



T.C.

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Plastik Sanatlar Anabilim Dalı

Sanat Tasarım (Takı Tasarımı) Yüksek Lisans Programı

DİJİTAL ORTAMDA TAKI TASARIMI VE ÜRETİM TEKNİKLERİ

Abdullah Çağrı ÇOLPAK

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Berna KARAÇALI

İstanbul, 202

DİJİTAL ORTAMDA TAKİ TASARIMI VE ÜRETİM TEKNİKLERİ

Abdullah Çağrı ÇOLPAK

Plastik Sanatlar Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

2021

“Abdullah Çağrı ÇOLPAK” tarafından hazırlanmış ve 07.07.2021 tarihinde sunulmuş
“DİJİTAL ORTAMDA TAKI TASARIMI VE ÜRETİM TEKNİKLERİ” başlıklı tez Plastik
Sanatlar Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Berna KARAÇALI

Danışman

Tez Savunma Sınavı Jüri Üyeleri:

Doç. Dr. Berna KARAÇALI

GSTF / Takı Tasarımı,

Altınbaş Üniversitesi

Prof. Dr. Cevat DEMİR

GSTF / Takı Tasarımı,

Altınbaş Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Orhan ERKAL

Sanat Tasarım Fakültesi/
Resim,

Yalova Üniversitesi

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

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü kabul tarihi:

07 / 07 / 2021

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.

Abdullah Çağrı ÇOLPAK

TEŞEKKÜR

Dijital Ortamda Takı Tasarımı ve Üretim Teknikleri konulu tez çalışmamda yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli önerileriyle yol gösteren danışmanım Doç. Dr. Berna KARAÇALI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışması süresince ve beni bu günlere sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek getiren ve benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen bu hayattaki en büyük şansım olan annem Zeynep ÇOLPAK'a ve babam Tahsin ÇOLPAK'a sonsuz teşekkür ederim.

Abdullah Çağrı ÇOLPAK

İstanbul, 2021

ÖZET

DİJİTAL ORTAMDA TAKI TASARIMI VE ÜRETİM TEKNİKLERİ

ÇOLPAK, Abdullah Çağrı

Plastik Sanatlar Ana Bilim Dalı, Sanat Tasarım(Takı Tasarımı) Yüksek Lisans Programı
Altınbaş Üniversitesi

Doç. Dr. Berna KARAÇALI

Haziran 2021

Takı insanların yüzyıllardır üzerinde taşıdığı duygusal ve sembolik tüm tasarım disiplinlerinde kullandığı bir parçadır. Her alanda olduğu gibi tarihsel süreç boyunca takıda tasarım, kullanılan malzemeler ve yapım teknikleri sürekli gelişme göstermektedir.

Günümüz takı sektöründe artan rekabetle, yeni, özgün ve yaratıcı tasarımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Artık değerli madenler ve değerli taşlar insanların yatırım amacıyla kullanımından çıkmış ve estetiği tamamlayıcı bir objeye dönüşmüştür. Kullanıcıların takıda yenilikçi tasarım talepleriyle arz oluşmuş ve tasarımın önemi artmıştır. Bu nedenle, rekabetin olduğu takı sektöründe tasarım ve üretim hızlı ve kusursuz olmalıdır. Geleneksel üretim yöntemiyle üretilen takılarda, hem fazla zaman harcanmakta hem de el işçiliğiyle yapıldığı için küçük hatalar görülmektedir. Son 15 yılda takı tasarımı ile üretim teknikleri, teknolojinin gelişimiyle değişim göstermiştir. Tasarımlar, bilgisayar destekli takı tasarımı programlarında modellenmektedir. Modelin dijital verilerinin hızlı prototipleme teknolojilerine aktarılmasıyla üç boyutlu model elde edilmektedir.

Bu çalışmada, literatürdeki bilgiler taranarak takının tarihsel süreçte gelişimi ile dijitalleşme bağlamında ele alınarak anlatılmakta ve dijital ortamın, tasarıma olan etkileri incelenmektedir. Dijital ortamda takı tasarlamaya yardımcı JewelCAD, Rhinoceros, Matrix, Zbrush programları ele alınarak SLA(Stereolitografi), FDM (Fused Deposition Modeling), SLS/SLM (Selective Laser Sintering/Selective Laser Modeling) ile MJM (Multi Jet Modeling) gibi hızlı prototip üretim teknolojilerinin, takı üretimindeki yeri gösterilmektedir. Matrix programında bir takı modeli oluşturularak, MJM hızlı prototip teknolojisi ile üretim süreci gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Destekli Tasarım, Hızlı Prototipleme, Dijital Ortam



ABSTRACT

**JEWELRY DESIGN AND MANUFACTURING TECHNIQUES IN
DIGITAL ENVIRONMENT**

ÇOLPAK, Abdullah Çağrı

MA,Art and Design Programme, Altınbaş University,

Assoc. Prof. Berna KARAÇALI

Haziran 2021

Jewelry is a part of human beings that has an emotional and symbolic function for centuries. Therefore, it has become an indispensable accessory of people. As in every field, throughout the historical process, the design, materials used and production techniques in jewelry show continuous improvement.

With the increasing competition in today's jewelry industry, new, original and creative designs are needed. Precious metals and precious stones are no longer used by people for investment purposes and have turned into an object that complements the aesthetics displayed on the body. With the demands of innovative design in jewelry, the supply has been created and the importance of design has increased. For this reason, design and production must be fast and flawless in the jewelry industry where there is competition. In jewelry produced with traditional production method, errors are seen both because it takes a lot of time and because it is handcrafted. In the last 15 years, jewelry design and production techniques have changed with the development of technology and the formation of the digital environment of the computer. The designs are modeled in the computer aided jewelry design program. By transferring the digital data of the model to rapid prototyping technologies, a three-dimensional model is obtained.

