface modelling)	39
2.2.4.8 Heykel modelleme (Sculpting modeling)	41
2.3 TOPOLOJİ (YÜZEY BİLİMİ)	42
3. TAKI TASARIMI	47
3.1 BİLGİSAYARDA TAKI TASARIMI.....	48
3.2 TAKI TASARIM AŞAMALARI	52
4. ZBRUSH PROGRAMI TANITIMI	55
4.1 ZBRUSH PROGRAMININ KULLANIM ALANLARI.....	56
4.2 ZBRUSH PROGRAMININ ARAYÜZ TANITIMI.....	57
4.3 ZBRUSH PROGRAMININ MODELLEME YÖNTEMLERİ	64
4.3.1 Dijital Sculpting (Heykel) Ve Organik Modelleme	65
4.3.2 Poligonal Modelleme Araçları (Zmodeler Fırçası).....	69
4.3.3 Primitif Tool'lar (Araç) İle Modelleme	71
4.3.4 Hard Surface (Sert Yüzey) Modelleme.....	74
4.3.5 Polypaint (Çokgen Boyama) Ve Texture Mapping (Doku Eşleme/Haritalama) .	75
4.3.6 Fibermesh Ve Micromesh.....	76
4.3.7 Maskeler.....	79
4.4 ZBRUSH PROGRAMINDA TAKI TASARIMI	80
4.4.1 Zbrush Programında Fırça Menüsü (Brush) Ve Kullanımı	81
4.4.2 Zbrush Programında Navigasyon Komutları	84
4.4.3 Zbrush Programında Resolution (Çözünürlük).....	85

4.4.4 Zbrush Programında Smooth (Yumuşatma) Fırçasının Kullanımı	87
4.4.5 Zbrush Programında Mask (Maske) Fırçasının Kullanımı	88
4.4.6 Zbrush Programında Noisemaker Ve Kullanımı	94
4.4.7 Zbrush Programında Zmodeler Fırçası Ve Kullanımı	97
4.5 ZBRUSH PROGRAMINDA PLUGIN (EKLENTİ) UYGULAMALARI	100
4.5.1 Zbrush Programında Ring Utility Eklentisi	101
4.6 ZBRUSH PROGRAMINDA TAKI TASARIM UYGULAMALARI.....	111
4.6.1 Zbrush Programında Noisemaker İle Yüzük Tasarımı	111
4.6.2 Zbrush Programında Maske Fırçası İle Broş Tasarımı	115
5. RENDER (PÜRÜZSÜZLEŞTİRME)	119
5.1 Zbrush Programında Render Kullanımı	119
5.2 RENDER TURLERİ.....	121
5.3 ZBRUSHTA MATERYAL VERMEK	121
5.4 ZBRUSHTA EXTERNAL (HARİCİ) RENDER ALMAK	122
6. 3 BOYUTLU BASKI (3D PRINTING).....	124
6.1 3 BOYUTLU BASKI (3D PRINTİNG) NEDİR?	124
6.2 3 BOYUTLU BASKI TEKNİKLERİ.....	124
6.3 3 BOYUTLU BASKI DOSYA FORMATLARI.....	126
6.4 3 BOYUTLU KONTROL LİSTESİ.....	128
6.5 3 BOYUTLU İLK ÖRNEK (PROTOTİP) OLUŞTURMA	129
6.6 ZBRUSH PROGRAMINDA MODELLENEN TASARIM ÖRNEKLERİ	130
7. SONUÇ.....	143
REFERANSLAR	145

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Boyutlu Yazıcıların Baskı Teknolojisi.....	3
Şekil 2.1: 2 Boyutlu Çizim Örneği.....	14
Şekil 2.2: 3 Boyutlu Çizim Örneği.....	15
Şekil 2.3: 2 ve 3 Boyutlu Eksenlerin Anlatımı.....	16
Şekil 2.4: 2B ve 3B Çizim Örneği Birlikte Gösterimi.....	16
Şekil 2.5: 3 Boyutlu Eksenlerin Temsili Anlatımı. (x,y,z).....	17
Şekil 2.6: 2B ve 3B Tasarım Örnekleri.	17
Şekil 2.7: 2B Mimari Plan Çizimi – Rhinoceros (Yerleşim Planı).	25
Şekil 2.8: 3B Mimari Görselleştirme - Autodesk 3dsMax (Wireframe).	25
Şekil 2.9: 3B Mimari Görselleştirme - Autodesk 3dsMax (Render).	26
Şekil 2.10: Primitif Objeler - Rhinoceros (Shaded Wiev).....	28
Şekil 2.11: Primitif Objeler - Rhinoceros (Wireframe Wiev).	28
Şekil 2.12: Temel Poligon Mantığı - Rhinoceros (Shaded Wiev).....	29
Şekil 2.13: Temel Poligon Mantığı - 3dsMax (Shading).	29
Şekil 2.14: Poligonlardan Oluşan Model - ZBrush (Wireframe).	30
Şekil 2.15: Temel Poligon Formları -Illustrator (2D View).....	30
Şekil 2.16: B-Spline Eğrileri – (2D View)	31
Şekil 2.17: Bezier Eğrileri - (2D View).....	32
Şekil 2.18: B-Spline Eğrileri - (2D View).....	33
Şekil 2.19: Düz Çizgilerin Bezier’e Çevrilmesi -Autodesk 3dsMax (Edged Faces).....	33

Şekil 2.20: NURBS Eğrileri / Loft Komutu Uygulaması -Rhinoceros (Wireframe).	34
Şekil 2.21: NURBS Eğrileri (Curve) -Autodesk 3dsMax (Wireframe).	35
Şekil 2.22: NURBS Eğrileri Extrude Surface -Autodesk 3dsMax (Shading).	35
Şekil 2.23: Solid (Katı) Modeller -Rhinoceros (STLRepair).	37
Şekil 2.24: Tel Kafes Modelleme -3dsMax (Wireframe). [Maden, 2024].	38
Şekil 2.25: Surface (Yüzey) Modelleme - Rhinoceros.....	41
Şekil 2.26: Sculpting (Heykel) Modelleme -ZBrush.....	42
Şekil 2.27: Polygon Flow (Polygon Akışı) ile ilgili görsel.	43
Şekil 2.28: Poligonal Mesh (Ağ), SubD (Alt Bölüm) ve Yüksek SubD Mesh Uygulaması Örneği.	44
Şekil 2.29: Poligonal Mesh ve SubD (Alt Bölüm) Verilmiş Hali.	44
Şekil 2.30: Alt Bölümlere Ayrılmış İnsan Başı Modeli.	45
Şekil 2.31: İnsan Başı Modeli Topolojisi ve Polygon Akışı.	45
Şekil 2.32: Poligonal Mesh ve SubD Mesh.	46
Şekil 3.1: Takı Tasarım Eskizleri [Brambatti,Vinci, 2022:14].....	48
Şekil 3.2: Ivan Sutherland'ın Sketchpad Programını Tanıtımı.....	49
Şekil 3.3: Sketchpad Programının Dörtlü Görünüm Ekranı.....	50
Şekil 3.4: 1999'da İlk Çıkan ZBrush 1.0 Versiyonun Arayüzü..	51
Şekil 3.5: Eskiz ve Çizim Aşamaları Sonrası Bitmiş Yüzük. [Hoorn, 2023:107].....	53
Şekil 4.1: Tibor Madjar'ın Yüzüklerin Efendisi Filmi İçin Tasarladığı Model..	56
Şekil 4.2: Tibor Madjar'ın Yüzüklerin Efendisi Filmi İçin Tasarladığı Bir Diğer Model..	57
Şekil 4.3: ZBrush Programı Kullanıcı Arayüzü. [Maden, 2024].....	57

Şekil 4.4: ZBrush Programı Kullanıcı Arayüzü.	58
Şekil 4.5: ZBrush Programı (Document Menüsü) Kanvas Ölçeklendirme. [Maden, 2024].	58
Şekil 4.6: ZBrush Arayüzü Görünümü. [Spencer, 2023:12].	60
Şekil 4.7: Render Menüsündeki External (Harici) Render Programının Kullanım Alanı. [Maden, 2024].	63
Şekil 4.8: Model yada Figürün Jestlerine Örnek.	66
Şekil 4.9: 3B Modelin Formu. ZBrush, Flat Render. [Maden, 2024].	67
Şekil 4.10: Örnek Olarak İnsan Figürü. [Legaspi,C. (2015). Anatomy for 3D Artists: The Essential Guide for CG Professionals. 3DTotal Publishing. Worcester, United Kingdom.].	67
Şekil 4.11: Heykel Çamuru ve Kırmızı Mum Materyali Örneği. [ZBrush, 2024].	68
Şekil 4.12: Heykel Çamuru (Kil / Clay) ve Aletler.	68
Şekil 4.13: ZModeler Fırçası Actions (Eylemler) ve Target (Hedefler). [Maden, 2024].	69
Şekil 4.14: ZModeler Fırçasının PolyGroups (Çoklu Yüzeyler) ile Çalışmasına Örnek. [Maden, 2024].	70
Şekil 4.15: ZModeler Fırçası ile Modellenmiş Bıçak. ZBrush Artist – Joseph Drust.	71
Şekil 4.16: ZBrush Programında Tool (Araç) Menüsü Altındaki Primitif Nesnelerin Gösterimi. [Maden, 2024].	72
Şekil 4.17: ZBrush Programında Tool (Araç) Menüsü Altındaki Primitif Nesnelerin Kanvas Ekranı Üzerindeki Gösterimi. [Maden, 2024].	73
Şekil 4.18: Tool Menüsü Altında Bulunan Initialize Menüsündeki Primitif Parametrik Ayarları. [Maden, 2024].	73
Şekil 4.19: Tool Menüsü Altında Bulunan Initialize Menüsündeki Primitifler..	74
Şekil 4.20: Hard Surface (Sert Yüzey) Modelleme Örnekleri.	74

Şekil 4.21: Modelin Polypaint Özelliği İle Boyanması.	75
Şekil 4.22: Modelin Polypaint Özelliği İle Boyama Aşamaları. (Pablo Munoz Gomez). ..	76
Şekil 4.23: Modelin Polypaint Özelliği İle Boyanmış Hali. (Pablo Munoz Gomez)..	76
Şekil 4.24: 3B ZBrush Logosu Üzerinde Fibermesh Uygulaması.	77
Şekil 4.25: 3B Modelin Üzerinde Fibermesh Uygulamasının Gösterimi. [Maden, 2024]..	77
Şekil 4.26: 3B Modelin Üzerinde Micromesh Uygulamasının Gösterimi. [Maden, 2024].	78
Şekil 4.27: 3B Modelin Üzerinde Micromesh Uygulamasının BPR Render Gösterimi. [Maden, 2024].	78
Şekil 4.28: 3B Modelin Üzerinde Micromesh Uygulamasının BPR Render Gösterimi. [Maden, 2024].	79
Şekil 4.29: 3B Modelin Üzerinde Maskeleme İle Göz Çukurlarının Oluşturulması.....	79
Şekil 4.30: Sol Tarafta Bulunan Bar Üzerindeki Menülerin Gösterimi. [Maden, 2024]. ...	81
Şekil 4.31: Üst Tarafta Bulunan Brush (Fırça) Penceresinin Gösterimi. [Maden, 2024]. ..	82
Şekil 4.32: Brush (Fırça) Menüsünün Gösterimi. [Maden, 2024].....	82
Şekil 4.33: Move, Scale ve Rotate Düğmeleri. [Maden, 2024].....	85
Şekil 4.34: Gizmo Aracının Model Üstünde Gösterimi. [Maden, 2024].	85
Şekil 4.35: Document Menüsü İçindeki Çözünürlük Gösterimi. [Maden, 2024].....	86
Şekil 4.36: Alt Bölümlere (SubDiv) Ayrılmış Modelin Gösterimi. [Maden, 2024].	86
Şekil 4.37: Smooth (Pürüzsüzleştirme) Fırçası Görünümü. [Maden, 2024].	87
Şekil 4.38: Smooth (Pürüzsüzleştirme) Fırçasının Yüzey Üzerinde Kullanımı. [Maden, 2024].....	87
Şekil 4.39: Relax Fırçasının Yüzey Üzerinde Kullanımı. [Maden, 2024].	88
Şekil 4.40 : MaskPen Fırçasının Yüzey Üzerinde Kullanımı. [Maden, 2024].....	89

Şekil 4.41: MaskPen (Maske) Fırçasının Görünümü. [Maden, 2024].....	89
Şekil 4.42: Maskenin Ters Çevrilmesi İşlemi CTRL+SolMB. [Maden, 2024].....	90
Şekil 4.43: Maskelenmiş Alanların Etki Dışında Kalması İşlemi. [Maden, 2024].	90
Şekil 4.44: Maske Fırçalarının Genel Görünümü. [Maden, 2024].....	91
Şekil 4.45: MaskPen ile Kullanılan Stroke ve Alfaların Gösterimi. [Maden, 2024].....	91
Şekil 4.46: MaskPen Fırçası ile Kullanılan Stroke ve Alfalar Uygulaması. [Maden, 2024].....	92
Şekil 4.47: Tool Menüsü Altında Bulunan Masking (Maskeleme) Menüsü. [Maden, 2024].....	92
Şekil 4.48: Tool Menüsü Altında Bulunan NoiseMaker Menüsü. [Maden, 2024].	94
Şekil 4.49: NoiseMaker Eklentisi İle Uygulanmış Noise (Gürültü) Örnekleri.	95
Şekil 4.50: NoiseMaker Menüsü İçinde Bulunan NoisePlug-In Arayüzü Ve Girilen Ayarlar. [Maden, 2024].	95
Şekil 4.51: NoiseMaker Menüsü İçinde Bulunan NoisePlug-In İle Verilen Değerlerin Görünümü. [Maden, 2024].	96
Şekil 4.52: NoiseMaker Menüsü Uygulanan Kürenin Nihai Sonucu. [Maden, 2024].....	96
Şekil 4.53: ZModeler Fırçası Gösterimi. [Maden, 2024].	97
Şekil 4.54: ZModeler Fırçası Point Actions Menüsü Gösterimi. [Maden, 2024].	98
Şekil 4.55: ZModeler Fırçası Edge Actions Menüsü Gösterimi. [Maden, 2024].....	98
Şekil 4.56: ZModeler Fırçası Polygon Actions Menüsü Gösterimi. [Maden, 2024].....	99
Şekil 4.57: ZBrush Plugin (Eklentiler) Menüsü / ZPlugin Gösterimi. [Maden, 2024].	100
Şekil 4.58: Ring Utility Menüsü / ZPlugin Gösterimi. [Maden, 2024].	101
Şekil 4.59: Ring Utility Menüsünde Girilen Ölçüler. [Maden, 2024].	102

Şekil 4.60: Girilen Ölçüler İle Oluşturulan Yüzük. [Maden, 2024].	102
Şekil 4.61: ZModeler Fırçası, Edge Aksiyonlarından Insert Aksiyonun İle Bölümlendirmesi. [Maden, 2024].	103
Şekil 4.62: ZModeler Fırçası, Edge Aksiyonlarından Insert Aksiyonun İle İç Halka Yüzeyi Bölümlendirmesi. [Maden, 2024].	103
Şekil 4.63: Maskeleme Fırçası ve Alfa ile Genişletilmiş Üst Kısım. [Maden, 2024].	104
Şekil 4.64: ZModeler Fırçası İle Yan Kenarlara Verilen Insert. [Maden, 2024].	104
Şekil 4.65: ZModeler Fırçası; Edge Aksiyonu Inset ile Oluşturulan Yuva. [Maden, 2024].	105
Şekil 4.66: ZModeler Fırçası; Edge Aksiyonu Insert ile Bantlara Verilen Kenar Çizgisi. [Maden, 2024].	105
Şekil 4.67: ZModeler Fırçası; Poligon Aksiyonları, Polygroup Aksiyonu Uygulanışı. [Maden, 2024].	106
Şekil 4.68: Poligon Aksiyonları, QMesh Aksiyonu, PolygroupAll Hedefi Uygulanışı. [Maden, 2024].	106
Şekil 4.69: Ring Utility, Gemstones İle Taş Eklenmesi. [Maden, 2024].	107
Şekil 4.70: Poligon Aksiyonları, Polygroup Uygulanışı. [Maden, 2024].	107
Şekil 4.71: Poligon Aksiyonları, Mask (Maske) Aksiyonu Polyloop Hedefi Uygulanışı. [Maden, 2024].	108
Şekil 4.72: Poligon Aksiyonları, Polygroup, Indet ve Qmesh Uygulanışı. [Maden, 2024].	108
Şekil 4.73: 'ROSE' Kelimesinin Yuvaya Yerleştirilmesi. [Maden, 2024].	109
Şekil 4.74: ZPlugin Menüsü Text 3D & Vector Shapes eklentisi ile 'ROSE' Kelimesi. [Maden, 2024].	109
Şekil 4.75: Geometri Menüsünden Uygulanan Micropoly Özelliği. [Maden, 2024].	110

Şekil 4.76: Materyal Menüsünden Uygulanan MAH_Shiny Materyali. [Maden, 2024]. .	110
Şekil 4.77: Render İşlemi İçin Kullanılan Harici Render Programı İle Elde Edilen Render (Pürüzsüzleştirme) İşlemi. [Maden, 2024].	111
Şekil 4.78: Canvas (Tual) Ekranına Getirilen Sphere3D Görüntüsü. [Maden, 2024].	111
Şekil 4.79: Maskeleme Fırçası ile Seçilen Alan. [Maden, 2024].	112
Şekil 4.80: Extract İşleminin Gösterilişi. [Maden, 2024].	112
Şekil 4.81: Extract ile Oluşturulan 3dMesh Tool (Araç). [Maden, 2025].	112
Şekil 4.82: Arttırılan Çözünürlük Katmanlarının Silinmesi İşlemi. [Maden, 2025].	113
Şekil 4.83: Surface Menüsü İçerisindeki NoiseMaker Uygulaması. [Maden, 2025].	113
Şekil 4.84: Render Ayar ve Ölçülendirmelerinin Girilmesi (KeyShot Render). [Maden, 2025].	113
Şekil 4.85: Final Render İşlemi. [Maden, 2025].	114
Şekil 4.86: Farklı Alfa ve Görseller ile Oluşturulan NoiseMaker Tasarımlarına Örnek. [Maden, 2025].	114
Şekil 4.87: Ekranı Getirilen Plane3D Aracı. [Maden, 2025].	115
Şekil 4.88: Maskeleme Fırçası ile Oluşturulan Motif. [Maden, 2025].	115
Şekil 4.89: Extract ile Yüzeydeki Görünüm. [Maden, 2025].	116
Şekil 4.90: Extract ile Oluşturulan 3dMesh Araç (Tool). [Maden, 2025].	116
Şekil 4.91: Ring Utility ile 16'lı Oval Taş Eklenmesi. [Maden, 2025].	117
Şekil 4.92: Subtool Menüsünden Eklenen Silindir 3d. [Maden, 2025].	117
Şekil 4.93: Boolean ile Açılan Taş Yuvası. [Maden, 2025].	117
Şekil 4.94: Taş İçin Oluşturulan Tırnaklar. [Maden, 2025].	118
Şekil 4.95: Taş Etrafında Çoğaltılan Tırnaklar. [Maden, 2025].	118

Şekil 4.96: Final Render İşlemi Yapılmış Parça Görüntüsü (KeyShot Render). [Maden, 2025].....	118
Şekil 5.1: Render Menüsü. [Maden, 2025].....	119
Şekil 5.2: LightBox Menüsü İçerisindeki Render Setleri. [Maden, 2025].....	120
Şekil 5.3: LightBox Menüsü İçerisindeki Render Setleri ile Alınan Render Görselleri. [Maden, 2024].	120
Şekil 5.4: LightBox Menüsü İçerisindeki Render Setleri ile Alınan BluePrint Render Görseli[Maden, 2024].....	120
Şekil 5.5: WaterColorInkStyle Render ile Alınan Render Görseli. [Maden, 2024].....	121
Şekil 5.6: Materyal Menüsü Görünümü. [Maden, 2024].	122
Şekil 5.7: SpotLight Menüsü Görünümü. [Maden, 2024].....	122
Şekil 5.8: External Render Gösterimi. [Maden, 2024].....	123
Şekil 6.1: 3B Baskı Teknolojileri.	125
Şekil 6.2: FDM 3B Baskı Makinesi (8 Filament Renkli).	125
Şekil 6.3: SLA 3B Baskı Makinesi.....	126
Şekil 6.4: 3B Baskı ile Elde Edilen Prototip Örnekleri.	128
Şekil 6.5: Göbeklitepe Sütun Figürleri.	130
Şekil 6.6: Plane3d Yüzey Üstüne Maskeleme Uygulaması. [Maden, 2025].....	131
Şekil 6.7: Extract Uygulaması. [Maden, 2025]	131
Şekil 6.8: Extract Uygulaması ile Elde Edilmiş 3B Parça. [Maden, 2025].....	131
Şekil 6.9: Alfa ve Fırçalar ile Model Üstüne İşlenen Motifler. [Maden, 2025]	131
Şekil 6.10: Materyal Verilerek Render Alınan Model. [Maden, 2025].....	131
Şekil 6.11: Silindir Üzerine Simetri ile Çizilen Maske. [Maden, 2025]	132

Şekil 6.12: Extract ile Oluşturulmuş Model. [Maden, 2025]	132
Şekil 6.13: Maskeleme ile Kenar Atama. [Maden, 2025]	133
Şekil 6.14: Maske Fırçası ile Motif Çizimi. [Maden, 2025].....	133
Şekil 6.15: Çizilen Alanın Kabartılması. [Maden, 2025]	134
Şekil 6.16: Modellenen Yüzüğün Render Alınmış Son Hali. [Maden, 2025].....	134
Şekil 6.17: Modellenen Kolye Ucu. [Maden, 2025].....	135
Şekil 6.18: Modellenen Yüzüğün Gold Materyal İle Render Alınmış Son Hali. [Maden, 2025].....	135
Şekil 6.19: Modellenen Yüzüğün Beyaz Altın İle Render Alınmış Son Hali. [Maden, 2025].....	136
Şekil 6.20: Modellenen Yüzüğün Render Alınmış Son Hali. [Maden, 2025].....	136
Şekil 6.21: Katmanlı Modellenen Yüzüğün Render Alınmış Son Hali. [Maden, 2025]...	137
Şekil 6.22: Katmanlanarak Bir Başka Yüzüğün Render Alınmış Son Hali. [Maden, 2025].....	137
Şekil 6.23: Modellenen Yüzüğün Render Alınmış Son Hali. [Maden, 2025].....	138
Şekil 6.24: Modellenen Yüzüğün Yüzey Dokusu Verilerek Render Alınmış Son Hali. [Maden, 2025]	138
Şekil 6.25: Ring Utility Aracı İle Kenarları Pahlanmış Yüzük. [Maden, 2025]	139
Şekil 6.26: Ring Utility Aracı İle Kenarları Pahlanmış Yüzük. [Maden, 2025]	139
Şekil 6.27: Brush Menüsü İçerisindeki Fırçalarla Oluşturulan Model. [Maden, 2025]	140
Şekil 6.28: Oluşturulan Katmanlı Modele Gümüş Materyali Uygulanışı. [Maden, 2025]	140
Şekil 6.29: RedWax Materyalin Modele Uygulanışı. [Maden, 2025].....	141
Şekil 6.30: Altın ve Beyaz Altın Materyalinin Modele Uygulanışı. [Maden, 2025]	141

Şekil 6.31: Altın Materyali ile Alınan Render. [Maden, 2025]..... 142

Şekil 6.32: Beyaz Altın Materyalin Modele Uygulanışı ve Alınan Render. [Maden, 2025]..... 142



KISALTMALAR

2B	: İki Boyut (x, y)
2D	: Two Dimensional (İki Boyut) / (x, y)
3B	: Üç Boyut (x,y,z)
3D	: Three Dimensional (Üç Boyut) / (x,y,z)
AI	Artificial Intelligence / Yapay Zeka
AR	: Augmented Reality / Arttırılmış Gerçeklik
BDT	: Bilgisayar Destekli Tasarım
BDÜ	: Bilgisayar Destekli Üretim
BDTD	: Bilgisayar Destekli Tasarım ve Dizayn
BSD	: Bilgisayar Sayısal Denetim
CAD	: Computer Aided Design / Bilgisayar Destekli Tasarım
CADD	: Computer Aided Drafting and Design / Bilgisayar Destekli Çizim ve Tasarım
CAM	: Computer Aided Manufacturing / Bilgisayar Destekli Üretim
CGI	: Computer Generated Imagery / Bilgisayarda Oluşturulmuş Görsel
CNC	: Computer Numerical Control / Bilgisayar Sayısal Denetim
NURBS	: Non-Uniform Rational B-Splines / Düzgün Olmayan Rasyonel Temelli Eğri
OBJ	: 3D Görüntü Düzenleme Uygulamaları İçin Evrensel Bir Dosya Biçimi
STL	: Strereolithography / Standard Triangle Language
UV MAP	: UV Map / UV Haritası
VR	: Visual Reality / Sanal Gerçeklik
ZPR	: ZBrush Project (File) / ZBrush Proje Dosyası

1. GİRİŞ

“Neredeyse insanla yaşıttır sanat. Bir çeşit çalışmadır. Çalışma ise insana özgü bir eylemdir...İnsan doğalı değiştirerek ona üstünlük sağlar. Çalışma doğalın değişmesidir. Doğa üzerinde büyü gücünü kullanmayı da tasarlar insan. Büyü yolu ile nesneleri değiştirmeyi, onlara yeni biçimler vermeyi kurar. Gerçeklikte çalışma neyse, insan kafasındaki bu tasarlama da odur. Ta başlangıçtan beri büyücüdür insan (Fischer, 1995: 17).

“Mücevher, yüzyıllar boyunca tılsım ve süs olarak takılan kabuklar, hayvan dişleri, saç, meyve ve çekirdekten yapılan basit süslerden başlayarak gelişim göstermiştir” (Galton, 2015: 10). Sanayi ve endüstri devriminin gelişiminin ardından hızlıca yaşanan teknoloji devrimi ve bilgisayar çağı birçok kolaylığı da beraberinde getirmiştir. Gelişen bu hızlı teknoloji takı tasarımını da diğer birçok disiplin gibi yakından etkilemiştir. Bu gelişmeler ışığında devreye giren bilgisayar destekli yazılımlar birçok alanda olduğu gibi takı tasarımı alanında da bir sürü yeniliği ve kolaylığı da sağlamıştır. Fischer (1995: 19) bu konuyla ilgili düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir:

“Sonradan gelişip insan olan insan- öncesi varlık, nesneleri tutup kavrayabileceği özel bir organı, eli, olduğu için böyle bir gelişme gösterebilmiştir. Kültürün başlıca organı, insanlaşmanın başlatıcısıdır el... Araçların kullanılmasıyla, dünyadaki türlerden biriyle geri kalan bütün türler arasında yepyeni bir ilişki düzeni çıkmıştır ortaya.”

Bilgisayar çağı, tüm sanat ve bilim disiplinlerini derinden etkileyerek köklü dönüşümlere yol açmıştır. Günümüzde teknolojinin gelişimiyle birlikte pek çok süreç hem hızlanmış hem de kolaylaşmıştır. Bu teknolojik olanaklar, tasarım ve üretim süreçlerinde önemli ölçüde pratiklik kazandırmakta; çok sayıda tasarımın ve çalışmanın kısa sürede gerçekleştirilmesine imkân tanımaktadır. Tüm bu gelişmeler, yalnızca ulaşımın değil, aynı zamanda tasarımın hız kazanmasını ve prototip üretiminin daha kısa sürede tamamlanabilmesini mümkün kılmıştır. Geleneksel olarak el ile gerçekleştirilen tasarım süreçleri, yerini daha düşük maliyetli, hızlı ve öngörülebilir sonuçlar sunan bilgisayar destekli tasarımlara bırakmıştır. Üç boyutlu (3B) modelleme araçlarının kullanımı sayesinde, tasarımlar çok daha kısa sürede ve yüksek hassasiyetle oluşturulabilmektedir. Bu gelişmelerle birlikte, geçmişte günler süren kalıp ve

model üretimi süreçleri, artık yalnızca birkaç saat içerisinde tamamlanabilen hızlı ve verimli çalışmalara dönüşmüştür.

“Bilgisayar kavramının tarihçesi, insanoğlunun hesap yapmak amacıyla icat ettiği makinelerle başlamaktadır. Bunun sebebi, gün geçtikçe artan ‘hesap yapma’ gereksinimini, elle ya da zihinsel yöntemlerle karşılayamamaları olabilir. Hesap yapma işlemini hızlandırmak için, otomatik bir mekanizmanın kullanılabileceği fikri M.Ö. 1000 yıllarına kadar dayanmaktadır. Bu yıllarda ilk kez Çinlilerin kullandığı kabul edilen Abaküs, bu anlamda ilk mekanik hesaplayıcı, dolayısıyla da bilgisayarın atası olarak görülebilir” (URL1).

Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT), farklı malzemeler, taşlar ve düzenekler ile sonsuz yapılandırma seçenekleri sunar. Tasarımlar istenildiği zaman yeniden ölçeklendirilebilir, değiştirebilir ve yeniden tasarlanabilir. Bilgisayar Destekli 3D Tasarım teknolojisi sayesinde modellenen tasarımların 3 boyutlu görüntüleri alınarak hızlı bir şekilde müşteri beğenisine sunulabilir.

Gelişen bu teknolojiler; 3 boyutlu baskı ve bilgisayar destekli 3 boyutlu tasarım programları sayesinde sadekarların kullandıkları ve kuyumculuk sektöründe kullanılan aletlerin giderek daha az kullanılır hale geldiği görülmektedir.

Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ve yeni nesil işlemci çiplerinin güçlenerek yaygınlaşması günümüz disiplinlerinde bilgisayarların kullanımının artmasını sağlamıştır. Bilgisayarların temel çalışma prensipleri içinde bulunan elektronik ve henüz bilgisayar icat edilmemişken 1850’lerde İngiliz matematikçi George Boole tarafından geliştirilmiş olan Boole Cebri’ne dayanmaktadır. Boole Cebri, temelde (1 ve 0) sayılarına dayanan sayısal bir sistemdir. Bu sistemler otomasyon ve bilgisayar sistemimizin temellerini oluşturmaktadır. *“Boole Cebri, 1850’li yıllarda matematikçi George Boole tarafından Aristo’nun mantık bilimine sembolik şekil verme isteği sonucunda ortaya çıkmıştır... Bilgisayarlarda kullanılan devrelerin tasarımı için gerekli temeli Boole Cebri oluşturur”* (URL 2).

Tüm bu hızlı gelişmeler; seri üretim ve otomasyon olmak üzere birçok alanı etkileyen bir perspektif sunmuştur. Yeni nesil “Kuantum Bilgisayar”lar ile bu sistem ve teknolojiler daha da hızlanacaktır. Modellenen tasarımların 3D (3Boyut) yazıcılar ile elde basılabilir olması birçok yeniliği de beraberinde getirmiştir (şekil 1.1).



Şekil 1.1: Boyutlu Yazıcıların Baskı Teknolojisi.

[<https://tr.techinfus.com/cifrovaya/printer/3d-cto-mozhno-napechatat.html>].

Günümüzde 3D programlar ve 3D yazıcılar sayesinde, modellenen ürünler birkaç saat içinde elle tutulur hale gelmiştir. Böylece hızlı ve maliyeti düşük tasarımlar giderek takı sektöründe önemli bir yere sahip olmaktadır. Giderek gelişen teknoloji sayesinde birçok program ve yazılım bu anlamda yerini almaktadır. Bunlar arasında; GemVision Matrix, Shapr3D, Rhinoceros, RhinoGold, Rhino Jewel, JewelCAD, 3DESIGN, DelCAM PowerShape, Monarch CAD, Blender3D, Autodesk Mudbox, ArtCAM Jewel Smith, ClayTools ve elbetteki ZBrush gelmektedir.

Bu alanda kullanılan 3 boyutlu tasarım programları içinde ZBrush, yüksek poligonlarda çalışmaya olanak sunduğu ve çeşitli fırça, efektlerle de tasarımı kişiselleştirebildiği için diğerlerinden ayrılmaktadır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde (Giriş) araştırmanın amacı, kapsamı ve önemi ortaya konulmuş; takı tasarımının tarihsel gelişimi ile, teknolojik araçların bu alandaki dönüştürücü etkisi tartışılmıştır. Ayrıca çalışmanın temel sorunsalı, yöntemsel yaklaşımı ve araştırma çerçevesi açıklanarak sonraki bölümlere zemin hazırlanmıştır. İkinci bölümde (Tasarım)

tasarım kavramı kuramsal ve tarihsel boyutlarıyla ele alınmış; grafik tasarım, iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) tasarım süreçleri ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Tasarım evrelerinin yanı sıra bilgisayar destekli tasarım (BDT) uygulamalarına ve üç boyutlu modelleme yöntemlerine yer verilmiştir. Bu kapsamda primitif, poligonal, NURBS, katı modelleme, tel kafes, yüzey ve heykel modelleme gibi yöntemler teknik bakımdan değerlendirilmiş; ayrıca topoloji (yüzey bilimi) kavramı açıklanmıştır. Üçüncü bölümde (Takı Tasarımı) takı tasarımının tarihsel bağlamı, genel nitelikleri ve estetik boyutları incelenmiştir. Dijital ortamda takı tasarımı, bilgisayar destekli süreçlerin sektöre kazandırdığı yenilikler ve tasarım aşamaları sistematik olarak ele alınmıştır. Dördüncü bölümde (ZBrush Programı Tanıtımı) ZBrush yazılımı kapsamlı biçimde tanıtılmış, kullanım alanları ve arayüz özellikleri açıklanmıştır. Programın sunduğu modelleme yöntemleri arasında dijital heykel, poligonal, sert yüzey modelleme ve doku haritalama gibi teknikler incelenmiştir. Ayrıca fırça, maske, noisemaker, ZModeler gibi araçların kullanımına değinilmiş; yüzük ve broş tasarımları üzerinden örnek uygulamalar sunulmuştur. Beşinci bölümde (Render – Pürüzsüzleştirme) ZBrush ortamında render alma süreci ve render türleri açıklanmıştır. Tasarımlara materyal atama, görsel gerçekçiliği artırma yöntemleri ve harici render uygulamaları üzerinde durulmuştur. Altıncı bölümde (3 Boyutlu Baskı – 3D Printing) üç boyutlu baskı teknolojisinin tanımı yapılmış; baskı teknikleri, dosya formatları ve baskı öncesi kontrol aşamaları ele alınmıştır. Ayrıca prototip üretim süreci açıklanmış ve ZBrush ortamında modellenmiş takı tasarımlarının üç boyutlu baskıya aktarımına yönelik örnekler verilmiştir. Sonuç bölümünde araştırma genel olarak değerlendirilmiş, elde edilen bulgular özetlenmiş ve çalışmanın takı tasarımı alanına sağladığı katkılar vurgulanmıştır. Bunun yanında, gelecekte yapılacak çalışmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

1.1 ARAŞTIRMA PROBLEMİ

Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, tasarım ve üretim süreçleri de köklü bir dönüşüm yaşamıştır. Bilgisayar destekli tasarım (BDT) ve üç boyutlu (3B) modelleme yazılımları, takı tasarımında geleneksel yöntemlerin yerini büyük ölçüde almaya başlamıştır. Ancak, takı sektöründe kullanılan yazılımlar arasında ZBrush'un diğer programlara kıyasla sunduğu olanakların yeterince araştırılmamış olması dikkat çekmektedir. Yüksek poligonlu modelleme kapasitesi, organik formları işleme imkânı ve geniş fırça seçenekleri ile ZBrush,

geleneksel ve modern tasarım anlayışlarını bir araya getirebilecek güçlü bir araçtır. Buna rağmen, takı tasarımı özelinde ZBrush'un sunduğu potansiyellerin sistematik olarak incelenmemesi, çalışmanın temel araştırma problemini oluşturmaktadır.

1.2 ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı, ZBrush programının takı tasarımı alanındaki işlevselliğini, modelleme tekniklerini ve üretim yöntemleriyle olan entegrasyonunu ortaya koymaktır. Çalışma, bilgisayar destekli üç boyutlu tasarımın takı sektörüne sağladığı hız, maliyet avantajı ve estetik çeşitliliği değerlendirirken, ZBrush'un özellikle karmaşık yüzeyler, sembolik motifler ve organik formlar üzerindeki etkinliğini uygulama örnekleri ile göstermeyi hedeflemektedir.

1.3 ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Araştırma, yalnızca ZBrush programı üzerinden yürütülen tasarım uygulamalarını kapsamaktadır. Çalışmada, bilgisayar destekli tasarımın tarihsel gelişimine değinilmiş, takı tasarımında kullanılan farklı üç boyutlu modelleme yazılımları kısaca tanıtılmıştır. Ancak uygulama süreci, yalnızca ZBrush'un sunduğu araçlar (maskeler, fırçalar, polypaint, noisemaker vb.) ve bu araçların takı tasarımına uyarlanması üzerine yoğunlaşmıştır. Araştırma kapsamında yüzük, broş ve kolye gibi farklı takı türleri modellenmiş; ayrıca Göbekli Tepe sembollerinden esinlenen kültürel motifler üzerinden deneysel uygulamalar yapılmıştır.

1.4 YÖNTEM

Araştırma kapsamında öncelikle literatür taraması yapılarak bilgisayar destekli tasarım ve üç boyutlu modellemenin takı sektöründeki yeri incelenmiştir. Daha sonra ZBrush programı kullanılarak deneysel tasarım uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte maskeleme fırçası ile yüzey detayları işlenmiş, noisemaker ile yüzey dokuları oluşturulmuş ve dijital sculpting teknikleriyle organik formlar modellenmiştir. Uygulama sürecinde çeşitli yüzük ve kolye ucu tasarımları geliştirilmiş, tasarımlar üç boyutlu baskıya uygun dosya formatlarına dönüştürülmüş ve prototip üretim aşamaları değerlendirilmiştir. Bu yöntemle, dijital tasarım sürecinden üretime geçişin işlevselliği ve pratikliği somut biçimde ortaya konmuştur.

1.5 ARAşTIRMANIN ÖNEMİ

Bu alışma, takı tasarımında dijitalleşmenin sunduğu olanakları somut uygulamalarla ortaya koyması bakımından önem taşıtmaktadır. Özellikle ZBrush programının takı tasarımında kullanılabilirliğini sistematik biçimde ele alması, literatürdeki boşluğu doldurmaktadır. Çalışma, hem akademik alana hem de sektöre katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Tasarımcılar için ZBrush'un olanaklarını tanıtıcı bir kaynak niteliği taşıtmaktadır.



2. TASARIM

Tasarım; insanın, bir probleme ya da bir ihtiyaca yönelik olan çözümü; anlayarak, pratikler yaparak ve çözüm odaklı düşünerek çeşitli yöntemler geliştirme, bulma ve bunlara cevap verme sanatıdır. Tasarım insan merkezlidir. İnsanın istek ve arzularına hitap eden yaratım ve tasarlama evresidir. Bu evre sürekli bir gelişim ve değişim içindedir. Gelişen ve değişen problemler, beraberinde değişip gelişen çözümleri de getirmektedir. Aslında tasarım sürekli değişen ve gelişen bir olgular bütünüdür. Teknoloji geliştikçe farklı pratikler ve çözümler ortaya çıkmaktadır. Gelişen bu teknoloji; tasarım ve üretim yöntemlerini de geliştirmekte, değişime uğratmaktadır. Aslında tasarım sürekli bir devinim ve evrim içindedir. Ve bu evrim içinde tasarım, insanların yaşam standartlarını arttırmaya ve kişisel isteklerini karşılamaya yarayan doğru çözümler sunmaya yönelik bir olgudur.

2.1 TASARIM NEDİR?

Sanatın doğası ve kökeni üzerine yapılan tartışmalarda, onun yalnızca estetik bir ifade biçimi değil, aynı zamanda insanın toplumsal ve bilinçsel gelişimiyle paralel bir süreç olduğu vurgulanmaktadır. Bu bağlamda Sıtkı Erinç (2013:9), sanatın ortaya çıkışını insanın birlikte yaşama bilinciyle ilişkilendirerek düşüncelerini şu cümlelerle ifade etmiştir:

“Sanata, insanlık tarihi açısından bakıldığında varlığının çok eskilere, hatta insanın birlikte yaşama bilincinin oluşmasına kadar gittiğini görürüz. İnsan en az 2 kişi; kadın ve erkek olarak birlikte, hiç olmazsa bir süre birlikte yaşamak gereksinimini duyduğundan itibaren sanatın varlığından da söz edilebilir herhalde sanatın tarihçesini ‘Mağara Resimleri’ne kadar götürmek bugün tüm sanat tarihçilerinin ortak görüşü olduğu hesaba katılırsa, mağaralarda birlikte yaşamayı akıl etmekle sanat üretmek aynı zamana rastlar denebilir. ... İnsan hiçbir şeyi amaçsız üretmemiştir, üretmez”

Tasarım hayatın her alanına yayılmış olan bir yaratım sürecidir. Hayal gücünün sınırlarını zorlayan, fikir aşamaları ve bir probleme yönelik çalışmaların bütünüdür. Tasarımı tanımlarken Bayazıt (2009: 174) şu cümlelere yer vermiştir:

“Tasarımın sözlük anlamı bir plan ya da eskizi yapmak üzere zihinde canlandırmaktadır; biçim vermek ya da üretilmek üzere zihinde canlandırılan bir plan ya da bir şeydir; bir sonucu hazırlayan adımların ortaya konulduğu zihni bir proje ya da şemadır. Tasarım

sanatta ilk eskiz: resim, bina ya da dekorasyon gibi yapılacak bir şeyin esas özelliklerini özetleyen şekil; bir sanat eserini meydana getirecek eleman ve detayların düzenlenmesi anlamına gelir. Tasarım kavramı, Türkçede bir yapı ve aygıtın kısımlarının kâğıt üzerine çizilmiş şekli anlamında kullanılan tasar kökünden türetilmiş olan tasar kavramına dayanmaktadır. Tasarı bir kimsenin yapmayı düşündüğü şey; olması veya yapılması istenen bir şeyin tasarlama sonucu zihinde aldığı biçim olarak Türkçede kullanılmaktadır. Tasarım, tasar kökünden tasar-m olarak türetilmiştir. Tasarımlarla eylemi veya zihinde canlandırılan biçimdir.”

Runes ve Schrikel (1946: 278) ise Sanat Ansiklopedisinde tasarım ile ilgili şu cümlelere yer vermiştir:

“Tasarım sözcüğünün birçok batı dilindeki karşılığı olan ‘dizayn’ (design), Latince ‘designare’ (imle gösterme) kelime kökeninden gelmektedir. Çizgilerle gösterilen basit şemalara ve kara kalem resimlere desen dendiği bilinir. Fakat aslında desen, insanın kafasındaki bir tasarım, manevi bir yapı, bir anlam dizisidir. Sözcüğün çağdaş kullanımı daha çok ‘taslak’ anlamına gelmektedir.”

Yukarıda belirtildiği gibi tasarım insanın sorgulamaya dönük en muhteşem fikir havuzudur. Her insanda farklı bir netice elde eden yaratımlar örgüsüdür. Becer (2022: 32) tasarımın tanımını şu cümleler ile ifade etmiştir:

“Tasarım; günümüzde oldukça sık kullanılan, etkileyici bir sözcüktür. Ama, ne anlama geldiği tam olarak anlaşılmaz. Tasarım; bir model, kalıp ya da süsleme yapmak değildir. Bir tasarım kendi içinde bir yapıya ve bu yapı arkasında bir planlamaya sahip olmalıdır. Bütün sanatların temelinde bir tasarım olgusu bulunmaktadır. Tasarlama eylemi, oluşturulacak yapının organizasyonu ile ilgili her türlü faaliyeti içine almaktadır.”

İnsan aslında tasarlamaya doğayı taklit ederek başlamıştır. Karşılaştığı sorunlara çözüm bulmaya odaklanmış ve bu çözümleri zihninde canlandırmaya başlayarak tasarlamıştır. Yani tasarımın ilk evi ve evresi zihindir ve her şey zihinde başlar. Kısaca tasarım; bir problemi görmekle ve bu problemin çözümünü zihinde canlandırmaktır. Heskett (2002: 9) tasarımın tanımını yaparken şu ifadelerle yer verir:

“Modern dünyanın en tuhaf ayırıcı özelliklerinden biri de tasarımın geniş ölçüde sıradan ve önemsiz bir şeye dönüştürülmesi tutumudur. Buna karşılık ciddi bir biçimde ele alınıp sorumlulukla kullanıldığında tasarımın insan çevresi için çok önemli bir güç kaynağı olacağını, bütün ayrıntıları düşünülerek uygulandığında her şeyin daha iyi ve daha güzel biçimlendirip oluşacağını ileri sürmek istiyorum”

Tasarım insana ait ne varsa hemen hemen hepsini içine alan geniş bir evrene sahiptir. Tasarım bize aittir; insana yöneliktir. Tam da burada Heskett (2002: 11) düşüncesini şu cümlelerle aktarmıştır: *“Tasarım, insanı insan yapan temel, ayırt edici niteliklerinden biridir; insan yaşamının kalitesini belirleyen olmazsa olmazlardandır. Tasarım herkesi etkiler; insanların gün boyunca yaptıkları her şeyde, her ayrıntıda onu görmek mümkündür. Böylelikle de her şeye derinden nüfuz eder.”*

Ergüven (2022:13) ise tasarımı tanımlarken şu cümlelere yer vermiştir:

“Tasarım birbirinden farklı pek çok öğenin birleşiminden oluşan bir süreçtir. Uygun bir çözüme ulaşmak için ilk aşamada problemin niteliğini ve kaynağını saptamamız, sonrasında çözümüne ilişkin öneriler sunmamız gerekir. Bir tasarım probleminin çözümü zamana ve koşullara göre değişiklik gösterebilir; çünkü tasarım, süregelen bir eylemin o an için belirlenebilen ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir öneri getirir.”

TDK’ye göre tasarımın tanımları; *“Zihinde canlandırılan biçim; tasavvur: ‘İmgeleme dayanan duysal tasarımlar, şiirinin başlıca malzemesi’ Selâhattin Hilav. Bir sanat eserinin, yapının veya teknik ürünün ilk taslağı; tasar çizim, dizayn: Kentsel tasarım. Çevre tasarımı. Bir araştırma sürecinin çeşitli dönemlerinde izlenecek yol ve işlemleri tasarlayan çerçeve; tasar çizim, dizayn. -Daha önce algılanmış olan bir nesne veya olayın bilinçte sonradan ortaya çıkan kopyası” tanımları”* şeklindedir (URL3).

İncearık (2012: 1) ise tasarımın tanımını şu cümleler ile ifade etmiştir:

“Tasarım; bir ürünün tamamının veya bir parçasının çizgi, şekil, renk, biçim, malzemenin esnekliği veya dışındaki yüzeyin süslenmesi gibi insanın duyularının algılayabileceği çeşitli unsur ve özelliklerin bir araya gelerek oluşturduğu görsel öğedir. Çok teknik bir tanım olsa da tasarımı en iyi ve en düzgün anlatan bir cümledir tasarım, aslında insanın hayatıdır

birçok insan bunun farkında değildir ya da hayat temposu nedeniyle pek dikkat edememiştir”.

Tasarımın evreni oldukça kapsamlıdır. İçinde yaşanan zamanda kullanılan araçlardan uçaklara, vapurlardan cep telefonlarına, evlere, okullara, yemek yenilen tabaktan tuzluğa, masaya, sandalyeye ve hatta yenilen tatlıya kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. *“Günlük yaşantının bir parçası haline dönüşen birçok araç-gereç, üretim süreçlerinin ardından ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, üretimde kullanılacak materyallerin ekonomik bir şekilde uygun yöntemlerle kullanıma hazır araç-gerece çevirebilme yeteneği, bir toplumun yaşam standardı üzerinde önemli etkileri bulunan bir etkidir”* (İnce, 2017: 2).

Gelişen teknoloji; tasarım evrenindeki tasarım ürünlerini de hızlıca yapılmasını sağlamaktadır. Bu gelişme süreci tasarımcıların olanaklarını geliştirdiği gibi tasarımlarını da pozitif yönde etkilemektedir. Artık daha kolay daha hızlı ve daha düşük maliyetli ürünler tasarlanıp üretime de hızlilik ve canlılık kazandırılmaktadır. Teknoloji hayal gücünü kullanarak daha kreatif tasarımlar yapılmasına olanak tanımaktadır.

Tasarımların üretim aşaması da son derece önemli bir konu olup İnce (2017: 2) üretim aşamasını şu cümleler ile ifade etmiştir:

“Üretim; materyal, insan, makine ve bu üretim unsurlarının organizasyonu ile ilgili bir süreçtir. Diğer bir ifadeyle üretim, kullanımına ihtiyaç olduğu düşünülen bir ürünün tasarımından, imalatına ve kullanılmasına kadarki işlemler zincirini kapsamaktadır. Bu noktada, ihtiyaç duyulan ve kullanımı durumunda insan yaşam kalitesini olumlu yönde etkileme potansiyeli bulunan ürünün, hammadde aşamasından kullanılan bir cisme dönüşümünde mühendislik uygulamalarının dolayısıyla mühendislerin önemli rolleri söz konusudur.”