In this study, the information in the literature is scanned and the development of jewelry in the historical process is explained and the effects of the digital environment on design are examined. JewelCAD, Rhinoceros, Matrix, Zbrush programs that help to design jewelry in the

digital environment of the computer are explained. Rapid prototype production technologies such as SLA (Stereolithography), FDM (Fused Deposition Modeling), SLS/SLM (Selective Laser Sintering/Selective Laser Modeling) and MJM (Multi Jet Modeling) have their place in jewelry. A jewelry model is created in the Matrix program, and the production process is observed with MJM rapid prototype technology.

Keywords: Computer Aided Design, Rapid Prototyping, Digital Media



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
ŞEKİL LİSTESİ	x
1.GİRİŞ.....	1
2.TAKİ.....	3
2.1 TAKININ TANIMI VE TAKİ KAVRAMI	3
2.2 TARİHSEL SÜREÇTE TAKİ.....	4
3. DİJİTAL ORTAM VE TAKİ TASARIMI	20
3.1 DİJİTAL ORTAM VE TASARIM.....	20
3.1.1 Tasarımda Yaratıcılık.....	22
3.2 DİJİTAL ORTAM VE TASARIM SÜRECİ.....	25
3.2.1 Tasarım İhtiyacı.....	25
3.2.2 Beklenti ve Talepler	26
3.2.3 Kavramsal Tasarım ve Yaratma	27
3.2.4 Sunum Tasarımı	27
3.2.5 Ayrıntılı Tasarım	28
3.2.6 Üretime Uygun Tasarım.....	29
3.2.7 Pazarlama ve Satış.....	29
3.3 DİJİTAL ORTAMIN TASARIM SÜRECİNE ETKİLERİ	30
4. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TAKİ TASARIMI.....	32
4.1 BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMIN GELİŞİMİ	33

4.2 BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD)	35
4.2.1 Bilgisayar Destekli Tasarımda Modelleme Yöntemleri	38
4.2.1.1 İki boyutlu çizim	38
4.2.1.2 Üç boyutlu (3D) modelleme.....	38
4.2.2 Bilgisayar Destekli Üç Boyutlu (3D) Modelleme Teknikleri	39
4.2.2.1 Tel-Kafes (Wireframe) modelleme	39
4.2.2.2 Yüzey (Surface) modelleme.....	40
4.2.2.3 Katı (Solid) modelleme	41
4.2.2.4 Parametrik ve hybrid modelleme	42
4.3 TAKİ TASARIMINDA KULLANILAN BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROGRAMLAR	43
4.3.1 Jewel CAD	44
4.3.2 Rhinoceros.....	45
4.3.3 Matrix	48
4.3.4 Zbrush.....	51
5. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TAKİ ÜRETİMİ	54
5.1 HIZLI PROTOTİPLEME	54
5.1.1 Hızlı Prototip Üretimi Süreci ve Model Uygulaması.....	55
5.1.1.1 Tasarımın dijital ortamda modellenmesi	55
5.1.1.2 Dijital verinin aktarılması.....	57
5.1.1.3 Dijital verinin kontrol edilmesi	58
5.1.1.4 Üretim.....	59
5.1.1.5 Prototip temizliği ve sunumu	60
5.2 HIZLI PROTOTİPLEME ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ	61

5.2.1 SLA (Stereolitografi).....	62
5.2.2 FDM (Fused Deposition Modeling/Ergiyik Biriktirme Modelleme Tekniği)	64
5.2.3 SLS/SLM(Selective Laser Sintering/Selective Laser Modeling/Seçici Lazer Sinterleme)	66
5.2.4 MJM (Multi Jet Modeling/ęok Jetli Modelleme)	68
5.3 HIZLI PROTOTİP ÜRETİMİ TEKNOLOJİLERİNİN TAKI ÜRETİMİNE ETKİLERİ	71
6. SONUÇ	74
REFERANSLAR	76

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Renkli taşlar ve kemiklerden yapılan erkek bilekliği ve delinen insan dişleri, Catalhöyük kazısı M.Ö. 7100 – 5500,	5
Şekil 2.2: Eski Tunç Çağı Yüzük Örnekleri, Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi (M.Ö. 2500).....	6
Şekil 2.3: Kraliçe Puabi'nin mezarında bulunan, yeniden yapılmış Sümer şapkası ve kolyesi, (M.Ö 2500) Britanya Müzesi.....	7
Şekil 2.4: Altın diadem, Alacahöyük kazısı Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi (M.Ö. 2500)	8
Şekil 2.5: Urartu uygarlığına ait fibula ve iğneler, Rezen Has Müzesi (M.Ö. 7.-8. yy.).....	8
Şekil 2.6: Defne yaprakları ve Tanrıça Nike figürlü Altın taç, Helenistik dönem, Ulusal Tarih ve arkeoloji Müzesi, Bulgaristan	9
Şekil 2.7: Helenistik Döneme ait Dionysos başı kabartmalı madalyon bilezik Helenistik Dönem İstanbul Arkeoloji Müzesi	10
Şekil 2.8: Macar Kutsal Tacı Bizans Dönemi Magyar Manzati Museum Budapeşte	11
Şekil 2.9: Aziz figürleri işlenmiş altın rölyef haç, Bizans Dönemi İstanbul Arkeoloji Müzesi.....	11
Şekil 2.10: Hans Holbein Mücevher Tasarımları, 1532-1543 İngiltere Kraliyet Müzesi, Londra Kağıt üzerine mürekkep ve suluboya.....	12
Şekil 2.11: Hans Holbein, VIII.Henry Portresi, 1540, tuval üzerine yağlı boya Galleria Nazionale d'Arte Antica, İtalya	12
Şekil 2.12: Akantus yaprakları ve çiçeklerle korsaj takısı (bodice) Zümrüt, altın ve elmas 1700-1715 William ve Judith Bollinger Galerisi.....	13
Şekil 2.13: Napoleon Elmas Kolye. Elmas, altın. 1811-1812 Smithsonian Enstitüsü Washington DC, ABD	14
Şekil 2.14: Romantik döneme ait broş Altın, turkuaz, elmas, 1845-1850 Victoria ve Albert Müzesi, Londra.....	15

Şekil 2.15: 1897 Taç Giyme Yumurtası. Altın, emaye, elmas. Fabergé Müzesi, Saint Petersburg, Rusya.....	16
Şekil-2.16 Van Cleef & Arpels bilezik Altın, yakut, elmas. 1936 Van Cleef & Arpels Paris.....	17
Şekil 4.1: İlk bilgisayar destekli tasarımın yapıldığı yazılım Sketchpad, 1963	33
Şekil 4.2: Dijital ortamda tel kafes modelleme ile yapılmış bir tektaş modeli (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	39
Şekil 4.3: Dijital ortamda yüzey modelleme ile yapılmış kuş tasarımı (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	40
Şekil 4.4: Dijital ortamda katı modelleme ile yapılmış miğfer yüzük tasarımı ve bilgileri (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	41
Şekil 4.5: Parametrik modelleme ile yapılan Kartal Kültür Merkezi kabuk tasarımı	42
Şekil 4.6: JewelCAD programı ara yüzü ve çizilen yüzük modeli.....	44
Şekil 4.7: Rhinoceros programı arayüzü ve modellenen kolye tasarımı (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	45
Şekil 4.8: Şekil 24-Rhinoceros programının V-Ray eklenti yazılımından alınan dijital modelin fotogerçekçi görüntüsü(Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak)	46
Şekil 4.9: Rhinoceros programında modellenen bir yüzüğün hem tel kafes hemde yüzey olarak görüntüsü (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	47
Şekil 4.10: Matrix 9.0 programının ara yüzü ve tasarlanan bir kolye (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	48
Şekil 4.11: Matrix programıyla modellenmiş bir yüzüğün ağırlık ve taş bilgisi (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	49
Şekil 4.12: Zbrush programının ara yüzü ve modellenen Hz. İsa ve Meryem Ana duvar rölyef çalışması (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	51
Şekil 4.13: Zbrush programında model oluşturmak için kullanılan fırçaların görünümü (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	52
Şekil 4.14: Zbrush programında modellenen goril yüzük (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	53

Şekil 5.1: Hızlı prototip üretim yöntemiyle imal edilen zincir modeli (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak)	55
Şekil 5.2: Matrix programında oluşturulan model (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak)	56
Şekil 5.3: Matrix programında oluşturulan model (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	56
Şekil 5.4: Matrix programının dijital ortamında oluşturulan modelin STL verisindeki üçgen yüzeyler (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak)	57
Şekil 5.5: Materialise Magics programında STL dosyası hataları ve düzeltilmiş hali (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak)	58
Şekil 5.6: STL formatının, MJM hızlı prototip teknolojisinin yazılımında katmanlarına ayrılan (a) ve (b) modelleri (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak)	59
Şekil 5.7: MJM hızlı prototip teknolojisinin inşa aşamasında olan takı prototipleri (a,b) (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak)	60
Şekil 5.8: Prototip inşası tamamlanan modeller kimyasal solüsyonda temizlenmesi (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	61
Şekil 5.9: SLA hızlı prototipleme teknolojisi çalışma prensibi.....	62
Şekil 5.10: SLA hızlı prototipleme teknolojisi ile modellenmiş takılar	63
Şekil 5.11 FDM hızlı prototipleme teknolojisi çalışma prensibi (Özsoy K., Duman B., Eklemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği. International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 2017; 1(1) 36-48.).....	65
Şekil 5.12: FDM hızlı prototipleme teknolojisi ile modellenmiş takılar	65
Şekil 5.13: SLS/SLM hızlı prototipleme teknolojisi çalışma prensibi	67
Şekil 5.14: SLS/SLM hızlı prototipleme teknolojisi ile modellenmiş takılar	68
Şekil 5.15: MJM hızlı prototipleme teknolojisi çalışma	69
Şekil 5.16: MJM MJM hızlı prototipleme teknolojisi ile üretilen takı üretim safhaları (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak)	70
Şekil 5.17: MJM MJM hızlı prototipleme teknolojisi ile üretilen takı üretim safhaları (Kaynak: Abdullah Çağrı Çolpak).....	71

1.GİRİŞ

Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle uygulamaya konulan nümerik (sayısal) kontrol sistemler 19.yy'ın en önemli gelişmelerinden biridir. Elektronik ve boole cebirinin (1-0 dan oluşan cebir) bir birleşimi olan bu sistemlerin nümerik (sayısal) kontrollü sistemler ve bilgisayar olmak üzere iki uygulaması vardır. Geçmişten günümüze insanlığın özlemini çektiği esnek otomasyon sisteminin hızla gelişmesini ve insana özgü tüm faaliyetlerini kapsayacak şekilde yayılmasına bu devrim niteliğindeki iki uygulama neden olmuştur. Bu sistemler insanın yerini tuttuğu için insansız fabrikalar olarak da adlandırılır. Kalite kontrol açısından nümerik kontrollü sistemler üç boyutlu ölçme sisteminde önemli bir yer almaktadır. Bu açıdan karmaşık parçalı kalıpların ve benzeri modellerin dijital ortamın da desteği ile üretilmesi ve kontrolü yapılabilmektedir. Artık insanların kullanımında olan üç boyutlu modelleme programları ile kâğıt üzerinde veya zihinde oluşturulan modeller her alanda elle tutulabilir hale getirilip kullanıma sunulmaktadır. Bunların arasında dijital ortamda üç boyutlu çizici teknolojisi, erimiş polimeri damlacıklar halinde püskürten otomatik inşa teknolojisi en iyisidir.