Bilgisayarların ve bilgisayar destekli yazılımların devreye girmesiyle hızlanan tasarım süreci üretime yansımış, daha etkili sonuçlar alınmasına sebep olmuştur. *“Günümüzde yaşanan hızlı teknolojik gelişmelerle, üretim yöntemleri ve buna bağlı olarak üretimde kullanılan makinelerin, üretim sürecini hızlandıran bir etkiye sahip olduğu gözlenmektedir. Bu sayede; hızlı, girdinin çok daha etkin kullanıldığı, daha ekonomik üretim yapılması mümkün olmaktadır”* (İnce, 2017: 2).

Tasarımı Neufert şu sözlerle ifade etmiştir: *“Tasarım hiçbir zaman akademik olamaz. Eserler onları tasarlayanların tüm duyuşsal algılama yeteneklerinin rol oynadığı bir sezgisel süreçler ürünüdür”* (Neufert, 2023: 50). *“Design is to design a design to produce a design”* / *“Tasarım, bir tasarım üretmek için bir tasarım tasarlamaktır”* (Heskett, 2002: 3).

2.1.1 Grafik Tasarım Nedir?

“Tasarım, çok kesin ama aynı zamanda da karmaşık bir yapıya sahiptir. Ancak bir planlamanın olduğu yerde bir tasarım olgusundan söz edilebilir... Uygulamalı tasarım dallarını üç ana başlıkta toplamak mümkündür: Endüstri Tasarımı, Çevre Tasarımı ve Grafik Tasarım” (Becer, 2022: 32).

Sanatın tüm dallarının temelinde, yaratım süreci ve tasarım düşüncesi yer almaktadır. Tasarım, zihinsel bir etkinlik olarak başlar ve bu bağlamda teknoloji ile düşünsel gelişim süreci birbirine paralel bir biçimde ilerler. Teknolojik gelişmeler, tasarım fikirlerinin evrimini desteklerken; tasarım dünyasında ortaya çıkan yeni yaklaşımlar da teknolojik yeniliklerin doğmasına katkı sağlar. Bu etkileşim, yalnızca yeni fikirlerin ortaya çıkmasına değil, aynı zamanda farklı çözüm yollarının uygulanabilirliğinin ve sürdürülebilirliğinin de görünür hâle gelmesine olanak tanımaktadır. Bu durumu Ambrose ve Harris (2017: 12), şu şekilde ifade etmektedir:

“Grafik tasarım, pek çok alanı kapsayan görsel bir sanat disiplini. Sanat yönetimi, tipografi, sayfa düzeni, bilgi teknolojileri ve diğer yaratıcı alanları içinde barındırır. Bu çeşitlilik, tasarımcıların içerisinde uzmanlık ve odaklar edinebileceği çok parçalı bir zemin anlamına gelmektedir. ...Özellikle de dijital çağın teknolojik gelişmeleri basılı üretim süreçlerini rasyonelleştirerek bir devrim yaratmıştır.”

Ve yine Becer (2022: 33) konu hakkındaki görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

“Grafik tasarım, görsel bir iletişim sanatıdır. Birinci işlevi de bir mesaj iletmek ya da bir ürün ya da hizmeti tanıtmaktır. Grafik tasarım terimi ilk kez 20. yüzyılın ilk yarısında metal kalıplara oyularak yazılan ve çizilen ve daha sonra da çoğaltmak üzere basılan görsel malzemeler için kullanılmıştır. Teknoloji geliştikçe sadece basılı malzemeler değil; film aracılığıyla perdeye yansıtılan videoya ekrana gönderilen ve bilgisayarlar yardımıyla

üretilen görsel malzemeler de grafik tasarım kapsamı içine girmiş ve bu terimin anlamı oldukça genişlemiştir.”

Çağımızın teknolojilerini bünyesine katarak adeta evrim geçiren grafik tasarımı giderek güçlü bir rol almaktadır. Modern dünyanın içinde bulunduğu teknoloji ve bilgisayar destekli tasarımların gelişmesi görsel iletişimi ve sanatı da oldukça etkilemiştir.

“Grafik tasarım, bir mesajı görsel iletişim yoluyla hedef kitleye duyurma işlevini, güzel sanatların estetik nitelikleriyle birlikte, resim ve yazıyı birbirini tamamlayan bir düzenleme içinde kullanarak yerine getirir. Farklı dilleri konuşan insanlar arasında ortak bir iletişim dili kurmak açısından çok önemli bir işlevi olan bu tasarım dalı, iletişim medyalarında paralel olarak, her geçen gün daha büyük oranda insanın yaşamında yer almaya başlamış, günümüzdeyse dünyayı saran iletişim ağı ortamında artık çağdaş dünyanın vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir. ... topluluk halinde yaşayan insanlar kaçınılmaz bir gereksinim olan iletişim, mağara duvarlarına çizilen resim ve işaretlerle başlamıştır; bu nedenle grafik tasarım insanlık tarihi kadar eskidir. Tarih boyunca sayısız kitle iletişim gereksinimi için grafik tasarıma başvurulmuş, ancak günümüzde tarif edildiği gibi bilinçli bir tasarım etkinliğine dönüşmesi 19. yy. sonu ve 20. yy. başında oluşan sanat hareketleriyle mümkün olmuştur” (Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi,1997, Cilt 2: 702).

19. yy. sonlarındaki Endüstri Devrimi teknolojik açıdan makineleşmeyi hızlandırmış ve el sanatlarının üretimini dışlayarak seri üretime geçilmesine sebep olmuştur. *“...Bu hareketlerin tasarım sürecini başlatması ve teknolojinin basılacak malzemeyi çok ucuza mal etmesi, kitle iletişim çağını açmış ve çağdaş grafik tasarımın gelişme ortamını hazırlamıştır”* (Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, 1997, Cilt 2: 702)

Tüm bu teknolojik gelişmeler, grafik tasarım disiplini hem hızlandırmış hem de önemli ölçüde dönüştürmüştür. Tasarım süreçlerinin dijital araçlarla desteklenmesi, grafik tasarımın seri ve hızlı üretim sistemlerine entegre olmasını mümkün kılmıştır. Bu dönüşüm, grafik tasarımın yalnızca biçimsel değil, aynı zamanda toplumsal işlevi açısından da önem kazanmasına neden olmuştur. Zira grafik tasarım, teknolojinin hızlı evrimiyle birlikte gelişimini sürdürürken, aynı zamanda kitle iletişim araçlarının yaygınlaşmasına da önemli katkılar sağlamaktadır. Bu konuyu Ambrose ve Harris (2017:32) şöyle ifade etmiştir: *“Pek çok disiplin gibi grafik tasarım da teknolojiyle çeşitli düzeylerde ilintilidir. Teknoloji*

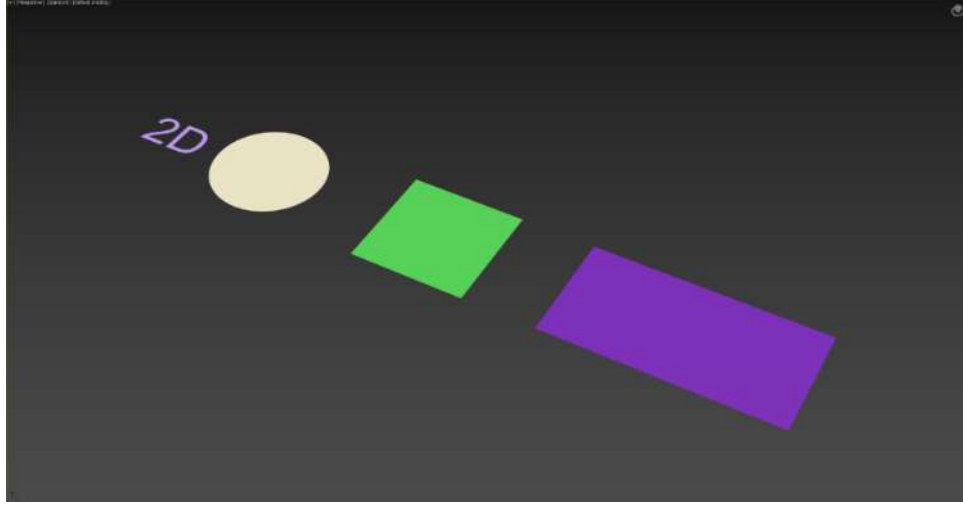
tasarımın nasıl üretildiğinin yanı sıra tarz, sanat ve toplum bağlamlarındaki gelişimleri de etkiler. Bu etkileşim tasarımın şekillendiği form olarak yansır. Ayrıca teknoloji, tasarımcıların projelerini aktarabileceği çeşitli yayın araçları da sağlar.”

2.1.2 İki Boyutlu Tasarım 2b (2d)

“Çizim 2 Boyutlu Olduğu İçin Gerçeğin Soyut bir ifadesidir. Soyutlamanın derecesi çizimin hedefi ve içeriğine bağlıdır. Perspektifler, kolajlar ve modellemeler ise gerçeği mümkün olduğu kadar ifade etme imkânı verirler” (Neufert, 2023: 22). 2 boyutlu tasarım; 2 boyutlu uzayda (x,y) eksenlerinden oluşan düzlemsel geometrik modellerdir. Bu cisimler sadece eni ve boyu olan 2 boyutlu cisimlerdir. Kartezyen koordinat sisteminde x bir birim ve y bir birim olarak bu 2 boyutlu nesneleri oluşturur. Kartezyen koordinat sistemi Fransız matematikçi Rene Descartes’in geliştirdiği ve bulduğu bir sistemdir. 2 boyut (2B) şeklinde ifade edilir. 2B; evrensel literatürde 2D şeklinde yazılır. D İngilizcede “dimension=boyut” anlamında kullanılır.

2 boyutlu nesnelerin yükseklik ve genişlik boyutları vardır ancak derinlik boyutu yoktur. 2 boyutlu tasarımlara; düz bir düzlemde oluşturulan grafik, resim, logo, broşür, illüstrasyonlar, vektörel ve piksel ağırlıklı çizimler, 2 boyutlu mimari çizimler ve 2 boyutlu çizgi filmler örnek gösterilebilir.

2 boyutlu çizimler (x,y) koordinatlarının ölçüler girilmesi ve yarıçap/çap (Radius) değerlerinin girilmesiyle oluşturulur. Bu ölçülerde 2B çizimin derinliği bulunmaz. Sadece bir genişlik ve uzunluğu vardır, dolayısıyla derinliği olmadığı için kalınlığı ya da “et” kalınlığı yoktur. Şekil 2.1’de görüldüğü gibi 2 boyutlu nesnelerin ve çizimlerin sadece eni ve boyu vardır, herhangi bir kalınlıkları yoktur, düzlemsel bir yüzeye sahiptirler.



Şekil 2.1: 2 Boyutlu Çizim Örneği.

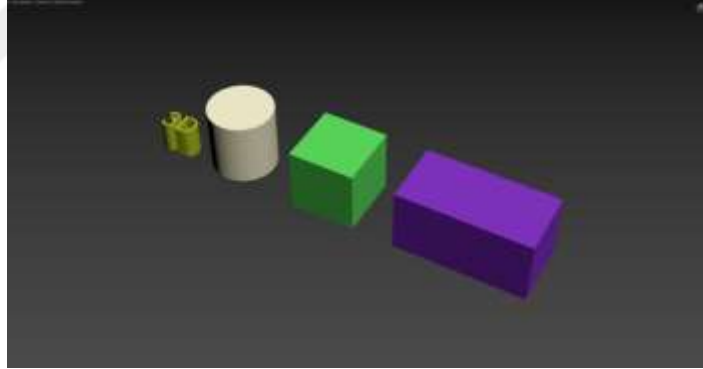
[Maden, 2024].

Tasarım yazılımlarının kullanım alanları oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu alanlar arasında grafik tasarımı, web tasarımı, animasyon, mimari projelendirme ve teknik çizim gibi disiplinler öne çıkmaktadır. Grafik tasarım bağlamında, afiş, broşür, logo, kartvizit, kurumsal kimlik, kitap kapağı tasarımları ile yönlendirme ve ikaz tabelalarının hazırlanmasında etkin biçimde kullanılmaktadır. Web tasarımı ve kullanıcı ara yüzü (UI - User Interface) geliştirme süreçlerinde ise genellikle iki boyutlu tasarımlar tercih edilmektedir. Animasyon sektöründe ise reklam filmleri, çizgi filmler ve tanıtım videoları gibi görsel içeriklerin üretiminde önemli bir rol oynamaktadır.

2 boyutlu tasarımlar sade ve basit bir yaklaşım sunarlar. Tasarım alanında daha minimalist sonuçlar verirler. Görsel iletişimde ve yaratıcılık alanlarında oldukça etkili çözümleri bünyesinde barındırırlar. Bir tasarımcı tasarımlarını yaparken kâğıt üzerine çizdiği tasarım eskizleri de aslında birer 2 boyutlu görseldir. Yani tasarım aşamalarında eskiz çizimi yapıldıysa mutlaka 2 boyutlu bir tasarım yapılmış olunur. 2 boyutlu tasarım programlarına örnek verilecek olursa Coreldraw, Macromedia Freehand, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, ArtRage, Krita, Flash, Dreamweaver, QuarkExpress vb. yazılımları gösterilebilir. 2 boyutlu şekil, 3 boyutlu formun geliştirilmesine ve aralarındaki ilişkiye uzun zamandır katkıda bulunmuştur.

2.1.3 Üç Boyutlu Tasarım 3b (3d)

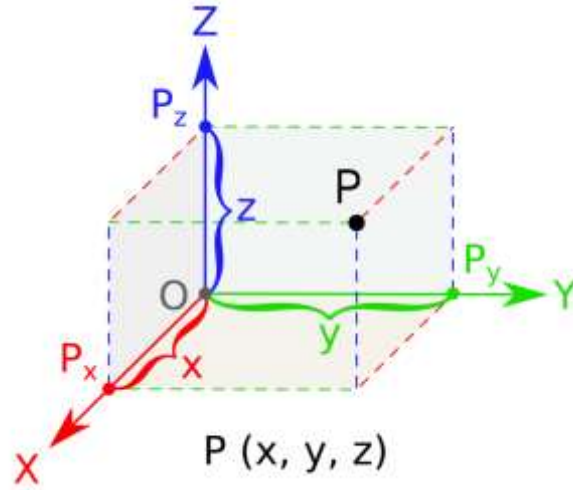
3 boyutlu tasarım; 3 boyutlu uzayda (x, y, z) eksenlerinden oluşan yüksekliği, genişliği ve derinliği olan nesnelerdir. Bu cisimleri 2 boyutlu nesnelerden ayıran özellik derinliğinin olmasıdır. İşin içine artık “z” eksenini de girmiştir. ZBrush tasarım programının başındaki Z harfi, z eksenini temsil eder. x, y, z eksenleri 3 boyutun eksenlerini ifade eder, bunlar; derinlik, yükseklik ve genişlik boyutlarıdır ve nesnelerin gerçek dünyadaki gibi 3 boyutlu görünmelerini sağlar. 3 boyutlu tasarımlar da 2 boyutlu tasarımlarda olduğu gibi yine kartezyen koordinat sistemindeki x bir birim, y bir birim ve z bir birim olarak 3 boyutlu nesneleri oluştururlar. 3 boyut (3B) şeklinde ifade edilir. 3B; evrensel literatürde 3D (Dimension / Boyut) şeklinde yazılır. 3B’nin meydana gelebilmesi için bir düzlem, 3 boyutlu bir obje (model) ve bir ışık kaynağının var olması gerekmektedir. 3 boyutlu nesneler bir modelin detaylarını, yapısını, materyallerini, rengini ve diğer birçok özelliğini 2 boyutlu nesnelerden daha detaylı verdiği için daha çok tercih edilir. Şekil 2. 2’de 3 boyutlu çizim örneği verilmiştir.



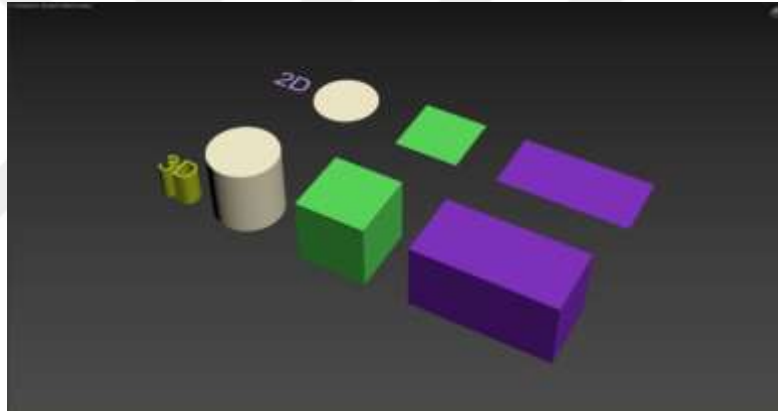
Şekil 2.2: 3 Boyutlu Çizim Örneği.

[Maden, 2024].

Kullanım alanları arasında oyun geliştirme, mimari görselleştirme, film, animasyon sektörü, endüstriyel tasarım, takı tasarımı, oyuncak ve 3 boyutlu heykel tasarımları vb. birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle ürün prototiplerinin oluşturulması ve bunların görselleştirilmesi daha gerçekçi ve görsel olarak zengin sonuçlar elde etmeyi sağlaması açısından 3 boyutlu tasarımlar oldukça önemli bir yer tutar. Her iki boyutta da (x, y, z) eksenlerinin anlatımı şekil 2.3’te gösterilmiştir.

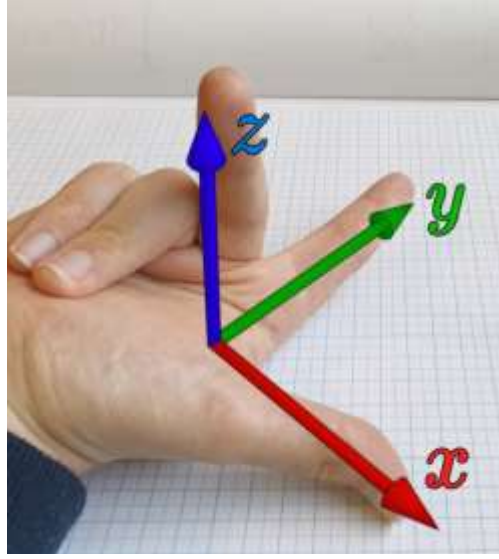


Şekil 2.3: 2 ve 3 Boyutlu Eksenlerin Anlatımı.
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/83/Coord_planes_color.svg].



Şekil 2.4: 2B ve 3B Çizim Örneği Birlikte Gösterimi.
[Maden, 2024].

2 boyutlu ve 3 boyutlu tasarımların görsel olarak anlatımı ise şekil 2.4'te yer almaktadır. 3 boyutlu eksenlerin mantığının anlaşılması için şekil 2.5'te ki görsel yardımcı olacaktır.



Şekil 2.5: 3 Boyutlu Eksenlerin Temsili Anlatımı. (x,y,z)

[https://articulatedrobotics.xyz/6-rotations_3d/].

2B ve 3B tasarım örnekleri karşılaştırılmalı olarak şekil 2.6’da gösterilmiştir.



Şekil 2.6: 2B ve 3B tasarım örnekleri.

[<https://nordic.ign.com/star-wars-the-clone-wars/34974/gallery/how-ahsoka-tano-helped-shape-the-star-wars-franchise>].

Başlıca 3 boyutlu tasarım programları arasında; Rhinoceros, Autodesk 3dsMax, Autodesk Autocad, Autodesk Maya, Blender3D, Moi3D, Maxon Cinema 4D, ArchiCAD, Chaos Vantage, RhinoGold, Marmoset Toolbag 4, Unreal Engine 5, Shapr3D vb. ve elbette ki ZBrush gelmektedir. Bunlar arasında Rhinoceros ve Autocad benzeri yazılımlar hem 2B hem de 3B tasarımlar yapılmasına olanak sağlamaktadır.

2.1.4 Tasarım Evreleri

“İyi tasarlanmış bir nesne, üzerine düşünmek zorunda kalmadığınız bir nesnedir” (Berkun, 2020: 13). Tasarım, aslında zihinde düşünülen fikirlerin “görünür kılma” sürecidir. Bu süreç; fikirlerden eskizlere, karakalem çizimlerden, 2B ya da 3B tasarımlarına kadar devam eden kronolojidedir. *“Sanatçı daima belli bir simülakrdan yola çıkar ve bu simülakr, örneğin marangozun yatağıyla onun sanatsal öngörüsü arasında konumlanmıştır. Platon buna phantasma adını verir”* (Farago, 2020: 34). *“Phantasia ve onunla aynı kökten gelen ‘phantasma’ kavramı, ‘görünür kılmak’ anlamına gelen ‘phantazein’ fiilinden türemektedir”* (Silverman, 1991: 124).

Tasarım; fikri, düşünsel başlangıç aşamalarından itibaren bir programa ve planlamaya dayalı olarak yürütülmelidir. Planlama ve programlamanın yapılması tasarım aşamalarının düzgün ilerlemesini sağlayacaktır. Bu konuda Becer (2022:32) planlamayı şu şekilde ifade etmiştir:

“Değişik disiplinlerde çalışan birçok tasarımcının mutlaka yaratıcı sanatçılar olmaları beklenmemelidir. Tasarım, çok kesin ama aynı zamanda karmaşık bir yapıya sahiptir. Ancak bir planlamanın olduğu yerde bir tasarım olgusundan söz edilebilir. Örneğin, akşam yemeği için sofraya hazırladığımız sırada bile tasarımla ilgili bazı sorulara yanıt bulmak zorunda kalırız.”

Zihinde canlandırılan bir çalışmayı; çizime, eskize ya da bilgisayarda 2B, 3B ortamına dökmeden önce konu ile ilgili ön hazırlık yapıp, bir sürece dayalı çalışmak gerekmektedir. Bu süreç ile ilgili Becer (2022: 39) şu başlıklara yer vermiştir:

“Problemin Tanımı, Bilgi Toplama, Yaratıcılık ve Buluş Süreci, Çözüm Bulma, Uygulama. ...Daha önce de belirttiğimiz gibi, yaratıcılık konusunda kesin ve şaşmaz bir formül ya da kuram yoktur. Yeniden üretme ya da taklit etme amacına yönelik çalışmalarda, geçmişteki uygulamalar örnek alınabilir, ama bu uygulamalar günümüzün yaratıcılığına öncülük edemez. Yaratıcı sürecin bu tanımlanamazlığına karşın, tasarım süreci ve temel yaklaşım biçimleri üzerine birçok şey söylenebilir. Tasarımcının bir işi üzerine almasıyla, tasarım süreci başlar. Bu süreç problemin çözümüne ve bu çözümün müşteri tarafından kabul edilip uygulanmasına kadar sürer.”

Tasarım sürecinde belli aşamalar vardır. Bu aşamalardan konuyu anlamak en önemli başlangıç noktalarından biridir. Çünkü anlayıp, kavranamayan bir problem veya konu zihinde canlandırılmaz. Bu aşamalarla ilgili olarak Kozan (2023:12) düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir:

“Tasarım aşamalı bir süreçtir ve her bir aşama birbiri ile doğrudan ya da dolaylı olarak bağlantılıdır. Tasarım süreci Anlama>Keşfetme>Üretim olarak sıralandırılabilir. Bu sürecin en başında tabii ki bir problemin varlığı mevcuttur. Problemin ortaya çıkması ile bunu anlamak, algılamak, çözüm yollarını keşfetmek ve en sonunda üretim süreçlerini gerçekleştirmek gerekecektir.”

2.2 BİLGİSAYARDA TASARIM

Bilgisayar teknolojisinin donanım ve yazılım temeli üzerinde gelişmesi, günümüzde birçok disiplini etkilediği gibi sanatı da oldukça etkilemiştir. Gelişen bilgisayar teknolojileri, sürekli olarak yeni ifade biçimleri arayışı içinde olan sanatla daha güçlü bir etkileşim içerisine girmiş; bu durum, sanat ile teknoloji arasındaki yakınlaşmayı belirgin biçimde artırmıştır. Teknoloji, günümüzde zaman, hız ve algılama biçimlerinde radikal değişimlere neden olmuştur. 20. yüzyılın son çeyreğinde, bilgisayar teknolojisi ve onu takip eden internet teknolojisi bilginin yönetimini ele geçirmiş, paylaşım ve sanatsal faaliyetlerin en yoğun var olduğu alan olarak kabul görmüştür (Sağlamtimur 2010: 215). Bilgisayarda tasarım artık teknolojik olarak zaruri hale gelmiştir. Bundan sonraki aşamalarda bilgisayar yazılımlarının ve programlarının birçoğuna yapay zeka (AI) entegre olacak ve üretilen tasarımlar, yöntemler giderek sonsuz bir değişime uğrayacaktır.

2.2.1 Bilgisayar Destekli Tasarım

İçinde bulunulan çağın teknolojik gelişim süreci; sanat ve ona bağlı tasarım disiplini de etkilemiştir. Zamanla gelişen teknoloji ve bilgisayar mimarisi, bilgisayar programlarını da hızla geliştirmektedir. Bununla birlikte; gelişen grafik tasarım ve 3 boyutlu tasarım programları, modelleme, baskı ve üretim gibi birçok evreyi de beraberinde değiştirmektedir. Tam da burada Kandinsky (2020: 29) şu sözleriyle bunu destekler niteliktedir. *“Her sanat eseri, çağının çocuğu ve çoğu zaman duygularımızın kaynağıdır. Bundan da anlaşıldığı gibi, uygarlığın her dönemi, asla tekrarlanamayacak, kendine özgü bir sanat meydana getirir.”*

Bu hızlı gelişim tasarım yapma alışkanlıklarını da evrimleştirmeye yönelik sonuçlar vermektedir. Konuyla ilgili Heskett (2017:17) şu ifadelere yer vermiştir: *“Bilgisayar ve bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişmeler yalnızca etkileşim tasarımında heyecan verici yeni olanaklar yaratmakla kalmaz, ayrıca ürünlerin ve hizmetlerin tasarlanıp üretilme biçimlerinin dönüştürülmesine, eski olanı yenisiyle değiştirmek yerine onun eksikliklerinin giderilmesine hizmet eder.”*

Teknolojideki gelişmeler, tasarımcılara yeni yollar, yeni araçlar, yeni programlar ve birçok yeniliği beraberinde getirmesi ile yepyeni ufuklar açmıştır. Tasarımcıların kullandığı bileşenler teknoloji sayesinde oldukça etkilenmiştir. Ambrose ve Harris (2017:32) teknolojik gelişmeler ve tasarım ilişkisini şu cümlelerle ifade etmiştir: *“Tasarım aynı zamanda tasarımcıya kullanabileceği yeni yaklaşımlar ve süreçler sunan teknolojik gelişmeler tarafından da biçimlendirilir. Tasarım ilkeleri farklı teknolojik evreler boyunca aktarılabilen, dönüştürülebilen ve iyileştirilen unsurlardır.”*

Eskiden beri var olan beceri ve tasarım tekniklerinin bu yeni teknolojiye ve uygulamalara uyarlayarak geliştirilmesi gerekmektedir. Günümüzde bilgisayar teknolojisinin inanılmaz bir hızla gelişmekte olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu bağlamda buna ayak uydurulması ve bu çeşitliliğin yarara/faydaya dönüştürülmesinin bir zorunluluk olduğu düşünülebilir. Eskiden elde, kalem benzeri ve yardımcı bir takım çizim aletleriyle çizilen tek boyutlu çizimler şimdi bilgisayar ortamındaki programlar ve bilgisayar teknolojisi sayesinde artık daha kolay tasarlanabilmektedir. Bilgisayar destekli tasarımlarda temelde 2 boyut ve 3 boyut tasarım sistemleri kullanılmaktadır. Artık çizim ve çizime yardımcı birçok aletin kullanımından da vazgeçilmiştir. Say (2017: 83) tasarım evrimini şu şekilde ifade etmiştir: *“Günümüzde, zihindeki yaratıcılığın üretimden önce çizimle somuta indirgenmesinde, geleneksel çizim teknikleri hemen hemen tamamen terk edilmiştir. Bununla birlikte, teknik lise ve üniversitelerin ilgili bölümlerinde, 2 ve 3 boyutlu düşünce becerisi ile el-göz koordinasyonunun geliştirilmesi amacıyla, teknik çizim masalarında geleneksel yöntemlerle çizimler, müfredatta yer almaktadır.”*

“Bilgisayar destekli çizim klasik çizimlerden oldukça farklıdır. Bu konuda 2 prensip vardır: bir çizimin her pikselinin işlendiği ve kaydedildiği piksel odaklı çizimler (modelleme ve grafik programları) ve vektör odaklı çizimler. Bu çizimlerde ise bir çizim elemanın başlangıç ve bitişi ile özellikleri kaydedilir (CAD). Burada da nesne ve mekanların 2 boyutlu olarak

çözülmesinden doğan sorunlar vardır. CAD Sadece basit çizim programları yardımıyla 2 boyutlu çizimler yapabilme imkânı sunar. 3 boyutlu modellemeler için asıl nesne odaklı programlar kullanılır ve böylece istenen kurgu 3 boyutlu olarak ifade edilir. Bu modellemeler için gereken bilgiler programların veri bankalarında bulunur. Böylece bir çizimin görülen (türü ve rengi) özelliklerine görünmeyen bilgiler eklenir (Neufert, 2023: 22).

Geleneksel çizim teknikleri artık bilgisayarların işlem ve grafik kalitesine bırakılmaya başlanmıştır. Birçok disiplindeki tasarım yaygın olarak bilgisayarlarda tasarlanmaya başlanmış, bilgisayarların hızlı ve pratik çözümlerinden faydalanılmaktadır. Örneğin mimari bir proje çizilirken; çizim masası, cetveli, gönye, cetvel, kâğıt ve ince uçlu (0.3-0.4 Rapido vb.) mürekkepli kalemler artık terk edilmiş ve bütün bunların yerini AutoCAD ve Rhinoceros benzeri “kartezyen koordinat sistemi” ile çalışan yazılımlar almıştır. Dolayısıyla maliyet ve zamandan oldukça tasarruf edilmektedir. Proje esnasında yapılan hatalar birkaç saniye içinde düzeltilebilecek duruma gelmiştir. Bu özellikler bilgisayar destekli tasarım programlarının tümü için geçerlidir. Konu ile ilgili düşüncelerini Ünsaçar ve Çoklar (2004:1) şöyle ifade ederler:

“Günümüzde pek çok tasarım işleminde yaygın bir şekilde bilgisayardan çizim aracı olarak yararlanılmaktadır. Aynı zamanda yapılan bu çizimlerin üretime dönüştürülebilmesi için de çizim programları içerisinde işlemler gerçekleştirilebilmektedir. Birbirinden farklı olarak 2 grup ön plana çıkmaktadır; çizim işlemleri ve imalata yönelik işlemler. CADD (Computer Aided Drafting and Design) veya BDTD (Bilgisayar Destekli Tasarım ve Dizayn) adından da anlaşılacağı gibi tasarımın yapılmasını kolaylaştırmak, hızlandırmak, kalitesini yükseltmek gibi amaçlara ulaşmak için çizim işleminin bilgisayar üzerinde gerçekleştirilmesidir. Bir başka ifade ile çizim yapma, yapılan çizimlerin taşınması, kopyalanması, döndürülmesi, yansıtılması, bilgisayar ekranında çizimin uzaklaştırılıp yakınlaştırılması (ölçeklendirilmesi) gibi işlemlerin tamamı temel işlemler olarak adlandırılmakta ve CADD işlemleri olarak tanımlanmaktadır.”

Bilgisayar destekli tasarımla (BDT) ilgili, dilimize çevrilirken kullanılan karşılıkları Ünsaçar ve Çoklar (2004: Önsöz) bu durumu şöyle ifade ederler: “CAD kavramı dilimize Computer Aided Design teriminin karşılığı olarak Bilgisayar Destekli tasarım (BDT) şeklinde geçmiştir. Ancak, Computer Aided Drafting (CAD) Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT)

kavramları farklı şeylerdir ve İngilizce kısaltmadaki ‘D’ harfi bu kavramların karıştırılmasına yol açmaktadır.”

Bilgisayar ortamında üretilen tasarımları, üretilebilir hale getirirken bilgisayar destekli üretimden (BDÜ) faydalanılır. İlerleyen teknolojiyle bilgisayar destekli üretim, bilgisayar destekli tasarım programları ile uyumlu hale getirilmiştir. Bu konu ile ilgili görüşlerini Ünsaçar ve Çoklar (2004: 1) şöyle ifade etmişlerdir:

“CAM (Computer Aided Manufacturing) veya BDÜ (Bilgisayar Destekli Üretim) ise üretim işleminde bilgisayardan faydalanılması anlamına gelmektedir. CADD ile yapılan çizimlerin doğrudan üretimde kullanılması mümkün değildir. Özellikle CNC (Computer Numerical Control – BSD Bilgisayar Sayısal Denetim) takım tezgahların yaygınlaşması ile seri üretimde artan talep, kişisel bilgisayar üzerinden tasarımları ve CADD programlarının yapılan tasarımları işleyerek doğrudan bu tezgâha bilgileri aktaran bilmesini gündeme getirmiş ve CADD çizim programları günümüzde bu işlemleri de yerine getirebilecek CAM destekli hale gelmiştir.”

Teknolojinin geldiği nokta, insanlık tarihindeki en hızlı ve kapsamlı dönüşümlerden birini temsil etmekte, birçok alanda çığır açıcı yeniliklerin önünü açmaktadır. Günümüzde gelişen sanal 3B ortam; AR / VR teknolojileri ve Metaverse evreni artık tasarımları gerçek dünyada ve sanal ortamda aynı anda 3 boyutlu tasarlama imkanı sunmaktadır. Artırılmış Gerçeklik (AR /Augmented Reality) ve Sanal Gerçeklik (VR / Virtual Reality) teknoloji dünyasına güçlü bir giriş yapmıştır. Artık bu aşamadan sonra tasarımlar hem sanal hem gerçek dünya arasında tasarlanmaya başlanacaktır. Yani evlerin salonunda, koltukta otururken hem televizyon izleyip hem de oturulan yerde 3 boyutlu bir nesneyi odanın içinde tasarlama ve modelleme imkânı vardır. Günümüzde artık tasarlanan bir yüzüğü parmakta, tasarlanan bir bardağı ise masanın üstünde gerçek ve eş zamanlı görebilecek teknolojik noktaya gelinmiştir.

2.2.2 Üç Boyutlu Modelleme

“3B tasarım, 3 boyutlu bir nesnenin veya şeklin matematiksel bir temsilini oluşturmak için yazılım kullanma sürecidir. Oluşturulan nesneye 3B model denir ve bu 3 boyutlu modeller bilgisayarda oluşturulmuş (CG) tasarımlar için kullanılır. 3B tasarım sanatçıların fikirlerini

şekillendirmesine, iletmesine, belgelemesine, analiz etmesine ve paylaşmasına yardımcı olmak amacıyla çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır” (URL 4).

3 boyutlu veya CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) yazılımları sayesinde; gerçek dünyadaki herhangi bir nesnenin 3 boyutlu olarak dijital dünyada bilgisayar ortamında oluşturulmasına 3B (3D) modelleme denir. 3 boyutlu modelleme giderek artan sayıda disiplinde birçok görevi yerine getirmektedir. Sanattan tasarıma, tasarımdan mimariye ve mimariden sağlığa kadar daha sayılamaz birçok alanda kullanılmaktadır. Şöyle ki; bir diş hekiminin polikliniğinde bile 3 boyutlu modellenmiş bir diş artık hastalara takılabilmektedir. Badler ve Glassner (1997: 1) 3B modellemeyi tanımlarken şu ifadelerle yer vermiştir:

“Bilgisayarda oluşturulan her 3D görüntü üç temel bileşene ihtiyaç duymaktadır: Bir 3D sahne, bir veya daha fazla ışık kaynağı ve bakış açısı ya da kamera. Sahne, birden daha fazla model veya 3D yapılar barındıran alan olarak tanımlanmaktadır. Bir 3D model, bağımsız bir parça olarak düşünülebilir. Bir 3D sahne oluşturmak için birçok 3D model oluşturulur ve ardından bunlar bir araya getirilir. Her model, iki açıklama içermektedir. Şeklin yapısı ve bu şeklin nasıl görüneceğini bulmak için ise sahneyi aydınlatan bir ışık kaynağının olması gerekmektedir.”

Bir nesne ya da şekil modellerken; (x,y,z) bileşenli 3B bir düzlem (sahne), bu düzlemde oluşturulacak (x,y,z) formlar, bir ışık kaynağı ve kameraya ihtiyaç vardır. Kullanım alanı oldukça geniş olan 3 boyutlu modelleme, imalatı yapılacak herhangi bir ürünün 3 boyutlu modelinden, ya da mimaride inşaatı yapılacak bir restoran, ev, villa benzeri bir yapının 3 boyutlu modelinin yapılmasına kadar geniş bir yelpazeye sahiptir. Her bir sektör ve disiplin için farklı 3 boyutlu modelleme programları geliştirilmiştir. Bu konuda Axelsson (2013: 8-14) şöyle ifade etmiştir: *“Günümüz teknolojisi ile farklı 3D modelleri birçok farklı şekilde ve farklı yazılımlar kullanarak yönetebilirsiniz. 3D ürünleri için yaygın olarak kullanılan yazılımlar, dijital heykeller için Autodesk Maya ve Pixologic ZBrush olabilir.”*

3 boyutlu modellemenin tanımını Vaughan (2012:22) de şu cümlelerle ifade etmiştir:

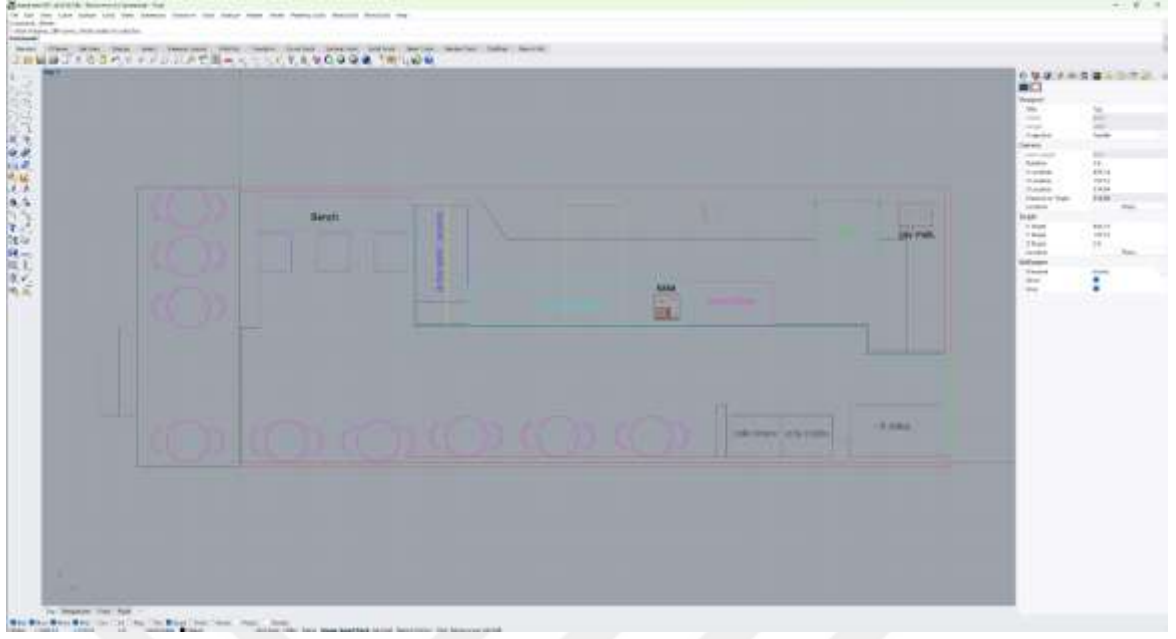
“Dijital modelleme, bir nesnenin üç boyutlu şeklinin matematiksel bir temsiliyi oluşturma sürecidir. Bu sürecin sonucu, sektörde 3D model veya 3D mesh olarak bilinen şeydir. (...) Basitçe söylemek gerekirse, dijital modelleme 3D modellemedir. Manuel veya otomatik

olarak bir 3D model oluşturabilirsiniz. Dijital modellemenin en yaygın kaynakları sanatçılar veya teknisyenler tarafından oluşturulan modellerdir.”

3 boyutlu modelleme birçok alana kolaylık ve yenilik getirmiştir. Bu alanlar arasında başlıca sayılabilecek sektörler; oyun, sinema, heykel, mimari, grafik, fotoğraf, oyuncak, endüstriyel tasarım, kuyumculuk, jeoloji, tıp ve daha birçok alanda kullanılmaktadır. Her disiplin ve sektör için kullanılan 3 boyutlu modelleme yazılımları ve temel çalışma prensipleri farklılıklar göstermektedir. Her alan kendi içinde farklı çizim ve modelleme prensiplerini kullanmaktadır. Önümüzdeki süreçte AR (Arttırılmış Gerçeklik) ve VR (Sanal Gerçeklik) yazılımlarıyla; sanal gözlük kullanarak 3 boyutlu modelleme farklı bir sürece girecektir. Burada bahsedilen 3 boyutlu bilgisayar ortamında modellenen ürünün gerçek dünyada eş zamanlı görünümünün elde edilmesidir. Yani tasarlanan kıyafeti kişi üstünde görebilecek, bir yüzük tasarlandığında da gerçek ve sanal dünya birleşimiyle birlikte modellenen o yüzüğünün parmakta nasıl duracağına bakılabilecektir. 3 boyutlu modelleme günümüzde hayatın her alanına yayılmış ve artık bir zorunluluk halini almıştır.

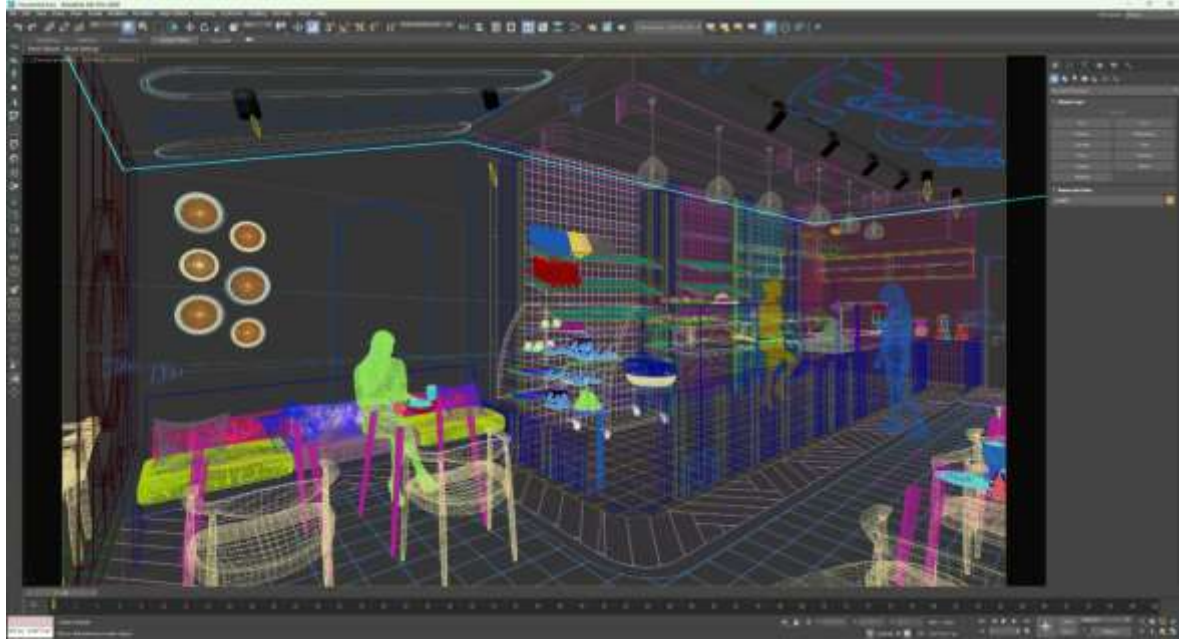
2.2.3 Üç Boyutlu Modelleme Programları

Bilgisayar destekli 3 boyutlu tasarım kendi içinde birçok türe ayrılmaktadır. Bu türlerin disiplinlere göre farklı kullanım alanları ve amaçları vardır. Her birinin çalışma prensibi ve anlayışı farklıdır. Kullanacağımız alana yönelik birçok yazılım mevcuttur. Mimari bir proje çizerken; Autodesk AutoCad ve Autodesk 3dsMax gibi yazılımlara ihtiyaç duyarken, 3 boyutlu animasyonda Autodesk Maya veya Blender3D gibi farklı programlara ihtiyaç duyarız. Autodesk 3dsMax programında tasarlanmış 3 boyutlu mimari tasarım, görsel olarak şekil 2.7-2.8 ve 2.9’da aşamalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.7: 2B Mimari Plan Çizimi – Rhinoceros (Yerleşim Planı).

[Maden, 2022].



Şekil 2.8: 3B Mimari Görselleştirme- Autodesk 3dsMax (Wireframe).

[Maden, 2022].



Şekil 2.9: 3B Mimari Görselleştirme- Autodesk 3dsMax (Render).

[Maden, 2022].

Bilgisayar destekli 3 boyutlu modellemede kullanılan başlıca programlar şunlardır: Autodesk AutoCad, ArchiCAD, Autodesk 3dsMax, Autodesk Maya, SideFX Houdini, Autodesk Mudbox, Autodesk Revit, Dassault Systemes CATIA, SolidWorks, Blender 3D, Rhinoceros, Gemvision Matrix, RhinoGold, ChaosVantage, Unreal Engine, Modo, Moi3D, Shapr3D, Maxon Cinema4D ve ZBrush sayılabilir.

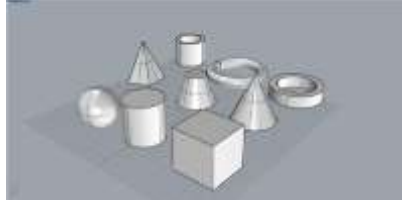
2.2.4 Üç Boyutlu Modelleme Türleri

3 boyutlu modelleme matematiksel verilere dayalıdır, kullanım alanları farklılık göstermekle birlikte kullanıcılar ve tasarımcılar modelleme türleri arasında çok sayıdaki teknikten birini modelleme için seçebilmektedirler. Bu alanda birçok yazılım vardır. Bu yazılımlar farklı karmaşık algoritmalar ve çalışma prensipleriyle farklılıklar göstermektedir. Kullanıcıların sektör ve amaca yönelik programları kullanıp, anlayabilmesi için temel 3 boyutlu modelleme türlerini bilmeleri gerekmektedir. Bu yazılımlarla ilgili internette yüzlerce içerik, konuya rehberlik edecek eğitim ve eğitim videoları bulmak mümkündür. Teknolojik gelişmeler birçok 3B modelleme tekniğini zaman içinde geliştirmektedir. Temelde 4 ana yöntem ve buna bağlı diğer yöntemler vardır. 3B modelleme yöntemleri arasında başlıcaları (URL5):

- a. Primitive Modeling / İlkel Modelleme
- b. Polygonal Modeling / Poligonal (Çokgen) Modelleme
- c. Rational B-Spline Modeling / Rasyonel B-Spline (Eğri) Modelleme
- d. Non-Uniform Rational Basis Spline (NURBS) – Düzgün Olmayan Rasyonel Temelli Eğriler
- e. Solid Modeling / Katı Modelleme
- f. Wireframe Modeling / Tel Kafes Modelleme
- g. Surface Modeling / Yüzey Modelleme
- h. Sculpting Modeling / Heykel (Yontu) Modelleme

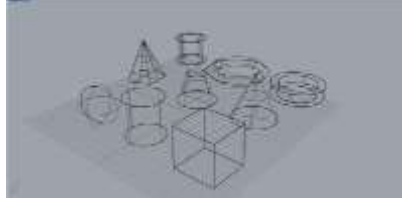
2.2.4.1 Primitif (İlkel) modelleme

Primitif (ilkel) modelleme, istenilen formları ve şekilleri bir araya getirirken kullanılan geometrideki temel (ilkel) formlardan ve bu formların varyasyonlarından yola çıkar (URL5). Bu formlar arasında küp, küre, silindir, koni, dikdörtgen prizma, yüzey, halka ve çember gibi temel (ilkel/primitif) geometrik formlar kullanılmaktadır. Neredeyse tüm modelleme paketlerinde ve programlarında bu ilkel (primitif) objeler çok sayıda bulunmaktadır. Bu 3B şekillerin, ilkel diye ifade edilmesinin nedeni 3 boyutlu modellemenin en basit formları oluşundandır. Özünde her obje ve nesnenin fiziksel, geometrik bir formu vardır. Örneğin; bir insan kafası küpten oyulmuş bir küre formudur. 3 boyutlu modellemenin bu türünde temel, basit şekillerden türevli formların elde edilmesi mantığı bulunmaktadır. Primitif modellemede genellikle şekilleri, formları ve ana hatları oluştururken temel olarak Boolean işlemleri kullanılmaktadır. Boolean işlemleri, 3 boyutlu yüzeyi ve şekilleri oluştururken kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir. Modelleme sürecinde herhangi bir nesneyi oluştururken Boolean işlemlerinin birleştirilme, çıkarma, birbirinden çıkarma ve 2 objenin kesişim noktasındaki çıkarma özellikleri de tasarımcılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Primitif objelere örnek şekil 2.10 ve 2.11’de gösterilmiştir.