Bu araştırmada model yenileme hızının yüksek olduğu ve model çeşitliliğinin çok olduğu takı sektörü ele alınmaktadır. Takı ve mücevher sektörü rekabetin fazla olduğu bir sektördür. Takı sektörü geçen on yıl içerisinde küçük işletmelerden fabrikalaşmaya doğru ilerlemiştir. Fabrikalaşmanın etkisiyle birçok işletme üretim kalitesini ve hızını artırmıştır. Rekabette başarı ise günümüzde dijital ortamda yeni pazarlama sistemleriyle ve teknolojiye ayak uydurabilmekle mümkündür.

Günümüz dünyasında teknolojinin sürekli gelişip güncellenmesi ile takı yapımında kullanılan teknik donanım ekipmanları işe yaramaz duruma gelmektedir. Takı sektöründe uzun yıllar boyunca kullanılan teknoloji basit teknik makinelerle sınırlıyken, dijital ortamın sunduklarıyla birlikte tasarım aşaması ve ürün geliştirme çalışmalarına çok fazla olanak sağlamıştır. Tasarımcıların ve ürün geliştiricilerin dijital ortam ile dünya piyasasına açılmaları çok farklı taleplerin doğmasına ve görülen eksiklere karşın çok çeşitli tasarımların doğmasına yol açmıştır. Takı alanında kullanılan bilgisayar destekli tasarım ve üretim henüz yeni olmasına rağmen, bu faaliyeti yapanlara büyük fayda sağlamıştır. Bu üretim yöntemiyle elde

üretilmeyecek çok farklı ve karmaşık modellerin hem hatasız hem de hızlı ortaya çıkacağı görülmektedir.

Bu çalışmanın genel amacı, dijital ortamda bilgisayar destekli takı tasarımı ve üretim yöntemlerini geleneksel üretim yöntemleri ile karşılaştırarak dijital ortamın takı sektörüne kazandırdığı faydaların ele alınmasıdır.



2.TAKI

2.1 TAKININ TANIMI VE TAKI KAVRAMI

Takı; altın, gümüş gibi değerli madenler ve elmas, zümrüt gibi değerli taşlar kullanılarak yapılan; genellikle vücuda veya elbiselere takılan; kolye, küpe, yüzük vb. süs eşyasıdır. (TDK, 1978). Bir başka deyişle, giyimi tamamlayan ve süsleyen serbest malzemelerin oluşturduğu fonksiyonel kullanım sunan eşyadır. Sözlükteki anlamına bakılarak takı süs ve ifade amaçlı kullanılan çeşitli malzemelerden yapılan bir eşyadır

Günümüzde genellikle kadınla özdeşleşmiş olmasına rağmen, tarihsel süreçte insanlar takıya farklı anlamlar yüklemişlerdir. Takı süs ögesi olarak kullanılmasından çok, korunma, bereket, büyü gibi anlamlar barındıran objeler olarak toplumdaki kadın-erkek bireylerin ortak değeridir. Kişiliği tamamlayan bir unsurdur. Kişinin, zenginliğinin ve gücünün ifade edilmesinde kullanılan vitrini niteliğindedir. Farklı bir açıdan bakılacak olursa geçmişten bu güne insanlık tarihinin sözsüz iletişim biçimidir. Kişilerin, psikolojisine, vücuduna ve duygularına seslenir. Örneğin, üst kademe insanları ve liderlerine takılan takılar statüyü simgelerken kendisine de liderlik vasfını hissettirir.

Kişiler, takı kullanırken onlara çeşitli anlamlar yüklemiştir. Kullanılan bir takının çok kişisel ve gizli bir anlamı olabilmektedir. Bunu sadece taşıyan kişi bilmektedir. Bu takının ya bir anısı bulunmakta, ya da bazı kötü olaylardan kendisini koruduğunu sanmaktadır. Bu yüzden o takıyı kendi kişisel duygularını rahatlatmak ve kendini güvenceye almak için kullanır (Hızal, 1990, s. 9).

Değerli taşları ve metalleri kullanan sanatkârlar ve ustalar takılar için önemli olan form, biçim, fonksiyon gibi unsurları, teknik, sosyal ve sanatsal açıdan değerlendirmişlerdir. Eski takı ustalarının, duygu ve düşünceleriyle doğadan esinlenen, yaratıcılık ve tasarım konusunda, günümüz sanatkârları kadar başarılı olduğu görülmektedir.