Şekil 2.10: Primitif Objeler- Rhinoceros (Shaded Wiev).

[Maden, 2024].

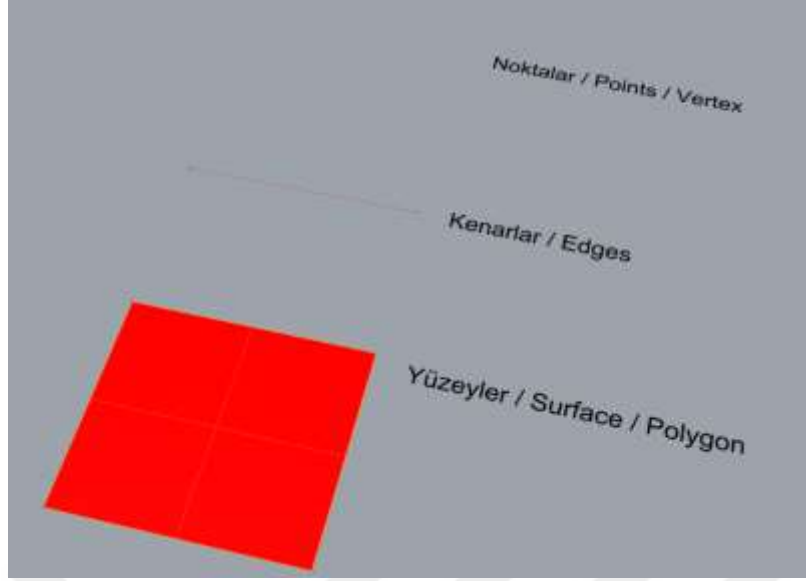


Şekil 2.11: Primitif Objeler- Rhinoceros (Wireframe Wiev).

[Maden, 2024].

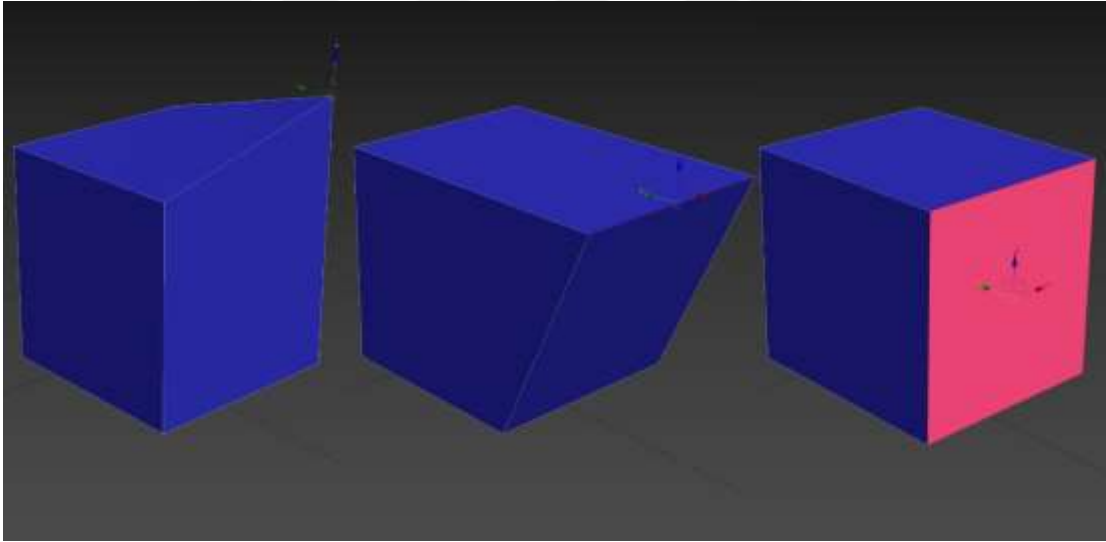
2.2.4.2 Poligonal (Çokgen) modelleme

Poligon modelleme şekil (shape) ve yüzeyleri (surfaces) tanımlamak için X, Y ve Z koordinatlarıyla çalışarak, farklı yüzeyleri bir şekil veya modelde birleştirerek oluşturulan ana formlardır (URL 5). Bu modelleme yöntemini anlamak için öncelikle poligon mantığını kavramak gerekir. Poligonlar, nokta (vertex,point), kenar (edge) ve yüzeylerden (surface) oluşur. Noktalar poligonların en küçük ve en temel yapı birimidir. Her bir nokta 3B uzayda (düzlemde) bulunur ve XYZ koordinatlarına göre konumlanır. Noktaların; boyutu, genişliği, derinliği ve hacmi yoktur. Kenarlar; 2 nokta arasındaki çizgiyi oluşturur. Bir poligonun poligon olabilmesi için en az 3 kenara ihtiyacı vardır. Kenarlar birleşip üçgenleri, dörtgenleri ve diğer ngon poligonları oluştururlar. Yüzeyler; noktalar ve kenarların birleşiminden oluşurlar. Böylelikle bu 3 bileşen bir araya gelerek poligonu oluştururlar. Bütünü oluşturan her bir parça XYZ koordinatlarıyla şekil ve yerini konumlandırır. Poligon görünümü şekil 2.12’de gösterilmiştir. Poligonlar primitif objeler üzerinde şekil 2.13’te gösterildiği gibi hareket (move) ettirilip, değiştirilebilir (edit). Bu tip objelere kutu (box) modelleme de denilmektedir. Poligon modeller; genelde yüzey/yüz olarak adlandırıldıkları gibi coğrafi ve 3 boyutlu bir modelin veya bir nesnenin yüzey bilgisini tanımlayan metrik şekillerdir.



Şekil 2.12: Temel Poligon Mantığı- Rhinoceros (Shaded Wiew).

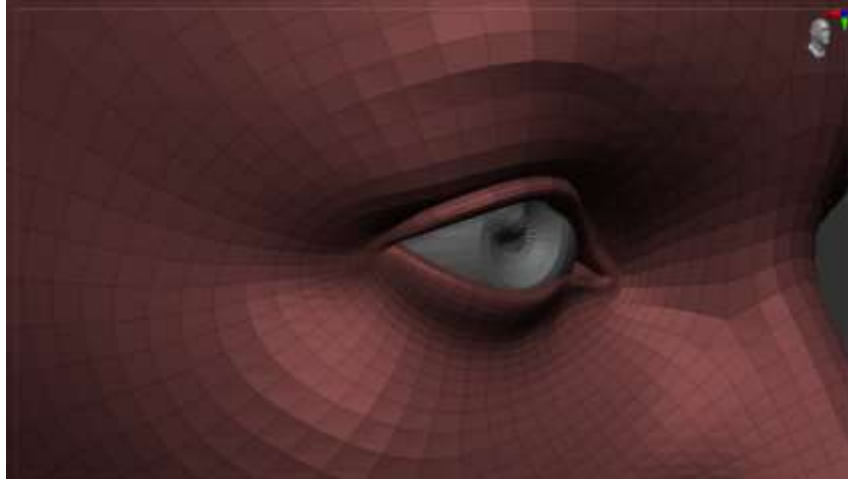
[Maden, 2024].



Şekil 2.13: Temel Poligon Mantığı- 3dsMax (Shading).

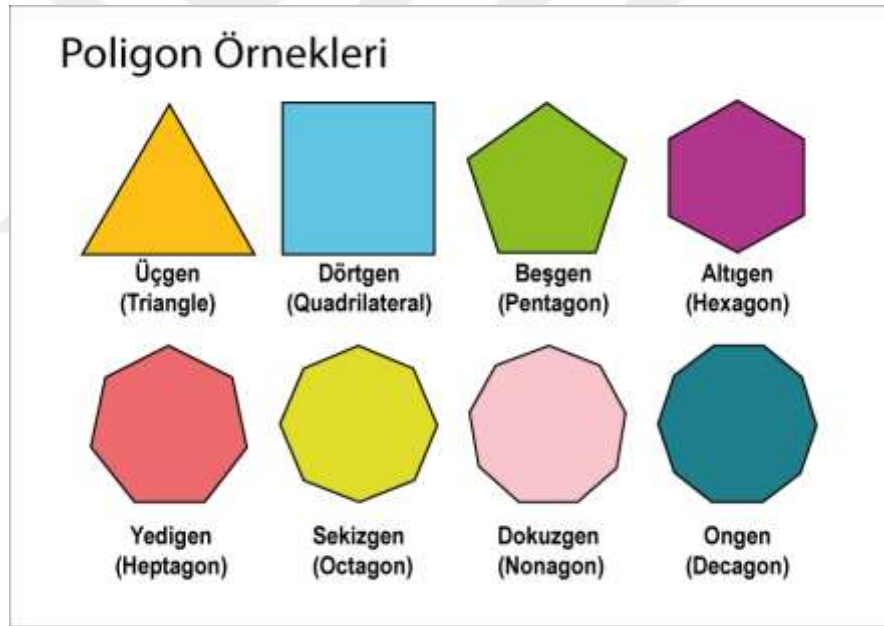
[Maden, 2024].

Poligon; İngilizcede yazılan şekliyle Polygon burada Poly (çoklu), Gon (gen) yani kısaca ‘Çokgen’ tanımını alarak kullanılmaktadır. Poligonlar (Çokgenler), bir 3B nesneyi render ettiğinizde gerçekte gördüğünüz şeydir. 3B bir nesne render edildiğinde gerçekte görülen modelin içinde var olan yüzlerce veya binlerce poligondan oluşur. (Vaughan 2011: 128) Konuyla ilgili olarak şekil 2.14’e bakılabilir.



Şekil 2.14: Poligonlardan Oluşan Model- ZBrush (Wireframe).
[Maden, 2024].

Temel poligon formları şekil 2. 15’te gösterilmiştir.



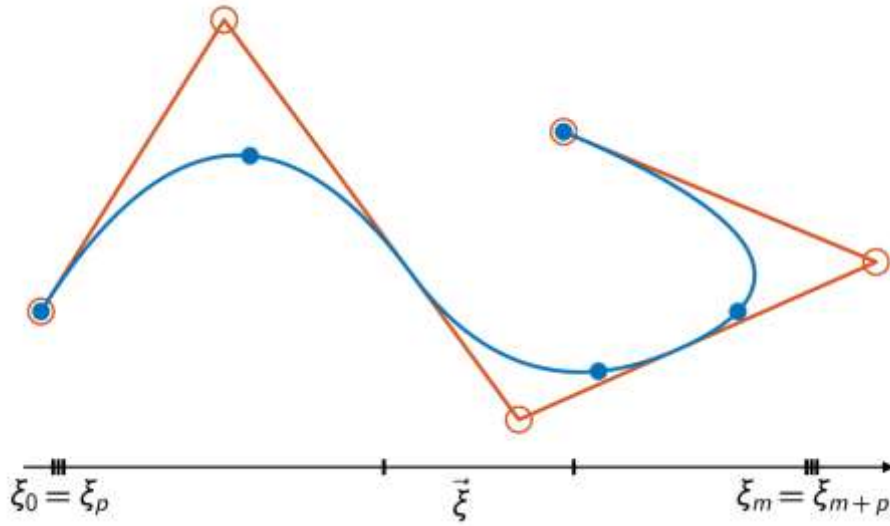
Şekil 2.15: Temel Poligon Formları -Illustrator (2D View).
[Maden, 2024].

Poligonlar (çokgenler) bazen poli (poly), yüz (face), yüzey (surface) diye de adlandırılır. Poligon sayısını tasarımcılar daima mümkün oldukça az poligon kullanmaya çalışmalıdır. Modelin formunun doğruluğunu mümkün olduğunca az poligon kullanarak yapmaya çalışılmalıdır. Kısaca söylemek gerekirse optimize edilmiş minimum poligon sayısı kullanmak oldukça önemli bir noktadır. Burada dikkat edilmesi gereken modelin formunun

bozulmamasıdır. Poligon sayısı arttıkça megabyte (mb) türünden dosyanın boyutu da artacaktır.

2.2.4.3 Rasyonel B-Spline (Eğri) modelleme

B-spline'lar ifade olarak ilk kez Amerikalı matematikçi I.J. Schoenberg'in 1946'da yayınladığı eşit uzaklıklı eğrilerin yaklaştırılmasına ilişkin makalesinde ortaya atılmıştır (Boor 1976: 2). Schoenberg'in B-spline'lar ile ilgili görüşü matematikte spline; polinomlarla parça parça tanımlanan bir fonksiyondur. Bilgisayar destekli tasarım (BDT/CAD) ve bilgisayar grafik tasarımında spline matematiğe göre daha çok parametrik veya parçalı polinom eğriyi ifade etmektedir. Spline'lar; rasyonel (düzgün) olan (RBS) ve rasyonel (düzgün) olmayan (NURBS) olmak üzere ikiye ayrılır. B-Spline eğrileri şekil 2.16'da gösterilmiştir.



Şekil 2.16: B-Spline Eğrileri – (2D View).

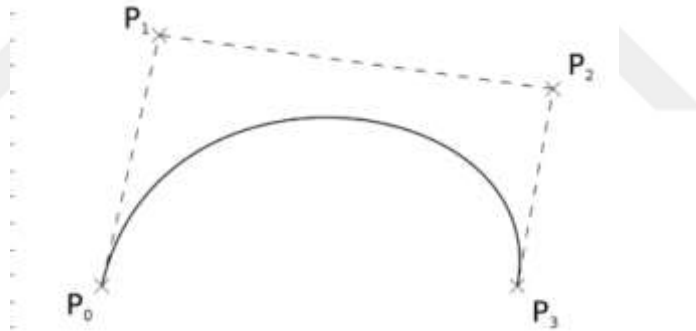
[<https://bsplines.org/flavors-and-types-of-b-splines/>].

3B modellemede; geometrik formların birleştirilmesinde, oluşturulmasında ve birbirleriyle ilişkilendirilmesinde en çok kullanılan en yaygın modelleme tekniğidir. Tasarımcılar her bir şeklin boyutlarını oluşturarak ve poligonları büküp, kavislendirerek 3 boyutlu formları elde ederler. Konu ile ilgili Yükselen (2018: 1) şu şekilde ifade etmiştir:

“Bezier eğrileri ve B-spline eğrileri bilgisayar grafiklerinde ve Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) uygulamalarında çok kullanılmaktadır. B-spline eğrileri sadece bir grup veri noktası

için tanımlanan fonksiyonların sayısal türev ve integrasyonu için kullanılır. Bu iki tip eğri gerçek interpolasyon spline'ları değildir. Zira bu eğriler normal olarak bütün veri noktalarından geçmez. Bu bağlamda bu eğriler en-küçük kareler eğrileriyle benzerlik gösterirler. Bununla birlikte Bezier eğrileri ve B-spline eğrileri veri noktalarının belirlediği poligon dahilinde kalma özelliğine sahiptirler. Ayrıca bu spline eğrileri güzel bir geometrik özelliğe sahiptirler ki, noktalardan biri değiştirildiğinde eğrinin sadece bir kısmı değişerek yerel bir etki görülür.”

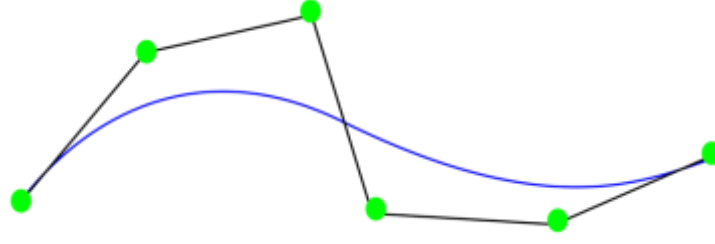
Bezier eğrileri 1960'larda Fransız otomobil firması Renault için çalışan ve yine bir Fransız olan matematikçi Pierre Bezier tarafından otomobillerin kaporta yüzeylerinde az sayıda parametre kullanılarak değiştirilebilen eğrilerin tanımlanması adına geliştirilmiş ve adını da buradan almıştır. Bezier eğrileri şekil 2.17'de gösterildiği gibidir. Bezier eğrileri otomotiv tasarımının yanı sıra birçok farklı alanda da kullanılmaktadır. 3B modellemede, grafik tasarımda, yazı fontları, 2B tasarım çizimlerinde, animasyonlarda ve daha birçok alanda kullanılmaktadır.



Şekil 2.17: Bezier Eğrileri- (2D View).

[<https://discourse.mcneel.com/t/get-curve-from-equation-and-vice-versa/115949/5>].

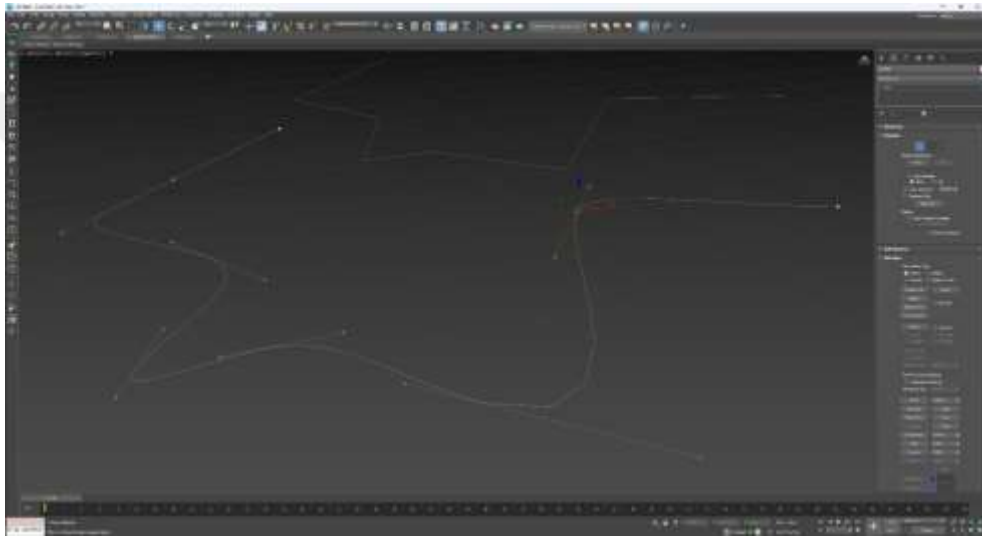
Bezier eğrileri ve B-Spline eğrileri, matematiksel modellemeye dayalı parametrik eğrilerdir ve bilgisayar grafikleri, CAD (bilgisayar destekli tasarım) ve diğer alanlarda yaygın olarak kullanılırlar. Bezier eğrileri, noktalar arasında geçen eğrilerdir. İki nokta arasındaki eğriyi tanımlamak için kontrol noktaları kullanılır. B-Spline eğrileri, Bezier eğrilerinin bir genellemesi olarak kabul edilir ve daha fazla esneklik sunar. B-Spline'daki B (Base) Baz, Temel anlamına gelmektedir. Şekil 2.18'de B-Spline eğrileri gösterilmiştir.



Şekil 2.18: B-Spline Eğrileri- (2D View).

[<https://discourse.mcneel.com/t/get-curve-from-equation-and-vice-versa/115949/5>].

Bezier eğrilerinin Autodesk 3dsMax programında kullanımı şekil 2. 19’da gösterilmiştir.



Şekil 2.19: Düz Çizgilerin Bezier’e Çevrilmesi -Autodesk 3dsMax (Edged Faces).

[Maden, 2024].

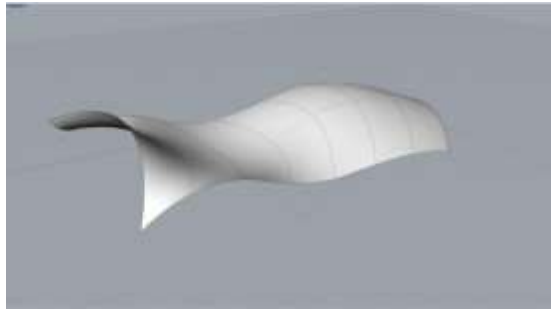
2.2.4.4 Düzgün olmayan rasyonel temelli eğriler (Non-uniform rational basis spline nurbs)

“Matematiksel temsil kabiliyeti açısından en başarılı yöntemlerden biri olan B-spline eğrilerinin tek dezavantajı daire, elips gibi konik şekilleri temsil etmedeki yetersizlikleridir. Versprille B-spline eğrilerinin bu dezavantajını gidermek üzere üniform olmayan rasyonel B-spline eğrilerini (NURBS) önermiş ve Bilgisayar Destekli Geometrik Dizayn alanındaki ilk uygulamaları gerçekleştirmiştir. NURBS eğrilerinin rasyonel olmayan B-spline eğrilerine göre en büyük avantajı, bilgisayar destekli dizayn ortamında karşılaşılabilecek tüm analitik şekilleri (çember, elips, yay) temsil edebilme kabiliyetidir.” (Kırdar, 2021: 287).

NURBS Modelleme tekniği endüstriyel alanlarda, otomotiv sektöründe ve takı tasarımında yaygın olarak kullanılmaktadır. NURBS ağının kenarı, köşesi veya yüzü yoktur. Tasarımcılar ve modelleyiciler, spline'lar arasına bir ağ yerleştirerek konsepti geliştirebilirler. Düzgün olmayan rasyonel Bezier-spline'lar (NURBS), bir çizimin görünümünde ahengi sağlamak ve bağı bir dizi bağlantılı eğri ile tanımlanan pürüzsüz yüzeylerdir.

“Rasyonel kelimesinin zıt anlamlısı rasyonel olmayan kelimesidir. Rasyonel olmayan B-spline'lar rasyonel B-spline'ların özel bir durumudur, tıpkı tekdüze B-spline'ların tekdüze olmayan B-spline'ların özel bir durumu olması gibi. Bu nedenle, düzgün olmayan rasyonel B-spline'lar neredeyse tüm diğer olası 3B şekil tanımlarını kapsar. Düzgün olmayan rasyonel B-spline biraz ağız dolusu bir ifadedir ve bu nedenle genellikle NURBS olarak kısaltılır” (URL 6).

Sert olmayan yumuşatılmış köşeleri ile organik formları oluşturmak için en doğru seçimlerden biri NURBS modellemedir. Serbestçe oluşturulan yüzeylerinden dolayı modelleme açısından tasarımcıları oldukça etkilemektedir. Birçok programda kullanılmaktadır. Genelde Loft, Sweep, Sweep Profile ve Revolve gibi komutlarla kullanılmaktadır. En çok kullanıldığı yaygın programlar arasında Rhinoceros, 3ds Max, Autodesk Maya ve yine Rhino tabanlı Matrix programları sayılabilir. Rhinoceros programındaki loft komutu kullanımı şekil 2.20'de gösterilmiştir.

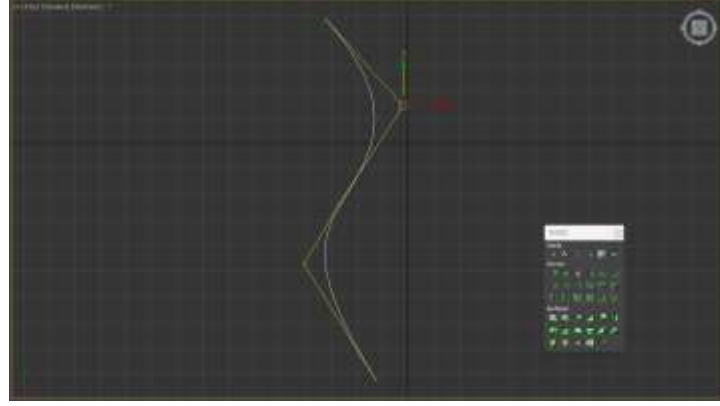


Şekil 2.20: NURBS Eğrileri / Loft Komutu Uygulaması -Rhinoceros (Wireframe).

[Maden, 2024].

Tasarımcılar eğriyi 3B bir alanda çizer ve şekil 2.20-2.21 ve 2.22' de görüldüğü gibi bir dizi tutamaçtan oluşan kontrol köşelerini, kontrol noktalarını hareket ettirerek formların yüzeylerini düzenleyebilirler. NURBS modelleme; en yaygın ve en çok kullanılan 3 boyutlu modelleme tekniklerinden biridir. NURBS eğrileri Şekil 2.21'de curve (eğri) olarak

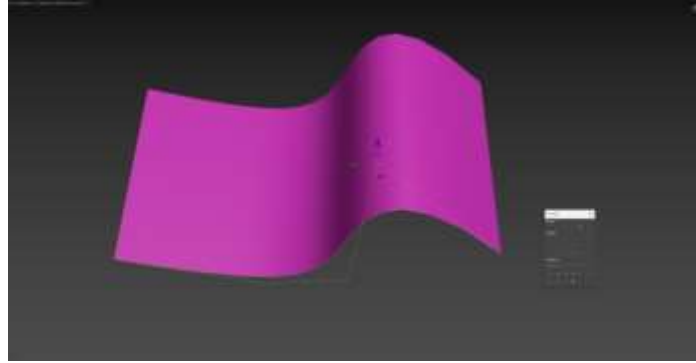
gösterilmiştir. Çizilen NURBS eğrisine (curve) şekil 2.22’de NURBS panelinden Extrude Surface Modifier’ı ile kalınlık verilmiştir.



Şekil 2.21: NURBS Eğrileri (Curve) -Autodesk 3dsMax (Wireframe).

[Maden, 2024].

“NURBS eğrileri olarak da adlandırılan NURBS, NURBS yüzeyleri oluşturmak için kullanılabilir. NURBS yüzeyleri, yüksek derecede doğrulukla son derece geniş bir geometri dizisi oluşturacak şekilde uyarlanabilir. NURBS hem standart geometrileri hem de serbest biçimli geometrileri modellemek için kullanılabilir; ancak, çokgenler ve kafesler kullanılarak oluşturulan yönlü modellerin aksine, gerekli bilgi miktarı daha azdır; bu nedenle, NURBS daha hızlı işlenebilir.” (Cantrell, Yates 2012: 92)



Şekil 2.22: NURBS Eğrileri Extrude Surface -Autodesk 3dsMax (Shading).

[Maden, 2024].

“NURBS, Non-Uniform Rational B-Splines, basit bir 2D çizgi, daire, yay veya eğriden en karmaşık 3D organik serbest biçimli yüzey veya katıya kadar herhangi bir şekli doğru bir şekilde tanımlayabilen 3D geometrinin matematiksel temsilleridir. Esneklikleri ve doğrulukları nedeniyle NURBS modelleri, illüstrasyon ve animasyondan üretime kadar her süreçte kullanılabilir. NURBS geometrisi, onu bilgisayar destekli modelleme için ideal bir

seçim haline getiren beş önemli özelliğe sahiptir. NURBS geometrisini değiştirmek için çeşitli endüstri standardı yöntemler kullanılır. Sonuç olarak, müşteriler değerli geometrik modellerini çeşitli modelleme, render, animasyon ve mühendislik analiz programları arasında taşıyabilirler.

NURBS kesin ve iyi bilinen bir tanıma sahiptir. Çoğu büyük üniversitede NURBS geometrisinin matematiği ve bilgisayar bilimi öğretilmektedir. Bu, özel yazılım uygulamaları yaratması gereken özel yazılım satıcılarının, mühendislik ekiplerinin, endüstriyel tasarım firmalarının ve animasyon evlerinin NURBS geometrisi ile çalışabilen eğitimli programcılar bulabileceği anlamına gelir.

NURBS, hem çizgiler, daireler, elipsler, küreler, tori gibi standart geometrik nesneleri hem de araba gövdeleri ve insan vücutları gibi serbest biçimli geometriyi doğru bir şekilde temsil edebilir.” (URL 7, Rhinoceros).

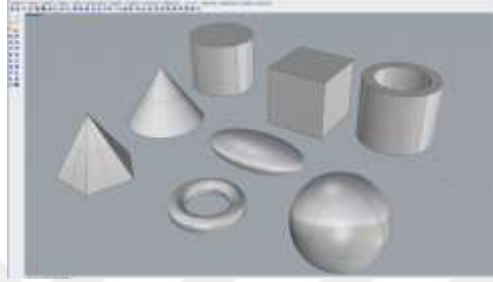
Düzgün olmayan rasyonel Bezier-spline’lar (NURBS), bir çizimin görünümünde ahengi sağlamak ve öne çıkardığı bir dizi bağlantılı eğri ile tanımlanan pürüzsüz yüzeylerdir.

2.2.4.5 Katı modelleme (Solid modelling)

Katı modelleme 3 boyutlu katı nesnelerin bilgisayar ortamında modellenmesidir. Katı modelleme bilgisayar ortamındaki tasarımlar arasında en karmaşık ve zor olanıdır. Modellemede objenin içerisinden dışarıya olacak şekilde modellenmektedir. Analitik geometride bir noktanın uzaydaki konumu belirlenirken Kartezyen Koordinat Sistemiyle üç eksene (XYZ) dayalı olarak tanımlanır.

Mimari tasarım tarihi boyunca kullanılmış olan en yaygın form ve hacimlerden bazıları Öklid geometrisine dayanmaktadır. Yunan matematikçi Öklid, geometri üzerine yazdığı ders kitabı Elementler ‘de (yaklaşık MÖ 300) geometrik sistemlerin mantığını aksiyomlar ve önermeler aracılığıyla tanımlar. Bu geometriler, insan vücudunun ölçümlerine dayanmaktadır, ilahi oranlar ve güzellik. Öklid geometrisi düzlemsel ve katı geometriyi içerir. Düzlemsel geometri daire, kare ve çokgen gibi iki boyutlu düzlemsel şekillerden oluşur. Katı geometri ise matematiğin üç boyutlu şekillerle ilgilenen dalıdır ve küp, küre, koni ve silindir gibi formlardan oluşur. 3D modelleme yazılımı, katı geometriler oluşturmak için araçlar sağlar. Bu, kullanıcıların yüzeyleri tanımlamak için noktaları ve çizgileri

modellemek zorunda kalmadan formlar oluşturmasına olanak tanır. Bunun yerine, hacmi tanımlamak için kullanılan algoritmalar, kullanıcıların hacmin genel boyutlarını, örneğın bir küboid formun (kutu) uzunluğunu, genişliğini ve yüksekliğini girmelerine izin verir. Bir formu tanımlamak için kullanılan noktalar, çizgiler ve yüzeyler katı model içinde sırasıyla köşeler, kenarlar ve yüzeyler olarak tanımlanır. Bu modelleme yöntemi, kütle modelleri gibi yüksek ayrıntı seviyelerinin gerekli olmadığı 3B modeller oluşturmak için çok kullanışlıdır (Melendez, 2019: 101).



Şekil 2.23: Solid (Katı) Modeller -Rhinoceros (STLRepair).

[Maden, 2024].

Katı (Solid) Modelleme, en temel açıklamayla 3 boyutlu katı nesnelerin bilgisayarda modellenmesidir. Katı Modellemenin amacı, model oluşturulurken her yüzeyin geometrik olarak doğru olmasını sağlamaktır. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) yazılımının nesneyi içeriden ve dışarıdan simüle ederek modellemesini gerektirdiğı için bilgisayar destekli tasarımda (CAD) ustalaşılması gereken en karmaşık ve en zor yöntem olarak kabul edilir. Burada bir motor ele alınacak olursa onun en küçük temel parça ve birimlerinin de çalışma prensiplerine uygun olarak modellenmesi sürecidir. Bu yöntem, tasarımcıların bir motor ve bileşenleri gibi tasarımın kesitlerini, detaylarını, ana hatlarını sunmalarını sağladığı için kritik önem taşımaktadır.

Kısacası katı modelleme, dijital 3D modellerin tasarlanmasını, oluşturulmasını, görselleştirilmesini ve animasyonunu sağlar. Katı modelleme, tel kafes (wireframe) ve eskizler gibi farklı 2 ya da 3 boyutlu tasarımlarla başlayabileceğı gibi şu küpler, kareler, koniler, silindirler ve temel geometrik şekiller yardımıyla da başlayabilir (URL 8).

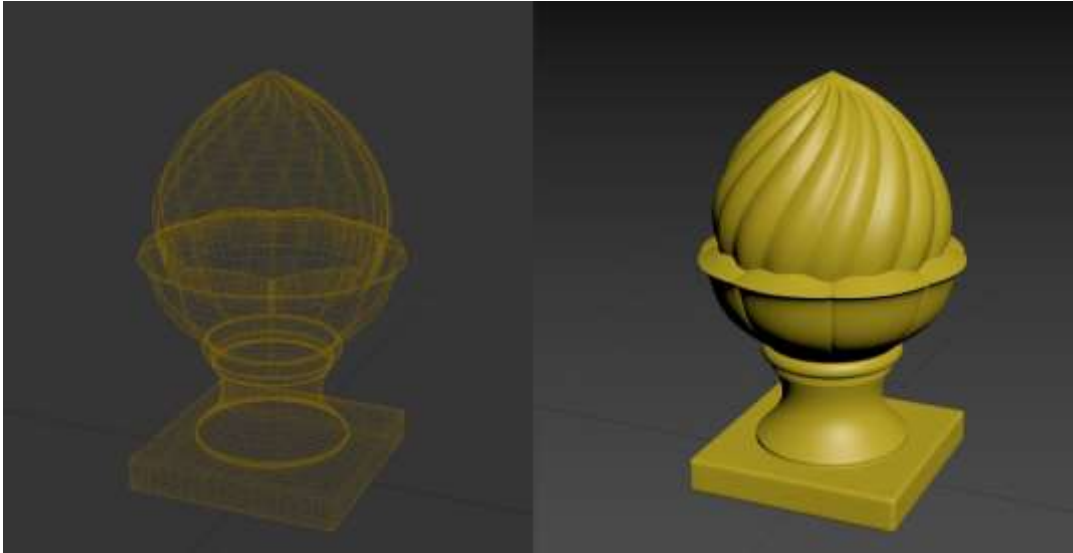
“Sonlu bir boyuta ve iyi tanımlanmış sınırlara sahip tüm tasarım bileşenlerinin bir yuvaya ihtiyacı vardır- temelde "somut" bir tasarım olarak temsil edilebilecekleri bir yer. Öklid uzayı, matematiksel olarak yaratılan parçaların eklenebildiğı, çıkarılabildiğı ve değıştirilebildiğı ortamdır. Temel anlamda uzay, 3D görüntü oluşturmak amacıyla bir dizi

noktanın (veya köşenin) koordinatlar kullanılarak birbirine bağlanabildiği teorik bir zemindir. Aslında bu, ilk tel çerçeve (wire frame) tasarımını oluşturmanın tam sürecidir “(URL 9).

2.2.4.6 Tel kafes modelleme (Wireframe modelling)

“3D tel kafes modeli, herhangi bir gerçek dünya nesnesinin iskelet temsidir. Herhangi bir nesne modelini gerçeğe yakın hale getirmek için faydalıdır. Nesne kenarlarını ve derinliğini temiz bir şekilde belirtmek için çeşitli noktalar, yaylar, çizgiler, daireler ve eğrilerden oluşur. "Wireframe" terimi, tasarımcıların bir nesneyi üç boyutlu uzayda ve şekilde temsil etmek için metal telleri kullandıkları kökenden türetilmiştir. 3D tel kafes modeli, 3D CAD modelinin soyut formudur, diğer iki form ise yüzey modelleme ve katı modellemedir. Bu üç modelleme tekniği birleştirildiğinde, konseptlerinizi gerçek zamanlı olarak göstermek için iyi tanımlanmış gerçekçi bir nesne modeli oluşturur.

Malzeme nesnesinin her kenarı ve köşesi kabaca tanımlanarak bir tel kafes modeli oluşturulur. İki çizginin nispeten daha net bir temsil için birbiriyle birleşmesi için matematiksel gösterimin pürüzsüz tutulması gerekir. Katı parça daha sonra kemiklerin üzerindeki et gibi iyi birleştirilmiş iskelet temsili üzerine hizalanır” (URL 10).



Şekil 2.24: Tel Kafes Modelleme -3dsMax (Wireframe).
[Maden, 2024].

3D bilgisayar grafiklerinde, 3D modelleme, simüle edilmiş bir 3D uzayda kenarları, köşeleri ve çokgenleri manipüle ederek özel bir yazılım aracılığıyla bir nesnenin (cansız veya canlı) herhangi bir yüzeyinin üç boyutlu olarak matematiksel koordinat tabanlı bir temsilini geliştirme sürecidir.

Tel kafes modelleme, 3 boyutlu bilgisayar grafiklerinde kullanılan üç boyutlu veya fiziksel bir nesnenin görsel sunum sürecidir. Çizgiler ve eğriler kullanarak gerçek dünyadaki bir 3B nesnenin soyut bir kenarı veya iskelet temsilidir (URL 11).

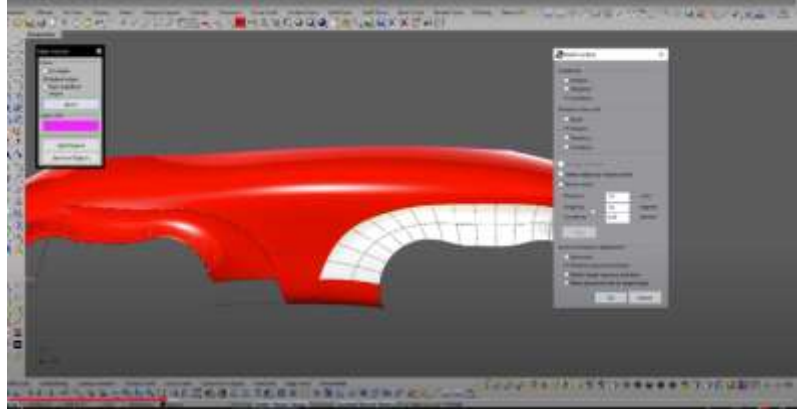
2.2.4.7 Yüzey modelleme (Surface modelling)

“Yüzey Modelleme, katı nesnelerin gösterilmesi veya sunulması yöntemidir. Süreç, prosedür yüzeylerini göstermek, kusurları doğrulamak ve pürüzsüzlük uygulamak için 3B nesneyi dönüştürmek gibi farklı 3B modelleme türleri arasında dönüştürme yapmanızı gerektirir. Tel Çerçeve Modellemesinden daha karmaşık olmasına rağmen Yüzey Modellemenin gerçekleştirilmesi Katı modellemeye göre daha kolaydır. CAD ortamında, yalnızca yüzey modellemeyi kullanarak bir modeli tam olarak üretmek mümkündür; ancak gerçek dünya uygulamalarının çoğu, aynı zamanda katı modelleme tekniğiyle bir kombinasyon gerektirir. Bir tasarımcının bir CAD sistemindeki bir nesneyle nasıl etkileşim kurabileceği ve onu nasıl değiştirebileceği, katı ve yüzey modelleme arasındaki farktır. Yüzey modelleme size bir nesnenin dış yüzeyinin ve dış hatlarının görsel bir temsilini oluşturma yeteneği verir. Başka bir deyişle bu bir yüzeydir. Bu nesneler motor gibi mekanik bileşenler veya hayvanlar gibi karmaşık organik şekiller olabilir. Ne tasarlıyor olursanız olun, yüzey modelleme, nesnelerinizin dış eğrilerini ve şekillerini tanımlamanızı gerektirir. Katı modellemenin aksine, nesneniz geometrik ve fiziksel olarak hatalı olabilir; tanımlanmış kütle özellikleri ve kalınlık yoktur. Bu, tasarımcıya, katı modellerin yapamayacağı şekilde modeli değiştirme konusunda eşsiz bir yetenek kazandırır. Ancak bu aynı zamanda yüzey modellerinin katı benzerleri gibi dilimlenerek açılmayacağı anlamına da geliyor çünkü nesne aslında içi boş. Ayrıca bu yüzeylerin uygulamaya bağlı olarak NURBS veya çokgenler kullanılarak temsil edilebileceğini unutmayın. Solidworks, yüzey modelleme operatörlerinde genellikle NURBS'yi kullanır” (URL 12, Solidworks).

Yüzey (Surface), fiziksel dünyada herhangi bir nesnenin yüzeyi, bir duvarın yüzeyi, dünyanın yüzeyi, ya da bir kağıt parçasının yüzeyi gibi renk, doku ve materyal gibi fiziksel

özelliklere sahip en dış katmandır. Yüzey Modelleme, bilgisayar destekli tasarım (CAD) alanında kullanılan en zor modelleme türlerinden biridir. Modelde şekiller karmaşıklaşmaya başladıkça daha yüksek çözümler sunar. Geometride yüzey (surface), uzunluğu ve genişliği olan ancak kalınlığı olmayan sürekli bir noktalar kümesidir. Bu anlamların her ikisi de 3D dijital modellerle ilişkili olarak düşünülebilir. İlk anlam tipik olarak ışıık, renk ve doku gibi gerçek dünya niteliklerini simüle eden hesaplamalı işleme yöntemleri aracılığıyla malzeme özelliklerinin temsili olarak 3D dijital modelleme için geçerlidir.

Kılavuz çizgilere bağlı olarak şekli ve eğriliği tanımlayan en gelişmiş modelleme türüdür. Kullanılan modelleme yazılımı tarafından pürüzsüz bir yüzey hesaplanır ve bu yüzey daha sonra referans çizgilerin birleştirilmesiyle modeli oluşturur. İçinde barındırdığı gerekli tüm unsurları sorunsuz bir şekilde entegre etme kabiliyeti nedeniyle en yaygın olarak illüstrasyonlar ve mimari renderlar için kullanılır. Bu yüzey modelleme, gerçek dünyada mümkün olmayan görsel temsilleri bile üretme yeteneğine sahiptir. İşte burada ortaya bu tasarlanan modelin fiziksel olarak üretilmesinin gerçekte mümkün olup olmadığı gibi bir sorunsalın tespit edilmesi ortaya çıkar. Farklı programlar tarafından sunulan tüm modelleme araçlarından ana araç olarak loft, özellikle yüzey modelleme alanında kullanılır. Yüzey modellemede kullanılan ve yüzey modellemeyi destekleyen programlar arasında Catia, FreeCAD, Inventor, ZBrush ve Solidworks bulunmaktadır. Yüzey modelleme, karmaşık yüzeyleri işleme yeteneği avantajı açısından, yüzey görünümüne çok dikkat edilen uçak, roket ve termodinamikte en çok tercih edilen bir modelleme türü olmasını sağlar. Dezavantajları açısından da çok karmaşık bir modelleme biçimidir. Bu nedenle kullanıldığı programların çok gelişmiş olması ve kullanan tasarımcılar açısından ise daha yüksek düzeyde eğitim ve uzmanlık gerektirmesidir (URL 13). Rhinoceros programında yüzey modelleme yöntemiyle modelleme araç gövdesi şekil 2.25'te gösterilmektedir.



Şekil 2.25: Surface (Yüzey) Modelleme- Rhinoceros.

[<https://www.youtube.com/watch?v=JDonR5jLGbo>].

“Bilgisayar destekli yüzey modellemenin ortaya çıkmasından önce, otomobil profilleri, otomobilin kaportasının kilden bir modelini yaparak tasarlamak zorundaydı ve bu model, estetik ve işlevsel açıdan tatmin edici olana kadar deneme yanılma yöntemleriyle şekillendiriliyordu. Gövde panellerinin geometrisi daha sonra kilin fiziksel ölçümüyle belirlendi. Yüzey modelleme ve iyi bir yüzey modelleme paketindeki olanaklar sayesinde estetik şekil ve üç boyutlu geometri tek bir işlemde tanımlanır ve grafik ekranında etkileşimli olarak değiştirilebilir veya şekillendirilebilir. Bir yüzeyin temeli, belirli bir düzlemde iki boyutlu bir eğrinin tanıımıdır. Bu daha sonra başka bir düzlemde tanımlanan başka bir eğri boyunca kaydırılabilir” (URL 14, İTÜ).

2.2.4.8 Heykel modelleme (Sculpting modeling)

Sculpting kelime anlamı olarak heykel yontuculuğu, çamur yoğurma, yontma, yontuculuk, heykel ve heykeltraşlık anlamlarına gelmektedir. Temelde heykel atölyelerinde birtakım el aletleriyle kilden (clay) toprağa şekil verme, oyma, yontma, ekleme ve çıkarma yaparak formlar oluşturulmasıdır. Sculpting (Heykel) Modelleme; bilgisayar ortamında heykel atölyesinde kullanılan temel birçok aletin dijital araç ve teknikler kullanılarak, kil toprağa benzer formlarla 3 boyutlu modeller oluşturma sürecidir. Modelleyicilerin heykel ve çizim ilkelerini birleştirerek hem 3 boyutlu hem de doğrusal bir form oluşturmaya imkân ve olanaklar sunar. Bu modelleme tekniğinde; tarihi heykellerin kullanılmasının yanı sıra 2 boyutlu görsellerden soyutlamalar içerebileceği gibi tamamen sanal ortamda heykel modellemeyi de içermektedir. Sculpting Modelleme Şekil 2.26’da gösterildiği gibi fırçalar yardımı ile (ZBrush) oluşturulan heykel modellerdir.



Şekil 2.26: Sculpting (Heykel) Modelleme -ZBrush.

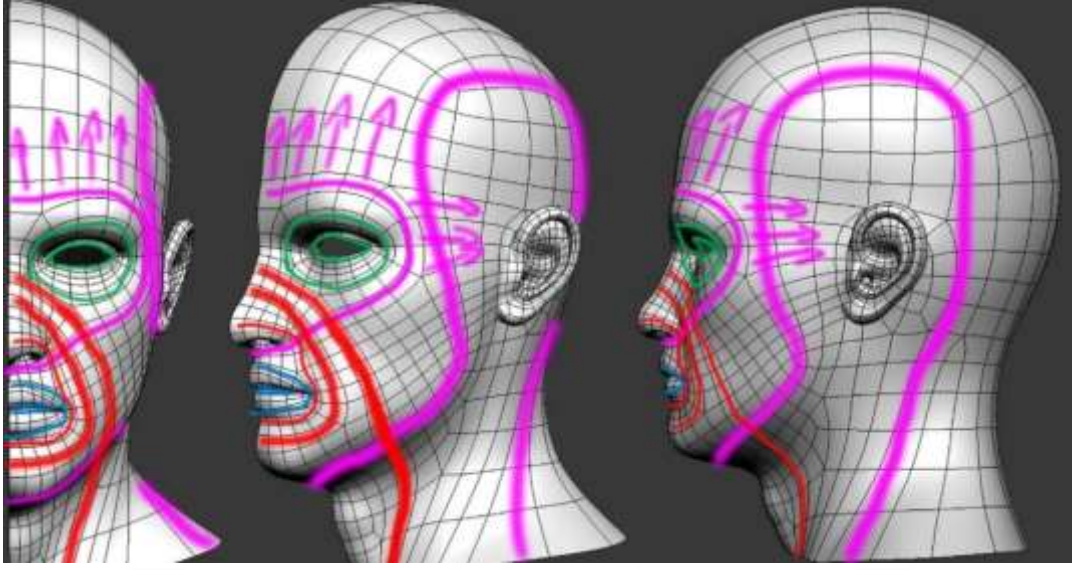
[Maden, 2024].

3D Sculpting programları arasında en çok kullanılanlar sırası ile ZBrush, Blender 3D, Autodesk Maya, Autodesk Mudbox sayılabilir. 3d Sculpting Modelleme, oyun, oyuncak, sinema, animasyon, çizgi film, endüstriyel tasarım, takı ve kuyumculuk sektörlerinde kullanılmaktadır. Her geçen gün giderek kullanım alanı ve kullanıcı sayısı genişlemektedir.

2.3 TOPOLOJİ (YÜZEY BİLİMİ)

Topoloji Yunancadaki ‘Topos’ yeryüzü, yer, yüzey veya uzay ve “Logos” bilim anlamına gelen kelimelerin birleşiminden meydana gelmiştir. Topoloji matematiğin temel dallarından biridir.

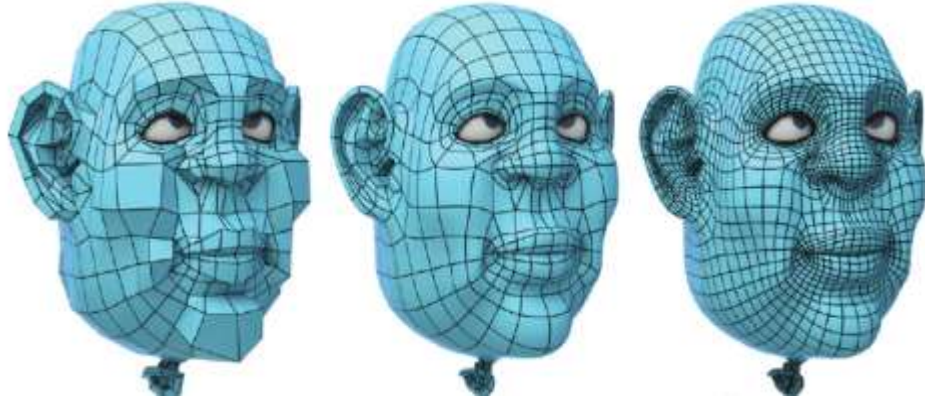
3 boyutlu dünyada ise; bir 3B mesh (ağ) yüzeyin geometrik özelliklerini ve yapısını ifade etmektedir. Topoloji genel olarak Polygon Flow (Poligon Akışı) diye adlandırılmaktadır. Bir 3 boyutlu nesnenin kenarları düzenlenirken mesh (ağ) topolojisinin iyi ya da kötü olarak tanımlanmasında oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin bir göz veya göz çukuru topolojisi kenarlara ve daralan alanlara doğru yaklaştığında formunu küçültüp, geniş alanlara doğru dönmeye başladığında formunu genişletebilmektedir. Buna temel olarak poligon akışı denilmektedir. Poligon akışıyla ilgili görsel şekil 2.27’de gösterilmiştir.