Yüzyıllar boyunca kendini ifade etmek için kullanılan takı zamansal değişimlerden çok fazla etkilenmiştir. Sanat akımlarından etkilenmiş ve sanatın bir parçası olarak görülmüştür. İnsanların içsel duygularına ve zevklerine hitap eden objeler olmuştur. Takı estetiği ve güzelliği karşısında zihinde oluşturduğu ruhsal etki ona öznel bir değer katmaktadır. Yani

estetik bir obje olarak algılanmasa bile takı, zihinde yarattığı estetik düşünce ve çağrışımları beraberinde getirir. Bu yüzden güzellik ve takı kavramı birbiriyle uyum içerisinde. İnsanların güzel görünme ve süslenme gereksiniminin büyük bir karşılığını sağlamaktadır. (Karoğlu & Kara, 2014, s. 76)

2.2 TARİHSEL SÜREÇTE TAKI

İlk takının ne zaman ve nerede kullanıldığı tam olarak bilinmese de takı insanlık tarihi kadar eskidir. Takı, tarihin çok eski zamanlarından bu yana insanoğlunun hayatında önemli bir yere sahip olmuştur. Herkesçe bilinen şey, tarihsel süreç boyunca insanların gereksinimlerinin ve ihtiyaçlarının her devre göre değiştiğidir. Fakat bu gereksinim ve ihtiyaçlar ne olursa olsun, beslenme, barınma, giyinme ve süslenme ihtiyaçları hiç değişiklik göstermemiştir. İlk insandan bugüne kadar fiziksel ve ruhsal değişmez dürtümüz için süs eşyaları yapmak ve süslenmek eylemi, inanç sistemi, statü-güç göstermek için olsun dünya üzerinde tüm kültürlerde var olmuş ve olmaya devam eden bir olgudur.

Toplumsal yaşamın daha rahat ve iyi olduğu bölgelerde takı, her şeyden önce sınıf farklılığının, ekonomik durumun gösterilmesinin bir yoludur. Aynı zamanda hasta olan insanların ve batıl inançlardan korunma amacıyla dini bağlamda birtakım işaretleri takılarında kullanarak, kötülüklerden korunmak gibi bir işlevi de olmuştur. İlk yazılı kaynaklarda takıların üzerinde kullandıkları tanrı tasviri ya da sembolü kullanan kişiyi, tanrısının tüm kötülöklere karşı koruyacağına inanıldığı yazmaktadır. (Köroğlu, 2004, s. 14)

Paleolitik Çağ'da kullanılan takılar, insanların daha yerleşik hayata geçmediği dönemlerde süslenmek dışında avladıkları hayvanların bereketi ve korunma amaçlı tılsım olarak yapılmış olmalıdır. Avladıkları hayvanların kemikleri, boynuzları, dişleri, tırnakları deniz ve kara yumuşakçalarının kabukları gibi doğada buldukları malzemeleri işleyerek takı eşyası olarak kullanmışlardır. (Şekil-2.1) Bunların dışında kolay işlenebilen renkli taşları da kazıyarak veya aşındırarak şekillendirip, delerek ve bir ipe dizerek bileklik ve kolyeler elde etmişlerdir. (Türe, 2006, s. 14-15)



Şekil 2.1: Renkli taşlar ve kemiklerden yapılan erkek bilekliği ve delinen insan dişleri

Tarım ve hayvancılığın yapıldığı, yapılar inşa edilerek yerleşik hayata geçilen Neolitik Çağ'da, avlanan hayvanların kemikleri ve renkli taşlar bu defa kesilip parlatılarak ve üzerlerine semboller işlenmiştir. İlk köy yerleşkelerinden olan Konya'daki Çatalhöyük ve Diyarbakır'daki Çayönü yerleşkelerinde yapılan arkeolojik kazılarda bulunan bu buluntular, insanların takıları koruyucu ve dinsel amaçlardan ziyade süslenmek için yani bir başkası tarafından beğendirme amacıyla kullanmış olduğunu göstermektedir. Bu kaniya Çatalhöyük kazısında bulunan volkanik cam malzemeden yapılmış obsidyen bir aynadan varıyoruz. Takı bir başkasına karşı güzel görünme amacıyla da kullanılmış olmalıdır. Neolitik Çağ'da insanlar bu kullandıkları materyallerin dışında kurşun ve bakır gibi kolay şekillendirilen metalleri de takı yapmak için kullanmışlardır. (Şekil 2) (Meriçboyu, 2001, s. 12)



Şekil 2.2: Eski Tunç Çağı Yüzük Örnekleri

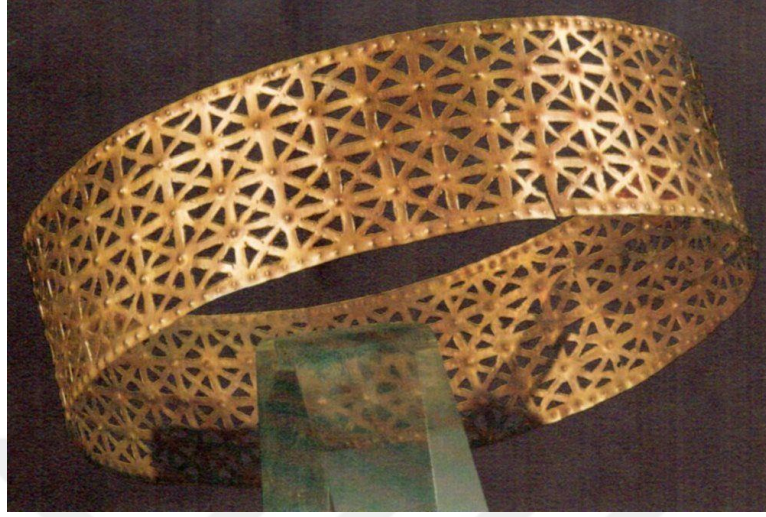
Bakır ve kalay alaşımı olan bronzun keşfi İlk Tunç Çağı'na kaynaklanır. Bronz ilk olarak silah yapımında kullanılmıştır daha sonra gündelik yaşamda takı yapımında da kullanılmıştır. Metalürji alanında yapılan bu gelişmenin yanında süs taşlarının şekillendirilmesinde de aşamalar kat edilmiştir. Çağın estetiğini kesilen taşlar ve kullanılan metallerin alternatif olarak dizilişleri göstermektedir. Sümer Uygarlığı'na ait olan Ur Kral mezarlarında kazılar sonunda bulunan gösterişli takılarda uygulanan kabartma, granülasyon ve fligre gibi kuyumculuğun önemli tekniklerinin en eski örnekleri görülür. (Şekil 3) Alacahöyük Kral mezarlarında ve Troya'da yapılan kazı çalışmaları sonucu çıkarılan takılar İlk Tunç Çağı'nın çok zengin takılarıdır. Kazılarda çıkarılan bu takılar kuyumculuğun ne kadar geliştiğini ve çağın zevkini yansıtır. Bu kazılardan çıkarılan geyik ve boğa tasvirleri döküm tekniği ile yapılmıştır. Ağırlıklı olarak altın ve gümüş kullanılmıştır. Takı tarihinin ilklerinden olan renkli taşlarla yapılmış iğneler, bilezikler, taşlı küpeler, zincirler ve saç tokaları yapılmıştır. Bu takılarda kuyumculuğun kalıba basma, tel burma, döküm örgü teknikleri kullanılmıştır. Yine bu dönemde yapılan arkeolojik kazılar sonucunda soylu ve yerel kesimden insanlara ait olan mezarlarda baskı tekniği kullanılmış diademler, değerli madenlerin ince plaka şeklinde çiçek ve yaprak formları bulunmuştur (Türe & Savaşçın, 2002, s. 14).

Hitit Uygarlığı'nda takı denildiğinde akla ilk gelen örnek mühürcülüktür. Farklı amaçlarla takılarda mühür kullanılmıştır. En yaygın olarak yüzüklerde görülür. Bu yüzükler, Hititler'den günümüze kadar süregelen bir takıdır. Mühürler sadece soylu ve zengin kesime ait değil halkın her kesiminin kullandığı bir takıdır.



Şekil 2.3: Kraliçe Puabi'nin mezarında bulunan, yeniden yapılmış Sümer şapkası ve kolyesi

Demir çağında hayvan başlı sonlanan bilezikleri, farklı hayvan bitki ve geometrik şekillerle süslenmiş genellikle bronz, demir ve altından yapılmış iğneleriyle Urartu Uygarlığı'nın takıları öne çıkar. (Şekil 5) Bu iğnelere fibula denilmektedir. Hem giysilerine tutturmak hem de kötü ruhları kovduğuna inanılan bu iğneleri Frigler'den almışlardır Urartu kolyelerinde dikkati çeken cam, kehribar ve akik boncuklu kolyeler günümüz koleksiyoncularının hala ilgisini çekmektedir. (Çobanoğlu, 2010, s. 26-27)



Şekil 2.4: Alacahöyük kazısında çıkarılan altın diadem

Giysileri birbirine tutturmak için yapılmış olan gümüş ve bronz fibulalar Frig Dönemi'nin modasını oluşturan takılardır. Dış ticareti de yapılan tek takı fibuladır. Frig Uygarlığı'nın ana tanrıçası olarak bilinen Kybele heykellerinin birçoğunda, heykelin kollarında bilezik taktığı ve boyun kısmında da geniş ve gösterişli gerdanlık taktığı görülür. Bu dönemde yine gümüşten yapılmış kalın kemerler çift başlı olan hayvan figürlü bilezikler kullanılmıştır. (Türe, 2006, s. 96-97)



Şekil 2.5: Urartu uygarlığına ait fibula ve iğneler

Yunanistan, Batı Anadolu ve Ege adalarında hükmünü sürdüren Helen Uygarlığı'nda ise takıyı genellikle kadınlar kullanmışlardır. Erkekler ise giysilerinde iğneler, fibulalar ve yüzükler kullanmışlardır. Soylu kesimden olan insanların kullandığı diademlerde, doğacılık anlayışıyla

varak tekniği kullanılarak yapılmış meşe, defne, mersin ve zeytin yapraklarının arası çiçeklerle süslenirdi.(Şekil-6) Yunan kuyumculuk sanatını anlamak için, Efes Artemis Tapınağı'nda bulunan, Tanrıça Artemis'e belli amaçlarla adak yapmak için sunulan takılara bakmak gereklidir. Bu takıların boyutları normalinden daha küçük boyutludur. Takılar arasında önemli olanlar küpelerdir. Sarmal ve Hilal şeklinde küpeler mevcuttur. Artemis ve hilal şeklinde olan ay görüntüsü arasındaki bağlantı, geçmişten günümüze kadar kadınların bu formu takılarında kullanması sağlamış olmalıdır. Yine Artemis'e sunulan takılar arasında arı biçiminde düzenlenmiş olan kompozisyonlar da vardır. (Köroğlu, 2004, s. 27-29)



Şekil 2.6: Defne yaprakları ve Tanrıça Nike figürlü altın taç

Herakles düğümü biçiminde bükülmüş ince tellerin yan yana dizilmesiyle yapılan kolyeler, Helenistik Dönem'in en güzel modellerinden biridir. Palmet motifleri ve fligre rozetleri düğümün ortasına yerleştirilerek dekoratif bir etki yaratılmıştır. (Meriçboyu, 2000, s. 22)