Şekil 2.27: Polygon Flow (Polygon Akışı) ile İlgili Görsel.

[<https://hejiraproject.wordpress.com/tag/topology/>].

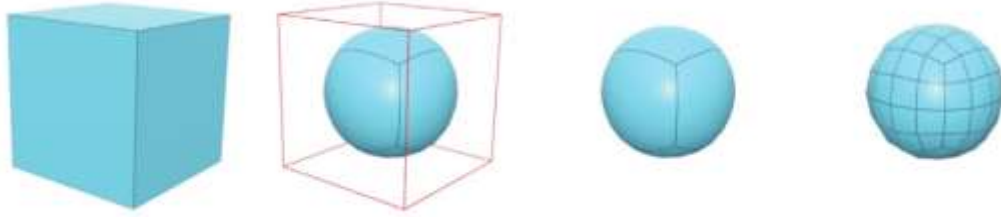
İyi bir topolojiyi tanımlarken evrensel birçok unsur bulunsa da bununla ilgili herhangi bir temel endüstriyel standart ve kılavuz niteliğinde kabul edilecek ilkeler bulunmamaktadır. 3 boyutlu modelleyiciler; iyi bir topolojiyi nasıl oluşturulabileceğini anlayarak, öğrenerek tasarımlarında ve üretim deneyimlerinde daha verimli ve daha olumlu sonuçlar elde etmektedir. Kötü topolojiye sahip “mesh” (ağ) nesneler ya da modeller UV, şekillendirme ve donanım açısından sağlıklı sonuçlar vermez. Topolojisi iyi olan nesneler en son render aşamasında oldukça kaliteli ve görsel açıdan tatmin edici neticeler sağlamaktadır. Aynı durum ağ (mesh) topolojisi bozuk ve kötü olan modeller için geçerli değildir. (Vaughan, 2018: 9) Topoloji 3B modelin form ve görüntüsü açısından oldukça önemlidir. Tasarım yaparken SubD (Subdivision Surface / Alt Bölüm Yüzeyi) yani alt bölüm yüzeyleri farklılık gösterebilir, Zbrush bozulan bu topolojiyi düzenleme yeteneğine sahip bir yazılımdır. Alt bölümler çalışmasına örnek poligonal mesh (ağ) SubD Mesh (Ağ) ve yüksek subdivision (SubD) uygulanmış mesh (ağ) yapısı şekil 2.28’de sunulmaktadır.



Şekil 2.28: Poligonal Mesh (Ağ), SubD (Alt Bölüm) ve Yüksek SubD Mesh Uygulaması Örneği.

[Vaughan, 2018: 11].

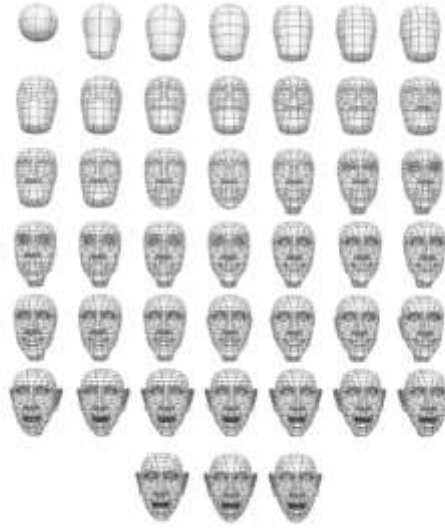
Alt bölüm yüzeylerinde çalışma avantajı olarak yüzey seviyelerinin kontrolü tamamen tasarımcıya bırakılmış olmasıdır. Bu özellik render (pürüzsüzleştirme) aşamasında mesh (ağ) yoğunluğu üzerinde tasarımcının tam kontrol sağlamasına imkân vermektedir. Basit bir poligonal mesh (ağ) ve SubD (Alt Bölüm) verilmiş görüntüsü şekil 2.28’de gösterilmiştir.



Şekil 2.29: Poligonal Mesh ve SubD (Alt Bölüm) Verilmiş Hali.

[Vaughan, 2018:15].

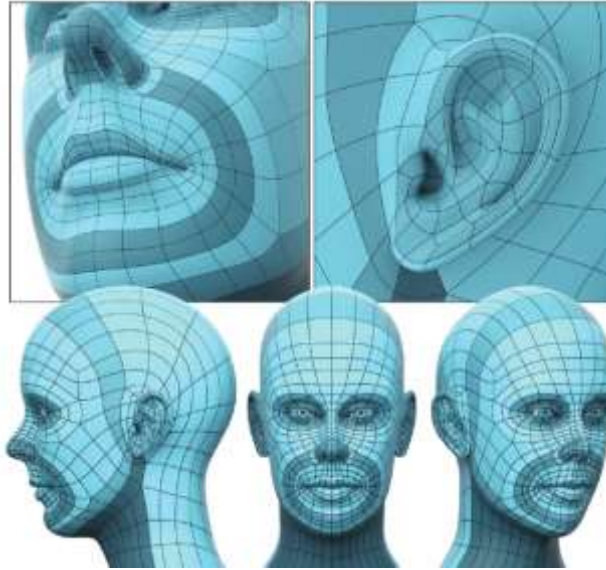
Alt bölüm yüzeyleri (SubD) kaba, primitif ve basit poligonal bir mesh (ağ)’ı pürüzsüzleştirerek köşeleri yumuşatılmış daha kavisli yüzeyler oluşturan bir algoritmadır. Bir poligon mesh (ağ) alt bölüm (SubD) uygulandıkça pürüzsüz yüzeylere dönüşür. Ayrıca dönüşen bu bölüm istenildiği kadar arttırılabilir. ZBrush programı bunun yapılabileceği en ideal 3D yazılımların başında gelmektedir. Bir insan başının küre ile başlayıp alt bölümlere ayrıldıkça aldığı form ve poligon akışı şekil 2.29’da gösterilmektedir.



Şekil 2.30: Alt Bölümlere Ayrılmış İnsan Başı Modeli.

[Vaughan, 2018: 112].

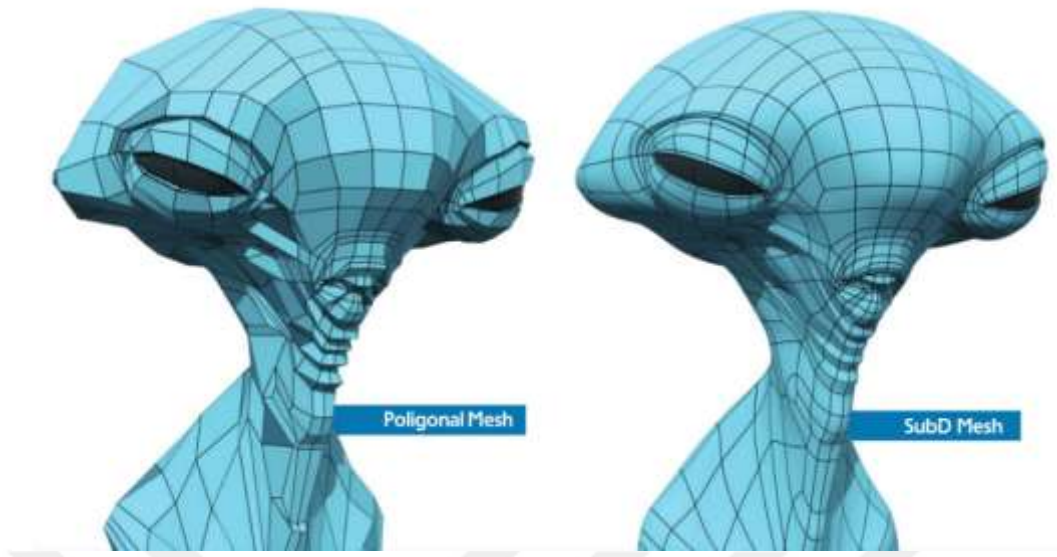
Farklı obje ve modellere göre alt bölümlendirme ve topoloji değişebilmektedir. Yine şekil 2.30’da ise insan başının topolojisi ve poligon akışı gösterilmektedir.



Şekil 2.31: İnsan Başı Modeli Topolojisi ve Poligon Akışı.

[Vaughan, 2018: 109].

Bir Poligonal Mesh (Ağ) modelin Subdivision Surface (Alt Bölüm / SubD) uygulanmış hali arasındaki fark şekil 2.31’de gösterilmiştir.



Şekil 2.32: Poligonal Mesh ve SubD Mesh.

[Vaughan, 2018:15].

3. TAKI TASARIMI

Takı tasarımı, insanlık tarihinin başlangıcından itibaren süslenme, büyü ve inanç temelli nedenlerle vücuda takılan küçük nesne ve parçaların oluşturulması sanatıdır. Bu bağlamda en önemli ve yaygın kavramlardan biri mücevherdir. Bilinen en eski sanat dallarından biri belki de mücevher sanatıdır. Takılar, yapay (yapma) ve doğal taşların yanı sıra doğada keşfedilen çeşitli nesneler, değerli taşlar ve oldukça pahalı metallerin işlenmesiyle oluşturulabilmektedir. Süs objesi olmanın ötesinde, takılar dini ve ruhani nitelikler de taşıyabilmekte ve kimi zaman belirli bir inancı simgelemektedir. Değerli madenlerin takı yapımında ilk kez kullanıldığı dönemler arasında Hititler ön plana çıkmakta; bu kullanımın izleri M.Ö. 5000'li yıllara kadar uzanmaktadır. Vücudu saran ve giyilebilir nitelikte olan, değerli ve yarı değerli taşlar ile metallerden yapılmış; estetik açıdan günümüzde dahi ilgi uyandıran birçok takı örneğine Mısır Kahire Müzesi'nde rastlamak mümkündür. Takı üreticilerinin, metale şekil vermek ve işlemek adına kesme, dolgu yapma, ekleme ve cilalama gibi teknik konularda bilgi ve deneyim sahibi olmaları gerekmektedir. Bununla birlikte, etkileyici ve modaya yön veren pek çok takı tasarımı, ucuz metaller kullanılarak da üretilmektedir. Mücevher üretimi, hem endüstriyel hem de atölye ortamında gerçekleştirilebilmektedir. Bu iki üretim biçimi, tasarımlar açısından çeşitli farklılıklar ve ayrışmalar göstermektedir. Atölye yöntemine dayalı üretim sürecinde takı tasarımları daha çok zanaat niteliği taşımakta; bu bağlamda söz konusu üretim, geleneğin ve geçmişin sanatsal etkilerinden beslenmektedir. Ayrıca, her tasarımın tekil olarak üretilmesi nedeniyle yaratıcı özgürlük alanı daha geniş olup, üretim sürecinde daha az kısıtlamayla karşılaşmaktadır. Bu yöntemde kullanılan imalat teknikleri, tarihsel süreçte şekillenen geleneksel yöntemlerden etkilenmektedir. Bu nedenle ortaya konan ürünler, genellikle tarihsel formlara ve geçmişteki tasarım anlayışına referans vermektedir. Günümüz takı tasarımcılarının önemli bir bölümü de çalışmalarını zanaatkâr bir yaklaşımla sürdürmekte; bu sayede endüstriyel üretimin getirdiği sınırlamalardan bağımsız olarak çalışabilmektedirler. Endüstriyel kısıtlamaların baskısı olmaksızın tasarım yapan bu çağdaş sanatçılar, kullandıkları malzemelerin niteliklerini özgürce çeşitlendirebilmekte, değerli metaller ve taşlar ile farklı malzemeleri bir arada estetik bir bütünlük içinde kullanabilmektedirler. Tasarımcılar için biçim, kalıplaşmış bir dildir. Tasarımcı bu dil yardımıyla birlikte görsel, estetik bir sanatçı olarak anlam ve heyecan yaratarak, kullandığı teknolojiyi ve seçmiş olduğu malzeme perspektifini kullanarak bunu başarmaktadır. Farklı

ve değişik objelerin ölçekler bazında değiştirilerek kullanımı ile farklı tasarımlar elde edilebilmektedir. Büyük nesnelerin küçültülerek kullanımı takı tasarımında genellikle fayda sağlamaktadır. Takının tarihçesinde de vücudu saran büyük takılara yönelim, farklı dönem ve zamanlarda görölmektedir. Ve elbette burada ölçek yine insan fizyolojisi ve vücududur (Bayazıt, 2008: 255).

Takı tasarımcılarının asıl görevi, hem görünüş açısından çok beğenilen, çekici hem de kullanışlı ve aynı zamanda fonksiyonel takılar tasarlayıp, yaratmaktır. Tasarım olarak başarılı bir konsept; özgür, kendisinden öncesine meydan okuyabilen ve hatta kabul görmüş olanların yıkımına sebep olarak; yeniden yorumlayarak ilham oluşturabilme, yeni trendler, eğilimler, akımlar ve de moda yaratabilme gücüne sahip olmalıdır.

Takı, mücevher tasarımcısının yaratıcı dünyası sınırsız ve sonsuzdur. Sonsuz bir fikir, tema, motif ve tarihsel referans akışıyla bilgilenmektedir (Galton, 2012: 6). Takı tasarım eskizleri şekil 3.1’te gösterilmiştir.



şekil 3.1: Takı Tasarım Eskizleri.
[Brambatti,Vinci, 2022:14]

3.1 BİLGİSAYARDA TAKI TASARIMI

Teknolojik gelişimler tasarım alanındaki tüm disiplinlerde olduğu gibi takı tasarımını da etkisi altına almıştır. Tasarımcılar artık geleneksel yöntemlerle birlikte daha hızlı, daha

pratik ve aynı zamanda düşük maliyetli olan bilgisayar destekli tasarımdan da faydalanmaya ve kayda değer sonuçlar almaya başlamışlardır.

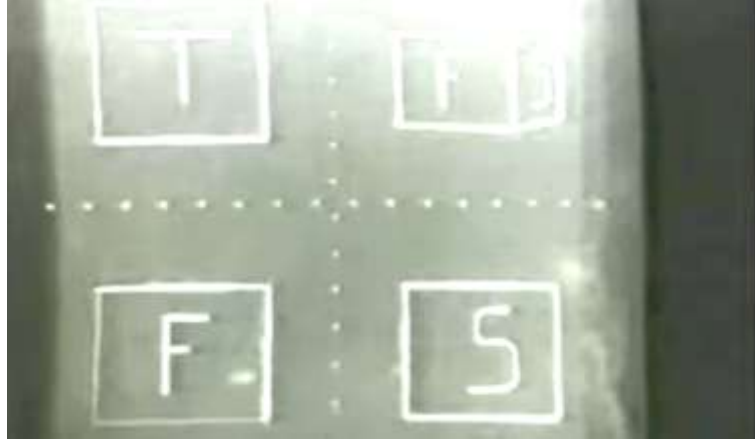
2 ve 3 boyutlu bilgisayar destekli yazılımlar CAD/CAM bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli imalata yönelik bilgisayar yazılımları takı tasarımında sınırların çok daha ileriye taşınmasına olanak sağlamıştır.

1961 yılında Amerikalı bilgisayar bilimcisi Ivan Sutherland'ın MIT'de (Massachusetts Institute of Technology) doktora öğrencisiyken geliştirdiği ve adını “Sketchpad” olarak verdiği, ilk bilgisayar grafik arayüzlü programı geliştirmiştir. Bu yazılımda, CRT yani katot ışını tüpü ekranı üzerinde ışıklı bir kalem aracılığı ile çizim yapmaya imkân sağlamıştır. Sketchpad programı, (CAD / BDT) Bilgisayar Destekli Yazılımların öncüsü olarak kabul edilmiş ve kendinden sonra gelen bütün programların ana temelini oluşturmuştur. Sketchpad programını tanıtırken Ivan Shutherland şekil 3.2’de gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Ivan Sutherland'ın Sketchpad Programını Tanıtımı.
[https://www.youtube.com/watch?v=6orsmFndx_o].

Sketchpad programı CAD / BDT yazılımlarının kullanım ekranı olarak; üst (Top), ön (Front), yan (Side) ve perspektif (Perspective) şeklinde 4'lü görünüm olarak oluşturmuş ve temel almıştır. Dörtlü görünüm ekranı ile ilgili ilk temel kullanımı Sketchpad programında şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Sketchpad Programının Dörtlü Görünüm Ekranı.

[https://www.youtube.com/watch?v=6orsmFndx_o].

1960'lı yıllarda Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT / CAD) teknolojisi, takı ve mücevher tasarımı alanında henüz uygulanma alanı bulmazken, bu yazılımlar mühendislik ve endüstriyel tasarım disiplinlerinde kullanılmaya başlanmıştır. 1960'lı yıllarda Shutherland'ın atmış olduğu bu temel daha sonraki yıllarda tüm tasarım disiplinlerini etkileyeceği gibi takı tasarımına da etkileyecektir.

1970'li yıllarda CAD / BDT teknolojisi yavaş yavaş birçok uygulamada özellikle endüstriyel uygulamalarda yer bulur. Otomotiv ve havacılık endüstrisi gibi karmaşık mühendislik gerektiren sektörlerde 2 Boyutlu CAD sistemleri kullanılmaya başlanmıştır.

1980'li yıllarda PC ve Apple Macintosh gibi kişisel bilgisayarların yaygınlaşmasıyla birlikte, CAD yazılımları daha erişilebilir ve dolayısıyla daha yaygın biçimde kullanılabilir hâle gelmiştir. Bu dönemde, 1982 yılında AutoCAD yazılımının ortaya çıkmasıyla birlikte, 2B (iki boyutlu) tabanlı yazılımlar eskiz ve teknik çizim amaçlı olarak kullanım alanı bulmuştur. Aynı dönemde, bazı takı tasarımcıları da 2B teknik çizimleri dijital ortamda üretmeye yönelmişlerdir. Ancak 3B (üç boyutlu) modelleme teknolojileri henüz yaygınlaşmış değildir ve sınırlı düzeyde kullanım söz konusudur.

90'lı yıllarda CAD 7 BDT teknolojisi Tüm disiplinlerde olduğu gibi taka tasarımı dünyasına da çok ciddi giriş yapmıştır. 3D modelleme yazılımları kullanıcı dostluğu özellikleri ve hızlı gelişmeleriyle bu dönemde oldukça hızlanmıştır. 1993 yılında Rhinoceros3D yazılımının ilk versiyonu da piyasaya sürülmüş ve ileriki yıllarda takı tasarımında oldukça popüler olmuştur. NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) tabanlı modelleme mantığıyla elde edilmesi zor organik ve karmaşık birçok tasarımın bilgisayar ortamında yapılabilir olmasını

sağlamış ve takı tasarımında bir çığır açmıştır. 1999 yılında takı tasarımının temel programlarından biri sayılan ve ilk CAD /BDT programlarından biri olan Matrix, Gemvision Firması tarafından piyasaya sürülmüştür. Takı tasarımında kullanımı çok kolaylaştıran araçları ve özellikleri bünyesinde barındırır olması sebebiyle birçok takı tasarımcısı tarafından sektörde oldukça yaygınlaşmıştır.

Bilgisayar ve dijital teknolojilerin gelişimi, takı tasarımı alanında paradigma olarak değişime sebep olmuştur. Teknoloji ve geleneksel, fiziksel modelleme ile hibrit bir tasarım anlayışının gelişmesine yol açmıştır.



Şekil 3.4: 1999’da İlk Çıkan ZBrush 1.0 Versiyonun Arayüzü.

[<https://zbrushartist.wordpress.com/2011/09/05/zbrush-1-0-review-october-2000/>].

1999 yılında ise ZBrush programı tanıtılmış ve kendini sürekli geliştirerek, organik modelleme, dijital heykel ve 3 boyutlu modelleme programları içinde farklı ve dinamik bir perspektif ortaya koymuştur. Programın dijital heykel tasarımına yönelik özellikleri sayesinde tasarımcılar takı tasarımında karşılaştıkları zor, karmaşık ve detaylı formları kolaylıkla modelleyip üretir hale getirmişlerdir. ZBrush yazılımının ilk arayüzü şekil 3.4’te gösterilmektedir.

2000’li yıllara gelindiğinde ise bilgisayar destekli takı tasarımı artık olgunlaşmaya başlamış ve kullanımı giderek sektörde standart bir hale dönüşmüştür. Bu yılların en önemli özelliklerinden biri 3D baskı teknolojilerinin gelişmesi, CAD yazılımlarının ve yazılım eklentilerinin gelişmesi, tasarlanan takıların hızlı prototiplerinin alınması ve düşük maliyetli üretilmesine olanak sağladığı bir dönem olmasıdır. Yine aynı yıllarda RhinoGold takı tasarımına özel olarak geliştirilen eklentiler piyasaya çıktığı gibi 2010’lu yıllara doğru parametrik modelleme takı tasarım teknikleri kullanılmaya başlanmıştır.

2010 ve 2020’li yıllarda artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamaları takı tasarımı sürecine dahil olmuş ve konu olan yazılımlara entegre edilmeye başlanmıştır. Önümüzdeki süreçte ise yapay zekâ ve ileri teknolojilerin ön planda olduğu yeni bir tasarım evreni gelişmektedir. CAD programlarına entegre edilecek yapay zekâ yazılımları, gelişen nanoteknoloji, metaverse ve akıllı malzeme teknolojisiyle birlikte takı tasarımı çok daha interaktif ve fonksiyonel takıların tasarlanmasına olanak sağlayan bir süreçte doğru girmiştir. İlerleyen süreçte AR, VR teknolojileri, yapay zekâ yazılımları, 4D baskı ve akıllı materyallerle birlikte hareketli takılar, metaverse ve dijital takılar, nöro-etkileşimli takılar (beyin-bilgisayar etkileşimi), sürdürülebilir ve kişiselleştirilebilir biyouyumlu takılarla birlikte takı tasarımının gelecekteki teknoloji ve yaratıcılığını şekillendirecek, takı tasarımını ve üretimini kökünden değiştirecek bir teknolojik evrime dönüşecektir.

3.2 TAKI TASARIM AŞAMALARI

Takı tasarımı, insanoğlunun var olmasıyla birlikte başlayan eski bir sanat formudur. Kendini ifade etme, toplumsal statü, kültürel aidiyet ve kimlik gibi göstergelerin yanı sıra; büyü ve korunma gibi kavramların ihtiyacından doğan bir tasarımlar bütünüdür. Artık günümüzde modanın vazgeçilmez bir unsuru, kişisel ifade ve yaratıcılığın da bir göstergesi olmuştur. İlk dönemlerde kullanılan takılar genelde doğal malzemelerden yapılmıştır. Zamanla daha karmaşık tasarımlar ve maddeler kullanılmaya başlanmıştır. İçinde bulunulan zaman diliminde takı tasarımı, teknolojik gelişmeler ve zanaat ile birleşerek oldukça ileri seviyelere gelmiştir.

Her tasarımın bir fikir ile zihinde başladığı gibi, takı tasarımı da zihin ve hayal gücü sayesinde başlar. Zihinde başlayan bu süreç tüm disiplinlerde olduğu gibi takı tasarımında da birtakım evrelere sahiptir. Hayal etmekle başlayan takıya dönüşen bu süreç, zaman ve çaba harcamanın yanı sıra, yeni fikirler ve yöntemler geliştirilerek kişisel ve benzersiz tasarımlara dönüşümüdür. Tasarım aşaması sırasında herhangi bir çizim ve planlama yapmadan, doğrudan malzemelerle çalışarak takıyı ortaya çıkartmak süreç odaklı tasarım olarak bilinen geçerli bir yöntemdir. Bir diğer tasarım yöntemi ise önceden planlama yapan konsept odaklı tasarım yöntemidir. Tasarım çizimlerine örnek olarak şekil 3.5’te gösterilmiştir.



Şekil 3.5: Eskiz ve Çizim Aşamaları Sonrası Bitmiş Yüzük.
[Hoorn, 2023:107].

Burada kullanılan yöntemler birbirine eşit değerdedir. Birçok tasarımcı her iki yöntemin de karışımıyla tasarımlarını gerçekleştirmektedir. Bu iki yöntem birbiriyle o kadar örtüşmektedir ki bu yüzden tek bir çalışma yöntemi yoktur. Zihinden düşündüğünüz fikirlerinizi geliştirmenin en hızlı ve kolay yolu eskiz yapmaktır. Bu fikirleri üç boyutlu düşünmek tasarımı görselleştirmek ve doğal tasarımlar ortaya çıkarmakta son derece hızlı ve pratik bir yoldur (Hoorn, 2023). Tasarım sürecinin aşamalarını tarif ederken Hoorn (2023:12) şu şekilde ifade etmiştir: “*Süreç boyunca çalışma şeklinize metodik veya kaotik olmanıza bakılmaksızın, her zaman şunları ele almalısınız: İlham ve Fikirler, Beyin Fırtınası, Araştırma, Planlama, Deneme, Seçme ve Çıkarma, Numune Alma ve Test Etme, Analiz ve Değerlendirme*”

Geleneksel yöntemlerle tasarlanan takı tasarımı süreci bilgisayar ortamında daha hızlı daha pratik ve düşük maliyette uygulanabilmektedir. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD / BDT) ortamında takı tasarımının aşamaları ise;

Fikir Oluşturma Süreci; burada konseptin ilk eskizlerinin hazırlanması, tasarıma ait öğelerin belirlenmesi, Mood Board oluşturulması (ilham panosu) gelmektedir.

CAD / BDT Modelleme tasarım programının seçimi; Rhino, RhinoGold, Matrix, Fusion360, Shapr3D ve ZBrush gibi CAD yazılımlarından herhangi birinin seçilmesi.

2D Çizim; Yapılacak tasarımın temel formlarının belirlenmesi, ölçeklendirmesi ile ilgili bilgisayar ortamındaki çizim ya da karakalem elde çizilmiş bir eskizin bilgisayar ortamına aktarılması.

3D Modelleme; 2D / 2B Çizimlerin 3D / 3B Modellere çevrilme süreci, detayların belirlenmesi ve şekillendirilmesi.

Malzeme bilgisi ve doku özelliklerinin belirlenmesi; tasarımda düşünülen materyallerin dokuların belirlenmesi, kullanılacak metal ve taş bilgisinin tanımlanması.

Taş ve yuva boyutlarının ve özelliklerinin belirlenmesi.

Render (Pürüzsüzleştirme); farklı ışık, sahne, açı ve gölgelerin farklı açılardan görsellerinin oluşturulması. Burada farklı render motorlarının, yazılımlarının kullanılması söz konusudur. Bunlar arasında V-Ray, Corona Render ve en bilindik yazılım olan KeyShot render programı sayılabilir.

Üretim uygunluğunun kontrolü;

3D Print Prototip Alınması; 3D / 3B boyutlu baskı ve CNC için gerekli dosya formatı ve parametrelerin oluşturulması. Bu dosya türleri arasında (STL, OBJ, ZTL vb.) uzantılı dosya formatlarının kullanılması.

Temel olarak uygulanan bu aşamalar sonrasında ürün üzerinde değişiklikler, revizyonlar, ekleme ve çıkartmalar yapılabilmektedir. Bu tasarım yöntemiyle maliyetler düşmekte ve zamandan tasarruf edilmektedir.

4. ZBRUSH PROGRAMI TANITIMI

ZBrush; Ofer Alon ve Jack Rimokh tarafından kurulan Pixologic firmasının geliştirdiği ve 1999 yılında ilk sürümünü piyasaya sürdüğü, 3D modelleme ve dijital heykel (Sculpting) tasarımı yazılımıdır. ZBrush, 1999 yılındaki SIGGRAPH (Special Interest Group on Computer GRAPHics and Interactive Techniques / Bilgisayar Grafikleri ve İnteraktif Teknikler Özel İlgi Grubu) konferansında kullanıcıya sunulmuştur (URL15). ZBrush, 3D/2.5D modelleme, şekillendirme, boyama ve dokulandırma özelliklerini bir arada bulunduran dijital şekillendirme yazılımıdır. ZBrush, 2 boyutlu yazılımlardaki; jpg, png benzeri dosyalarda bulunan piksel benzeri tescilli bir teknoloji olan “Pixol” yapısını kullanır. Pixol; x, y, z eksenleriyle bize konum, renk ve derinlik bilgilerini verir. Bir çeşit 3 boyutlu piksel türü olan voksel (voxel) benzeri özellikler gösterir. Vokseller bir pikselin 3 boyutlu uzaydaki karşılığıdır. Voksel “volumetric pixel”in kısaltmasıdır. ZBrush birçok oyun, film ve animasyonlarda kullanılmıştır. Bu sektördeki pek çok ünlü şirket yüksek çözünürlükte modeller oluşturabilen ve yüksek poligonlar da modelleme yapmaya fırsat veren ZBrush programını kullanmaktadır. ZBrush programı bünyesinde barındırdığı özel modelleme araçları (Tools) sayesinde, yüksek çözünürlüklü, detaylı ve gerçekçi organik model ve modellemeler yapmaya olanak sağlamaktadır.

ZBrush’ı diğer 3d programlar içinden ayıran en önemli özelliklerden biri de yüksek poligonlu model ve objelerin rahat çalışılmasına olanak vermesi ve yüksek poligondan düşük poligonlara arasındaki geçişleri hızlıca sağlaması ve bu yüzden de oldukça tercih edilmesidir. ZBrush sculpting (yontma/heykel) özellikleriyle de öne çıkmaktadır. Sculpting; heykel yapmak, yontmak, heykeltıraşlık ve çamur yoğurur gibi modelleme yapmak anlamlarında kullanılan bir kelimedir. ZBrush, bilgisayar ortamında kullanıldığı gibi, bilgisayara bağlı baskı hassasiyeti yüksek tabletler ve kalemler ile kullanımı oldukça etkilidir. Bilgisayar mouseları (fare), baskı hassasiyetli tabletlere nazaran daha zordur. Yakın dönemde ipad tabletler için versiyonu da çıkmıştır. ZBrush; diğer 3d programlar ile oldukça entegre çalışabilme özelliğine sahiptir. Bu programlar arasında 3ds Max, Maya, Matrix, Rhino, Blender 3d, KeyShot Render vb. daha birçok program sayılabilir. Pixologic firması tarafından geliştirilen yazılım, yakın dönemde Maxon yazılım şirketi tarafından satın alınmıştır. Yazılım eski sayfa linki olan

www.pixologic.com adresinden temin edebileceği gibi yeni adresi olan www.maxon.net adresinden de indirilerek demo veya satın alma yolu ile kullanılabilir.

4.1 ZBRUSH PROGRAMININ KULLANIM ALANLARI

ZBrush; çok yönlü modelleme yöntemleri sayesinde 3d dünyasında oldukça tercih edilen ve birçok sektörde kullanılan geniş bir yelpazeye sahiptir. Program ile neler yapılabileceği konusunda örnek çalışmaları görmek için www.zbrushcentral.com adresine bakılabilir. Kullanım alanları arasında; sinema sektörü, oyun sektörü, takı ve mücevher tasarımları, konsept tasarımları, oyuncak sektörü, moda, heykel ve 3d print gibi birçok sektör ve alanda kullanılmaktadır. Sinema sektörü yaygın olarak programı kullanmakta ve son dönemde çekilen birçok film, yine programın yeteneklerinden faydalanmaktadır. Yüzüklerin Efendisi filmindeki birçok karakter de yine ZBrush ile modellenmiştir. Weta Digital firmasında baş karakter ve yaratık modelleyici Tibor Madjar tarafından film için (LOTR) tasarlanan modeller şekil 4.1 ve şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Tibor Madjar'ın Yüzüklerin Efendisi Filmi İçin Tasarladığı Model.

[<https://www.maxon.net/fr/article/the-lord-of-the-rings-return-of-the-king?srsId=AfmBOoo3ux7oVixEIr19R80pyzmbz57bcoeq7tgqVqLUnshX0VQDZNoA>].

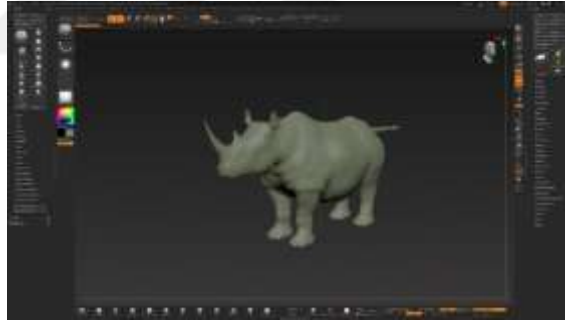


Şekil 4.2: Tibor Madjar'ın Yüzüklerin Efendisi Filmi İçin Tasarladığı Bir Diğer Model.

[<https://www.maxon.net/fr/article/the-lord-of-the-rings-return-of-the-king?srsltid=AfmBOoo3ux7oVixEIr19R80pyzmbz57bcoeq7tgqVqLUnshX0VQDZNoA>].

4.2 ZBRUSH PROGRAMININ ARAYÜZ TANITIMI

ZBrush; alışık olunduğu gibi diğer program arayüzlerinden oldukça farklıdır. Karmaşık görünen bir arayüze sahiptir. Kullanıcıların kullanım alışkanlığı diğer programlarda olduğu gibi birbirine benzer arayüzlere sahip olduğu için ZBrush'ın arayüzünün karmaşık yapısı zamanla alışılabilir bir formata sahiptir. Programın arayüzü şekil 4.3'te ki gibidir.



Şekil 4.3: ZBrush Programı Kullanıcı Arayüzü.
[Maden, 2024].

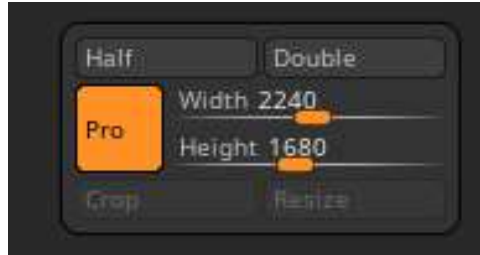
Program ilk kez çalıştırıldığında açılan ekranda kullanıcıların karşına LightBox (,) menüsü çıkmaktadır. LightBox adını eski foto stüdyolarında bulunan ve negatifleri incelemek için fotoğrafçıların kullandığı ışık masalarından esinlenilerek konulmuştur. LightBox menüsü, bilgisayardaki dosyalar ve program ile gelen örnek çalışmalar, ayrıca da üretilen koleksiyon çalışmalara kolay erişim sağlayan bir menüdür. Bu menü ekran açılışında lazım olmadığı için virgül (,) kısa yolu ile aç/kapat yapılabilir. ZBrush arayüzü şekil 4.4'te detaylı olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.4: ZBrush Programı Kullanıcı Arayüzü.

[https://help.maxon.net/zbr/en-us/#html/reference-guide/interface-overview/interface-overview.html?TocPath=Reference%2520Guide%257C_____1].

ZBrush programında çizimin yapıldığı alana; ekran yerine “Kanvas” (Canvas) yani tual denilmektedir. Bu durum ZBrush’ın resim ve boyama yeteneğiyle ilişkilendirilmektedir. Diğer 3d yazılımlarında Canvas (Tual) / Workspace (Çalışma Alanı) olarak adlandırılmaktadır. Programın elemanları pencere alanı dışına taşınamaz ve pencere alanı dışında kullanılamaz, fakat oldukça kullanıcı dostu bir arayüze sahip olduğu için kişiselleştirilebilir arayüz kullanımını kullanıcılarına sunmaktadır. Şekil 4.4’te gösterilen 2 numaralı alan programın canvas (tual) kısmıdır. Bu alan 2D yazılımlarda olduğu gibi piksel (pixel) türünden ölçeklendirilmektedir. Şekil 4.5’te bu ölçeklendirme gösterilmiştir.



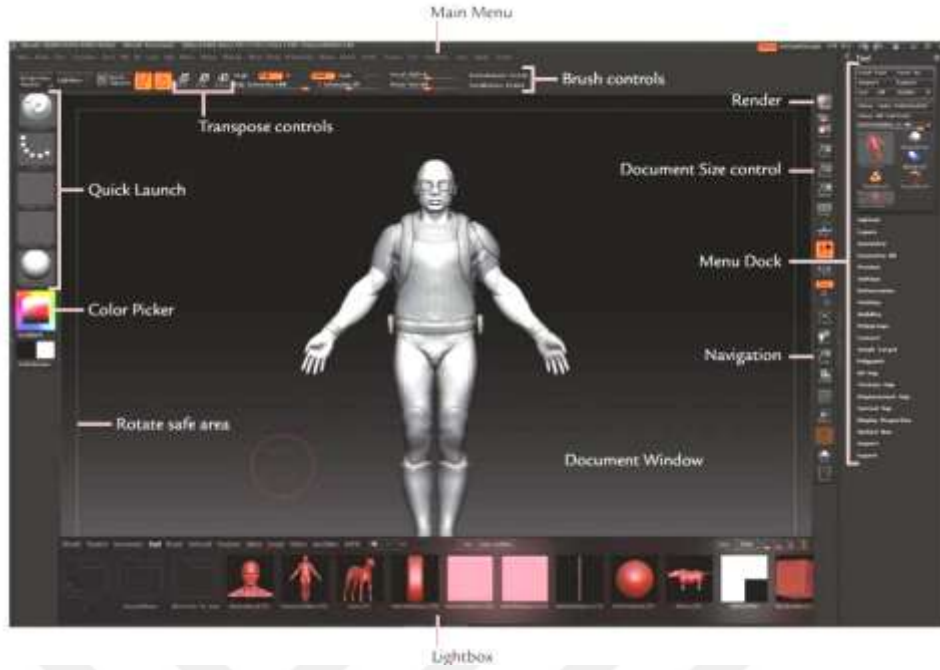
Şekil 4.5: ZBrush Programı (Document Menü) Kanvas Ölçeklendirme.

[Maden, 2024].

Canvas (Tual) 2d, 2.5d, 3d öğeleri bünyesinde barındırabilir. ZBrush’ın diğer 3D yazılımlardan farkı kamerasının hareket ettirilebildiği bir uzay sahnesinin olmayışdır. ZBrush tualı evdeki bir pencereden dışarıdaki 3 boyutlu dünyaya bakmaya benzetilebilir. Tualin içindeki objeler hareket ettirilebilir ancak pencere hareket ettirilemez. Bu temel mantık ZBrush’ın kullanım anlayışını anlamak ve programın gerçek zamanlı yüksek poligonlarla çalışabilmesinin temel prensibidir. Sağda ve solda menü barlar (Şekil 4.4’te ki 3 numaralar) bulunmaktadır. Ayrıca alt kısımda da kullanıcıların kişiselleştirebilmesi için bir menü bar bulunmaktadır. Sağdaki menü araç

menüsü (Tool Menü) en çok kullanılan menülerin başında gelmektedir. Soldaki menü de ise fırça menüsü (Brush Menu) mevcuttur. İşlemler genelde bu menüde bulunan fırça ve özelliklerinin seçilmesi yolu ile yapılmaktadır. Bu işlemler (diğer 3d programlarda “modifeirs” olarak kullanılmaktadır) arasında; kesme, ekleme, seçme, dilimleme, boyama, kırpma, şişirme, düzleme, pürüzsüzleştirme vb. birçok işlemi yapacak fırçalardan oluşmaktadır. Yine hemen üst kısımda bulunan ZBrush adlı başlık çubuğunun hemen altındaki ve hemen hemen diğer tüm programlarda bulunan yeni çubuğunun üzerindeki yerde (Şekil 4.4’te ki 4 numaralar) alfabetik sırayla düzenlenmiş olan palet seti bulunur. Bunlar üzerine tıkladığımızda açılan menüler bölümüdür. Bu kısma kendi kişisel menüler ve arayüz özelleştirme özellikleri de eklenebilir.

Her menü içerisinde iş akışına yardımcı olacak şekilde ayarlanmış seçenekler ve ayarlar içeren farklı alt menülerde (Şekil 4.4’te ki 5 numara) bulunmaktadır. Program içerisinde tüm palet ve barlarda olduğu gibi kullanıcılar kendi kişisel menülerini özelleştirebilir veya oluşturabilirler. Kullanıcılar program içerisine eklentiler (Plugin) yardımcı yazılımlar ekleyebilmektedirler. Özelleştirilebilir ekranların kişiselleştirilmiş değişiminden sonra kullanıcılar UI (user interface) “kullanıcı arayüzü” denilen kısımdan yaptıkları değişikliklerin program tekrar açıldığında kullanılabilir olması için kaydetmeleri gerekmektedir. Kullanıcı arayüzünde kullanılan bazı menü başlıklarını tıkladığında “açılır pencereler” (Pop-up Windows) (Şekil 4.4’te ki 5 numara) görünecektir. Örnek verilecek olursa alfa menüsüne tıkladığında, alfa menüsü ile ilgili özellikler ve içerikler görülecektir. Canvas alanında kullanılan her bir parça tool (araç) diye adlandırılır. Araçlar (tools) poligon yüzeylerden oluşur. 3 boyutlu bir obje birçok araçtan oluşmaktadır; bunları parça parça ayırdığımızda ise bunlara gelecek isim (subtool) yani alt araçlardır. Canvas olarak nitelendirilen çalışma alanı program ilk çalıştırıldığında varsayılan ayarı dar ve küçük olabilmektedir. Bu durum hemen üst menülerde bulunan Document menüsünden Wsize / AutoFit ve New Document’a basılarak düzeltilebilmektedir. Bu işlem sonrası “canvas” ekran boyutu genişleme işlemi gerçekleşecektir.



Şekil 4.6: ZBrush Arayüzü Görünümü.

[Spencer, 2023:12].

Üst kısımda ZBrush Main Menu (Ana Menü) bulunduğu (Şekil 4.4’de ki 10 numara) kısımda sırasıyla; Alpha (Alfa), Brush (Fırça), Color (Renk), Document (Doküman/Belge), Draw (Çizim), Dynamics (Dinamikler), Edit (Düzenleme), File (Dosya), Layer (Katman), Light (Işık), Macro (Makro), Marker (İşaretleyici), Material (Materyal), Movie (Film), Picker (Seçici), Preferences (Ayarlar), Render (Pürüzsüzleştirme), Stencil (Şablon), Stroke (Vuruş), Texture (Doku), Tool (Araç), Transform (Dönüştürme), ZPlugin (Eklenti), ZScript (Komut Dosyası), Help (Yardım) bölümlerinden oluşmaktadır.

Bu bölümler sırası ile tanımlanacak olursa; Alpha (alfa) bu bölümü fırça ucu şekilleri olarak adlandırılmaktadır, yani fırça şekilleri, şablonları ve doku damgaları, farklı alfa tonlamaları ve bunların içe aktarımıyla (import) düzenleme seçenekleri bölümüdür. Bir sonraki bölüm Brush (Fırça) bölümüdür; diğer 3D programlarında değiştiriciler, düzenleyiciler (modifiers) denilen araçlardan oluşmaktadır. Bu araçlar 3d heykel ve boyama araçlarını içerir. Bu araçlar arasında kesme, dilimleme, curve yani ‘eğri’ fırçaları, maskeleme fırçaları, traşlama fırçaları vb. gibi birçok özelliğe sahip sayısız fırça bulunmaktadır. Ayrıca tüm fırçaların yaratılması, değiştirilmesi ve düzenlenmesi ile ilgili bölümdür. Bu bölümdeki Alpha ve Brush menüleri sol taraftaki (Şekil 4.4’te ki 11 numaralı bölüm) Alpha ve Brush menüleri ile aynıdır. Color

(Renk) menüsü; modellerin renk, malzeme ve bunların boyanması ile ilgili seçimlerinin yapıldığı bölümdür.

Document (Doküman/Belge) menüsü; ekran ve pencere boyutunu ayarlama, ebatlama, ZBrush programından dosya dışarı aktarma (export) ve dosya içeri alma (import) seçeneklerinin yapıldığı bölümdür.

Draw (Çizim) menüsü; fırçaların uç ve kalınlık ayarlarını değiştiren, baskı ve etki alanını, yoğunluğunu ayarlamaya yarayan bölümdür. Ayrıca ZIntensity, RGB Intensity, ZAdd (ekleme), ZSub (Çıkarma) ve 2.5 D fırçalarında ayarlarının yapıldığı bölüm aynı zamanda da kamera ve perspektif ayarları da bu bölümde yapılmaktadır.

Dynamics (Dinamik) Menüsü; bu menüde aksiyon yani harekete dayalı dinamik yerçekimi ve diğer hareketli sahneleri simüle etmeye yarayan, maskeli, fırça gibi ayarların yapıldığı bölümdür. Ayrıca efektif olarak şişirme, söndürme ve genişletme gibi ayarlarda buradan yapılmaktadır.

Edit (Düzenleme) Menüsü; undo (geri alma) ve redo (yineleme) işlemlerinin yapıldığı bölümdür. Aynı zamanda tool (araç) içinde undo ve redo işlemleri yapılmaktadır.

File (Dosya) Menüsü dosyaları canvasa aktarmaya (içeri alma/ import), dışarı almaya (export), kaydetmeye, farklı kaydetmeye ve yüklemeyi sağlayan bölümdür. Bu bölümde ayrıca ztl (ZBrush Tool) mesh dosyalarını açmaya ve yüklemeye aynı zamanda da dışarı aktarmaya, farklı formattaki dosyaları işlemeye yarayan bölümdür.

Layer (Katman) Menüsü; bu bölümde belgelerin katmanlarının oluşturulması ve yönetilmesi açısından seçenekler bulunur. Bu seçenekler çizim ve tual ile ilgilidir, sculpt (heykel) ya da modellemedeki katmanlarla ilgisi yoktur.

Light (Işık) Menüsü; bu bölümde canvas ekranında bulunan obje ve modellerimizin ışık, gölge ve arka plan (background) benzeri ayarlarının yapıldığı eklendiği ve çıkarıldığı bölümdür.

Macro (Makro) Menüsü; öncelikle ‘makro’ bilgisayar yazılımları içindeki kullanıcıların çok sık kullandıkları işlemlerin otomatikleşmiş bir komut tekrarlama özeliğidir. Bu menü

(macro) sık tekrarlanan aksiyonların kaydedilip işlem olarak yeniden kullanılmasını sağlayan makroları oluşturmaya yaramaktadır (Spencer 2011: 13).

Marker (İşaretleyici) Menüsü; bu menüde bir 3B alıcı tuval (Canvas) üzerindeki konum ve lokasyon diğerinin depolandığı bölümdür. Bu çalışma esnasında nesne üzerinde değişiklik yaptıktan sonra bile aracı (tool) yeniden çizilmesine ve tasarlanmasına olanak tanır. ZBrush 3 versiyonu ile çıkan alt araçlar (subtools) ile bu özellik çok daha az kullanılır bir hale gelmiştir.

Material (Materyal) Menüsü; materyal aslında malzeme bilgisini bize verir, dolayısı ile bu menüde araçların ya da nesnelerin malzeme ile ilgili yüzey kalitesi ışık ve gölge gibi diğer öğelere verdiği tepkiyi ifade etmektedir. ZBrush'da temel olarak iki ana materyal tipi mevcuttur; bunlar arasında MatCap ve standart malzemeler vardır. Dışarıdan malzeme eklenebildiği gibi içeride oluşturulmuş malzemeleri de ayrıca palet olarak kaydetme ve bunları diğer başka projelerde de kullanabilme olanağı sağlar.

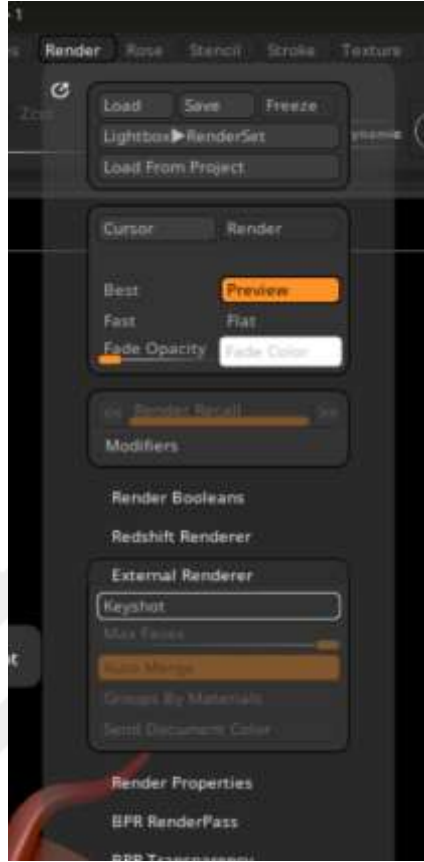
Movie (Film) Menüsü; bu menü tual (Canvas) ekranımızdan film ve hareketleri kaydetmek için kontroller sunar. Yapılan çalışmaları sergilemek, müşterilere göstermek veya fikirler oluşturup sunmak için kullanılmaktadır. Zaman çizelgesinde ve film üzerinde ayarlar yapmaya da imkân ve olanak tanır. Yapılan çalışma değişik film formatlarında da dışarıya aktarılabilir.