Helenistik krallıkları işgal ve koruma politikasıyla himayesi altına alan Romalı'lar sanatın birçok alanında değişim gösterdikleri gibi takı alanında da sade ve özgün formlar kullanmışlardır. Roma Dönemi'ndeki takılarda altın daha az kullanılmıştır. Onun yerine

takılarda daha çok renkli taşlar kullanılarak etkileyici görsellikte takılar yapmışlardır. Zümrüt, yakut, topaz gibi süs taşları kesilip şekillendirilerek takılara monte edilir. İskenderiye ve Antakya’da bulunan Helenistik Dönem’in kuyumculuk merkezini, İmparatorluğun merkezi olan İtalya’ya taşırlar. Romalılar, Stampa (motif repoussé) ve savat (niolle) tekniklerini kuyumculuğa getirmişlerdir. Bu tekniklerle hem daha hafif hem de güzel motifli takılar üretmişlerdir. Tarihte ilk defa nişan ve evlilik yüzükleri de Romalı’lar tarafından kullanılmıştır. Mühür yüzüğün daha yaygın olarak kullanımı Roma İmparatorluğu’nda daha çok görülür. Halkın her kesiminden insanlar kullanmıştır. Soylular ve statü sahibi insanlar genellikle altın kullansa da alt tabaka insanlar kolay ulaşılabilen daha ucuz olan bronz, demir, bakır gibi metaller kullanmışlardır. (Türe, 2006, s. 146-148)



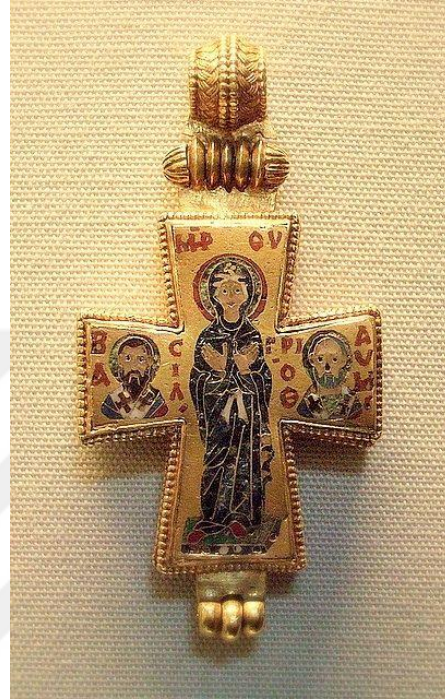
Şekil 2.7: Helenistik Döneme ait Dionysos başı kabartmalı madalyon bilezik

Germen kavimlerinin giderek artan baskılarından sonra imparator I. Constantinus Karadeniz’i Marmara’ya bağlayan Byzantion kentini ikinci bir başkent olarak seçmiştir. Buraya Konstantinopolis ismini vermiştir. 395 yılında Doğu Roma ve Batı Roma diye ikiye ayrılmasından sonra Batı Roma ekonomik gerileme, politik çatışmalar ve kavimler göçüyle çökmüştür. Doğu Roma İmparatorluğu da Bizans olarak adlandırılmıştır (Wikipedia, 2019). Orta Çağın Hristiyan Sanatı, Bizans Sanatı’dır. Constantinopolis 6.yy da Bizans İmparatorluğu’nun kuyumculuk merkezi haline gelmiştir. Teknik ve form olarak yıkılan İmparatorluğun antik sanat anlayışından sıyrılmıştır. Hristiyanlık temaları ile simgelerinin bulunduğu yeni desenleri ve formları takılarında kullanmışlardır (Şekil-8). Taş işleme ve şekillendirme konusunda kendilerini geliştirmişlerdir. Bu takılarda değerli ve yarı değerli süs

taşları ile inciler kullanarak süslemişlerdir. Takılarında bu taşları kullanmalarının sebebi olarak da, Hindistan ile yaptıkları ticaret öngörülmektedir. (Köroğlu, 2000, s. 32-33)



Şekil 2.8: Macar Kutsal Tacı



Şekil 2.9: Aziz figürleri işlenmiş haç

Doğu Roma İmparatorluğu olan Bizans'ın elinden Fatih Sultan Mehmet 1453 yılında Konstantinopolis'i alarak Yeni Çağı başlatır. Bu çağda büyük coğrafi keşiflerle okyanus ötesi yeni kıtaların ve kara parçalarının keşfi birçok yenilik getirmiştir. Sanat alanında da birçok değişimler görülmüştür. Resim, mimarlık, yontu gibi sanat dallarında gelişme gösterilen Rönesans da, kültürel ve toplumsal değişimin ifade aracı olan takıda büyük gelişim göstermiştir. Bu dönemde yaşamış usta sanatçılar çok yönlü çalışma yaptıkları için Rönesans kuyumcu atölyelerinde çıraklık eğitimi almışlardır. Benvenuto Cellini dönemin İtalya'sının en ünlü kuyumcusu ve tasarımcısıdır. Tudor hanedanı için 1532 – 1543 yıllarında mücevher tasarımları yapan ve üreten Hans Holbein, genellikle takılarında İncil'den alınmış sahneleri işlemiş, şekil-10'da görüldüğü gibi akantus yaprak motiflerini kullanmıştır. Kadınlar ve erkeklerin 15-16 yy. da yapılan portrelerinde çok zengin takılarla donatıldığı görülür. Hükümdar kesiminden olan insanların çocukları da gösterişli takılarla süslenmişlerdir. Yine bu dönemde, dini öğeler ön planda olsa da takılarında, Apollo, Zeus, Eros ve Herkül gibi mitolojik tanrıların sembollerini de kullanmışlardır. Bunların dışında imparatorların,

kahramanlık ve vatanseverliklerinin işlenmiş olduğu, mineli resimlerini taşıyan takıları da vardır. Pelikan ve koyun figürleri kullanmak 16.yüzyılın modası olmuştur. (Randolph, 2000, s. 46-47)

İmparator V.Carl'ın İtalya'yı kontrolü altına almasının ardından, Katolik kiliselerine karşı yapılmış Reform hareketleri sanatı da etkilemiştir. Sanatta, amorf inciler için kullanılan aynı zamanda bir kuyumculuk terimi olan Barok stili gelmiştir. 17.yüzyılın başlarında takılarda kademeli olarak köklü değişiklikler oldu. Rönesans'ın klasik çizgileri yerini Barok tarzının simetrik, ritimsel ve hareketli çizgilerine bıraktı.