Picker (Seçici) Menü; bu menüde tual üzerindeki bulunan nesnelerin 3B kafesler yani poligon çerçeveleri ve de onların üzerinde bulunan point (noktalar) ile şekillendirici fırçaların etkileşime girerken bilgileri nasıl okuyacağını ve örnekleyeceğinin kontrol edildiği bölümdür. Fırça davranışlarını önemli ölçüde etkileyen menü ayarlarının yapıldığı kısımdır.

Preferences (Tercihler) Menüsü; bu menü programın genel tüm ayarlarının ve özelliklerinin değiştirebildiği bölümdür. Kullanıcı ara yüzü özelleştirilmesinden tablet ayarlarına kadar tüm değişikliklerin yapıldığı bölümdür.

Render (Pürüzsüzleştirme) Menüsü; bu menü ZBrush tualinde bulunan kompozisyondaki ışık, gölge, kenar yumuşatma, çevresel etkiler, ambiyans ve pürüzsüzleştirme (render) ayarlarının yapıldığı bölümdür. Ön izleme, hızlı ve en iyi render gibi çeşitli ayarları sunar.

Bu bölümde external (harici) render yazılımları da kullanılabilir. Bu duruma, şekil 4.7’de gösterilen KeyShot Render programı örnek verilebilir.



Şekil 4.7: Render Menüsündeki External (Harici) Render Programının Kullanım Alanı.

[Maden, 2024].

Stencil (Şablon) Menüsü; bu menüde Alfaların (Alpha) düzenleyerek boyama ve detaylandırma işlemlerine yardımcı olmak için kullanılan bir menüdür.

Stroke (Darbe) Menüsü; bu menü fırça darbelerinin ayarlarının ve uygulanma biçimlerinin düzenlendiği bölümdür. Fırçaların vuruş (stroke) özellikleri, eğri (curve) ayarları, yüzeydeki noktalar (points) üzerindeki takip etme özelliklerini içermektedir. Ayrıca bu menü içerisinde yine ZBrush'ta çok kullanılan LazyMouse özelliği de bulunmaktadır. “LazyMouse” mouse (fare) ve tablet kalemlerini kullanırken fırçaların vuruş özelliklerini yumuşatarak çizimlerin daha estetik olmasını sağlayan özelliktir.

Texture (Doku) Menüsü; dokular ZBrush yazılımında araçları (tools) ya da 3d modellerimizi boyamaya, 3d görselleştirme açısından renklendirmeye yarayan bölümdür. 2 boyutlu (2B/2D) renkli görüntülerden oluşan dokular (textures) render programları içinde doku

haritası oluşturmaya yaramaktadır. Bu menü ayrıca Spotlight dosyalarını kaydetmeye, açmaya ve Spotlight'a dokular eklemeye olanak tanıyan menü düz menüdür.

Tool (Araç) Menüsü; bu menü programın hemen sağ tarafında bulunan Tool menüsü ile aynı içeriğe sahiptir. Araç menüsü ZBrush'ın ana çekirdeğini oluşturur. Bu menüde farklı boya fırçaları (2,5D Fırçaları), primitif (ilkel) nesneler bunlara aynı zamanda 3D Mesh (kafes), hızlı seçim gibi temel araçlar bulunduğu gibi bunların değiştirilmesi, birleştirilmesi, ayrılması gibi tüm düzenlemelerin, topolojilerinin yeniden düzenlenmesi gibi geometri bölümlerinin bulunduğu kısımdır. UV Map (UV haritaları) çıkarmak için de ayrıca bu menü kullanılmaktadır. UV anlam olarak U: X eksenine karşılık gelirken, V: Y eksenine karşılık gelmektedir. Temelde X, Y, Z den oluşan 3 boyut eksenleri arasında karışıklık olmaması için kullanılmaktadır. Tüm mesh (kafes)'lerin edit (düzenleme) işlemlerinin yapıldığı menüdür.

Transform (Dönüştürme) Menüsü; bu menü taşıyıp döndürmeye yarayan ve içinde farklı birçok navigasyon komutunun bulunduğu menüdür. Ayrıca bu menüde 3 boyutlu araçlarınızın üzerinde eş zamanlı ve bütünleşmiş bir şekilde çalışan simetri düzenleme aracı da bulunmaktadır. Simetri radyal simetri ve x, y, z eksenleri ile çalışarak şekillendirme sürecini oldukça hızlandırır.

ZPlugin (Eklenti) Menüsü; bu menü programın eklenti ve yardımcı dosyalara şimdini sağlar. Dışarıdan farklı yazılımlarla birlikte programa çeşitli özellikler eklemeye olanak tanımaktadır. Programın web sitesinden ya da program için yazılmış diğer kaynak sitelerden temin edilebilmektedir.

ZScript (Komut Dosyası) Menüsü; bu menüde programa ilave komut satırı ile yazılımlar ve özellikler eklenmektedir. Bunlar basit makrolar ve arayüze işlevsel özellikteki eklentiler içermektedir. (Alejo, 2023:38)

Programın hemen sağ bar kısmında navigasyon ve ekran özelliklerinin kullanıldığı bölüm yer almaktadır.

4.3 ZBRUSH PROGRAMININ MODELLEME YÖNTEMLERİ

ZBrush programını diğer 3B modelleme yazılımlarından ayıran en temel özelliklerinden biri de Sculpting (Heykeltçilik) yeteneklerini bünyesinde barındırıyor olmasıdır. Program bu

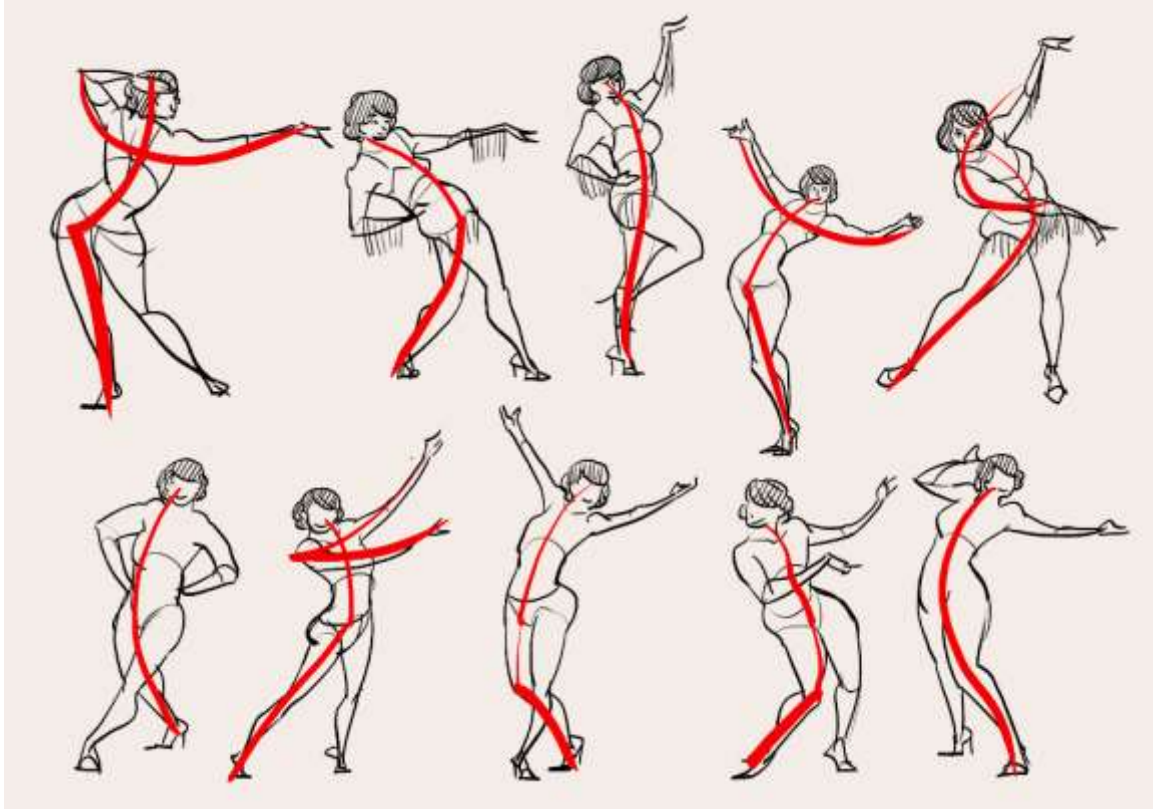
sayede organik ve akışkan modellemeler yapabilmekte ve biyomimetik tasarımları kolaylaştırmaktadır. ZBrush’ın modellemede kullandığı temel tasarım yöntemleri şu şekilde sıralanabilir;

- a. Dijital Sculpting (Heykel) veya Organik Modelleme Araçları: DynaMesh, ZSpheres, Sculptris Pro
- b. Poligonal Modelleme Araçları: ZModeler Fırçası
- c. Primitif Tool’lar (Araç) ile Modelleme
- d. Hard Surface (Sert Yüzey) Modelleme
- e. Polypaint ve Texture Mapping
- f. FiberMesh ve MicroMesh
- g. Maskeler

4.3.1 Dijital Sculpting (Heykel) Ve Organik Modelleme

ZBrush programının sanatçılar açısından en keyifli ve heyecan verici yanı; direkt ve doğrudan model ile yüz yüze, adeta gerçek bir heykel çamurunu (kil) yoğuruyormuş gibi dijital bir kil (Clay) topuyla çalışarak, anlık ve organik bir şekilde modeller yaratmasına olanak tanınmasıdır. Geçmişten günümüze sanatsal gelenek; heykel ve heykeltıraşlık konusunda oldukça farklı metot ve zengin içerikli yöntemler sunmuştur. Binlerce yıllık bu sanatsal gelenek içerisinde, ressam, müzisyenler ve grafik sanatçıları gibi pek çok sanatçı, çeşitli yazılımlar aracılığıyla dijital dünyanın olanaklarına erişim sağlamıştır. Ancak bu durum, uzun bir süre boyunca heykeltıraşlar için geçerli olmamıştır. Bu alandaki önemli bir kırılma noktası, ZBrush programının kullanıcılarla buluşmasıyla yaşanmıştır. ZBrush’un “Sculpting” (heykel) modelleme özelliğini kavrayabilmek için öncelikle geleneksel heykel sanatının temel prensiplerinin anlaşılması gerekmektedir. Hangi nesne ya da figür modellenirse modellenirse, geleneksel heykel sanatına yön veren kural ve disiplinler doğrultusunda hareket edilmelidir. Tıpkı çizim ve boyama alanlarında olduğu gibi, temel sanat eğitimi kapsamında yer alan kurallar, dijital ortamda gerçekleştirilen “Sculpting” modelleme için de geçerliliğini korumaktadır. Bu modelleme yönteminin temelinde; jest

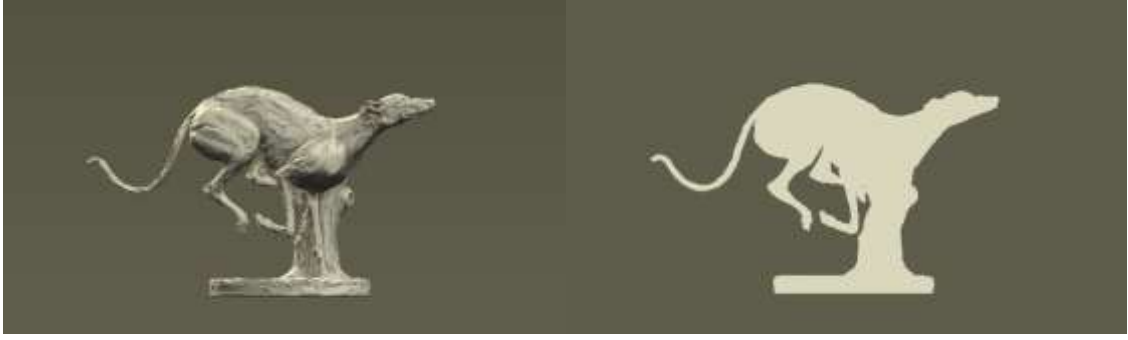
(ritim, mimik ve hareket akışı), form (biçim) ve oran-orantı (proporsiyon) ilkelerine bağlı kalmak esastır. Jestler, modelin dinamik yapısını ve hareket eğrisini tanımlamakta olup, modelin pozu, ritmi, ivmesi ve duruşuna ilişkin eylemin yakalanmasını amaçlamaktadır. Söz konusu jestlere ilişkin bir örnek şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8: Model ya da Figürün Jestlerine Örnek.

[<https://cdn.class101.net/images/8a028704-fe5d-4fef-93b1-6bda4eee0192/original>].

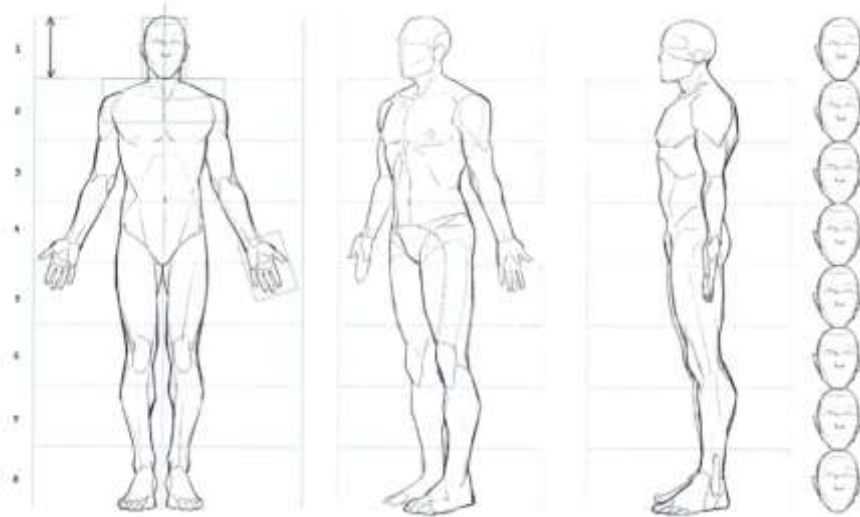
Form temel olarak bir nesnenin, modelin veya heykelin dış şeklini, görünümünü ifade etmektedir. Heykelde gölge ve ışık oldukça etkilidir. Gölge veren yüzeyler değiştirildiği zaman ton ve değerlerde değişmektedir. ZBrush programında modellenen bir modelin formu yine ZBrush’ın render ayarları sayesinde şekil 4.9’da gösterildiği gibi düz render olarak uygulanabilmektedir.



Şekil 4.9: 3B Modelin Formu. ZBrush, Flat Render.

[Maden, 2024].

ZBrush’da modelleme yaparken tıpkı heykelde olduğu gibi büyük formlardan küçük formlara ve oradan da detaylara gidilmesi görsel ve sonuçlar açısından daha etkili olur. Formların birbirleriyle olan ilişkilerine proporsiyon yani orantı denilmektedir. Proporsiyon (Oran) bir modelin, insan formunun, heykelin ya da bir nesnenin total boyutu ve o bütünün parçalarının boyutlarını ifade eder (Spencer, 2011:4). Örnek gösterilecek olursa; tüm insanlarda farklılık göstermekle birlikte genelde Michelangelo’nun sekiz başlı insan figürü temel alınmaktadır. Buna örnek olarak şekil 4.10’da ki çizim gösterilebilir. Diğer nesnelerde de oran orantı kendi içinde değerlendirilmektedir.

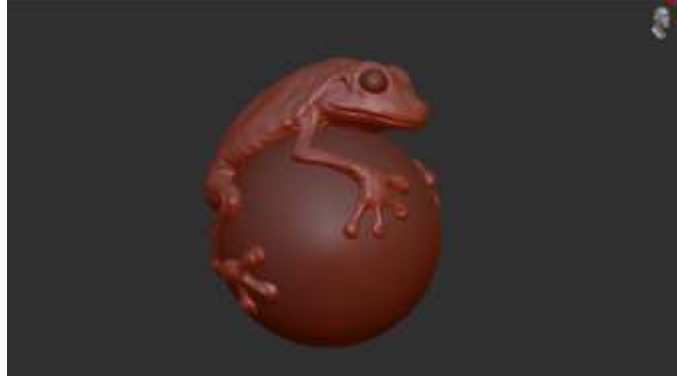


Şekil 4.10: Örnek Olarak İnsan Figürü.

[Legaspi,C. (2015). Anatomy for 3D Artists: The Essential Guide for CG Professionals. 3DTotal Publishing. Worcester, United Kingdom.].

Temel olarak ZBrush programında heykelde kullanılan temel sanat bilgileri, ışık, gölge, oran orantı gibi temel kurallar geçerlidir. Ayrıca program içerisinde kullanılan kil (clay) fırçaları ve kil görünümüne takı tasarımında da kırmızı mum olarak geçen (Red Wax) materyali şekil

4.11’de gösterilen ve ClayBuildup adlı fırça ve diğer pek çok fırçada heykeltıraşların kullandığı temel malzemelerden oluşmaktadır.



Şekil 4.11: Heykel Çamuru ve Kırmızı Mum Materyali Örneği.
[ZBrush, 2024].

Heykelde kullanılan kil (çamur) ve aletler de ayrıca şekil 4.12’de gösterilmiştir. ZBrush’da dijital heykel yapmak için tüm detaylar mevcut bir şekilde tasarımcılara sunulmuştur.



Şekil 4.12: Heykel Çamuru (Kil / Clay) ve Aletler.
[<https://www.sculptureatelier.com/blog/how-to-start-sculpting>].

Organik Modelleme, ZBrush programının en önemli ve en güçlü olduğu bölümdür. Bu modelleme yöntemi doğal formlar oluşturarak modellemeyi içermektedir. Bu organik modeller arasında 3B karakterler, yaratıklar, doğal formlar; bunların içine bir bardaktan bir elmaya kadar olan tüm organik yapılar girmektedir. Organik modellemede kenarlar daha yuvarlak ve akışkan olmakla birlikte kullanılan fırçalar sayesinde damarlar, kırışıklıklar, ince detaylar gibi birçok önemli detay verilebilmektedir. Dynamesh aracını kullanarak model üzerinde geometri sürekli ve istenildiğinde düzenlenebilmektedir. Subdivision yapısı

ile çalışmak da ayrıca organik modelleme yaparken oldukça önemlidir. Düşük ve yüksek subdivision modları ile çalışarak model üzerinde detay ve ana hatlar arasında bir hakimiyet kurulması söz konusudur.

4.3.2 Poligonal Modelleme Araçları (Zmodeler Fırçası)

ZModeler fırçası, ZBrush programında Poligonal Modelleme ya da Box (Kutu) modelleme diye tabir edilen çok güçlü ve etkili bir fırçadır. Çok farklı ve karmaşık şekilleri oldukça hızlı bir şekilde oluşturmamıza olanak tanıyan bunu yaparken de poligonal modellemeyi kullanan bir araçtır. Diğer 3B modelleme yazılımları arasında oldukça farklı bir deneyim ortaya sunar. Bunun sebebi diğer yazılımlarda ayrı ayrı bulunan özelliklerin ve araçların ZModeler fırçasında bir bütün olarak bulunmasıdır. Bu yüzden sanatçılara ve tasarımcılara modelleme işlemleri sırasında hem kolaylık sağlar hem de benzersiz bir modelleme deneyimi yaşatır.

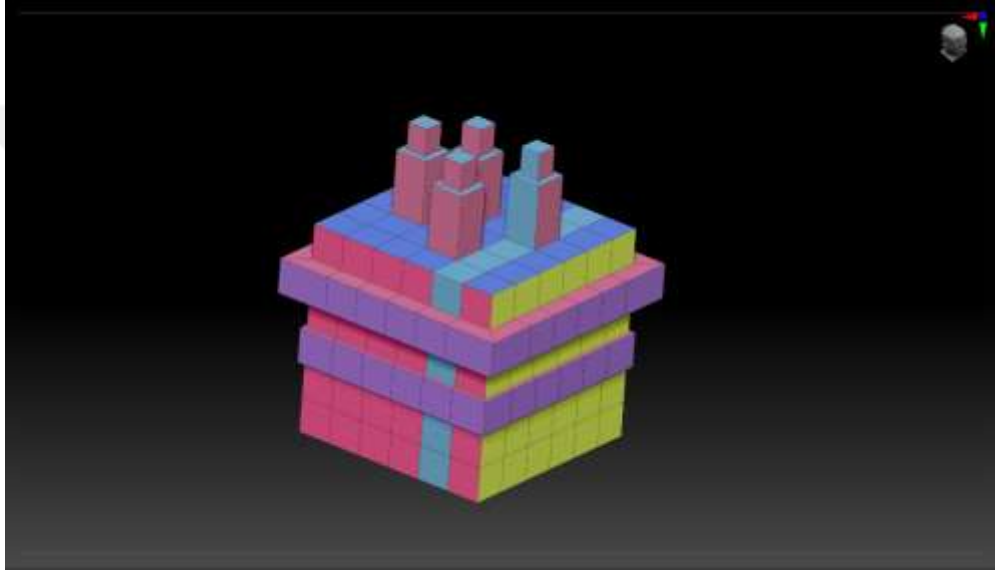


Şekil 4.13: ZModeler Fırçası Actions (Eylemler) ve Target (Hedefler).

[Maden, 2024].

ZModeler fırçası çok düşük çözünürlüklü modellemelere imkân verdiği gibi yine çok az poligon ile birçok nesneyi modelleme ve oluşturma imkânı sunacaktır. Modelleme iş prensibi çok sade ve basittir: Targets (Hedefler) ve Actions (Eylemler). Hedefler ve eylemler ile ilgili kısım şekil 4.13'te gösterilmiştir. Fırçanın tek poligon, poligon grubu veya poligon kenarları gibi oldukça yetenekli akıllı hedef sistemleri vardır (URL 1 Maxon). ZModeler geleneksel poligonal modelleme üzerine oldukça geniş bir yelpaze ve avantaj sunarak ZBrush programının güçlü heykel yapma yeteneğiyle de birleşince teknik açıdan ve sanatsal bakımdan kullanıcılara eşsiz bir modelleme deneyimi vermektedir. Poligonal modelleme

farkı açısından, kullanıcıların oldukça hassas ve kontrollü modeller oluşturmalarına imkân sağlamaktadır. Bu özellikleri sayesinde model, karakter ve nesnelerin temel yapı ve formlarını oluştururken çok değerlidir. Modelleyicilerin tasarım sürecine odaklanmasını ve gereksiz detaylarla uğraşarak kaybettikleri zamanı önlemesi açısından çok başarılıdır. Gelişmiş QMesh özelliği ile düşük çözünürlüklü geometrik nesneler ve modeller geliştirme konusunda oldukça etkilidir. PolyGroups (Çoklu Gruplar) ile oluşturma özellikleri modelleme sürecinin çok önemli bir parçasıdır. Çoklu Gruplar; herhangi bir renk ile tanımlanan poligon yüzeyleri ifade etmektedir.



Şekil 4.14: ZModeler Fırçasının PolyGroups (Çoklu Yüzeyler) ile Çalışmasına Örnek.

[Maden, 2024].

ZModeler Fırçası bu çokgen gruplara “aynı renk” yüzeylerde tekli ve çoklu olarak aynı işlev ve işlemleri yapabilmektedir. Mesh (ağ) yüzeyinin neresinde olursa olsun Target (Hedef) ile belirtildikten sonra ağın neresinde olursa olsun tüm aynı renk poligonlara işlem uygulamaktadır. Şekil 4.14’te görüldüğü gibi PolyGroups (Çoklu Yüzeyler) ile hızlı sonuçlar alınabilmektedir. 3B tasarım ve modelleme dünyasına geniş bir yelpaze sunan ZModeler fırçası, farklı alanlardaki uzmanlar ve tasarımcılar tarafından oldukça rağbet görmektedir. Modellemede; özellikle de karakter modellemede topolojiyi düzenleme araçları ve olanaklara sayesinde çok ön plana çıkmaktadır. HardSurface (Sert Yüzey) Modellemesi denilen modelleme yönteminde ise üstün yeteneklere sahiptir. Binalar, araçlar, tüm mekanik parçalar, geometrik yapıları formlardan bir helikoptere kadar birçok nesneyi

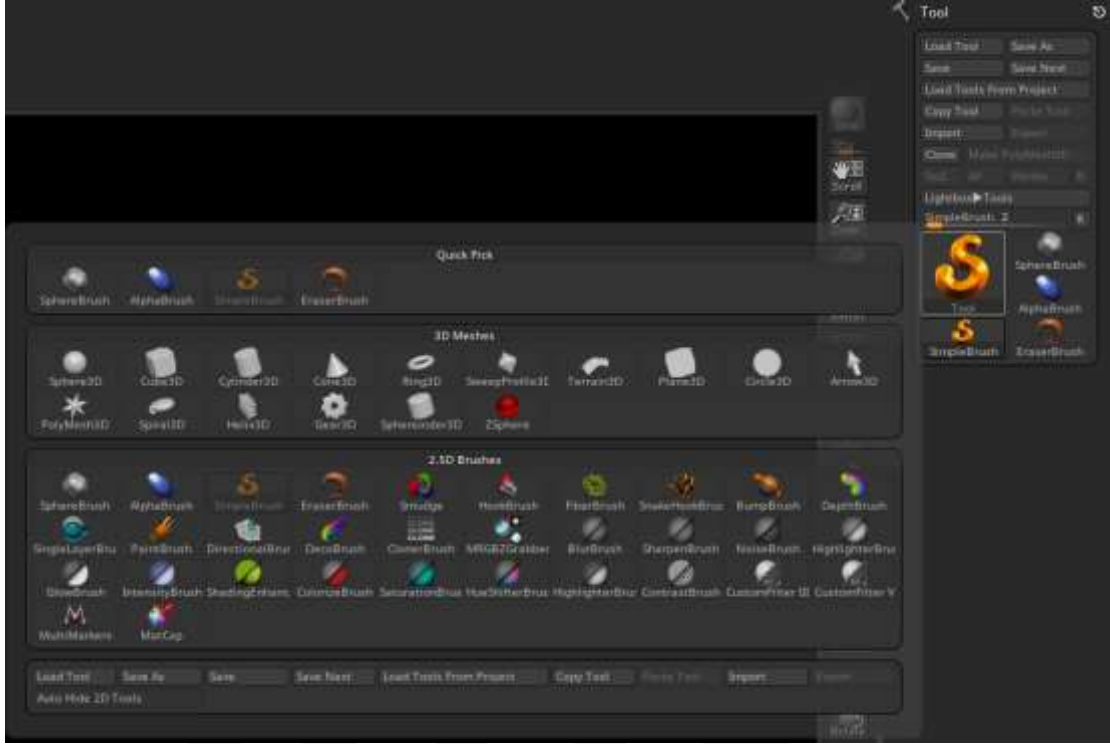
modellemek için mükemmel bir araçtır. Şekil 4.15'te de gösterildiği gibi ZModeler fırçası ile hemen her nesneyi modellemek mümkündür.



Şekil 4.15: ZModeler Fırçası ile Modellenmiş Bıçak. ZBrush Artist – Joseph Drust.
[<https://help.maxon.net/zbr/en-us/Content/html/user-guide/3d-modeling/modeling-basics/creating-meshes/zmodeler/zmodeler.html>].

4.3.3 Primitif Tool'lar (Araç) İle Modelleme

Primitif araçlar hemen her 3B modelleme programında bulunan temel nesnelerdir. ZBrush programında da primitif araçlar (Tool) tool menüsü altındaki “Current Tool” (Geçerli Araç) bölümünde bulunmaktadır. Primitif şekiller modelleme sürecindeki en temel yollardan biridir. Bu temel araçlar arasında; küre, küp, silindir, koni, ring3d gibi birçok temel araç bulunmaktadır. Şekil 4.16'da gösterildiği gibi 3D Meshes (3B Ağlardan) oluşan bu araçlar parametreleri ile oynanarak özelleştirilebilmektedir.



Şekil 4.16: ZBrush Programında Tool (Araç) Menüsü Altındaki Primitif Nesnelerin Gösterimi.

[Maden, 2024].

Bu primitif araçlar, subtools (alt araçlar) yapısı ile birbirleriyle birleştirilerek, birbirlerinden çıkartılarak karmaşık modeller tasarlanabilmektedir. Programın bu özellikleri ile deformasyon araçları sayesinde de basit olan bu şekiller komplike ve karmaşık birçok türdeki form ve modellere çevrilmektedir. Şekil 4.17’de ZBrush programındaki Tool Menüsü altındaki primitif araçlar gösterilmiştir. Primitif şekiller ZBrush programının en temel yapı taşını oluşturmaktadır. Primitifler Karmaşık modeller oluşturulurken kullanılacak en iyi araç ve en iyi başlangıç noktasıdır. Tasarımcılar tasarlayacak hakları modele uygun geometrik formu bu kritik nesnelerden seçerek tasarım sürecinde oldukça hızlı sonuçlar elde ederler. Primitifler; parametreler ve değerler girilerek isteyen ölçüler veya bantlara getirebildiği gibi şekiller kolayca manipüle edilebilmektedir. Temel formlar oluşturulduktan sonra programın içerisinde bulunan fırça araçları ile istenilen detaylar modele eklenebilmektedir. Oluşturulan ve değiştirilen her primitif araç daha sonra da farklı projelerde kullanabilmek için program içerisinde tutulabilmektedir. ZBrush içerisinde bulunan Dynamesh özelliği sayesinde de prototipleme için hızlı ve ideal sonuçlar alınabilmektedir.



Şekil 4.17: ZBrush Programında Tool (Araç) Menüsü Altındaki Primitif Nesnelerin Kanvas Ekranı Üzerindeki Gösterimi.

[Maden, 2024].

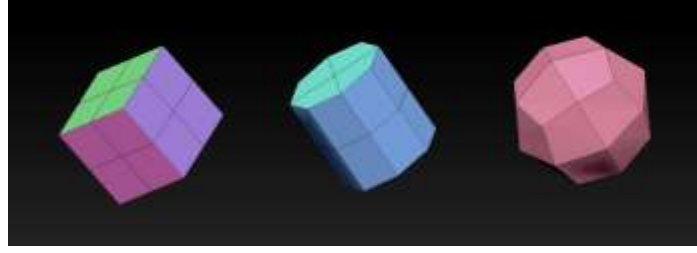
Modellemede başlangıç olarak kullanılan primitif nesneler daha sonra ZBrush programının içerisinde bulunan Dynamesh özelliği sayesinde topolojisi ihtiyaca göre sınırsızca düzenlenebilmektedir. ZModeler fırçasında kullanmak için ayrıca Tool Menüsü altındaki Initilaze bölümünde de primitif araçlar bulunmaktadır. Bu primitifler basit ve parametrik olup poligon ve dilim sayıları olarak değiştirilebilir araçlardan oluşmaktadır. Bu araçlar şekil 4.18’de gösterilmiştir.



Şekil 4.18: Tool Menüsü Altında Bulunan Initialize Menüsündeki Primitif Parametrik Ayarları.

[Maden, 2024].

Bu araçların değer girilmiş görüntüleri Şekil 4.19’da gösterilmiştir. Quick Mesh (Hızlı Kafes/Ağ) olarak adlandırılan primitifler ZModeler fırçası ile kullanılmak üzere tasarlanmışlardır. (URL16, Maxon)



Şekil 4.19: Tool Menüsü Altında Bulunan Initialize Menüsündeki Primitifler.

[<https://help.maxon.net/zbr/en-us/Content/html/user-guide/3d-modeling/modeling-basics/creating-meshes/quick-mesh/quick-mesh.html>].

4.3.4 Hard Surface (Sert Yüzey) Modelleme

Hard Surface (Sert Yüzey) Modelleme; bir nesne ya da modelin dış yüzeylerini veya şeklini tasarlama ve modelleme işlemidir. Keskin kenarlar, sert köşeler, düz, pürüzsüz yüzeyler ve mekanik detaylı modeller oluşturmayı ifade eder. Bu 3B yüzeylerin matematiksel denklemler ya da algoritmalar kullanılarak nesnenin dış yüzey ve formunun tanımlanması gerekmektedir. 3B yapılan modeller iki şekilde tanımlanmaktadır; organik modeller ya da sert yüzeyli modeller şeklinde. Sert yüzeyler; makineler, arabalar, robotlar, silahlar, zırh ya da kasklar gibi pürüzsüz ve statik yüzeyleri bulunan cansız nesnelerdir (URL 17).



Şekil 4.20: Hard Surface (Sert Yüzey) Modelleme Örnekleri.

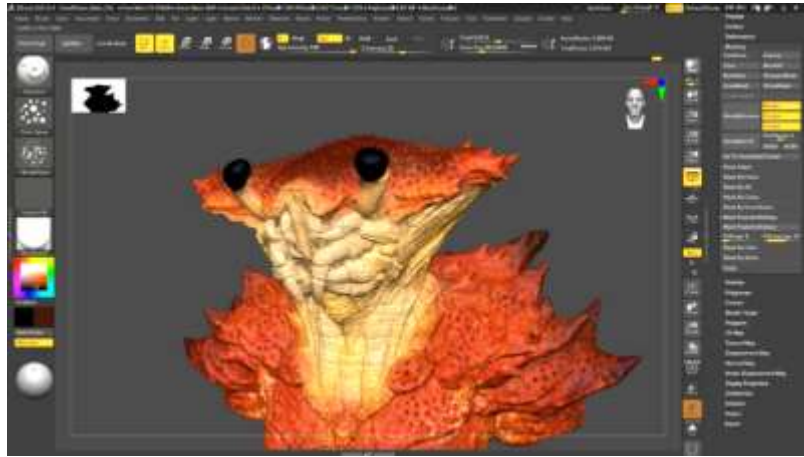
[<https://blog.wingfox.com/what-is-hard-surface-modeling/>].

Genellikle bilimkurgu film, animasyon ya da “shooter” (atıcı) oyunlarda kullanıldığı için oldukça yaygın bir modelleme tekniğidir. Organik modellere nazaran daha pürüzsüz ve daha az ayrıntıya ihtiyaç duyan pürüzsüz modeller ağırlıktadır. Kullandığımız birçok eşya ve alet, örneğin masamız, sandalyemiz gibi sert yüzeyli ve deforme olmayan sert yüzeylere sahip modellerden oluşur (URL 18). Şekil 4.20’de de gösterildiği gibi canlı olmayan modeller, daha çok sert yüzeylere ve köşelere sahip formlardan oluşmaktadır. Ayrıca Boolean işlemleri sayesinde farklı alt araçları ya da modelleri birbiri ile birleştirme, kesiştirme ya da

birbirinden çıkartma işlemlerini yaparak daha farklı modellerde oluşturulmaktadır. Panel Loops aracı ile düzgün kenarlar, paneller ve geometrik desenlerde düzenlenebilmektedir. 3D Hard Surface modelleme, araç ve tasarımından mücevher, endüstriyel tasarım, tıp ve robotik gibi birçok alan ve sektörde kullanımı bulunmaktadır. Program içerisinde bulunan Clip, Planar, Polish ve Trim fırçaları sert yüzeyleri oluşturmaya yarayan en önemli fırçalardır.

4.3.5 Polypaint (Çokgen Boyama) Ve Texture Mapping (Doku Eşleme/Haritalama)

Polypaint, öncesinde bir Texture Map (Doku Haritası) atamadan modelin üzerindeki polygon yüzeyleri boyamaya olanak sağlayan bir özelliktir. Bu işlem sonrasında boyanan yüzeye daha sonra bir map (harita) olarak aktarılabilir (URL 19). Böylece bu yüzeyler render programlarında kullanılabilir. En büyük avantajlarından birside tasarımcılar için geleneksel boya tekniklerin benzeri bir şekilde boyama yapabilmesine imkân vermektedir. Organik modellemelerde oldukça önemli olan bu özellik tasarımcılara modellemelerinde ve karakter yaratımlarında oldukça kolaylık sağlamaktadır. Model üzerinde bir alanda ya da genelinde daha fazla ayrıntı ve detaya ihtiyaç duyulduğunda sonradan da çözünürlük açısından değişimler yapılabilir olması tasarımcılar için çok önemli bir avantajdır. Şekil 4.21’de Polypaint özelliği ile bir modelin boyanması gösterilmektedir. ZBrush yazılımı Polypaint ile oluşturulan bu renkleri direkt olarak Texture Map (Doku Haritası)’e dönüştürülmesine olanak vermektedir.



Şekil 4.21: Modelin Polypaint Özelliği İle Boyanması.

[https://www.maxon.net/en/zbrush/features/polypaint?srsId=AfmBOooG67-hOxN7xMLDGsUmS_BPhNeQovWM602evlG4yo7e7z4xdaHR].

Program yüksek çözünürlüklü ve detaylı doku haritaları oluşturmak için Spotlight (Spot Işığı) Menüsü, Polypaint (Çokgen Boyama), Projection Master (Projeksiyon Uzmanı) ve

Multi Map Exporter (Çoklu Harita Dışa Aktarıcısı) sayesinde çok kaliteli sonuçlar elde edilmektedir. Şekil 4.22’de Polypaint ile boyama gösterilmektedir.



Şekil 4.22: Modelin Polypaint Özelliği İle Boyama Aşamaları. (Pablo Munoz Gomez).

[https://www.maxon.net/en/zbrush/features/polypaint?srsId=AfmBOooG67-hOxN7xMLDGsUmS_BPhNeQovWM602evlG4yo7e7z4xdaHR].

Polypaint boyama işlemlerinden sonra modelin bitmiş ve boyanmış son hali Şekil 4.23’te gösterilmiştir.



Şekil 4.23: Modelin Polypaint Özelliği İle Boyanmış Hali. (Pablo Munoz Gomez).

[https://www.maxon.net/en/zbrush/features/polypaint?srsId=AfmBOooG67-hOxN7xMLDGsUmS_BPhNeQovWM602evlG4yo7e7z4xdaHR].

4.3.6 Fibermesh Ve Micromesh

Fibermesh, ZBrush programında kullanılan oldukça gelişmiş özel bir mesh oluşturma aracıdır. Fibermesh özelliği sayesinde tasarlanan 3B modellerin istenilen yüzeylerinde gerçekçi tüy, saç, sakal, ot ve benzer şekildeki lifli yapıların türetilmesinde ve oluşturulmasında kullanılmaktadır.



Şekil 4.24: 3B ZBrush Logosu Üzerinde FiberMesh Uygulaması.

[<https://help.maxon.net/zbr/en-us/Content/html/user-guide/3d-modeling/fibermesh/fibermesh.html>].

FiberMesh 3B modelin alt araçları olarak eklenerek gerçek geometrik formu hemen oluşturabilmektedir. FiberMesh özellikleri ZBrush programı içerisinde Tool (Araç) Menüsü altındaki FiberMesh paletinden kullanılabilmektedir. Farklı saç modelleri, kürklü giyecekler ve bitki örtüsü gibi birçok şekil ve form üretilebildiği gibi bu lif yapısı ayrıca Polypaint özelliği sayesinde boyanabilmektedir. Şekil 4.24'te ZBrush Logosuna Uygulanmış FiberMesh uygulamasında da gösterildiği gibi hemen her 3B modele uygulanabilmektedir.

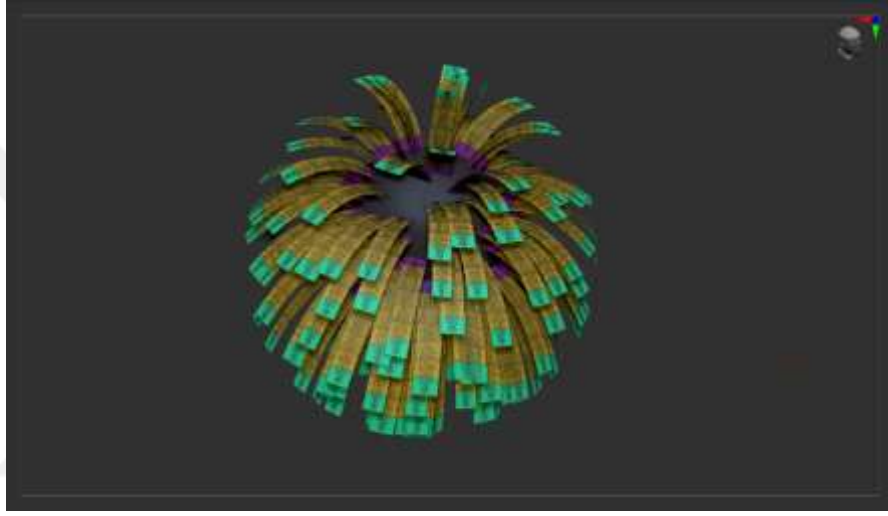


Şekil 4.25: 3B Modelin Üzerinde FiberMesh Uygulamasının Gösterimi.

[Maden, 2024].

Şekil 4.25'te FiberMesh'in model üzerindeki uygulanması gösterilmiştir. Brush (Fırça) menüsünde bulunan 'Groom' fırçaları sayesinde bu liflere şekil ve yön verilebilmektedir. Lifleri alt bölümlere ayrıldığında ya da topolojisi değiştirildiğinde standart bir polymesh'e dönüşmüş olacaktır (URL 20, Maxon).

MicroMesh özelliği ise bir FiberMesh objenin liflerini ya da bir modelin poligonlarını tek tek seçilen başka bir 3B modelle değiştirmeye imkân veren BPR (Best Preview Render) render özelliğidir. Çok hızlı bir şekilde render almaya olanak tanımaktadır. Modelin her bir poligonuna uygulanabilmektedir. MicroMesh temel 3B model üzerinde belirlenmiş olan alanlara küçük ölçeklerdeki 3B model veya araçların dağıtılması ilkesi ile çalışmaktadır. Bu uygulama sırasında temel olan 3B modelin topolojisi ve yapısı bozulmaz. LightBox menüsü içerisindeki Project (Proje) bölümünde bulunmaktadır (URL 21, Maxon). şekil 4.26’da ve 4.27’de BPR render özelliği ile uygulanma aşamaları gösterilmiştir.



şekil 4.26: 3B Modelin Üzerinde Micromesh Uygulamasının Gösterimi.

[Maden, 2024].



şekil 4.27: 3B Modelin Üzerinde Micromesh Uygulamasının BPR Render Gösterimi.

[Maden, 2024].

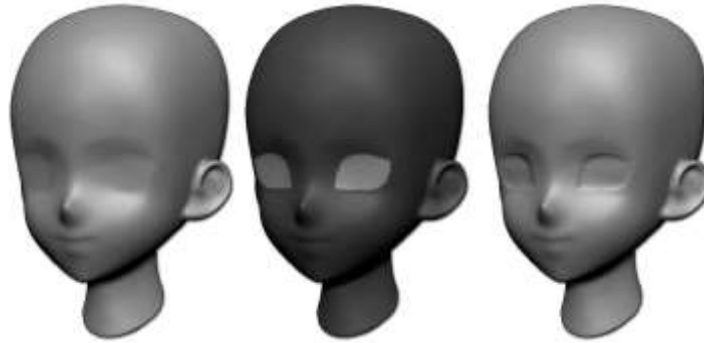


Şekil 4.28: 3B Modelin Üzerinde Micromesh Uygulamasının BPR Render Gösterimi.
[Maden, 2024].

Şekil 4.28’de Tool menüsündeki Geometri bölümünden Modify Topology paleti altındaki MicroMesh ile yapılmış olan uygulama gösterilmiştir.

4.3.7 Maskeler

Maskeler, ZBrush programında oldukça önemli bir yere sahiptir. 3B modeller oluşturulurken maskeleme işlemleri ve maske fırçaları model üzerinde istenilen alanların etki altında kalmasını, korunmasını ya da bu alanların seçilmesini sağlamaktadır. Modelleme işlemleri sırasında maskeleme yeteneğine sahip ZBrush kullanıcıların daha estetik tasarımlar, hassas kontroller sağlaması ve oldukça karmaşık şekiller oluşturmaya katkı sağlayan oldukça güçlü bir araçtır. Maskeleme model üzerinde sadece bir alanda çalışmak, seçilen bölgeyi boyamak, doku vermek ya da eğip bükebilmek açısından oldukça farklı imkanlar sunmaktadır (URL 22).



Şekil 4.29: 3B Modelin Üzerinde Maskeleme İle Göz Çukurlarının Oluşturulması.
[<https://help.maxon.net/zbr/en-us/Content/html/zbrushcore/masking-selection/masking-selection.html>].

Bir maskeleme işlemi yapmak için CTRL tuşu kullanılmaktadır. Maskeleme ile model üzerinde yapılan örnek bir işlem Şekil 4.29’da gösterilmiştir.

4.4 ZBRUSH PROGRAMINDA TAKI TASARIMI

Teknolojinin ve bilgisayar dünyasının geldiği noktada birçok bilim ve disiplinde olduğu gibi sanat ve tasarım alanı da derinden etkilenmiştir. Bu değişimlerden etkilenen geleneksel el sanatlarından olan takı tasarımı da olağan şekilde bu gelişimden etkilenmiştir. 3D dünyası denilen bir kapıyı aralayan ve geniş bir perspektif sunan teknolojik etkileşim, modelleme ve heykel alanlarında da yazılımların gelişmesi sayesinde takı tasarımcıları için vazgeçilmez, yeni ve güçlü yazılım araçlarını kullanıcıların hizmetine sunmuştur. Ortaya çıkan bu yazılımlar arasında Pixologic firmasının geliştirdiği ZBrush programı takı tasarım alanında devrimsel nitelikte etkilere yol açmıştır. Takı tasarımcılarına sunduğu yenilikçi ve özgürlükçü tasarım anlayışı, özellikleri sayesinde vazgeçilmez ve oldukça ideal bir yazılım olmuştur. ZBrush programı ile geleneksel yöntemlerle yapılan takı tasarımlarında kullanılan malzemeler ve tasarımlarda sınırlar ortadan kalkmış ve tasarımcıların karmaşık tasarımları kolay ve hızlı bir şekilde modellemesinin önünü açmıştır. Programın kil heykel modelleme özellikleri sayesinde tasarımcıların en zor görünen model ve detayları hızlıca tasarlaması ve prototip oluşturmalarını kolaylaştırmıştır. Geleneksel yöntemlerle yapılan takı tasarımı ve prototip oluşturma süresini ZBrush'ın üstün yetenekleri ve özellikleri sayesinde haftalar ile anılan zaman dilimlerini saatler olarak kısaltmıştır. ZBrush programının 3B baskı teknolojileri ve CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) yazılımları ile bütünleşmiş ve uyumlu bir şekilde çalışması da tasarım ve modellerin hızlıca endüstriyel üretime geçme süresini hızlandırmaktadır. Gelişmekte olan teknoloji ile birlikte yapay zekâ (AI), artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) gibi teknolojileri de programa entegre edildiğinde takı tasarımı alanında yeni ve bambaşka bir çağın başlangıcına yöneleceği de oldukça açıktır.

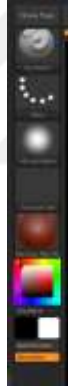
ZBrush programının içerisinde bulunan ve takı tasarımında kullanılan, temel ve başlıca özellikleri sırası ile şu şekilde sıralanmaktadır:

- a. ZBrush Programında Fırça Menüsü ve Kullanımı
- b. ZBrush Programında Navigasyon Komutları
- c. ZBrush Programında Resolution (Çözünürlük) Mantığı
- d. ZBrush Programında Smooth Fırçası Kullanımı
- e. ZBrush Programında Maske Fırçası Kullanımı

- f. ZBrush Programında NoiseMaker ile Modelleme
- g. ZBrush Programında ZModeler Fırçası Kullanımı

4.4.1 Zbrush Programında Fırça Menüsü (Brush) Ve Kullanımı

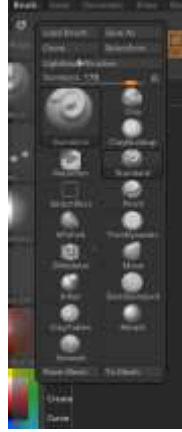
Programın sol tarafındaki barda (raf) bulunan menülerin sırası ile en üstündeki kısım olan Brush (Fırça) Menüsü ZBrush'ın kalbi sayılmaktadır. Şekil 4.30'da sol tarafta bulunan yukarıdan aşağıya Brush (Fırça), Stroke (Vuruş/Kontür Türleri), Alphas (Alfalar), Textures (Dokular), Materyal (Materyal / Malzeme), Color Picker (Renk Seçici), Gradient (Degrade) menüleri gösterilmektedir. Fırça menüsü, tasarım yaparken tüm şekillendirme işlemleri için gerekli araçları model üzerinde gerçekleştirmek için bünyesinde barındıran bölümdür. Buradaki fırçalar yardımı ile modelleme yaparken birçok şekillendirme, kesme, traşlama, dilimle, maskeleye vb. işlemlerini gerçekleştirmeyi sağlamaktadır (Spencer, 2011: 35). Şekil 4.31'de ise üst tarafta bulunan Brush penceresi gösterilmiştir.



Şekil 4.30: Sol Tarafta Bulunan Bar Üzerindeki Menülerin Gösterimi.

[Maden, 2024].

Fırça (Brush) menüsünü aktif etmek için öncelikle Canvas üzerinde bulunan araç (tool) ya da modelin Edit Mode (Düzenleme Modu “T”) aktif edilerek görünmektedir. Bu fırçalar heykel fırçalarıdır ve Tool menüsü altında bulunan Simple Brush (Basit Fırça) ve 2.5D Brushes (2.5 Boyutlu fırçalar ile karıştırılmamalıdır.



Şekil 4.31: Üst Tarafda Bulunan Brush (Fırça) Penceresinin Gösterimi.

[Maden, 2024].

Fırça penceresinde; fırçaların ayarları, kalınlıkları, yüzey üzerindeki davranışları vs. ayarlarının yapıldığı bölümdür. Sol taraftaki barda bulunan heykel fırçaları tüm şekillendirme işlemlerinin yapıldığı fırçaları bünyesinde bulunduran kısımdır. Şekil 4.32’de Brush (Fırça) Menüsü gösterilmiştir.



Şekil 4.32: Brush (Fırça) Menüsünün Gösterimi.

[Maden, 2024].

Brush (Fırça) Menüsü içinde özellikleri birbirinden farklı birçok fırça bulunmaktadır. Brush menüsü “B” klavye tuşu ile kısayol olarak tanımlanmıştır. Alfabetik sıra ile dizin olarak dizilmiş fırçalar “B” kısayoluna basıldıktan sonra açılan Brush (Fırça) Menüsü içinde ilgili fırçanın baş harfine basıp o harf ile başlayan tüm fırçaları ekrana getirecektir. Bunlar arasında temel olarak kullananlar arasında;

Standard Brush (Fırça): Varsayılan olarak gelen şekillendirme fırçası Standard Brush (Fırça)’dır. Bu fırça; tool, model üzerindeki yüzeyleri fırça merkezi altında kalan kısımları

ile yüzeyden dışarı doğru çeker. Burada Zadd (ekleme) ve Zsub (çıkarma) etkilerine göre değişiklik göstermektedir. En çok kullanılan fırçaların başında gelmektedir.

Blob (Kabarcık/Leke) Fırçası: Balon kabarcığı ya da köpük gibi yumru bir etkisi olan bu fırça ile organik form ve efektleri oldukça hızlı bir şekilde oluşturmaya yarar. Bu fırçayı diğerlerinden ayıran özellik; vuruş (stroke) etkileri model ya da tool'un üzerindeki düzensizliklerden etkilenecek düzensiz lekeler ürettiğindendir.

Clay (Kil) Fırçası: Alfaları kullanarak şekillendirmeye yarayan genel amaçlı fırçadır (Spencer, 2011: 35).

Clay Buildup (Kil Biriktirme) Brush: Sculpting yani heykel fırçalarının en önemli ve en çok kullanılan fırçalarındandır. Kil yığma etkisi ile hızlı bir şekilde modelleme ve form oluşturmak için kullanılan en temel fırçalardan birisidir. Hızlı kütleler oluşturabildiği gibi kalın ve yoğun uygulaması sayesinde modellenen nesne üzerinde hızlı ve pratik değişiklikler yapmaya olanak sunar. Dijital heykel alanındaki en temel ve ideal fırçadır.

Move (Hareket) Fırçası: Hareket fırçası model üzerindeki yüzeyi mouse (fare) yardımı ile hangi yöne çekilirse bir bütünsellik içinde, tutulan alanı çekiştirerek aynı yönde hareket ettirmeye yarayan fırçadır.

Displace (Yer Değiştirme) Fırçası: Model üzerindeki yüzeyleri yükselterek ya da çöktürerek yüzeyden formu şişirerek yer değiştirmeye yarayan bir fırçadır. Çalışma sistemi Standard fırça benzeridir.

Inflate (Şişirme) Fırçası: Model üzerindeki yüzeyleri dışarı ya da içeri çekerek şişirmeye yarayan fırçadır. Formları kolayca oluşturmak açısından kullanışlı bir fırçadır.

SnakeHook (Yılan Kancası) Fırçası: Bu fırça ile model üzerinde fırçanın kullanıldığı alanlarda yüzeyleri konik birer boynuz formunda şekillendirmeye yarayan fırçadır. Modele oldukça hızlı bir şekilde saç ve boynuz gibi uzantılar oluşturmaya sağlar.

Dam Standard (Baraj Standard) Fırçası: Karakter modellemede sıklıkla kullanılan bu fırça keskin kenarlar ve derin oyuklar oluşturabilmektedir. Modeller üzerindeki giysi kırışıklıkları, deri bükülmeleri ya da kıvrımları oluşturulurken ince ve detaylı bir şekillendirme oluşturmada oldukça başarılı bir fırçadır.

Pinch (Sıkıştırma) Fırçası: Bu fırça; oluşturulan model üzerinde belirginleştirmek ve vurgulanmak istenen alanlara keskin kenarları vermektedir. Sert yüzeylere sahip yüzeyleri modellerken oldukça kullanışlı ve vazgeçilmezdir.

4.4.2 Zbrush Programında Navigasyon Komutları

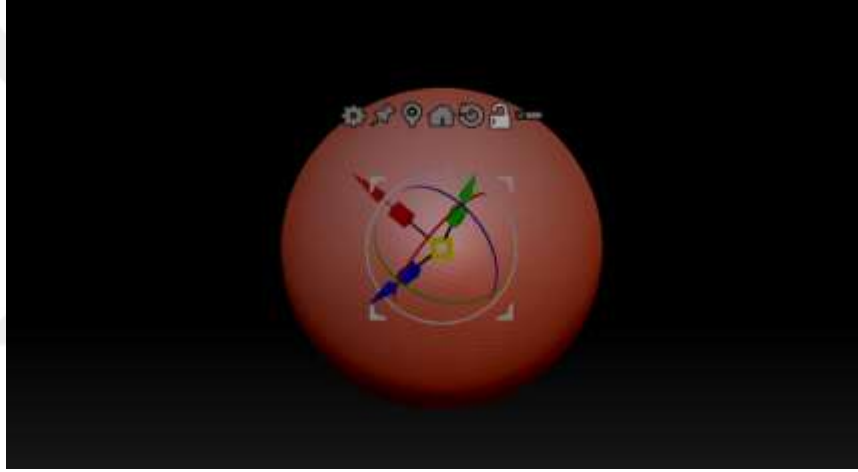
ZBrush yazılımı içerisinde etkin ve başarılı bir modelleme yapmanın ilk ve en temel kurallarından birisi de navigasyon komutlarını iyi kullanabilmek ve hâkim olmaktır. Modeli 3B uzayda rahat bir şekilde döndürüp değişik açılardan incelenmesini ve modellenmesini kolaylaştıran görünümüleri kullanmamızı sağlamaktadır. Kanvas (Canvas) ekranına alınan tool (araç) ya da modeli döndürmek için sağ fare (Mouse) butonuna basılı tutarak boş bir alanda (3 boyutlu uzayda) istenilen yöne harekete ettirilerek kullanılmaktadır. Bu yöntem ile model istenilen açıya döndürülerek model üzerinde etkin bir hakimiyet sağlanmaktadır. Kontrollü ve kademeli bir şekilde döndürmek için ise yine ilk önce sağ fare (Mouse) butonuna basılı tutarken peşinden Ctrl tuşuna da basarak modeli çevirmek gerekmektedir. Zoom (yakınlaştırma/ uzaklaştırma) özelliklerini kullanmak için ise; Ctrl tuşu ile sağ fare (Mouse) butonuna da basarak ekran da sürüklemeye yani fare ile ileri geri hareketi uygulanmalıdır. Modeli istenilen yere tutup taşımak, ekrandaki konumunu değiştirme işlemi ise diğer 3B yazılımlarda da olduğu gibi ZBrush'ta da Pan (Kaydırma) olarak geçmektedir. Pan işlemi ZBrush programında Alt klavye tuşuna basılı iken sağ fare (Mouse) butonuna basılı tutarak istenilen yere sürüklemeye işlemidir. Program içerisinde çok parçalı modelleme yaparken ki bunlara tool (araç) ve subtool (altaraç)'lar denmektedir; F tuşu ile o anda hangi araç veya alt araç seçili ise onu ekrana ve kameraya merkezlenecek şekilde getirir. F tuşunun karşılığı 'Fit' ortalama işleminden gelmektedir. ZBrush üst menüleri içerisinde bulunan Move (Taşı), Scale (Ölçekle), Rotate (Döndür) düğmeleri de yine Gizmo aracını çıkartarak ayrıca model veya alt araçlar üzerinde eksenler arasında ya da serbest olarak da çevirip, döndürmeye ve yer değiştirmeye olanak tanımaktadır. Bahsedilen düğmeler şekil 4.33'te gösterilmektedir.



Şekil 4.33: Move, Scale ve Rotate Düğmeleri.

[Maden, 2024].

Kısayol olarak Move (W), Scale (E) ve Rotate (R) ile de klavyeden basıldığında da seçili olan model üzerinde Gizmo aracı belirlemektedir. Şekil 4.34'te Gizmo aracı model üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.34: Gizmo Aracının Model Üstünde Gösterimi.

[Maden, 2024].

Program içerisinde kısayolları değiştirmek için de ayrıca Preferences (Ayarlar) bölümünden Hotkeys (Kısayollar) üzerinden de değişiklikler yapılabilmektedir.

4.4.3 Zbrush Programında Resolution (Çözünürlük)

Bilgisayar ortamındaki görüntülerde temel ölçü birimi piksellerdir. Ekranda gördüğümüz görüntüleri yan yana (yatay) ve alt alta (dikey) dizili olan bu pikseller oluşturmaktadır. Piksellerden oluşan çözünürlük (Resolution) ise görüntünün netliği ve kalitesini ifade eden terimdir. Bu ekran çözünürlüğü; yatay ve dikey piksel sayısının birbirleri ile çarpımından elde edilmektedir. Örnek olarak HDTV olarak bahsedilen televizyonların ekran çözünürlüğü 1920x1080'dir (Alejo, 2023: 17). ZBrush programında da ekran çözünürlüğü oldukça

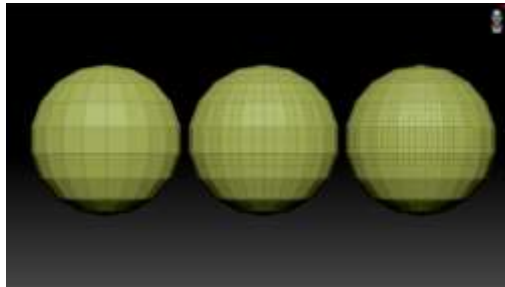
önemlidir. Şekil 4.35'te Zbrush programının Document menüsünden girilen ekran çözünürlükleri gösterilmiştir. Bu ölçüler çalışma alanımızın boyutlarını etkilemektedir. ZBrush yazılımında ekran çözünürlüğü yanı sıra, poligon (çokgen) çözünürlüğü de bulunmaktadır.



Şekil 4.35: Document Menüsü İçindeki Çözünürlük Gösterimi.

[Maden, 2024].

ZBrush programında poligon çözünürlüğü (Polygon Resolution) olarak ifade edilen kısım 3B modeli oluşturan poligon ya da noktaları anlatmaktadır. Bir 3B model poligonlardan oluşmaktadır. Bu poligonlar ise; kenar, nokta ve yüzeylerden oluşmaktadır. 3B bir modelin çokgenleri (poligon), SubDiv (AltBölüm)'lere ayrılarak pürüzsüzleştirilmesi sağlanmaktadır. Böylece karmaşık olan ayrıntı ve formlar yüzeyin üzerinde çok daha net görünmektedir. ZBrush çözünürlüğü artırılmış bu 3B modeller ile oldukça hızlı ve sorunsuz çalışabilmektedir. Diğer birçok 3B yazılım ise buna izin vermemektedir. Alt Bölümlere (SubDiv) ayrılmış model şekil 4.36'da gösterilmiştir.



Şekil 4.36: Alt Bölümlere (SubDiv) Ayrılmış Modelin Gösterimi.

[Maden, 2024].

ZBrush ayrıca modellerdeki alt bölümleri (SubDiv) düşük ya da yüksek olarak da dışarı aktarılabilmesini ve böylece de diğer 3B yazılımlar da kullanılabilmeye olanak tanımaktadır.

4.4.4 Zbrush Programında Smooth (Yumuşatma) Fırçasının Kullanımı

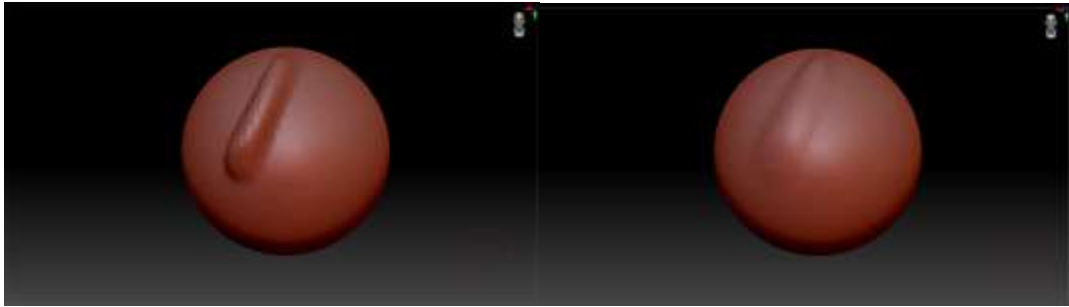
Smooth (Yumuşatma) Fırçası, ZBrush’ın en temel fırçalarından biridir. Modelleme sırasında oldukça çok sık kullanılan bir fırça olan Smooth (Pürüzsüzleştirme) Fırçası, modelleyiciler için ZBrush programının en temel fırçalarından biridir. Dijital heykel modellemesinde yüzey üzerinde istenmeyen pürüzleri düzeltmek ve yüzey kalitesini arttırmak amaçlı kullanılmaktadır. Şekil 4.37’de Brush menüsündeki Smooth Fırçası görülmektedir. Smooth Fırçası klavye de Shift tuşuna basılarak kullanılmaktadır.



Şekil 4.37: Smooth (Pürüzsüzleştirme) Fırçası Görünümü.

[Maden, 2024].

Düşük çözünürlüklerde etkisi oldukça yüksek olan Smooth Fırçası yüksek çözünürlükteki nesne ve araçlarda (tool) çok etkili değildir. Smooth fırçasının Standart Fırça ile kabartılmış bir yüzey üzerindeki kullanımı Şekil 4.38’de gösterilmiştir.

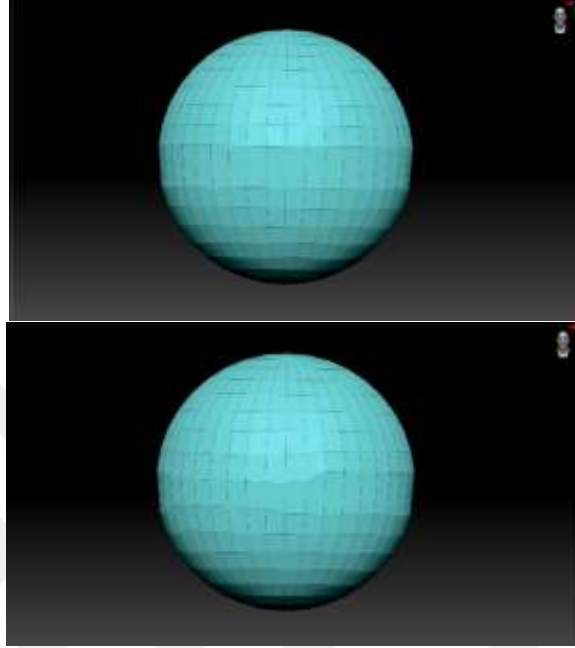


Şekil 4.38: Smooth (Pürüzsüzleştirme) Fırçasının Yüzey Üzerinde Kullanımı.

[Maden, 2024].

Ayarlanabilir fırça boyutları ve hassas kontrol için Z-Intensity ve estetik çizimlerde kullanılan LazyMouse özellikleri ile de birlikte kullanılabilir. Diğer fırçalarla da oldukça etkili kullanılabilen Smooth Fırçası özellikle; ClayBuildup ve DamStandard fırçaları ile birlikte kullanımında oldukça değerli sonuçlar vermektedir. Smooth fırçası içinde ayrıca Relax fırçası da gizli olarak kullanılabilir. Topolojiyi edge’lerden

(kenar) birisi silinmiş bir küredeki bozulan topolojiyi Shift tuşuna basarak ve Sol Mouse Butonuna (LMB) basarak çıkardığımız Smooth Fırçasını basılı olan Shift tuşunu bırakarak Sol Mouse Butonunu bırakmadan Relax fırçasına çevirerek düzeltmektedir. Relax Fırçası ile ilgili kullanım şekil 4.39’da gösterilmiştir.

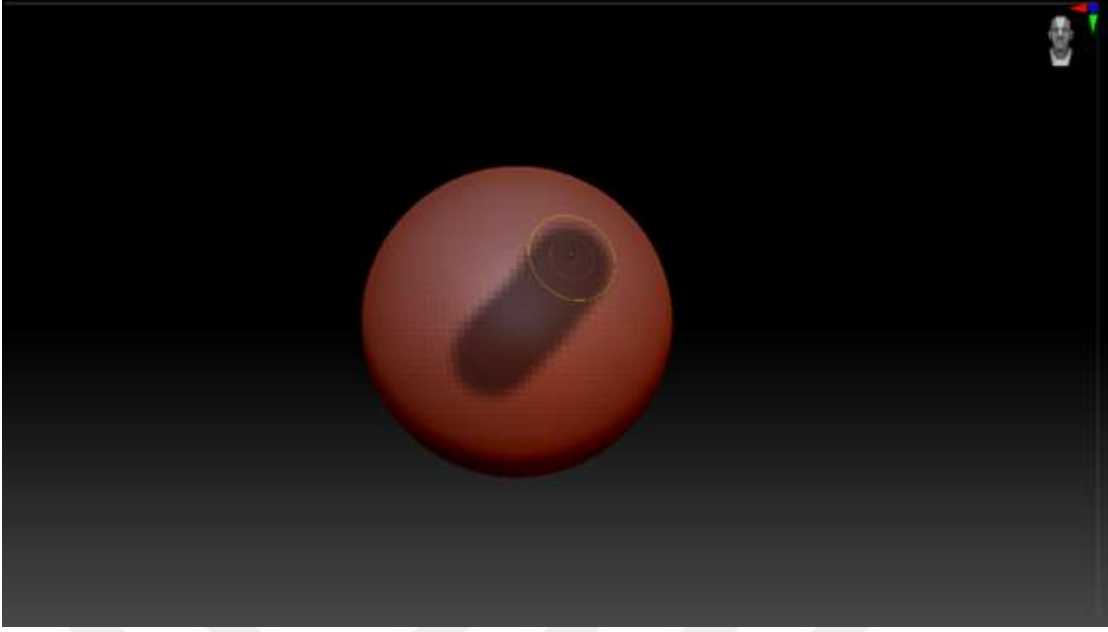


şekil 4.39: Relax Fırçasının Yüzey Üzerinde Kullanımı.

[Maden, 2024].

4.4.5 Zbrush Programında Mask (Maske) Fırçasının Kullanımı

Maskeleme, 3B bir modelin seçili olan alanlarının deforme olmasına ve şekillendirilmesine karşı koruma sağlayan bir özelliktir (URL 22, Maxon). ZBrush programında maske fırçası Draw (Çizim) özelliğı açıkken CTRL tuşlarıyla çalışmaktadır. Program içerisinde hangi fırça seçili olursa olsun CTRL tuşuna basıldığı anda MaskPen yani maskeleme fırçası devreye girer. ZBrush içerisindeki, maske fırçası çok yönlü bir fırça olup birçok özellik ve parametreye sahiptir. Maskeleme işlemi 3 boyutlu model üzerinde tasarım açısından olağüstü bir kontrol imkânı verir. Maskeleme; 3 boyutlu araç ya da nesnenin modelleme esnasında belirli alanları devre dışı veya izole etmek açısından kullanılan önemli bir işlemdir. Bu işlem esnasında maskeleme ile seçilmiş olan alan uygulanacak olan işleme tabi olmaz. Bu yetenek karmaşık modellerde oldukça kontrollü ve hassas detayları korumak açısından başarılı sonuçlar verir. Temel kullanımı şekil 4.40’ta gösterilmiştir.



Şekil 4.40 : MaskPen Fırçasının Yüzey Üzerinde Kullanımı.

[Maden, 2024].

Alfalar ile de birlikte kullanılabilen Maske fırçası maskelenen alanın koyu gri tonlarında gösterilmesini sağlar ve bu alanlar da bir değişiklik gerçekleşmez. Maskelenen alanın dışında kalan bölüm etki alanı içindedir. Maske Fırçasının, Brush (Fırça) Menüsü altındaki sembolü şekil 4.41’ de gösterildiği gibidir.

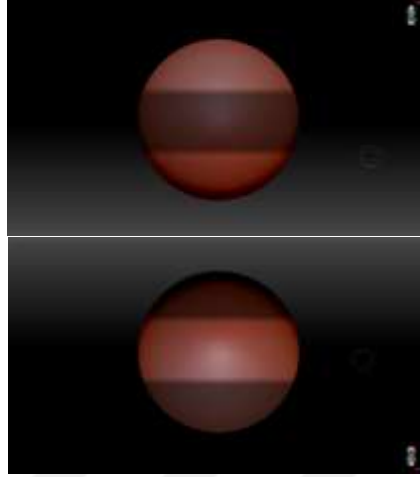


Şekil 4.41: MaskPen (Maske) Fırçasının Görünümü.

[Maden, 2024].

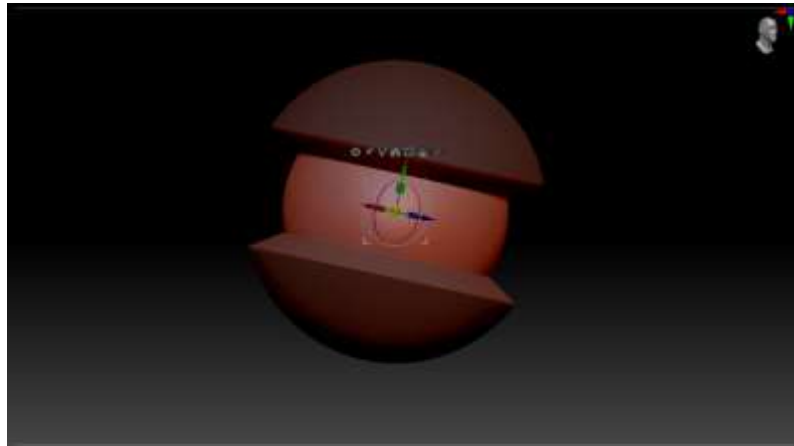
Focal Shift (Odak Kaydırma/Değiştirme) parametresini kullanarak – (eksi) değerler verildiğinde keskin ve net kenarlar oluştururken, yüksek + (artı) değerler verildiğinde kenarların daha yumuşak geçişlere olanak tanımaktadır. Maskelenmiş bir alan ile Extract özelliği de kullanılarak kabartılmış yeni öğeler, subtoollar (altaraç) ya da nesneler üretilmektedir. Maskeleme işlemi sırasında CTRL’e basılıyken ALT tuşu da aynı anda

kullanılırsa “-mask” özelliği ile çizilen maske yine aynı fırça etkisi ile silinecektir. Kanvas (Canvas/Tual) üzerinde CTRL tuşları ile Sol Fare Butonu ile tıklayarak maskelenmiş alanı ters çevirebiliriz. Bu işlem şekil 4.42’de gösterilmektedir.



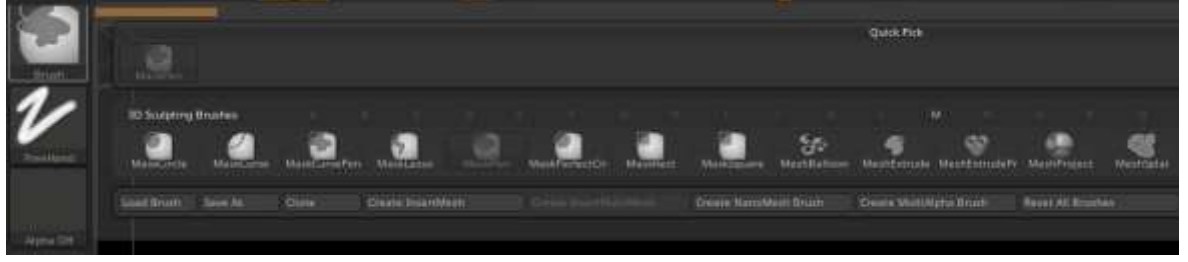
Şekil 4.42: Maskenin Ters Çevrilmesi İşlemi CTRL+SolMB.
[Maden, 2024].

Aynı şekilde CTRL tuşu ve Sol Fare Butonu ile Kanvas üzerinde sürükleyip bırak yapıldığında ise maskelenmiş alanlar tamamen ortadan kalkacaktır. Şekil 4.43’te maskelenmiş alanın Gizmo aracı ile X, Y, Z eksenlerinde Scale (Ölçeklendirme) ile küçültülürken etki alanı dışında kaldığı gösterilmektedir.



Şekil 4.43: Maskelenmiş Alanların Etki Dışında Kalması İşlemi.
[Maden, 2024].

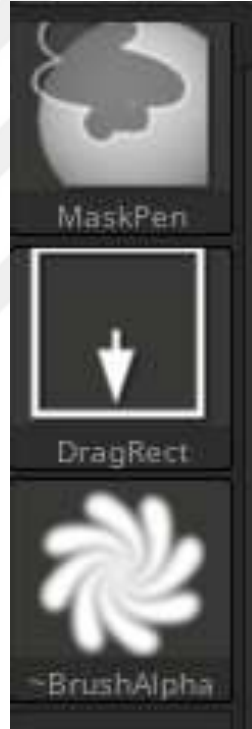
Maskeleme Fırçaları CTRL butonuna bastığımız da varsayılan olarak MaskPen Fırçası ile devreye girmektedir. Ancak maskeleme fırçaları MaskPen Fırçası ile sınırlı değildir, birçok maske fırçası mevcuttur. Maskeleme fırçaları şekil 4.44’te gösterilmiştir.



Şekil 4.44: Maske Fırçalarının Genel Görünümü.

[Maden, 2024].

Maske Fırçaları Alfalar (Alpha) ile de kullanılmaktadır. Maske Fırçalarının Alfalar ile kullanımına örnek olarak şekil 4.45'te uygulaması gösterilmiştir. Bu işlemde MaskPen Fırçası ile Stroke (Vuruş) özelliği olarak DragRect (Dikdörtgeni Sürükle) seçilerek Alfalardan da Alfa19 şekli kullanılmıştır.



Şekil 4.45: MaskPen ile Kullanılan Stroke ve Alfaların Gösterimi. [

Maden, 2024].

Şekil 4.46'da ise alfa ile uygulanmış maskeleme gösterilmektedir. Focal Shift değeri – 100 olarak kullanılmıştır.



Şekil 4.46: MaskPen Fırçası ile Kullanılan Stroke ve Alfalar Uygulaması.

Maske Fırçaları ayrıca Masking (Maskeleme) Menüsü ile de etkileşimli kullanılmaktadır. Bu menü sayesinde maskelenmiş alanlar da değişiklikler ve düzenlemeler yapmaya yaramaktadır. Bünyesinde birçok özelliği barındıran Masking (Maskeleme) Menüsü sağ taraftaki Tool (Araç) Menüsü altında bulunmaktadır. Masking (Maskeleme) Menüsü şekil 4.47’de gösterildiği gibidir.



Şekil 4.47: Tool Menüsü Altında Bulunan Masking (Maskeleye) Menüsü.

ZBrush programında maskeleme işlemlerinde bilinmesi gereken en temel özelliklerden birisi de düşük ve yüksek poligonlar arasındaki maskeleme işlemlerinin kalite açısından farklılık göstereceğidir. Düşük poligonlarda maskelemeler de düşük etkili olacağı gibi yüksek poligonlardaki maskelemeler de yüksek etkili maskeler elde edileceğidir. Bunun sebebi

maskeleme yapılan yüzey üzerinde aslında noktaların (point) maskelenmesinden kaynaklanmaktadır. Ne kadar çok nokta varsa o kadar kaliteli maskeleme gerçekleşecektir.

Bu menü altında bulunan birçok seçenek bulunmaktadır. En temel özellikler şu şekilde sıralanabilir;

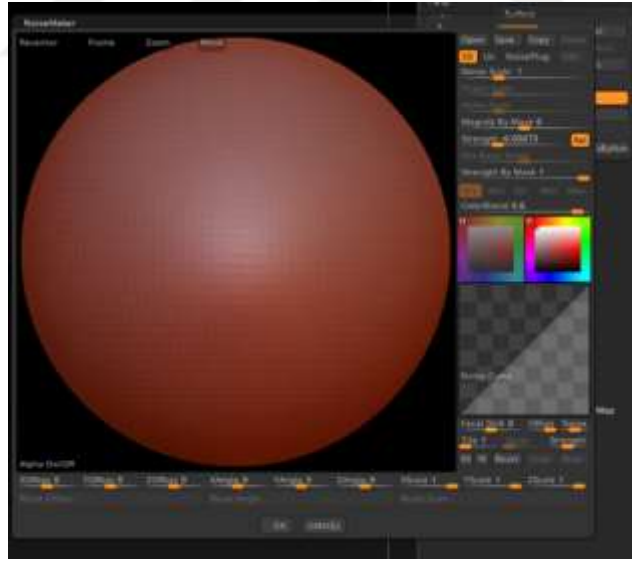
- a. ViewMask,
- b. Inverse,
- c. Clear,
- d. MaskAll,
- e. BlurMask,
- f. SharpenMask,
- g. GrowMask,
- h. ShrinkMask

- a. ViewMask (Maske Görüntüle): Model üzerindeki maskelerin görünümünü gösterip/gizlemeye yarayan özelliktir. Gizleme işlemi gerçekleşse de model üzerinde maskeleme devam eder ancak görünmez.
- b. Inverse (Ters Çevir): Bu özellik sayesinde model ya da araç (tool) üzerindeki seçili olan alanı ters çevirerek seçili alan dışında kalan seçili olmayan alanı maskelemeye yarayan özelliktir.
- c. Clear (Temizle): Model ya da araç (tool) üzerindeki maskelenmiş bütün alanları tamamen temizler. Maske fırçası seçiliyken Ctrl ve Sol Fare Butonu ile boş alanda sürükleyip bırakarak da tüm maskeler kaldırılır.
- d. MaskAll (Tümünü Maskele): 3B model üzerindeki seçilmiş olan Subtool'un (AltAraç) tamamına maskeleme işlemi uygular.
- e. Blur Mask (Bulanıklaştırma Maskesi): Model üzerinde maskelenmiş olan alanların kenarlarını bulanıklaştırmaya yarayan özelliktir. Bulanıklaştırma özelliği; düşük ve yüksek poligonlarda farklılıklar gösterecektir.
- f. Sharpen Mask (Keskinleştirme Maskesi): Model üzerinde maskelenmiş olan alanların kenarlarını keskinleştirerek netleşmesini sağlayan özelliktir.

- g. Grow Mask (Büyütme Maskesi): Model üzerinde maskelenmiş olan alanları dışa doğru (bir sonraki poligon veya noktalara) büyütmektedir.
- h. Shrink Mask (Küçültme Maskesi): Model üzerinde maskelenmiş olan alanları içe doğru (bir önceki poligon veya noktalara) küçültmekte işlemidir.

4.4.6 Zbrush Programında Noisemaker Ve Kullanımı

Noise kelime olarak “Gürültü” anlamına gelmektedir. Bilgisayar ortamında ve 3B programlar arasında ise noise; rasgele bir yapı içinde oluşturulan desenler olmasına rağmen kontrol edilebilen matematiksel fonksiyonlara dayalı algoritmalarlardır. Yani matematiksel fonksiyonlarla oluşturulan düzensiz desenlerdir. Maker ise kelime anlamı olarak “Yapıcı” demektir. Dolayısı ile NoiseMaker “Gürültü Yapıcı” anlamına gelmektedir. Zbrush programı içerisinde bulunan bu özellik sayesinde doğal noise işlemlerini ve etkilerini 3B modelleme dünyasına başarılı bir şekilde getirmiş bulunmaktadır. NoiseMaker özelliği; Tool Menüsü altında bulunan Surface (Yüzey) paleti altındadır. Şekil 4.48’de NoiseMaker özelliğinin ekranı gösterilmektedir.



Şekil 4.48: Tool Menüsü Altında Bulunan NoiseMaker Menüsü.
[Maden, 2024].

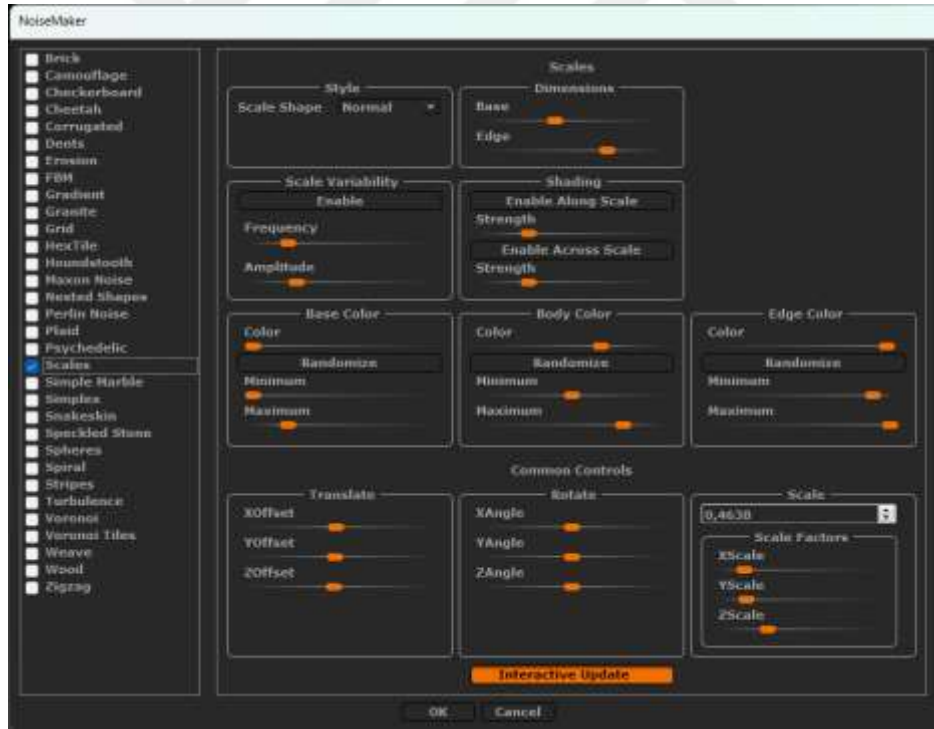
NoiseMaker özelliği ile Noise verilen küreleri şekil 4.49’da gösterilmektedir.



Şekil 4.49: NoiseMaker Eklentisi İle Uygulanmış Noise (Gürültü) Örnekleri.ü

[<https://help.maxon.net/zbr/en-us/#html/user-guide/3d-modeling/sculpting/surface-noise/noisemaker/noisemaker.html?Highlight=NoiseMaker%20>].

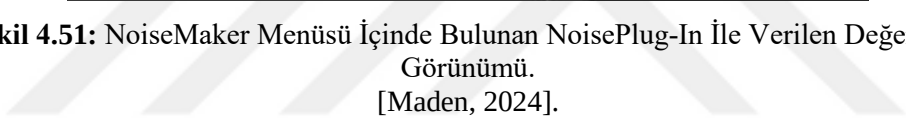
NoiseMaker ile model üstünde oluşturulan noise'ların 2B ve 3B olarak üretilmesi oldukça önemli bir özelliktir. NoiseMaker dışarıdan eklenen noise ayarları ile eklenti içinde üretilen noise'lar ile de üretilebilmektedir (URL 23, Maxon). İki farklı noise ile uygulamalar yapabilen NoiseMaker; maskeleme araçlarını da kullanarak, seçilmiş birden fazla alana noise uygulayabilmektedir.



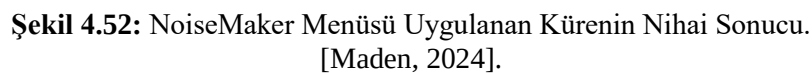
Şekil 4.50: NoiseMaker Menüsü İçinde Bulunan NoisePlug-In Arayüzü Ve Girilen Ayarlar.

[Maden, 2024].

NoiseMaker ile küre üzerinde uygulanan NoisePlug-In butonundan seçilen ve düzenlenen noise motifi ile oluşturulan sonuç ve uygulamada kullanılan ayarlar sırası ile şekil 4.50-4.51 ve 4.52'de gösterilmiştir.



[Maden, 2024].



[Maden, 2024].

4.4.7 Zbrush Programında Zmodeler Fırçası Ve Kullanımı

ZModeler, ZBrush programı içerisindeki en önemli fırçalardan birisidir. ZModeler; ZBrush'ın poligonal modellemede kullandığı yeni ve özel bir fırçadır. Oldukça düşük çözünürlüklü poligonlarla modelleme yapabilme özelliklerine sahip ZModeler Fırçası; modelleme de iki temel prensip üzerinde çalışmaktadır; Actions (Eylemler) ve Targets (Hedefler). Poligonlar; Noktalar (Points), Kenar (Edges) ve Yüzey (Surface / Polygon) olmak üzere üç temel yapıdan oluşmaktadır. ZModeler Fırçasının işlemleri de yine bu üç temel özelliğin eylemler menüsü ile çalışmaktadır. ZModeler Fırçası sembolü şekil 4.53'te gösterilmiştir. Bu menüler; ZModeler Fırçası seçilerek hangi özelliğin üstünde sağ fare butonu ile tıklanırsa o özelliğin menüsünü açacak şekilde geliştirilmiştir. Bu menüler sırası ile;

Point Action (Nokta Eylemleri) Menüsü Şekil 4.54'te gösterilmiştir.

Edge Action (Kenar Eylemleri) Menüsü Şekil 4.55'te gösterilmiştir.

Polygon Action (Poligon/Çokgen Eylemleri) Menüsü Şekil 4.56'da gösterilmiştir.

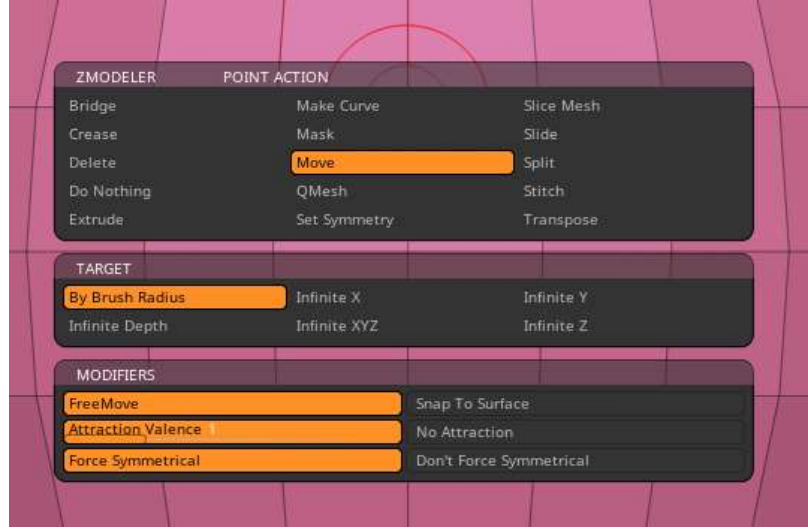
Bu menüler ve içeriğindeki özellikler sayesinde poligon tabanlı modellemede oldukça hızlı ve etkili sonuçlar alınmaktadır.



Şekil 4.53: ZModeler Fırçası Gösterimi.

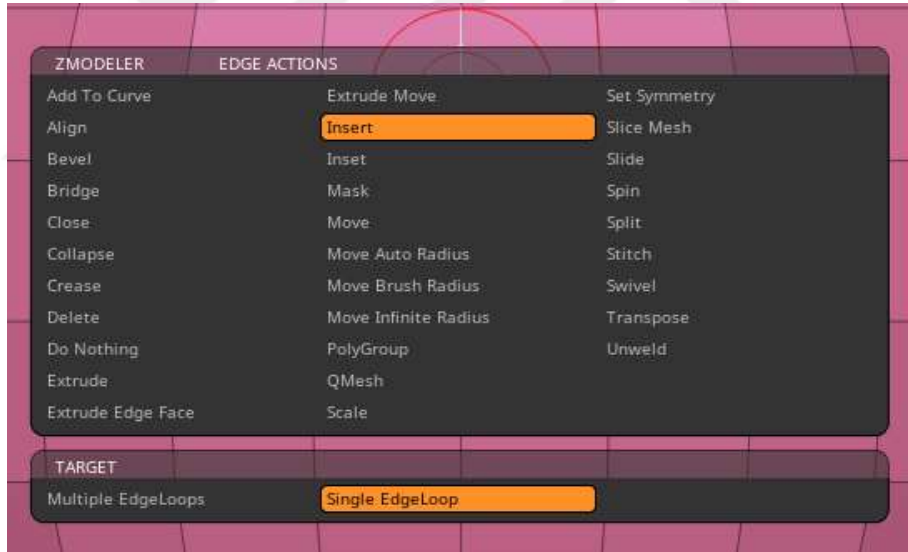
[Maden, 2024].

Menüler arasında hızlı geçişler yapılabilmesi modelleme açısından oldukça önemli bir faktördür. Tüm menülerde yapılan en son işlemler hafızada tutulup aynı işlem peş peşe ayar yapılmaksızın üst üste uygulanabilmektedir.



Şekil 4.54: ZModeler Fırçası Point Actions Menüsü Gösterimi.
[Maden, 2024].

ZModeler fırçası klavyeden B (Brush Menü), fırçanın ismi ile başlayan fırçaları çağırmak Z harfi ve ardından da M harfine basarak çağırılmaktadır.



Şekil 4.55: ZModeler Fırçası Edge Actions Menüsü Gösterimi.
[Maden, 2024].

Bir diğer menüde Polygon Actions (Poligon/Çokgen Eylemleri) menüsüdür. ZModeler Fırçasının en geniş içeriğe sahip menüsü Poligon Eylemleri menüsüdür. Şekil 4.56'da bu menü gösterilmiştir.



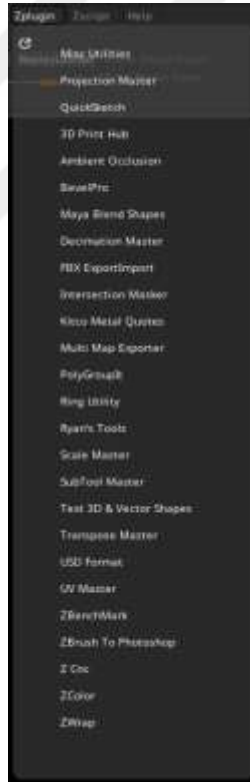
Şekil 4.56: ZModeler Fırçası Polygon Actions Menüsü Gösterimi.

[Maden, 2024].

Eylemlerden (Actions) bir seçenek seçildiğinde uygulanacak poligon, kenar ya da nokta yüzeylerinin hangilerine uygulanacağı hedeflerden (Target) seçildikten sonra değiştiriciler (Modifiers) yardımı ile de hangi etkenlerle uygulanacağı belirlenir. ZModeler fırçası herhangi bir eylemi uyguladıktan sonra yinelemeye olanak tanıyan bir Yeniden Oynatma (Replay To Action) özelliğine sahiptir. En son uygulanan ayarlar tek bir tıklama ile yeniden uygulanmaktadır. ZModeler fırçasını diğer fırçalarla birlikte de kullanılmaktadır. ZModeler fırçası kullanılırken PolyMesh3D nesneleri kullanmak gerekmektedir. Bu araçların (Tool) poligon sayısı oldukça önemlidir. ZModeler, yüksek poligonlarda çalışabilmek için tasarlanmamıştır.

4.5 ZBRUSH PROGRAMINDA PLUGIN (EKLENTİ) UYGULAMALARI

Pluginler (Eklentiler); ZBrush programında kullanılan temel özellikler haricinde ana programa eklenerek farklı işlevler ve ek özellikler barındıran dışardan eklenebilen küçük yazılımlardır. Programın resmî sitesi olan www.pixologic.com ve sonradan Maxon Yazılım firması tarafından satın alınan www.maxon.net sitesinden ZBrush başlığı altındaki Plugins (Eklentiler) kısmından indirilerek kurulmaktadır. Bu yazılımlar; modellemede iş akışlarını hızlandırmak için doku vermek, dışarıya aktarma, ölçeklendirme gibi birçok alanda oldukça faydalı özellikler sunmaktadır. Pluginler dışardan program içine alınırken ZBrush klasörü içerisinde C:\Program Files\Pixologic\ZBrush altında bulunan ZStartup klasörüne eklenerek, kopyalanarak kullanılmaktadır. ZBrush içerisindeki plugins (eklentiler) bölümü şekil 4.57’de gösterilmiştir. Bunlar içerisinde en önemlilerinden bir taneside “Ring Utility” eklentisidir.



Şekil 4.57: ZBrush Plugin (Eklentiler) Menüsü / ZPlugin Gösterimi.

[Maden, 2024].

4.5.1 Zbrush Programında Ring Utility Eklentisi

ZBrush programının eklentiler (Plugins / ZPlugin Menüsü) içerisindeki en önemlilerinden birisi (Yüzük Yardımcı Programı) Ring Utility'dir. Ring Utility eklentisi; profesyonel mücevher tasarımcıları ve modelleyiciler için geliştirilmiş olan oldukça başarılı ve etkili bir yüzük tasarım aracı ve modifikasyonudur. Parametreler girilerek istenilen ölçülerdeki yüzükleri hızlı ve kolay şekilde segmentleri ile birlikte oluşturmaya yarayan özel bir menüye sahip olan Ring Utility'nin içerisinde taş ekleme özelliği de bulunmaktadır. ZModeler fırçası ile bütünleşmiş çalışabilen eklenti oldukça karmaşık ve detaylı modeller oluşturmaya imkân sunmaktadır. ZPlugin menüsü içerisinde bulunan Ring Utility şekil 4.58'de gösterilmiştir.



Şekil 4.58: Ring Utility Menüsü / ZPlugin Gösterimi.

[Maden, 2024].

Yardımcı program içerisinde yüzük standart ölçülerinden olan US Size, ISO Size ve mm ölçülendirme araçları bulunmaktadır. İçerisinde ayrıca taş ekleme eklentisi de mevcuttur. Tasarımcılar açısından olağan derecede hızlı sonuçlar alınmasını sağlamaktadır. Yardımcı program içerisinde More Options (Daha Fazla Seçenekler) bölümünde; oluşturulacak yüzük üzerindeki atanacak olan segmentlerin adetlerini ve kenarlarını belirlemek gibi birçok özelliği barındırır. Oluşturulacak halkanın hangi ekseninde (X, Y, Z) olacağı yine bu ayarlardan yapılabilmektedir. Örnek bir yüzük çalışması için; US Size ebatlandırma bölümünden size (Ebat) 9, Kalınlık (Thickness) 4 mm, Genişlik (Width) 7mm parametreleri

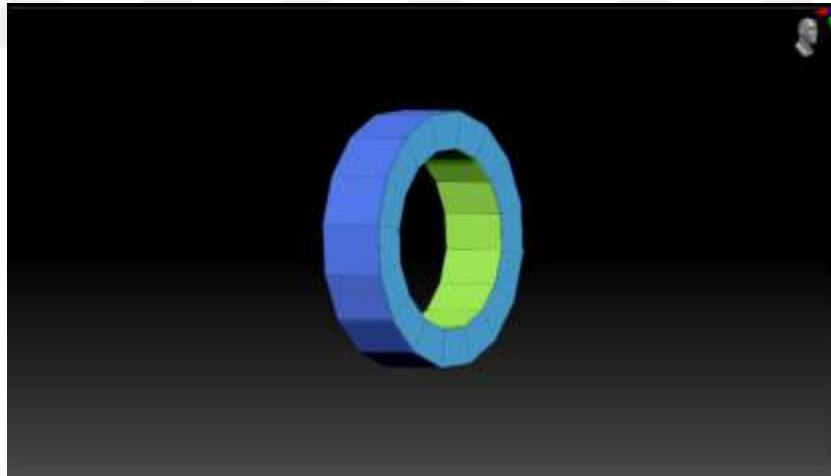
girilir. More options (Daha Fazla Seçenekler) ayarlarından; Sides (Kenarlar) 16, Genişlik Segmenti 1 olarak girilir. Böylece girilen ölçülerle bir yüzük açılır. Bu girilen parametreler şekil 4.59, 4.60'ta aşamalı olarak verilmiştir.



Şekil 4.59: Ring Utility Menüsünde Girilen Ölçüler.

[Maden, 2024].

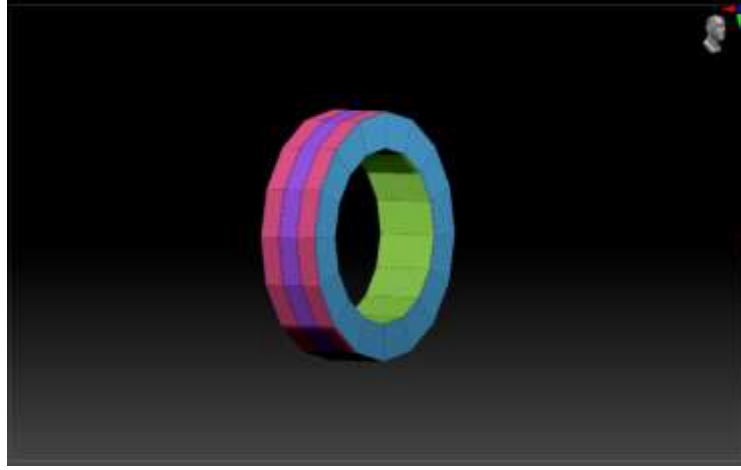
Ölçüler girildikten sonra ekrana getirilen yüzük halkası şekil 4.56'da gösterilmiştir.



Şekil 4.60: Girilen Ölçüler İle Oluşturulan Yüzük.

[Maden, 2024].

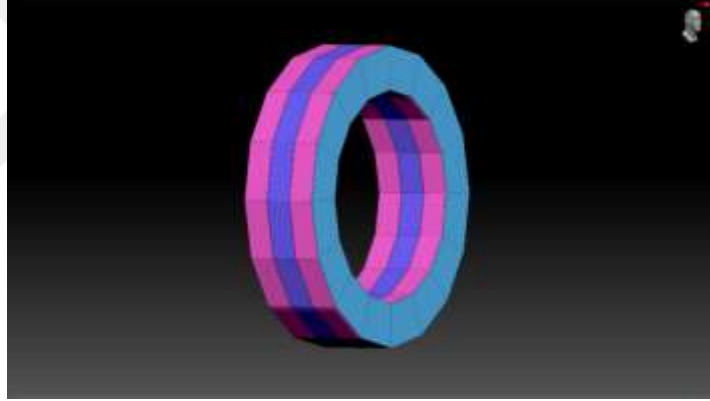
Yüzük ekrana getirildikten sonra Brush (Fırça) bölümünden ZModeler Fırçası (B>Z>M) kısayolu ile çağırılır. ZModeler fırçası ile Edge (Kenar) Aksiyonlarından Insert'ü seçerek, Target (Hedef) bölümünden de MultipleEdgeLoop seçenekleri verilir. Açılan Modifiers (Değişkenler) ekranından Specified Resolution (Belirtilen Çözünürlük) ayarı 2 değeri girilir. Verilen ölçülere göre oluşturulan segmanlar şekil 4.61'de gösterilmiştir.



Şekil 4.61: ZModeler Fırçası, Edge Aksiyonlarından Insert Aksiyonun İle Bölümlendirmesi.

[Maden, 2024].

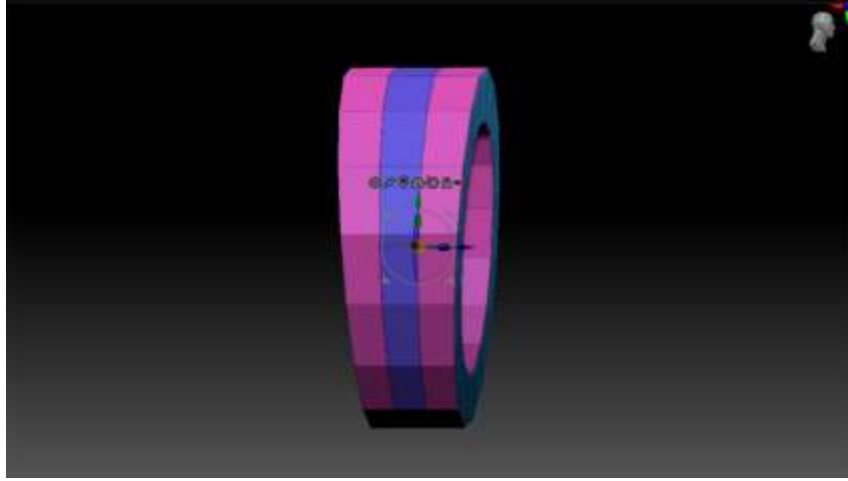
Aynı ölçüler yüzük iç halka yüzeyine uygulanır. Şekil 4.62’de iç halkaya Insert (Ekleme) uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 4.62: ZModeler Fırçası, Edge Aksiyonlarından Insert Aksiyonun İle İç Halka Yüzeyi Bölümlendirmesi.

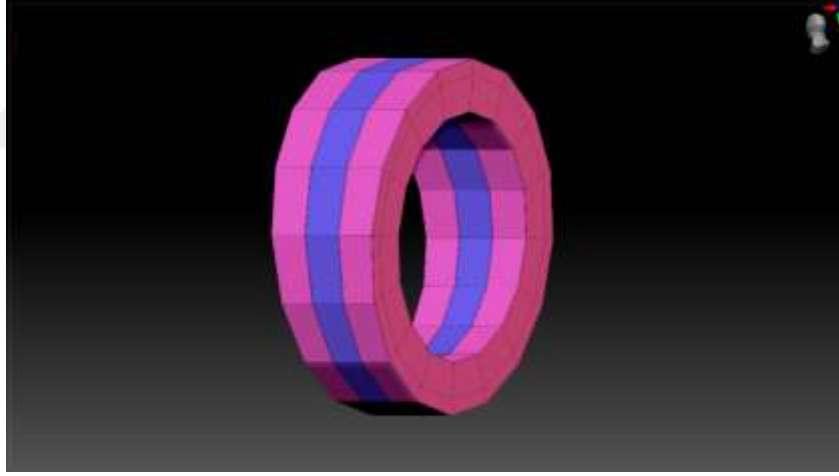
[Maden, 2024].

Maskeleme fırçasını ve alfa menüsü de kullanarak Alpha 27 seçilir. Ve yüzük üzerinde maskeleme yapılarak gizmo yardımı ve scale özelliği ile üst bant bölümü genişletilmiştir. Genişletilen yüzük üst gövdesi şekil 4.63’te gösterilmiştir.



Şekil 4.63: Maskeleme Fırçası ve Alfa ile Genişletilmiş Üst Kısım.
[Maden, 2024].

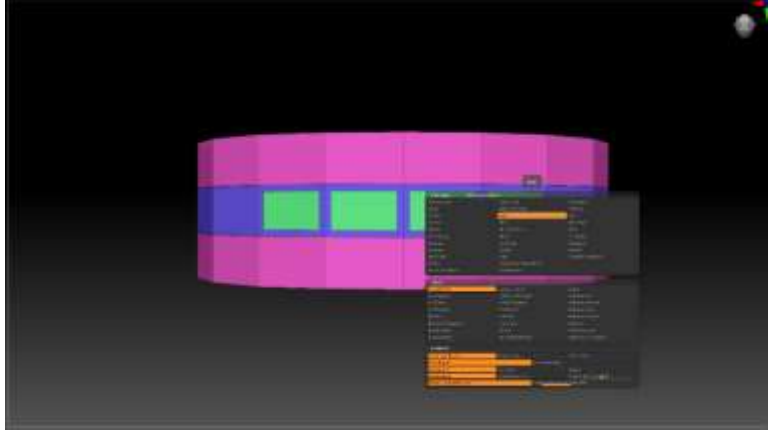
ZModeler Fırçası, Edge (Kenar) aksiyonlarından Insert'ü seçerek, hedefi de SingleEdgeLoop olarak ayarlayarak yan kenarlara X simetri yardımı ile kenar atanır. Yapılan bu işlem şekil 4.64'te gösterilmiştir.



Şekil 4.64: ZModeler Fırçası İle Yan Kenarlara Verilen Insert.
[Maden, 2024].

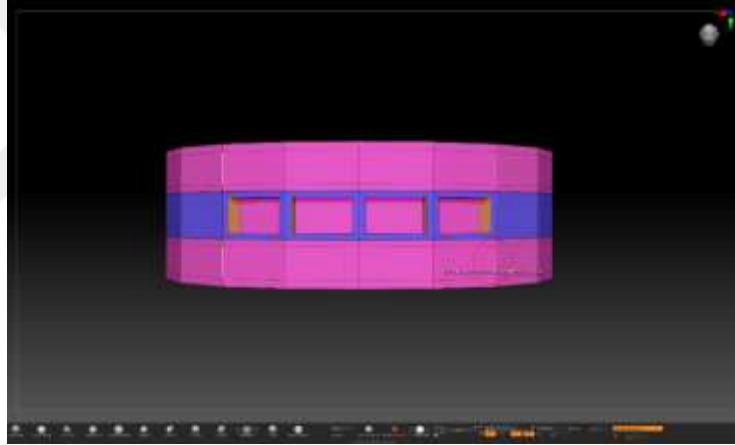
Top görünümünden Poligon Aksiyonlarından Inset (İç Kısım) özelliğini kullanarak, hedef (Target) olarak ASinglePoly (Yalnızca Bir Poligon) olarak çerçeveli bir Inset yanyana 4 poligona uygulanır.

Inset uygulanan poligonlar, eklenecek taşlar için açılmış yuvaların temelini oluşturmaktadır. Açılan yuvalar şekil 4.65'te gösterilmiştir.



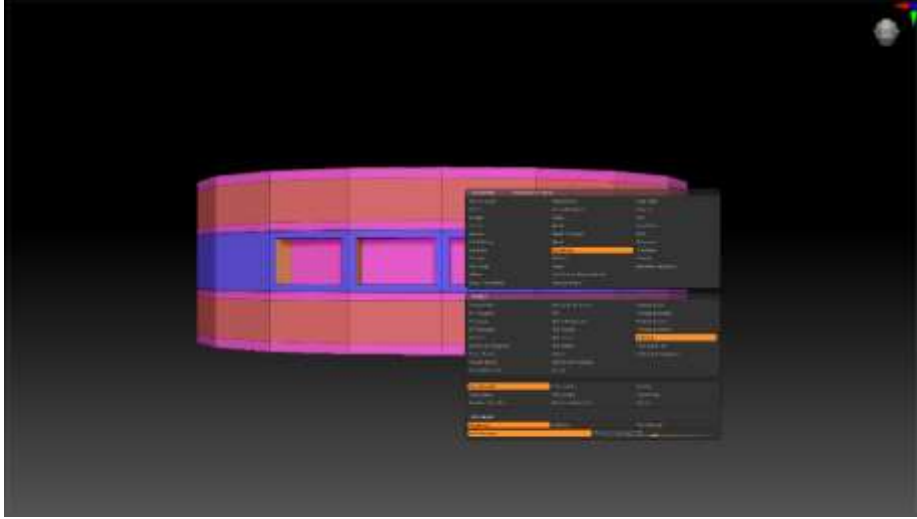
Şekil 4.65: ZModeler Fırçası; Edge Aksiyonu Inset ile Oluşturulan Yuva.
[Maden, 2024].

Simetri yardımı ile yüzük yüzeyi üzerinden üç bölüme ayrılan kısımda Insert ile kenarlara edge atanır. Şekil 4.66’da atanan edge (kenar)’lar gösterilmiştir.



Şekil 4.66: ZModeler Fırçası; Edge Aksiyonu Insert ile Bantlara Verilen Kenar Çizgisi.
[Maden, 2024].

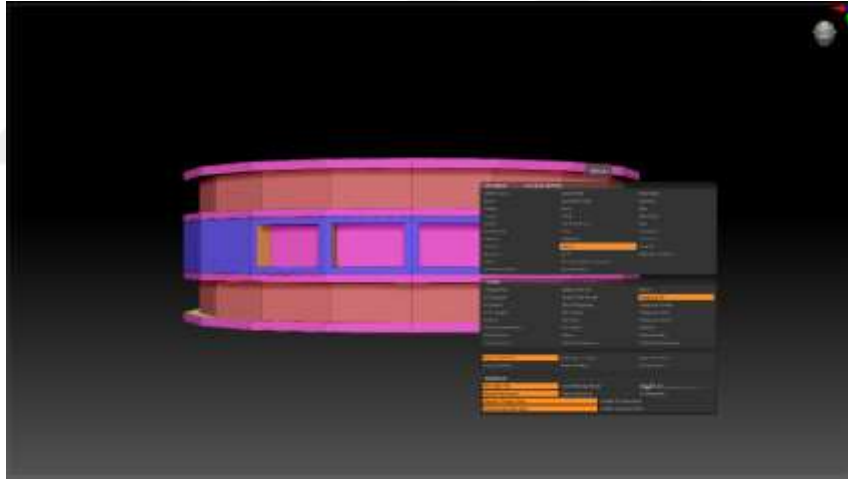
Poligon aksiyonlarından Polygroup> Polyloop aksiyonu seçilerek yüzük yüzeyinde bulunan iki sıra banta polygroup ataması yapılarak renklerini farklı bir poligon rengine çevrilmesi sağlanır. Böylece uygulanacak aksiyonlar hedef (Target) kısmından PolyGroup All olarak hızlıca işlem uygulaması için hazırlanır. Verilen Polygroup özelliği şekil 4.67’de gösterilmiştir.



Şekil 4.67: ZModeler Fırçası; Poligon Aksiyonları, Polygroup Aksiyonu Uygulanışı.

[Maden, 2024].

Sonraki aşamada Poligon aksiyonlarından QMesh, hedef olarak da PolygroupAll ile iki adet bantı tutarak kanal açılır. Yapılan işlem şekil 4.68’de gösterilmiştir.



Şekil 4.68: Poligon Aksiyonları, QMesh Aksiyonu, PolygroupAll Hedefi Uygulanışı.

[Maden, 2024].

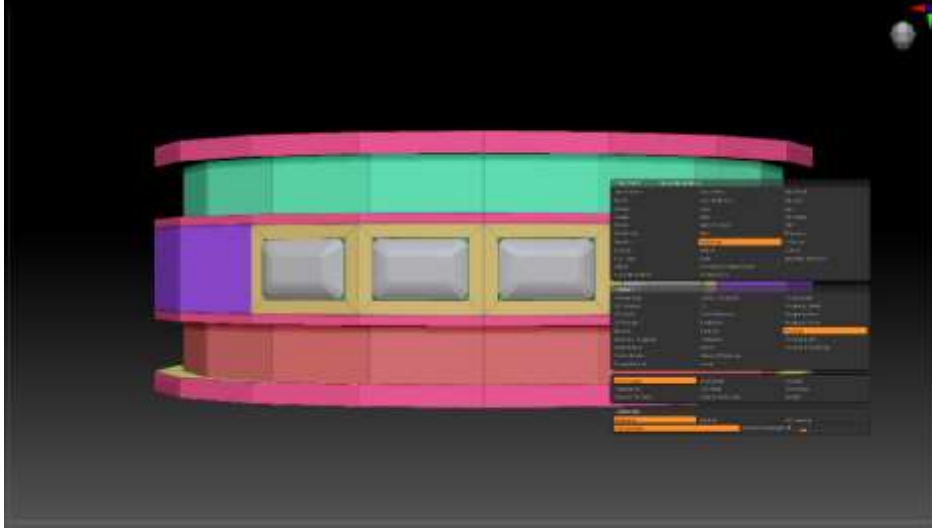
ZPlugin menüsünden Ring Utility aracı içindeki Gem Stones (Mücevher Taşları) kısmından 16’lı Emerald (Zümrüt) taşı seçilerek eklenir. Taşlar, gizmo yardımı (move, scale, rotate) komutları ile düzenlenerek açılan yuvalara yerleştirilir. Bu işlem şekil 4.69’da gösterilmiştir.



Şekil 4.69: Ring Utility, Gemstones İle Taş Eklenmesi.

[Maden, 2024].

Şekil 4.70’te Poligon aksiyonlarından kanalın bir tanesinin poligon yüzeyini PolyGroup> Polyloop ile Polygroup ile farklı bir renk atamasının yapıldığı işlem evresi gösterilmiştir.



Şekil 4.70: Poligon Aksiyonları, Polygroup Uygulanışı.

[Maden, 2024].

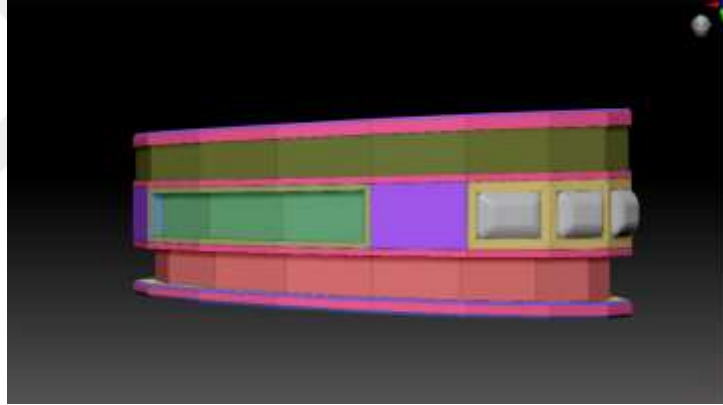
Bu işlem sonrasında ZModeler fırçasını ile Poligon aksiyonlarından Polygroup uygulayarak farklı bir renk ataması yapılır. Şekil 4.70’te görülen yeşil tonlardaki poligon kanalını Mask (Maskeleme) aksiyonu ve PolyGroupAll hedefi ile maskelenerek, Subtool Menüünden Extract uygulanır.

Yapılan işlem ile oluşturulan yeni halka parçası şekil 4.71’de gösterilmiştir.

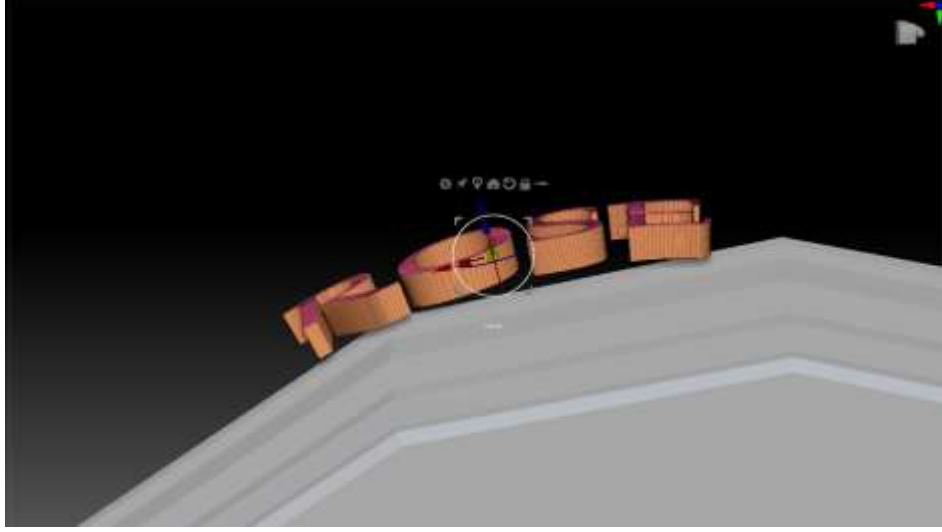


Şekil 4.71: Poligon Aksiyonları, Mask (Maske) Aksiyonu Polyloop Hedefi Uygulanışı.
[Maden, 2024].

Yüzük üzerinde Poligon aksiyonlarından Polygroup seçimi ile poligonlar seçilir, bu işlem sonrasında yine poligon aksiyonlarından Inset ve Qmesh işlemleri sırası ile uygulanır ve ilave bir kanal açılır. Açılan bu kanal şekil 4.72’de gösterilmiştir.



Şekil 4.72: Poligon Aksiyonları, Polygroup, Inset ve Qmesh Uygulanışı.
[Maden, 2024].



Şekil 4.73: 'ROSE' Kelimesinin Yuvaya Yerleştirilmesi.

[Maden, 2024].

Kullanılan 'ROSE' kelimesi şekil 4.73'te BendArc aracı ve Gizmo yardımı ile bükülür ve yuvaya yerleştirilir.



Şekil 4.74: ZPlugin Menüsü Text 3D & Vector Shapes eklentisi ile 'ROSE' kelimesi.

[Maden, 2024].

Şekil 4.74'te gösterildiği gibi ZPlugins menüsünden Text 3D & Vector Shapes eklentisi ile "ROSE" kelimesi yazılır ve yuvaya yerleştirilir. Üst kanal içerisinde Extract ile oluşturulmuş halkaya, Geometri menüsü içerisinde Micropoly uygulanır. Micropoly ile Scale değeri 1 olarak verilir ve bu işlem uygulaması şekil 4.75'te gösterilmiştir.



Şekil 4.75: Geometri Menüsünden Uygulanan Micropoly Özelliği.

[Maden, 2024].

ZBrush programı içerisinde bulunan materyal ekranından MAH_Shiny materyali uygulanır. Materyal uygulanmış yüzük şekil 4.76'da gösterilmiştir.



Şekil 4.76: Materyal Menüsünden Uygulanan MAH_Shiny Materyali.

[Maden, 2024].

ZBrush yazılımının; render motoru haricinde kullanılan External (Harici) render programı ile alınan yapılan render (Pürüzsüzleştirme) görüntüsü Şekil 4.77'de gösterilmiştir.



Şekil 4.77: Render İşlemi İçin Kullanılan Harici Render Programı İle Elde Edilen Render (Pürüzsüzleştirme) İşlemi.

[Maden, 2024].

4.6 ZBRUSH PROGRAMINDA TAKI TASARIM UYGULAMALARI

ZBrush yazılımı ile gelen yetenekli birçok özellik sayesinde tasarımların yapılabilmesi zamansal olarak kısaldığı gibi program içerisindeki farklı bileşenleri de kullanarak multi tasarımın önü açılmıştır. Yazılım içerisinde bulunan birçok bileşen birbiri ile bütünleşmiş kullanılabilir.

4.6.1 Zbrush Programında Noisemaker İle Yüzük Tasarımı



Şekil 4.78: Canvas (Tual) Ekranına Getirilen Sphere3D Görüntüsü.

[Maden, 2024].

NoiseMaker ile yüzük tasarımı için ekrana Tool menüsünden bir Sphere3D alınır. Edit (T) ve sonrasında MakePolyMesh3D yapılır. Çözünürlüğü arttırmak için Divide (Ctrl+D) ile bölümlendirme verilir. Şekil 4.78’de gösterilmiştir.

Maske fırçası yardımı ile oluşturulacak yüzük için bir alan seçilir. Seçilen bu alan şekil 4.79’te gösterilmiştir.



Şekil 4.79: Maskeleme Fırçası ile Seçilen Alan.

[Maden, 2024].

Seçilen alan SubTool menüsü altındaki Extract özelliği kullanılarak 3dMesh haline getirilir. 3dMesh haline getirilen yüzük halkası için Extract menüsü altında bulunan Double seçeneği kapatılarak çift yana kabartma verilmesi önlenir. Oluşturulan yeni tool 3dMesh Subtool Menüsündeki listeye eklenir. Şekil 4.80’de Extract işleminin uygulanmış hali gösterilmiştir.



Şekil 4.80: Extract İşleminin Gösterilişi.

[Maden, 2024].

Şekil 4.81’de oluşturulan yeni tool (araç) gösterilmiştir.

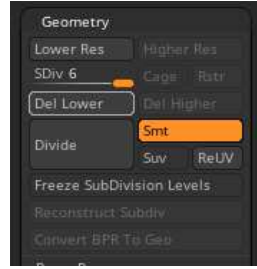


Şekil 4.81: Extract ile Oluşturulan 3dMesh Tool (Araç).

Maden, 2025].

Oluşturulan yüzük gövdesine çözünürlüğü (resolution) arttırmak için Divide (Ctrl+D) verilerek poligon sayısı artırılır. Arttırılan çözünürlükle birlikte oluşan çözünürlük

katmanları Geometri Menüsü içerisindeki DelLower yardımı ile şekil 4.82’de gösterildiği şekilde silinir.



Şekil 4.82: Arttırılan Çözünürlük Katmanlarının Silinmesi İşlemi.

[Maden, 2025].

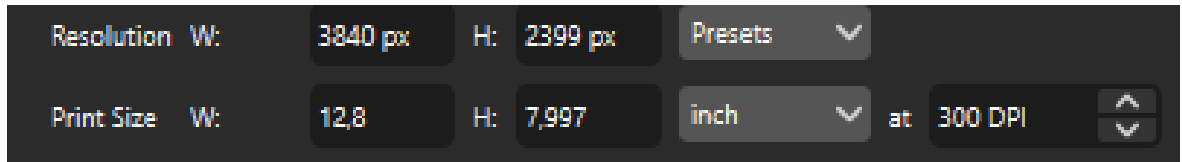
Oluşturulan araca Surface menüsü içerisindeki NoiseMaker ile Şekil 4.83’te gösterildiği gibi wood (ağaç) dokusu verilir. Dokunun verilmek istenmeyen alanları maskeleme ile uygulama dışında bırakılır.



Şekil 4.83: Surface Menüsü İçerisindeki NoiseMaker Uygulaması.

[Maden, 2025].

Oluşturulan yüzey ile KeyShot Render programına ZBrush içerisinde bulunan Render Menüsü içerisindeki External Render butonu ile soya render programına aktarılır. Materyal verildikten sonra render (pürüzsüzleştirme), sahne, ışık ve kamera ayarları şekil 4.84’teki gösterildiği gibi uygulanır.



Şekil 4.84: Render Ayar ve Ölçülendirmelerinin Girilmesi (KeyShot Render).

[Maden, 2025].

4K render için ölçüler girilir ve şekil 4.85’te gösterilen ayarlar ile final render (pürüzsüzleştirme) uygulanır.



Şekil 4.85: Final Render İşlemi.

[Maden, 2025].

Noisemaker ile seçilen bir Alfa (görsel) ile farklı motif ve desenlerde de tasarım ve dokular oluşturulur. Bu görseller ile oluşturulan tasarımlara örnek olarak şekil 4.86’da gösterilmiştir.

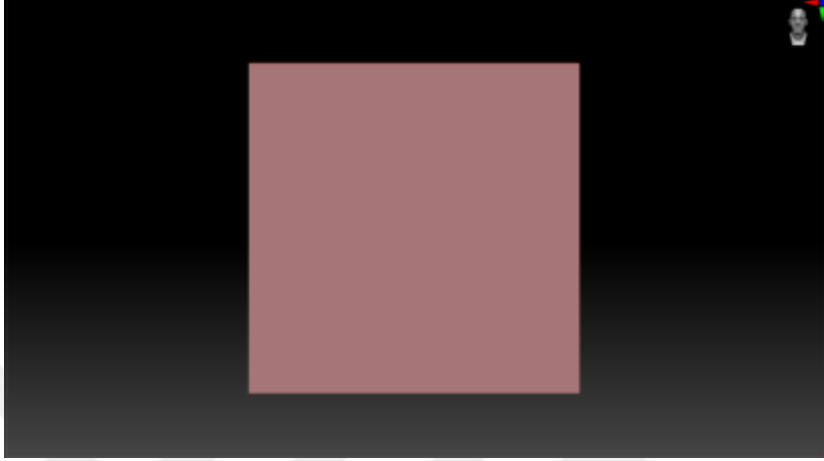


Şekil 4.86: Farklı Alfa ve Görseller ile Oluşturulan NoiseMaker Tasarımlarına Örnek.

[Maden, 2025].

4.6.2 Zbrush Programında Maske Fırçası İle Broş Tasarımı

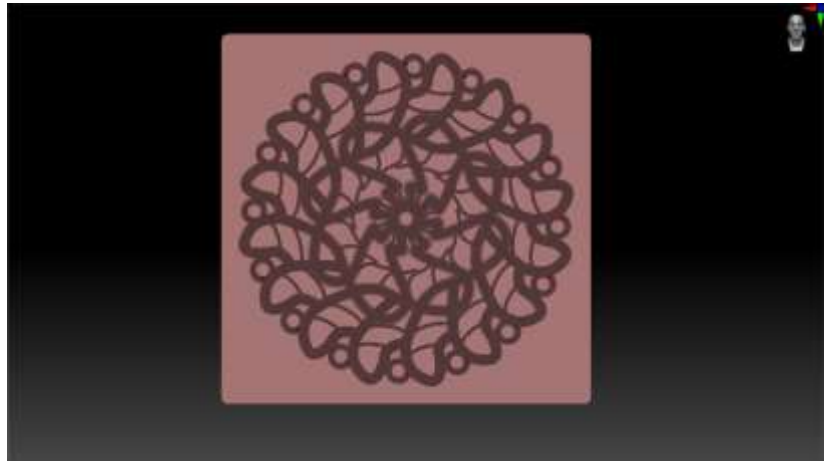
Tool (Araç) Menüsünden ekrana (Canvas) Plane3D çağırılır. Şekil 4.82’de gösterilen Plane3D ekrana (Canvas) getirildikten sonra; Polymesh3d’ye çevrilerek, çözünürlüğü Divide (Ctrl+D) ile arttırılır.



Şekil 4.87: Ekrana Getirilen Plane3D Aracı.

[Maden, 2025].

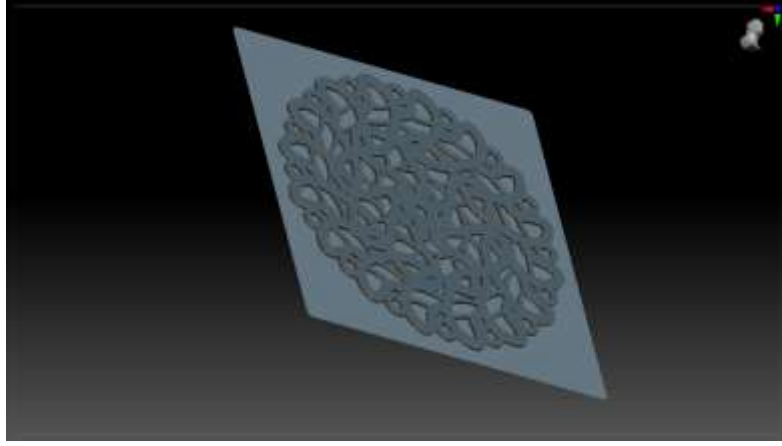
Maske fırçası (Ctrl) ve Simetri yardımı ile şekil 4.88’de gösterildiği gibi bir desen üretilir. Bu işlem sırasında çizim ebatı (Draw Size) farklı ölçüler girilerek çizilir. Bu çizimde 20,10 ölçüleri kullanılmıştır.



Şekil 4.88: Maskeleme Fırçası ile Oluşturulan Motif.

[Maden, 2025].

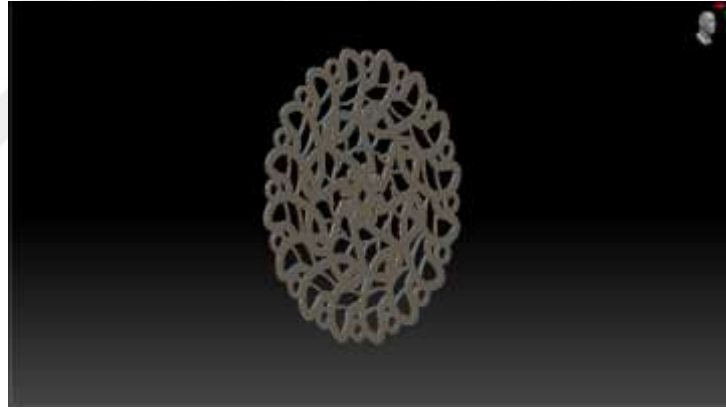
Çizilen motif Extract yardımı ile kabartılır ve Accept butonu sayesinde de 3dMesh obje haline getirilir. Oluşturulan tool (Araç); subtool menüsü içerisine kendiliğinden eklenir. Şekil 4.89’da oluşturulan araç gösterilmiştir.



Şekil 4.89: Extract ile Yüzeydeki Görünüm.

[Maden, 2025].

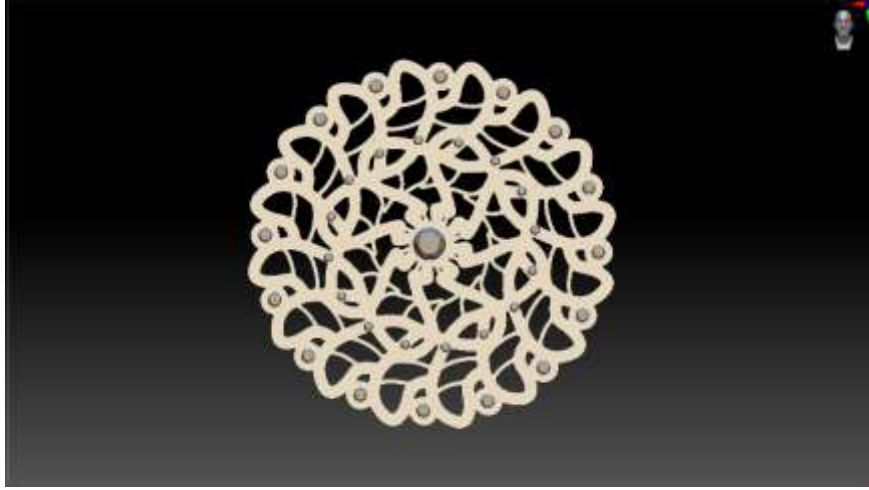
Extract ile üretilen parçaya kenar düzeltmeleri, cila (polish) vermek için Deformation menüsünden PolishByFeature özelliği kullanılır ve kenarların daha pürüzsüz hale getirilmesi sağlanır. Şekil 4.90’da üretilen parçanın kenar düzeltmelerinin yapılmış hali gösterilmiştir.



Şekil 4.90: Extract ile Oluşturulan 3dMesh Araç (Tool).

[Maden, 2025].

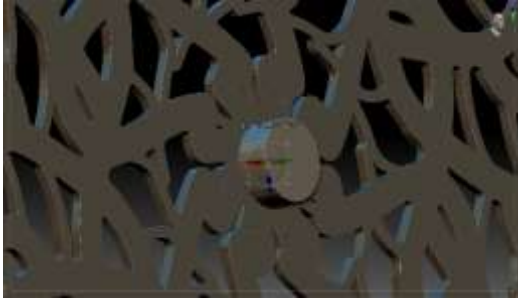
ZPlugin Menüsü içerisinde bulunan Ring Utility eklentisi ile Oval bir taş 16 adet olarak eklenir. Eklenilen taşlar Array Mesh ve Gizmo aracı yardımı ile şekil 4.91’de ki gibi 3dMesh yüzeyi üzerine eklenir. Bu taşlardan bir tanesi kopyalanır ve merkeze gelecek şekilde büyütülerek yerleştirilir.



Şekil 4.91: Ring Utility ile 16'lı Oval Taş Eklenmesi.

[Maden, 2025].

Bu işlem sonrası program içerisinde bulunan Boolean özelliği ile eklenen taşlar için yuva açılır. Subtool (Alt Araç) menüsünden Append (Ekle/mek) komutu yardımı ile silindir 3d eklenir. Taşlar için açılacak olan yuvanın ön görünümü ve elde edilecek sonuç için LiveBoolean butonu aktif edilir. Tüm ayarlamalar sonrası Boolean içerisindeki Make Boolean Mesh butonu ile şekil 4.92 ve şekil 4.93'te gösterildiği gibi 3d nesne oluşturulur.



Şekil 4.92: Subtool Menüsünden Eklenen Silindir 3d.

[Maden, 2025].



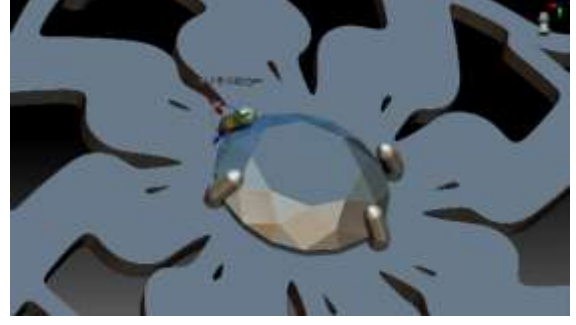
Şekil 4.93: Boolean ile Açılan Taş Yuvası.

[Maden, 2025].

Açılan yuva işlemi sonrasında eklenen taşları tutması için tırnak oluşturulma işlemi gerçekleştirilir. Bunun için Tool Menüsünden Append ile Sphereinder3D aracı eklenir, yine maske fırçası ve rotate yardımı ile taş için tırnak oluşturulur ve taş etrafına yerleştirilir. Modify Topology menüsü içerisinde bulunan Mirror and Weld butonu ile oluşturulan tırnak, x ve y eksenleri de açılarak çoğaltılır. Şekil 4.94 ve 4.95'te oluşturulan tırnak ve taş etrafında çoğaltılması yer almaktadır.

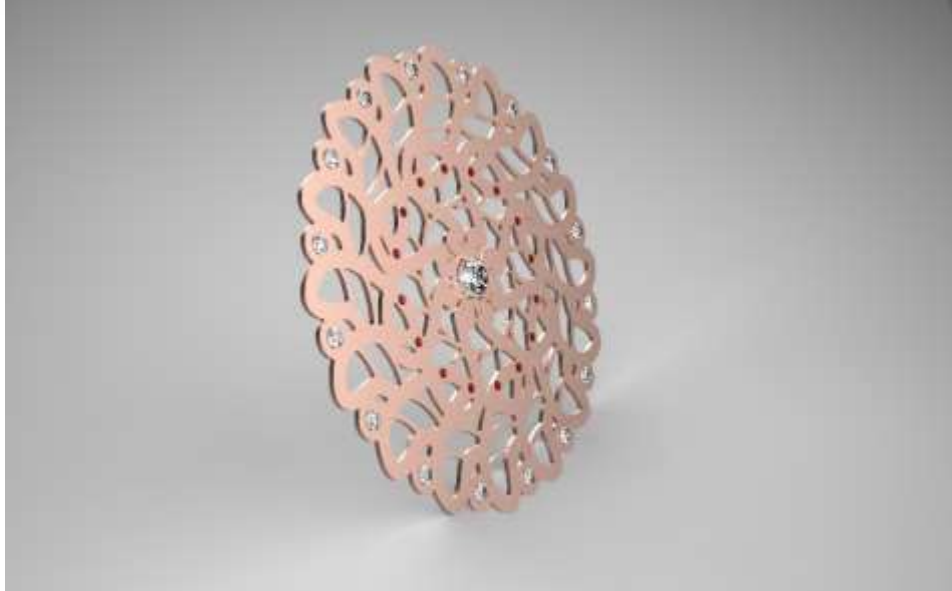


Şekil 4.94: Taş İçin Oluşturulan Tırnaklar.
[Maden, 2025].



Şekil 4.95: Taş Etrafında Çoğaltılan Tırnaklar.
[Maden, 2025].

Üretilen parçaları bir bütün halinde BPR (Best Preview Render) ile External Render özelliği de kullanılır ve render (Pürüzsüzleştirme) işlemi için render programına gönderilir. Final render işlemi şekil 4.96’da gösterilmiştir.



Şekil 4.96: Final Render İşlemi Yapılmış Parça Görüntüsü (KeyShot Render).
[Maden, 2025].

5. RENDER (PÜRÜZSÜZLEŞTİRME)

Render, BDT uygulamalarında tasarlanan model ya da tasarımların sahne, ışık ve kamera yardımı ile görselleştirme, pürüzsüzleştirme süreci işlemidir. Bu süreç içerisinde; 3B yazılımlara entegre, sonradan eklenebilen (Plugin) ve tamamen bağımsız çalışan yardımcı, tamamlayıcı programlar kullanılmaktadır.

Render işlemleri oldukça geniş bir sektör yelpazesine sahiptir; oyun sektöründen, sinema, animasyon, mimari görselleştirme, takı ve endüstriyel tasarıma kadar birçok alanda kullanılmaktadır.

5.1 ZBRUSH PROGRAMINDA RENDER KULLANIMI

ZBrush yazılımı içerisinde bulunan render bileşenleri ve ayarları oldukça gelişmiştir. Yazılım içerisinde pek çok render özelliği bulunduğu gibi External Render (Harici Render) ile farklı yazılımlarda (KeyShot) kullanılabilir. Program içerisinde BPR (Best Preview Render / En İyi Önizleme Renderi) tuşu ile hızlıca program içerisinde verilen materyaller, varsayılan ışık ve kamera açısına göre render alınır. Işık ayarları Light menüsünden ayarlanır. İstenilen miktarda ışık eklenip, çıkartılır. Render ayarları ambians, gölge vb. ayarlar Render Menüsü içerisinde bulunan alt başlıklar ile ayarlanır. ZBrush'ın render menüsü şekil 5.1'de yer almaktadır.



Şekil 5.1: Render Menüsü.

[Maden, 2025].

Menü içerisinde bulunan LightBox> RenderSet ile birçok form ve özellikde render almaya imkân vermektedir. Bu render setleri ile ilgili içerik şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2: LightBox Menüsü İçerisindeki Render Setleri.

[Maden, 2025].

Bunların arasında 3B dünyasında sıkça kullanılan Blueprint özellikli render da oldukça önemlidir. Blueprint render özelliğinin yanısıra, karakalem, yağlı boya, suluboya vb. birçok efekt etkisi ile render alma yeteneğine sahiptir. Bu özelliklerle alınan birkaç render görüntüsü şekil 5.3'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3: LightBox Menüsü İçerisindeki Render Setleri ile Alınan Render Görselleri.

[Maden, 2025].

Render Setleri içerisindeki BluePrint render örnekleri ile alınan render işlemi şekil 5.4'te gösterilmiştir. Ebatlandırma işlemleri Document menüsünden ayarlanmaktadır. İstenilen ölçü ve ebatta render alınmasını sağlayan bu ayarlar, ölçüler verildikten sonra Resize komutu ile uygulanır.



Şekil 5.4: LightBox Menüsü İçerisindeki Render Setleri ile Alınan BluePrint Render Görseli.

[Maden, 2025].

Render Setleri içerisindeki WaterColorInkStyle Render seti ile alınan render (pürüzsüzleştirme) görseli şekil 5.5'te gösterilmiştir.



Şekil 5.5: WaterColorInkStyle Render ile Alınan Render Görseli.

[Maden, 2025].

5.2 RENDER TÜRLERİ

3 Boyutlu render yazılımları içerisinde temelde iki farklı render türü bulunmaktadır. Bunlar; gerçek zamanlı (real time) render ve ön işleme render (pre-rendering) olmak üzere iki farklı render türüdür. Gerçek Zamanlı Render (Real-Time Rendering); 3 boyutlu oyun ve tasarım ortamında bilgileri çok hızlı ve etkili işleyerek, sahne ya da ortam içerisindeki anlık değişiklikleri bile algılayarak çok hızlı, anlık ve spontane sonuçlar alınmasını sağlayan render türüdür. Ön İşleme Render (Pre-Rendering); çok fazla işlem hızı gerektirmediği koşullarda ve ortamlarda tercih edilen render türüdür. Film sektörü, animasyonlar ve görsel efektlerin yüksek miktarda kullanıldığı alanlarda tercih edilmektedir. (URL24)

5.3 ZBRUSHTA MATERYAL VERMEK

ZBrush programında oluşturulan model ya da araçlara, materyal ekranı aracılığıyla varsayılan materyaller atanabildiği gibi, harici kaynaklardan eklenen materyallerin kullanımı da mümkündür. Seçilen materyal Subtool Menüsü içerisindeki herhangi bir parçaya uygulanabilmesi için öncelikle Subtool Menüsü içerisindeki Tool'un PolyPaint Simgesi açılır. Daha sonra materyal verilir ve Color Menüsünden FillObject uygulanır. Materyal ekranı şekil 5.6'da gösterilmiştir.



Şekil 5.6: Materyal Menüsü Görünümü.

[Maden, 2025].

Materyal ekranı haricinde program içerisinde bulunan SpotLight Aracı sayesinde üretilen model ve araçların referans resimlerini ekrana getirilmesine yaradığı gibi ayrıca oluşturulan parçaların üstüne farklı doku ve renk aktarılmasına da olanak sağlamaktadır. SpotLight Menüsü şekil 5.7’de gösterilmiştir.



Şekil 5.7: SpotLight Menüsü Görünümü.

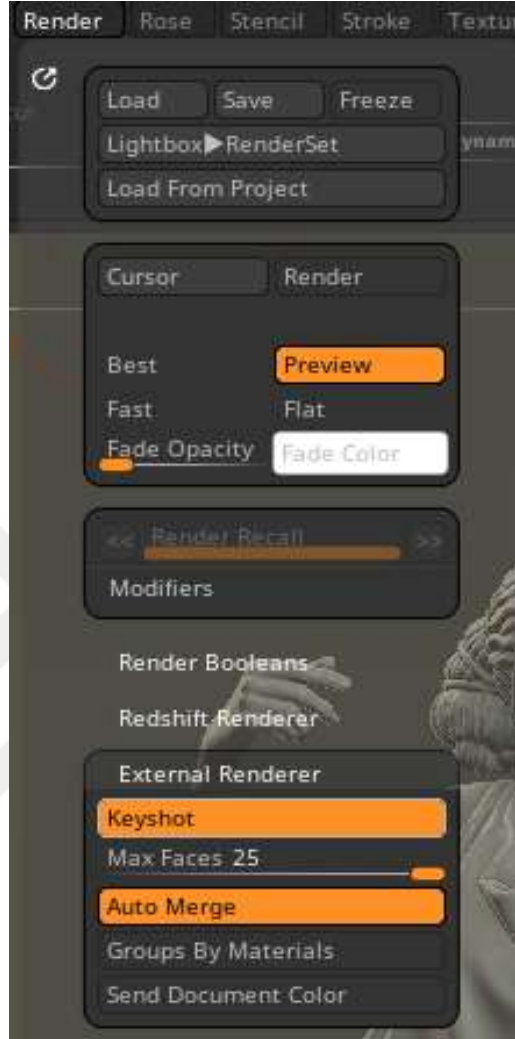
[Maden, 2025].

Spotlight Menüsü ayrıca LightBox içerisindeki SpotLight setleri ile 3 Boyutlu parça ve araçlar oluşturmaya yaramaktadır. Bu özelliği sayesinde takı tasarımındaki birçok yüzey hızlı bir şekilde üretilmektedir.

5.4 ZBRUSHTA EXTERNAL (HARİCİ) RENDER ALMAK

Program da bulunan Render Menüsü içerisindeki External (Harici) Render butonu içerisinde KeyShot yazılımı için bir köprü bulunmaktadır. Menü içerisinde bulunan Keyshot butonu aktif edildiğinde program artık bilgisayar içerisinde var ise KeyShot Render programını kullanarak ZBrush dışında harici bir render programı kullanılarak render alınır. Bu işlemi

başlatmak için BPR butonu tıklanır. Keyshot render butonunun aktif edilmesi şekil 5.8’de gösterilmiştir.



Şekil 5.8: External Render Gösterimi.

[Maden, 2025].

Ayrıca GoZ özelliği sayesinde üretilen model ya da takı başka bir programa sevk edilerek orada da render alınabilmektedir. Bu işlem ile modelin gönderildiği yazılım Örn. 3DsMax içerisindeki V-Ray ya da Corona Render vb yazılımlar ile de render alınabilmektedir.

6. 3 BOYUTLU BASKI (3D PRINTING)

Teknolojinin hızla gelişerek ilerlemesi insan ihtiyaçlarını belirlemede birçok bileşeni de hızla değiştirmektedir. 3B Baskı, geleneksel üretim yöntemlerinin dışında olanaklar sunmasıyla ve hızlıca bilgisayar ortamında modellenen bir ürünü fiziki olarak birebir üretilip elde etmede ve bunu saatler içerisinde sağlama konusunda oldukça mesafe kat etmiştir (Duman & Özsoy, 2018:13).

6.1 3 BOYUTLU BASKI (3D PRINTING) NEDİR?

3B Baskı, 3 boyutlu bilgisayar ortamında modellenen bir ürün, model, parça ya da objenin birbiri üstüne gelen katmanlar ile üzerine madde eklenerek inşa ve imal edilen süreç bütünüdür. Bir diğer adıyla “Hızlı Prototipleme” denilen 3D Baskı, Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT-CAD) yazılım programları sayesinde modellenen dijital üç boyutlu (3B) modele göre kullanılan maddeler ile inşa edilme yöntemidir. Baskı esnasında kullanılan bu maddeler, modele ve baskı makinasına göre belirlenen toz, sıvı (reçine) ya da erimiş katılardan oluşur (Duman, Özsoy, 2018:14). 3B Baskı, objelerin üst üste eklenerek katmanlar halinde direkt üretilmesini sağlayan bir işlemdir. Bu işlem özelliği sayesinde birbirine eklenilebilen birkaç parçadan oluşan model ya da nesnelerin kolayca ve tek seferde üretilmesini mümkün kılar (Bernier ve diğerleri, 2014: 9).

6.2 3 BOYUTLU BASKI TEKNİKLERİ

3B Baskı teknolojilerinin gelişim süreci, üretilen model ve tasarımların, prototiplerinin kısa süreler içerisinde üretilmesine dayanmaktadır. İlk başlarda prototiplerin hızlıca elde edilmesine yönelik olan bu teknoloji sonraları son kullanım objeleri, modeller elde etmek için kullanılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla bu da prototiplerin kısa sürelerde imal edilmesi, tasarım sürecindeki maliyetlerin azaltılması ve imalat taleplerine karşılık verebilmek için daha farklı teknolojilerin çıkmasını sağlamıştır. Birçok ülkedeki araştırmacı ve firma bu bağlamda farklı pek çok teknoloji geliştirerek 3B Baskı dünyasının tekniklerini genişletmişlerdir. Bu teknolojiler şekil 6.1’de gösterilmiştir. Geliştirilen bu teknolojiler içerisinde üretilen parça imalatları için sıvı, katı, gaz esaslı maddeler kullanılmaktadır (Duman, Özsoy, 2018: 52).

Malzeme Türü	Malzeme Biçimi	İşlem	Teknoloji İsmi
Sıvı		Polimerizasyon	DLP
			SLA
			PolyJet/MultiJet
Katı	Plaka	Yapıştırma	LOM
	Toz	Ergitme	SLM
			EBM
			LENS
		Bağlama	3DP
			3DP Prometal
	Tel	Ergitme	EBDM
Gaz		Kimyasal reaksiyon	FDM
			LCVD
			SALD

Şekil 6.1: 3B Baskı Teknolojileri.

[Duman, Özsoy, 2025: 54].

Bu teknolojiler arasında en çok kullanılan iki teknoloji, FDM ve SLA’dır. FDM (Ergiyik Biriktirme ile Modelleme); tel biçimindeki (filament) termoplastik malzemelerin ergitme işlemi ile yapılan imalat tekniğidir (Duman, Özsoy, 2018: 52). S.Scott Crump’ın 1988 yılında kızına oyuncak yapmak için sıcak tutkal tabancası kullanması ile icat edilmiştir. Üstüste katmanlar oluşturarak üretim sürecine geçme fikri ise eşi Lisa Crump’ın kurmuş olduğu Stratasys şirketidir (Bernier, Reinhard, Luyt, 2014:13). FDM 3B Baskı makinelerine örnek şekil 6.2’de gösterilmiştir.



Şekil 6.2: FDM 3B Baskı Makinesi (8 Filament Renkli).

[<https://store.anycubic.com/products/kobra-s1-combo>].

SLA (Stereolitografi); sıvı fotopolimer reçinesinin UV ışığı kullanılarak sertleştirilip katmanlar oluşturma yöntemi ile yapılan imalat tekniğidir. Chuck Hull’a atfedilmiş bir teknolojidir. 3B Baskı teknolojileri içinde patenti alınan ilk baskı teknolojisidir.

Bilgisayardan yönlendirilerek ışığa duyarlı reçine tankına yerleştirilen aynalar sayesinde lazer yönlendirmesi ile oluşturulan formlardır. Oluşturulan 3B nesneler gün ışığı veya “yık ve kürle” (wash and cure) yöntemleri ile kurutularak sertleştirilir. SLA baskı teknolojisi ile bir defa sadece bir nesne basılabilir. 0,3 mm katman çözünürlüğü hassasiyeti sayesinde oldukça etkileyici sonuçlar elde edilmektedir (Bernier, Reinhard, Luyt, 2014: 14). Şekil 6.3’te SLA 3B baskı makinelerine örnek gösterilmiştir.



Şekil 6.3: SLA 3B Baskı Makinesi.

[<https://store.anycubic.com/collections/resin-3d-printer/products/photon-mono-m7-max>].

6.3 3 BOYUTLU BASKI DOSYA FORMATLARI

Bilgisayar (BDT/CAD) ortamında başlayan 3B Baskı, birçok program ve dosya formatı ile çalışmaktadır. Model tasarımı tamamlandıktan sonraki aşamalarda bir CAD yazılımı aracılığı ile katı modellemesi yapılır (Duman, Özsoy, 2018: 27). 3B yazılımların birçoğu kendi dosya formatlarını kullanmaktadır. Örn: SketchUp yazılımı “. skp” uzantısını kullanır. Bazı programlar ise dosya formatında diğerlerinden daha esnek olabilmektedir. Bu dosya uzantısı karmaşasında bazı dosya formatları 3B Baskı dünyasında standartları oluşturmayı başarmıştır. Bu formatlar için bazı yazılımlar dışardan kurulan bir eklenti gerektirirken çoğu yazılımda dışa aktar (export) özelliği ile bu standart formatlara çevirebilme yeteneğine sahiptirler. Bunların arasında STL, 3B baskı dünyasında en çok kullanılan ve en üstte yer

alan dosya formatıdır (Bernier, Reinhard, Luyt, 2014: 24). Bu dosya formatları kısaca aşağıdaki gibidir;

STL, hızlı prototipleme tekniği olan ve aynı adı taşıyan Stereolithografi (STereoLithography) yazılımının yerel uzantısı olarak oluşturulmuştur. Stl dosya formatı dosya dışı aktarımında mesh yoğunluğunu seçmeye olanak tanır. STL (Standart Tessellation Language) olarak bilinen biçimi ile çoğu (Additive) eklemeli ve (Subtractive) çıkarmalı üretim aracında ortak dil olarak kullanılmaktadır (Bernier, Reinhard, Luyt, 2014: 19).

OBJ, animasyon yazılım paketi için üretilmiş bir dosya formatıdır. Wavefront firması tarafından geliştirilmiştir. OBJ dosyalarını kullanmayan çok az 3B yazılım mevcuttur. Temelde birçok yazılım bu dosya formatını desteklemektedir. Extract (dışa aktarım) ya da import (içe aktarma) işlemlerini uygularken hemen hemen bütün yazılımlar tarafından desteklenmektedir. Obj dosya formatının kullanıcılar arasında tercih edilmesinin en önemli 2 sebebinden biri NURBS tipi yüzeyleri kabul etmesi ve renk ve doku bilgilerini içeren MTL (Material Template Library / Malzeme Şablon Kütüphanesi) dosyalarını desteklemesidir.

VRML, dosya formatı aslında internet de www (World Wide Web) için geliştiren grafik dosya biçimidir. Animasyon dünyasındaki yerini X3D gibi formatlara bıraksa da halen 3D dosya evrenindeki geçerliliğini ve bir standart olmayı sürdürmektedir (Bernier, Reinhard, Luyt, 2014: 20).

AMF, açılımı (Additive Manufacturing File / Eklemeli Üretim Dosyası) olan 3B basım dosyası, aslında STL'nin güncellenen yeni versiyonu olarak kabul edilir. STL formatının içinde barındırdığı eksiklikleri gidermek amacıyla ASTM (American Society for Materials Testing / Amerikan Malzeme Testleri Derneği) tarafından özel olarak geliştirilmiş bir dosya formatıdır (URL 25).

3MF, 3D baskı alanındaki büyük firmaların (Autodesk, 3D Systems, Stratasys, Hp, Microsoft) bir araya gelerek AMF dosya formatının eksikliklerini gidermek amacı ile oluşturulmuş ve bu anlamda daha çok yaygınlaşmış olan bir dosya formatıdır. AMF dosya sisteminin tüm özelliklerini bünyesinde barındıran 3MF, aynı zamanda oldukça yüksek doğruluğa sahip olan doku, materyal (malzeme) ve oryantasyona sahiptir (URL 25).

6.4 3 BOYUTLU KONTROL LİSTESİ

Kontrol listesi temel olarak 3B baskı öncesi aşamaları tanımlamaktadır. Bu aşamalar;

Dosya uyumluluğu; masaüstü 3b yazıcılara uyumlu olan dosyaların (obj, stl dosyaları gibi) oluşturulması,

Polygon (çokgen) limitleri; oluşturulmuş olan 3B obje ya da modelin ortalama 1 milyon poligon sayısını geçmemesine dikkat edilmesi ve megabyte türünden STL dosyalarının 50Mb'ı geçirilmemesine dikkat edilmesi. 3B baskı da üretilen prototip örneği şekil 6.4'te gösterilmiştir.



Şekil 6.4: 3B Baskı ile Elde Edilen Prototip Örnekleri.

[<https://3d3teknoloji.com/blog/3d-yazici-ile-kuyumculuk-uygulamaları/>].

Modelin orijin noktası; oluşturulan modelin (x,y,z) düzenli sanal uzay ortamında doğru noktada durması nesnenin basılırken düzgün sonuçlar elde etmesini sağlamaktadır. Baskı öncesi 3B modelin (x:0, y:0, z:0) olarak ayarlanması sürpriz sonuçları önleyecektir.

Uygun malzeme ve teknoloji; oluşturulan model kullanım amacına göre uygun malzemeye uygun katman ve çözünürlüklerde olmalıdır. Her malzeme sonuçlar olarak farklılıklar gösterilmektedir. Ayrıca her 3B Baskı makinesi de basılacak olan modele uygun seçimde olmalıdır.

Model tutarlılığı; 3d model üzerinde herhangi bir hacim kesişmesi ya da üst üste binmesinin olmamasına baskı öncesi dikkat edilmelidir.

Ölçeklendirme; baskı öncesinde basılmak istenen model ya da 3b objenin ölçeklerinin kontrol edilmesi önemlidir. 3B olarak çalışılan model mm cinsinden çalışılıp, bazı programlarda metre ya da inch türünden değişiklikler gösterebileceğinden dolayı ölçek seçeneklerini kullanarak baskı öncesi doğru ölçeklendirmenin yapılması gerekmektedir.

3B Yazıcı baskı ebatları; baskı öncesi 3B baskı makinelerinin baskı alan ebatlarının bilinmesi ve 3b modelin bu sınırlar içinde olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Detaylar; 3b model üzerinde kullanılan resim tabanlı dokular “bump” (çıkıntı) haritasına dönüştürülmedikçe baskıda görünmeyecektir.

Toleranslar; oluşturulacak 3b model hareketli parçalardan oluşuyorsa, parçalar arasında 0.25 mm’lik tolerans boşluklarının bırakılmasına dikkat edilmelidir.

Oryantasyon; basılacak olan nesnenin baskı yönünün belirlenmesidir. (Bernier, Reinhard, Luyt, 2014:220)

6.5 3 BOYUTLU İLK ÖRNEK (PROTOTİP) OLUŞTURMA

Prototip; 3B baskı dünyası içerisinde ana üretim yapılmadan önce, tasarımı yapılan işlevsel model ya da maketin erken aşamalarda, test ve deneme yapılması amacı ile üretilen demo versiyonlarıdır. Modelleyiciler, tasarımcılar ve üreticiler açısından ürün maaliyeti, test edilebilme, kullanıcı deneyimi ve üretim sürecinin incelenebilmesi açısından fırsatlar sunmaktadır. Prototipleme; birçok tasarımcı, mühendis ve üretici açısından oldukça önemli olan bir dizi süreçten oluşmaktadır. Bunlar sırası ile şu şekildedir;

Tasarımın ilk aşaması ve konsept geliştirme süreci; Öncelikle fikirlerin oluşturulması ve bu fikirlerin tasarıma dönüştürülmesi.

Prototip tasarımının modelleme aşaması; Tasarım fikrinin belirlendikten sonra bilgisayar ortamında detaylı bir şekilde modellenmesi aşamasıdır.

Prototip üretimi; eskiden döküm ya da elle yapılan işlemlerin 3B baskı yöntemleri ile oluşturulmasıdır.

Test etme ve değerlendirme aşaması; prototip üretildikten sonra işlevselliğinin kontrolü, eksik ve hatalarının tespitinin ortaya çıkarılma aşamasıdır.

İyileştirme ve nihai tasarıma ulaşma; prototip üzerinde tespit edilen hata ve eksikliklerin, tasarımda değişiklikler yapılarak aynı süreçlerin tekrarlanmasıdır. Yapılan her prototip düzeltilmesi nihai tasarıma yaklaşan en iyi versiyonudur (URL 26).

Bilgisayar ortamında tasarlanan modeller 3b baskı sonrasında üretilen ilk örnekleme (Prototip) sonrasında; düzeltmeler ile en son nihai halini alarak üretim aşamasına geçilmektedir.

6.6 ZBRUSH PROGRAMINDA MODELLENEN TASARIM ÖRNEKLERİ

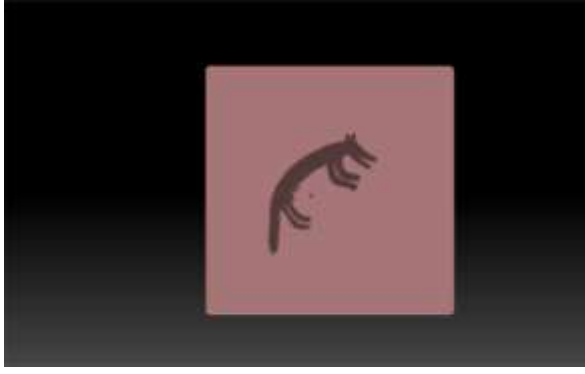
Bu bölümde yer alan tasarımlar, tez yazarı tarafından özgün olarak geliştirilmiştir. ZBrush programı kullanılarak gerçekleştirilen modelleme sürecinde, farklı dijital tasarım tekniklerinin bir arada kullanıldığı karma yöntemlere başvurulmuştur. Bu yöntemler, özellikle organik ve sembolik formların üç boyutlu yüzeylere aktarılmasında esneklik sağlamaktadır. Çalışmada, maskeleye fırçası (masking brush) aracılığıyla yüzey üzerinde belirlenen alanların kontrollü bir şekilde işlenmesi sağlanmış ve böylece yüksek ayrıntı düzeyine sahip desenler elde edilmiştir.

Modelleme sürecinde, Göbekli Tepe’de bulunan sembollerden esinlenilmiş; bu semboller, tarihsel ve kültürel bağlamları dikkate alınarak çağdaş tasarım anlayışıyla yeniden yorumlanmıştır. Söz konusu sembollerin dijital ortamda yeniden üretilmesi hem kültürel mirasın görselleştirilmesine hem de bu mirasın çağdaş tasarım diline aktarılmasına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda oluşturulan tasarım örnekleri, Şekil 6.5, Şekil 6.6, Şekil 6.7, Şekil 6.8, Şekil 6.9 ve Şekil 6.10’da sunulmaktadır.

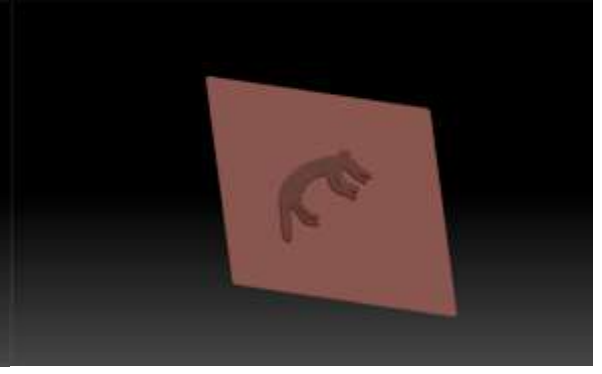


Şekil 6.5: Göbeklitepe Sütun Figürleri.

[<https://www.kenanyelken.com/gobekli-tepe-figurler-semboller>].



Şekil 6.6: Plane3d Yüzey Üstüne Maskeleme Uygulaması.
[Maden, 2025].



Şekil 6.7: Extract Uygulaması.
[Maden, 2025].



Şekil 6.8: Extract Uygulaması ile Elde Edilmiş 3B Parça.
[Maden, 2025].

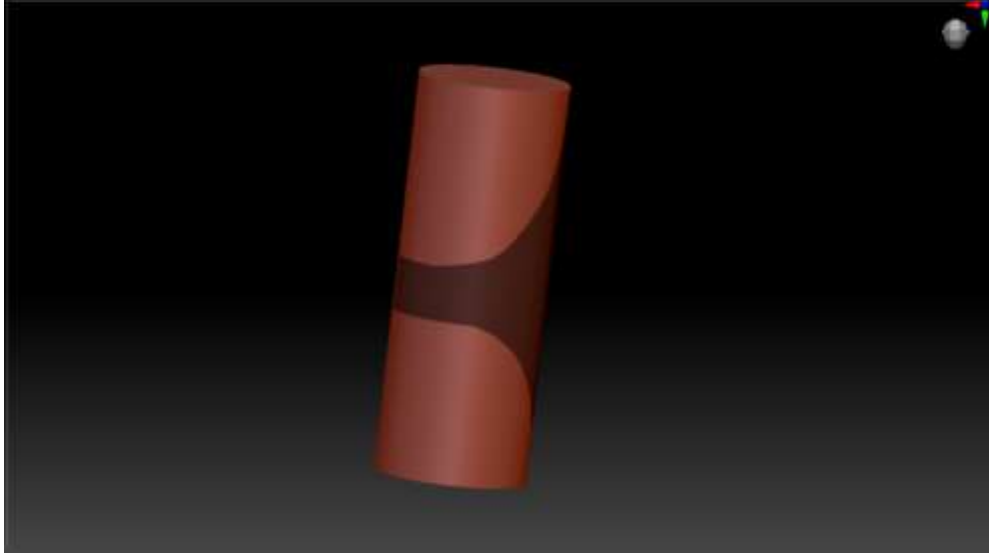


Şekil 6.9: Alfa ve Fırçalar ile Model Üstüne İşlenen Motifler.
[Maden, 2025].



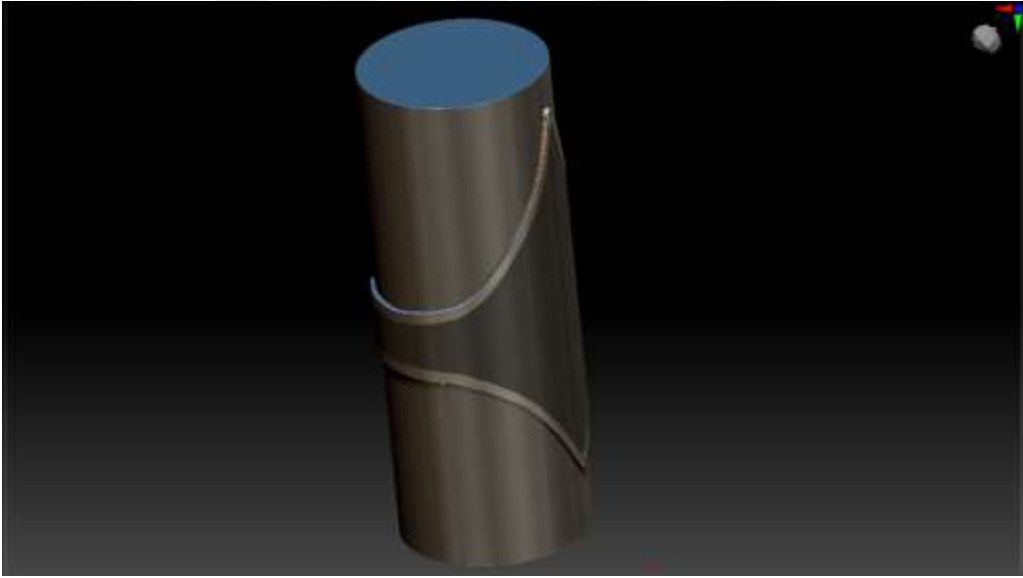
Şekil 6.10: Materyal Verilerek Render Alınan Model.
[Maden, 2025].

Ring Utility ile açılan silindir üzerinden maskeleme yöntemi ile oluşturulan gotik yüzük tasarımı ve aşamaları sonunda elde edilen render ve 3d yazıcılar ile üretilmiş prototip ve dökülmüş nihai model aşağıdaki, şekil 6.11-6.12-6.13-6.14-6.15-6.16'da gösterilmiştir.



Şekil 6.11: Silindir Üzerine Simetri ile Çizilen Maske.

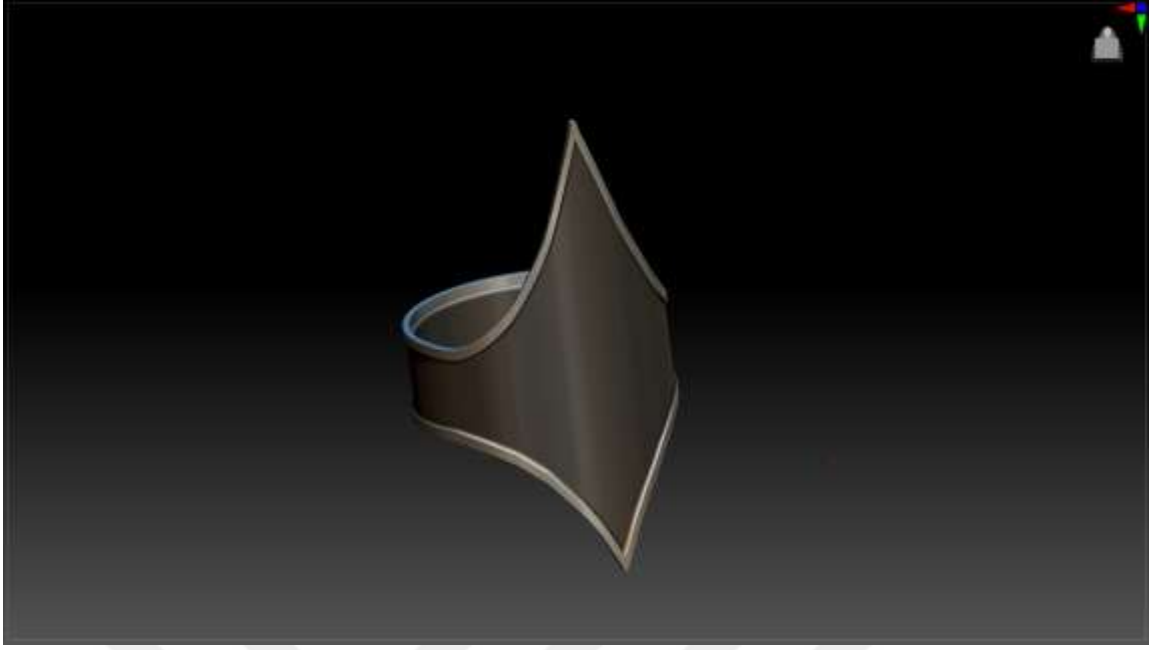
[Maden, 2025].



Şekil 6.12: Extract ile Oluşturulmuş Model.

[Maden, 2025].

Maskeleme yöntemi ile tasarlanan yüzük modeli aşamaları Şekil 6.13'te aşamalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 6.13: Maskeleme ile Kenar Atama.
[Maden, 2025].



Şekil 6.14: Maske Fırçası ile Motif Çizimi.
[Maden, 2025].



Şekil 6.15: Çizilen Alanın Kabartılması.
[Maden, 2025].



Şekil 6.16: Modellenen Yüzüğün Render Alınmış Son Hali.
[Maden, 2025].

ZBrush programında modellenmiş diğer çalışma örnekleri şekil 6.17-6.18-6.19-6.20-6.21-6.22-6.23-6.24'te gösterilmiştir.



Şekil 6.17: Modellenen Kolye Ucu.

[Maden, 2025].



Şekil 6.18: Modellenen Yüzüğün Gold Materyal ile Render Alınmış Son Hali.

[Maden, 2025].



Şekil 6.19: Modellenen Yüzüğün Beyaz Altın ile Render Alınmış Son Hali.
[Maden, 2025].



Şekil 6.20: Modellenen Yüzüğün Render Alınmış Son Hali.
[Maden, 2025].



Şekil 6.21: Katmanlı Modellenen Yüzüğün Render Alınmış Son Hali.
[Maden, 2025].



Şekil 6.22: Katmanlanarak Bir Başka Yüzüğün Render Alınmış Son Hali.
[Maden, 2025].

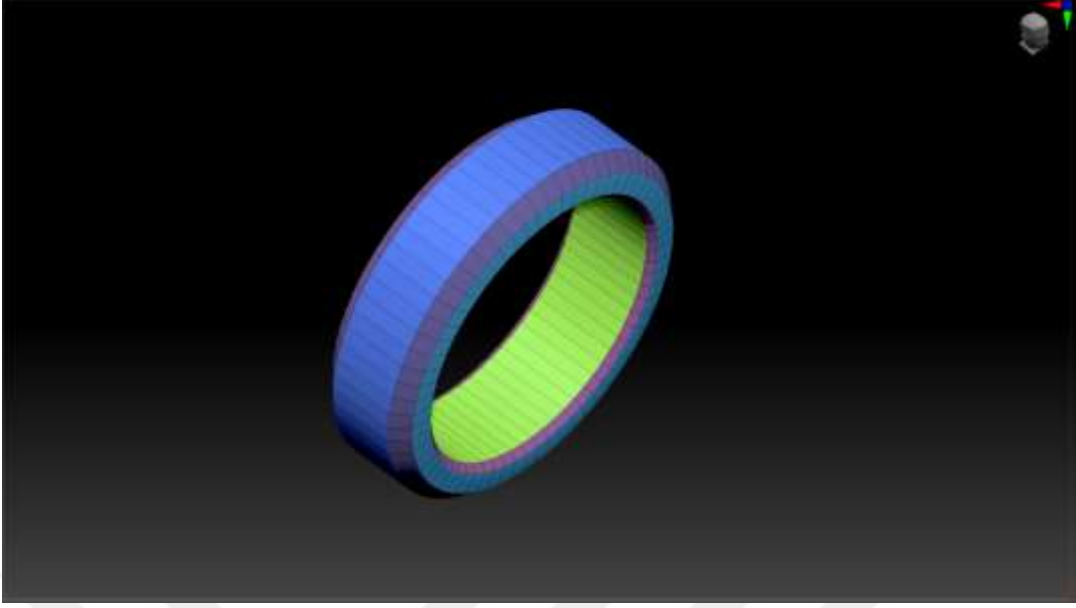


Şekil 6.23: Modellenen Yüzüğün Render Alınmış Son Hali.
[Maden, 2025].

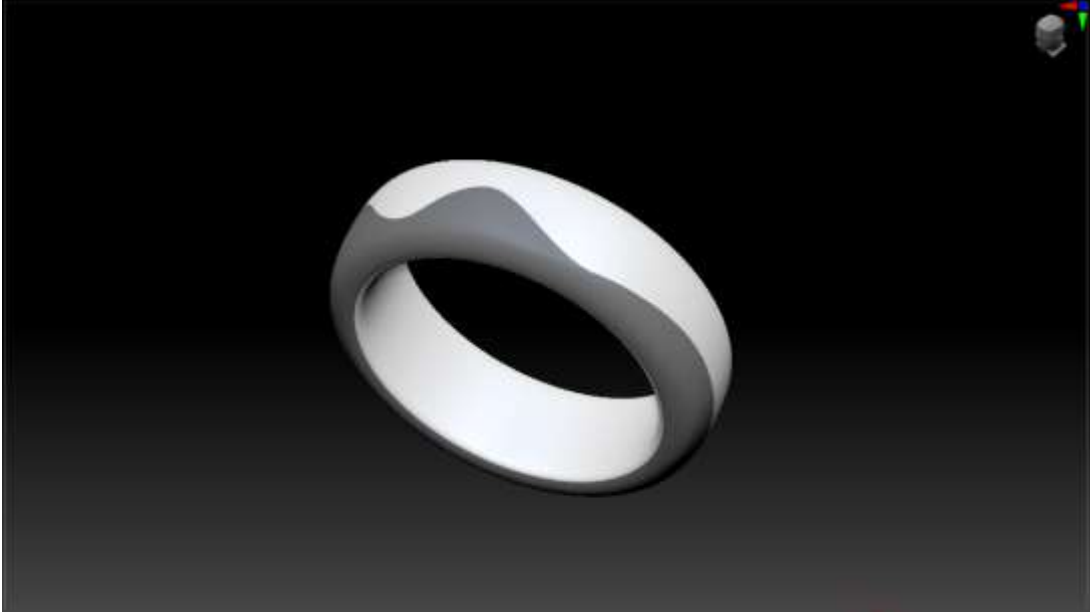


Şekil 6.24: Modellenen Yüzüğün Yüzey Dokusu Verilerek Render Alınmış Son Hali.
[Maden, 2025].

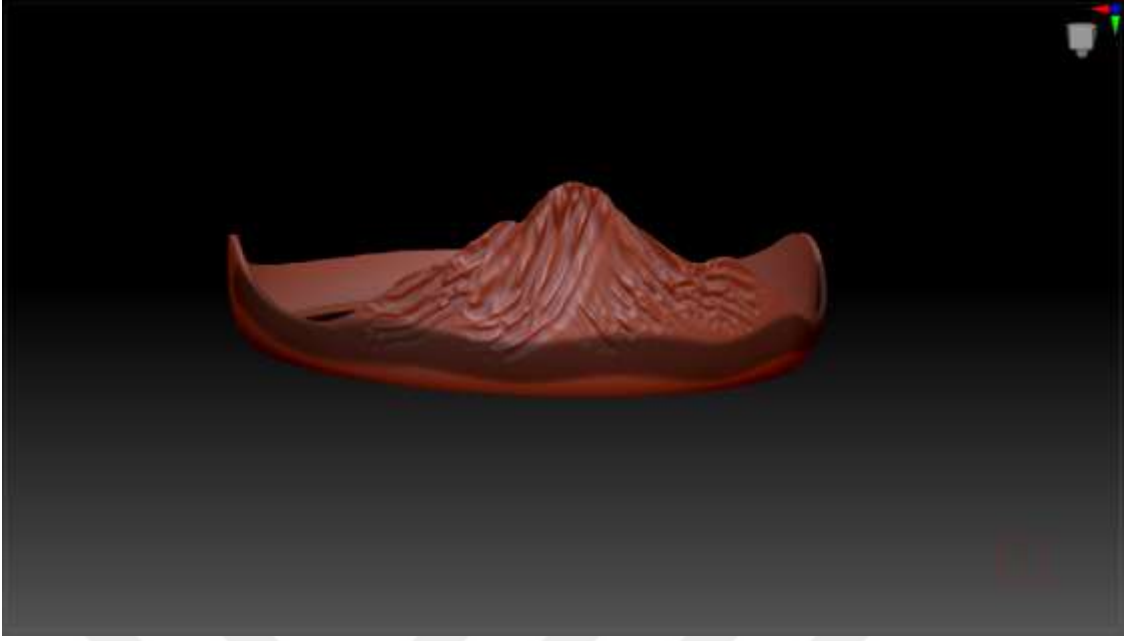
Plugins Menüsünde bulunan Ring Utility (Yüzük Yardımcı Aracı) eklentisi ile oluşturulan yüzük formunun aşama aşama modellenme süreci şekil 6.25-6.26’da gösterilmiştir.



Şekil 6.25: Ring Utility Aracı ile Kenarları Pahlanmış Yüzük.
[Maden, 2025].



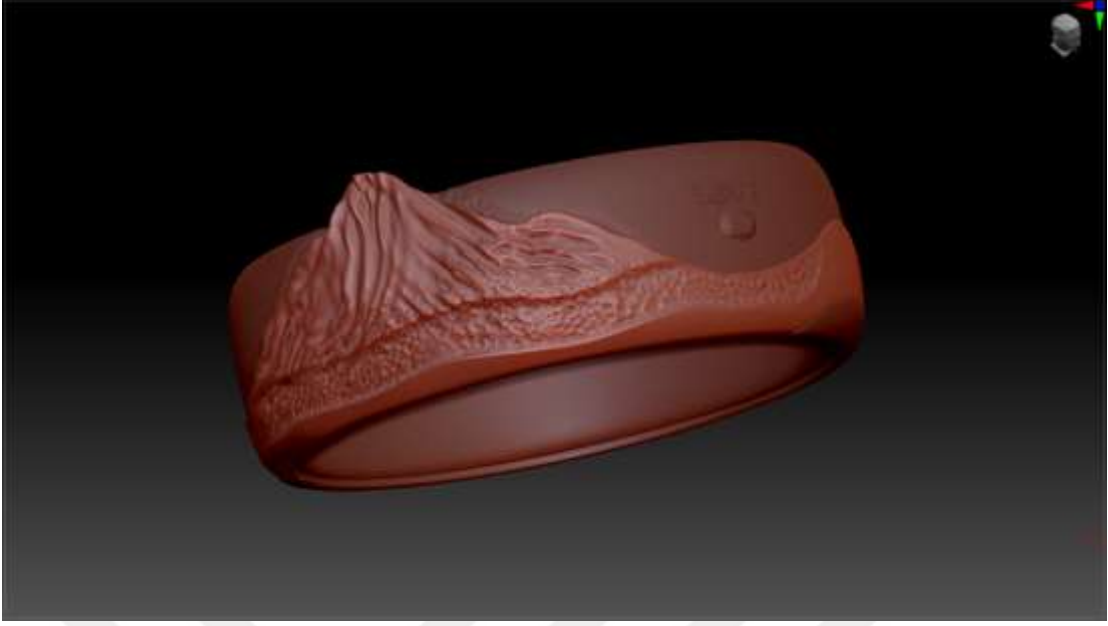
Şekil 6.26: Ring Utility Aracı ile Kenarları Pahlanmış Yüzük.
[Maden, 2025].



Şekil 6.27: Brush Menüsü İçerisindeki Fırçalarla Oluşturulan Model.
[Maden, 2025].



Şekil 6.28: Oluşturulan Katmanlı Modele Gümüş Materyali Uygulanışı.
[Maden, 2025].



Şekil 6.29: RedWax Materyalin Modele Uygulanışı.
[Maden, 2025].



Şekil 6.30: Altın ve Beyaz Altın Materyalinin Modele Uygulanışı.
[Maden, 2025].



Şekil 6.31: Altın Materyali ile Alınan Render.
[Maden, 2025].



Şekil 6.32: Beyaz Altın Materyalin Modele Uygulanışı ve Alınan Render.
[Maden, 2025].

7. SONUÇ

İnsanoğlunun çağlar boyunca önem vermiş olduğu en eski sanatlardan biri olan takı ve kuyumculuk; hızlı gelişen teknoloji ve bilgisayar destekli yazılımlar sayesinde günümüzde oldukça önemli bir yere konumlanmıştır. Takı tasarımı ve üretiminde geleneksel yöntemlerin yanı sıra kullanılan bu yeni teknoloji ve yöntemlerin birbirlerine entegre edilmesiyle olağanüstü bir gelişim ve değişim sürecine girilmiştir. Dolayısı ile içinde bulunulan bu süreç birçok teknolojiyi ve yazılımı da beraberinde getirmiştir. Takı tasarımındaki güncel eğilimler, geleneksel yöntemler ve dijital tekniklerin bir arada kullanılmasına yönelik olan bir yaklaşım içindedir. Bu açıdan bakıldığında gelişen bu teknolojik yaklaşımlara karşı sektörün hızlıca bu moderniteyi bünyesine katması ve bir anlamda özümsemesi de kaçınılmaz olacaktır. Geliştirilen birçok yazılım ve teknolojik yenilik takı tasarımının gelişimine katkıda bulunmuştur. Sektörün içinde bulunduğu tüm veriler ele alındığında birçok yazılım arasında; tasarım aşamalarında sağladığı esneklik ve verimlilik açısından ZBrush diğer yazılımlardan çok daha fazla teknolojik uyumluluğu içerisinde bulundurmaktadır. Bir diğer açıdan değerlendirildiğinde, programı benzerlerinden ayıran en önemli özelliklerden biri, tasarımcılara geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmesi güç olan karmaşık organik formları ve detaylı yapıları oluşturma konusunda sağladığı üstün yetkinliktir. Organik formlar ve detaylı parçaların tasarımındaki dikkat çekici, yenilikçi ve yüksek doğrulukta sunulan olanaklar sayesinde, oluşturulan 3B modellerin doğrudan üretime aktarılabilmesi mümkün hâle gelmiş; bu durum, tasarımdan üretime uzanan sürecin önemli ölçüde kısalmasına katkı sağlamıştır.

Bu teknolojik gelişim ve değişim sürecinde ZBrush programının sağladığı birçok avantajlardan birisi de sürdürülebilirlik imkanını sunuyor olmasıdır. Temel ve geleneksel yöntemlerle üretilen takılarda kullanılan malzemelerin israfı, ZBrush programını prototipleme yetenekleri ve becerileri sayesinde minimum seviyelere düşürülmüştür. Tasarımcılar modelledikleri takılarda kullanacakları malzemeleri gerçek anlamda kullanmadan dijital ortamda görerek ve test ederek tasarımlarını değiştirip, düzenleyerek kusursuzlaştırabilmektedirler.

Programın sürekli olarak güncellenmesi, teknolojik ihtiyaç ve yeniliklere göre kendini modernize etmesi de kendisini sürekli güncel ve tercih edilir kılmaktadır. Program bu sürekli

yenilenen yönünün yanısıra hem geleneksel takı tasarımı hem de dijital takı tasarımı arasında bağlantı kurabilmeyi gerçekleştirmektedir.

ZBrush içerdiği özellikler sayesinde geleceğin takı tasarımının modellenmesindeki en temel taşlardan biri olacaktır. Geleceğe bir perspektif tutacak olunursa; ZBrush programı AR ve VR teknolojilerine entegrasyonu ile takı tasarımında ve modellemede yeni ufuklar açacağı öngörülmektedir. Bu entegrasyon tasarımların sanal bir ortam aracılığı ile müşteriler tarafından denenebilmesine olanak sağlanan kişiye özel bir tasarım evreni sunacaktır.

ZBrush, takı tasarımı sektöründe yalnızca bir yazılım olmanın ötesinde, alanın geleceğini biçimlendirme potansiyeline sahip bir teknoloji olarak konumlanmaktadır. Modelleme sürecinde sunduğu yaratıcı özgürlük, ZBrush'un en dikkat çekici yönlerinden biridir. Program, aynı zamanda yenilikçi yaklaşımıyla tasarım sürecine farklı bir boyut kazandırmaktadır. Üretim aşamasında sağladığı verimlilik, tasarımın hızlı ve etkin biçimde hayata geçirilmesine olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilen esnek yapısı sayesinde ZBrush, takı tasarımı alanında rekabetin yoğun olduğu pazarda önemli bir konuma ulaşmaktadır. Tüm bu özellikleriyle program, tasarımcılara dikkate değer avantajlar sunmaktadır.

Sonuç olarak; program takı tasarımı sektöründe, modelleme ve üretim anlamında paradigma değişikliğine önayak olacak bir yazılım olarak kendisini ortaya koymaktadır. Bu alanda sektörün geleceğini şekillendirecek bir nitelik ortaya koymaktadır. Geleneksel yöntem ve el işçiliği değerlerini çağımızın modern ve teknolojik öğeleri ile harmanlayarak, tasarımcıların modellemedeki potansiyellerini en üst seviyede kullanmalarına olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda ZBrush'ın takı tasarımı sektörünün geleceğindeki rolü sadece bir tasarım programı olmasından ziyade, takı tasarımının mantığını ve metodolojisini değiştirip, dönüştürerek yeni bir vizyon ortaya koyacağı bütünleyici bir yapı olarak değerlendirilmelidir.

REFERANSLAR

- Alejo, I. (2023). ZBrush Tutorial Guide: The Definitive User Manual To Master ZBrush with Illustrations. Isaac Alejo.North Haven,CT. USA.
- Ambrose,G. Ve Harris,P. (2017). Grafik Tasarımın Temelleri. İstanbul, Literatür Kitabevi.
- Axelsson, V. (2013). What technique is most appropriate for 3D modeling a chair for a movie production?
- Badler, N. I., & Glassner, A. S. (1997). 3D object modeling. SIGGRAPH 97 Introduction to Computer Graphics Course Notes, 5.
- Bayazıt, N. (2008). *Tasarımı Anlamak*. İstanbul: İdeal Kültür Yayıncılık.
- Becer,E. (2022). İletişim ve Grafik Tasarım. Ankara, Dost Yayınevi.
- Berkun,S. (2020). Tasarım Dünyayı Nasıl Değiştirir? İstanbul, Yakamoz Kitap.
- Bernier, S., Luyt, B., & Reinhard, T. (2014). Design for 3D printing. San Francisco, CA: Maker Media.
- Cantrell, B., & Yates, N. (2012). Modeling the environment: techniques and tools for the 3D illustration of dynamic landscapes. John Wiley & Sons.
- De Boor, C. (1976). Splines as linear combinations of B-splines. A survey.
- Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi. (1997). İstanbul, Yem Yayınevi.
- Ergüven,A. (2022). *İyi Tasarım Nedir?* İstanbul: Humanist Yayınevi.
- Erinç, S. M. (2013). *Sanat Sosyolojisine Giriş*. (2. Baskı). Ankara: Utopya Yayınevi.
- Farago,F. (2020). Sanat. Ankara, DoğuBatı Yayınları.
- Fischer, E. (1995). *Sanatın Gerekliliği*. (8. Basım). İstanbul: Payel Yayınevi.
- Fischer, E. (1995). Sanatın Gerekliliği. (8. Basım). İstanbul: Payel Yayınevi.
- Galton, E. (2015). *Moda Tasarımında Mücevher Tasarımı*. İstanbul: Literatür Kitabevi.
- Heskett,J. (2002). Tasarım. Ankara, Dost Yayınevi.
- İnce,A. ve Say,S.M. ve Sümer,S.K. ve Şehri, M. Ve Uluocak,İ. Ve Çevik,M.Y. (2017). Ankara, Karahan Kitabevi.

- İncearık,M.E. (2012). Grafik Tasarım Rehberi, İstanbul, Kodlab Yayınevi.
- Kandinsky,W. (2020). Sanatta Ruhsallık Üzerine. İstanbul, Altıkkırkbeş Yayın.
- Kırdar,Y. (2021). B-Spline Eğrisi Pdf. Erişim Tarihi: 21.10.2024.
<https://silo.tips/download/b-spline-erisi#>
- Koxan,E. (2023). Tasarım Odaklı Düşünce. İstanbul, Abaküs Kitap.
- Melendez, F. (2019). Drawing from the Model: Fundamentals of Digital Drawing, 3D Modeling, and Visual Programming in Architectural Design. John Wiley & Sons.
- Neufert,E. (2023). Neufert Yapı Tasarım. (41. Baskıdan Çeviri) İstanbul, Beta Basım Yayın.
- Özsoy, K., & Duman, B. (2018). Üç Boyutlu (3B) Baskı Teknolojileri. Gece Akademi Yayınevi, Ankara.
- Runes,D.D. ve Schrickel, H.G. (1946) Sanat Ansiklopedisi, Encyclopedia of the Arts, New York, Philosophical Library.
- Sağlamtimur, Yrd. Doç. Dr. Z.Ö. (2010). Dijital Sanat. İzmir, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt/Vol.: 10- Sayı/No: 3: 213–238.
- Silverman,A. (1991). Plato on "Phantasia". Classical Antiquity. California, University of California Press.
- Spencer, S. (2011). ZBrush character creation: advanced digital sculpting. John Wiley & Sons.
- Ten Hoorn, L. S. (2023). Design for Jewellery Makers: Inspiration, Development and Creation. Search Press, China.
- Ünsaçar,F. ve Çoklar,A.N. (2004). CADD/CAM Bilgisayar Destekli Çizim Ve Üretimin Temelleri. İstanbul, Atlas Yayın Dağıtım.
- Vaughan, W. (2012). Digital Modeling. Berkeley, New Riders
- Vaughan, W. C. (2018). The Pushing Points Topology Workbook: Volume 01. CreateSpace Independent Publishing Platform.

Yükselen, Prof. Dr. M.A. (2008). Bezier Eğrileri (Ders Notları). İstanbul,
<https://web.itu.edu.tr/yukselen/HM504/02Ek-%20Bezier%20e%F0rileri.pdf>
Erişim:21.10.2024

İNTERNET KAYNAKLARI

URL 1: Pınar, R.F. (t.y.). Bilgisayarın Tarihçesi. *Haberler*.

<https://www.haberlerafyon.com/fatih-rustu-pinar-bilgisayarın-tarihcesi/> Erişim Tarihi:
14.02.2024

URL 2: Anonim. (2015). Boole Cebri |Sayısal Devreler. *Elektrik Port*.

<https://www.elektrikport.com/makale-detay/boole-cebri-sayisal-devreler/15399#> Erişim
Tarihi: 10.03.2024

URL3: Anonim. (2019) Tasarım Nedir? Tasarım İlkeleri Nereden Gelir?

<https://medium.com/@baykush/tasarim-nedir-b22e3383ab69> Erişim Tarihi: 10.03.2024

URL4: Anonim, (t.y.). 3B Modelleme Nedir? *Autodesk*.

<https://www.autodesk.com/tr/solutions/3d-modeling-software> Erişim Tarihi: 24.10.2024

URL5: Anonim, (t.y.). Tasarımcılar için 9 Farklı 3D Modelleme Türü. *Foyr*.

<https://foyr.com/learn/types-of-3d-modeling/> Erişim Tarihi: 21.03.2024

URL6: Anonim, (t.y.) Rasyonel B-spline'lar, *Cambridge University*.

<https://www.cl.cam.ac.uk/teaching/1999/AGraphHCI/SMAG/node5.html> Erişim Tarihi:
26.04.2024

URL7: Anonim, (t.y.) NURBS Nedir? *Rhinoceros*.

<https://www.rhino3d.com/features/nurbs/> Erişim Tarihi: 15.03.2024

URL8: Anonim, (t.y.) Ders Notları. Katı Modelleme, *İTÜ*.

<https://transport.itu.edu.tr/docs/librariesprovider99/dersnotlari/dersnotlarimak537e/notlar/lecture-8a---solid-modeling.pdf?sfvrsn=> Erişim Tarihi:16.04.2024

URL9: Anonim, (t.y.) Katı Modelleme, *Catia Spatial*.

<https://www.spatial.com/resources/glossary/what-is-solid-modeling#:~:text=Solid%20Modeling%20is%20the%20computer,object%20from%20with in%20and%20outside.> Erişim Tarihi: 17.04.2024

URL10: Anonim, (t.y.) 3B Tel Kafes Modelleme Nedir? *ITS (Information Transformation Services)*. <https://it-s.com/what-is-3d-wireframe-modeling/> Erişim Tarihi: 19.04.2024

URL11: Anonim, (t.y.) Ders Notları. Katı Modelleme, *İTÜ*.
<https://transport.itu.edu.tr/docs/librariesprovider99/dersnotlari/dersnotlarimak537e/notlar/lecture-6---wireframe-modeling.pdf?sfvrsn=2> Erişim Tarihi:23.04.2024

URL12: Anonim, (t.y.) Yüzey Modelleme, *Solidworks*.
<https://www.spatial.com/resources/glossary/what-is-surface-modeling#:~:text=Surface%20Modeling%20is%20the%20method,validate%20imperfections%2C%20and%20apply%20smoothness> Erişim Tarihi:01.05.2024

URL13: Anonim, (t.y.) Tasarımcılar için 9 Farklı 3D Modelleme Türü. *Foyr*.
https://foyr.com/learn/types-of-3d-modeling#6_Solid_Modeling Erişim Tarihi:06.05.2024

URL14: Anonim, (t.y.) Ders Notları. Surface Modelleme, *İTÜ*.
<https://transport.itu.edu.tr/docs/librariesprovider99/dersnotlari/dersnotlarires112e/not/cadd-14.pdf?sfvrsn=4> Erişim Tarihi:10.05.2024

URL15: Anonim. (t.y.) ZBrush, *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/ZBrush> Erişim Tarihi:12.05.2024

URL16: Anonim, (t.y.) ZModeler için Poligonal Primitifler, *Maxon*.
<https://help.maxon.net/zbr/en-us/Content/html/user-guide/3d-modeling/modeling-basics/creating-meshes/quick-mesh/quick-mesh.html> Erişim Tarihi:16.05.2024

URL17: Anonim, (t.y.) Sert Yüzey Modelleme için Eksiksiz Kılavuz, *Pixune*.
<https://pixune.com/blog/hard-surface-modeling/#:~:text=Hard%20surface%20modeling%20is%20the,the%20world%20of%20computer%20graphics.> Erişim Tarihi:19.05.2024

URL18: Anonim; (t.y.) Sert Yüzey Modelleme Nedir? *Wingfox*.
<https://blog.wingfox.com/what-is-hard-surface-modeling/> Erişim Tarihi:22.05.2024

URL19: Anonim, (t.y.) PolyPaint Kullanımı, *Maxon*.
https://www.maxon.net/en/zbrush/features/polypaint?srsltid=AfmBOooG67-hOxN7xMLDGsUmS_BPhNeQovWM602evlG4yo7e7z4xdaHR Erişim Tarihi:23.05.2024

URL20: Anonim, (t.y.) FiberMesh, *Maxon*. <https://help.maxon.net/zbr/en-us/Content/html/user-guide/3d-modeling/fibermesh/fibermesh.html> Erişim Tarihi:25.05.2024

URL21: Anonim, (t.y.) MicroMesh, *Maxon*. <https://help.maxon.net/zbr/en-us/Content/html/user-guide/3d-modeling/micromesh/micromesh.html> Erişim Tarihi:28.05.2024

URL22: Anonim, (t.y.) Maskeleme ve Seim, Maskeleme, *Maxon*. <https://help.maxon.net/zbr/en-us/Content/html/zbrushcore/masking-selection/masking-selection.html> Erişim Tarihi:29.05.2024

URL23: Anonim, (t.y.) NoiseMaker, *Maxon*. <https://help.maxon.net/zbr/en-us/Content/html/user-guide/3d-modeling/sculpting/surface-noise/noisemaker/noisemaker.html> Erişim Tarihi:26.05.2024

URL24: Özdamar, Y. (2022) Render Nedir? *Teknoloji*. https://teknoloji.org/render-nedir/#Render_Turleri_Nelerdir Erişim Tarihi:28.06.2024

URL25: Mroncz, N, (2024) 3D Baskı Dosya Formatlarının Karşılaştırılması: STL, OBJ, AMF ve 3MF, *Xometry*. <https://xometry.pro/tr/makaleler/3d-baski-dosya-formatlarinin/> Erişim Tarihi: 01.07.2024

URL26: Anonim, (t.y.) Prototip Nedir Nasıl Yapılır? *Erlas*. <https://erlas.com.tr/3d-prototip/prototip-nedir-nasil-yapilir> Erişim Tarihi: 09.07.2024