Şekil 2.10: Hans Holbein Mücevher Tasarımları

Şekil 2.11: Hans Holbein, VIII.Henry Portresi, 1540

“Rönesans'ın klasik dinginliğine karşın Barok yontu resimlerin diyagonal hatlarına yukarı doğru bir anlatım ya da kaçış hareketi hakimdir. Dalgalanan giysilerle bu devinim daha da artar.” (Türe, 2006, s. 50)

Portekizli ticaret gemilerine serbest ticaret izni veren İngiliz Doğu Hindistan şirketleri sayesinde Avrupa'ya gelen elmas miktarı artmıştır. Geometrik çalışmalar ile değerli süs taşları ve elması işleyen ustalar düz kesimlerden kurtularak daha parlak ve canlılık veren, fasetli yüzeyleri çok olan gül kesimini bulmuşlardır. Montürle birleşen bu taşlar ile gerçek anlamda mücevherler yapılmıştır. Değerli süs taşları olarak da, zümrüt yakut safir kullanıldı. İnciler, bu

dönemde elmadan sonra en çok kullanılan materyal olmuştur. Rönesans döneminde kullanılan kameo ve mineli minyatür heykel çalışmaları, Barokta yerini değerli taşlara bırakmıştır. Değerli taşları mücevherlerde kullanmak için kuyumcular yeni form ve teknikler kullanmışlardır. Dönemin erkekleri için omuza asılı altın saatler moda olmuştur. Bu saatlerle birlikte kuyumcular için yeni iş alanı açılmıştır. Saatler de mücevherler gibi değerli taşlarla süslenmektedir. Günümüze değin ulaşabilen birçok mücevherde, çiçeklere ve bitkilere çok ilgi gösterildiğini görürüz.

18. yy. da bir vücut takısı olan boticeler uzun zincirlerle karın kısmına kadar uzanan, bazıları da göğüs bölgesini kapatan gösterişli mücevherlere dönüşmüştür. Dantel motifli ve bitkilerin kıvrımlı dallarına benzeyen görüntülerinin arasında değerli taşlar ve elmasla süslenmiştir. Soylu ve üst düzeyde olan insanların gösteriş için kullandığı mücevherlerdir. (Türe, 2006, s. 53)



Şekil 2.12: Akantus yaprakları ve çiçeklerle korsaj takısı (bodice)

18.yy'da Fransız İhtilali sadece gündelik yaşantı, politika ve siyasi konular için değil sanat alanında da bir dönüm noktası olmuştur. Mutlak monarşi ve feodal sisteme son verilmiş olması ihtilalin en önemli sonucudur. Bununla birlikte halk kendi kendini yönetebildiği özgür

bir sistem gelmiştir. Sanatçıların özgürlüğü de sanat alanında atılmış en önemli gelişmelerdendir. Görkemli lüksüyle modanın kalbi niteliğindeki Fransız Sarayı devrimle birlikte sona erdi. Paris'te bulunan kuyumcular birliği dağıldı ve Fransa'da kuyumculuk durdu. Ama 1800'lü yılların başında beş konsül yönetiminin sağladığı sert yasaların kaldırılmasıyla kuyumcu atölyeleri tekrar açıldı. Barok stili bırakılarak devrimin ruhunu ifade eden Neoklasik üslup benimsendi. Vücut hatlarının gösterilmesini amaçlayan Grek modeli kıyafetler moda oldu. Bu giysilere uyum sağlayacak yeni takı modelleri geliştirildi. Uzun zincirlerle göğüsün alt kısmına gelen kameo pendantlar ve madalyonlar takılıyordu. 1804'te Napoleon'un imparator seçilmesinden sonra Fransa'da lüks yaşam yeniden başladı. Elmaslar kraliyet sembolü olduğundan dolayı takılarda tek başına kullanılmıyordu. Büyük renkli taşların etrafına küçük elmaslarla süslenen takılar tercih edilmiştir. (Lang Antiques, 2010)



Şekil 2.13: Napoleon Elmas Kolye

Hayallerin ve duyguların yoğun olarak yaşandığı Romantizm, 19.yy'da sanat alanında gelişen önemli bir akımdır. Klasizme tepki olarak doğan Romantizm akımında, hayaller aklın yerine,

abartı ölçünün yerine, coşku düzenliliğin yerine kullanılır. Tabiatı taklit edenler klasikler onu yorumlayıp tasvir edenlerde romantiklerdir (Karakaş, 2001, s. 351-352). Bu dönemde yaşam ve ölüm temaları ve aşk sembolleri takılara işlenmiştir.



Şekil 2.14: Romantik döneme ait altın, turkuaz ve elmas broş

Sanayi devrimiyle birlikte kuyumculuk sektörü çok hızlı değişimler gösterdi. Torna tezgâhları, presler, taş kesme motorları, yüksek devirli cila motorları sayesinde, teknolojinin imkânlarını kullanarak hızlı üretim yöntemleri geliştirildi. Orta ve üst sınıfa hitap eden yeni tarz ve stil arayışına giren atölyeler, bant sistemli imalata geçerek pazar paylarını korumaya çalışmışlardır. 1815-1830 yılları arasında simgesel formlar ve çok renkli taşlar kullanılarak tasarımlara farklı duygular yüklemişlerdir. Zarif çiçekleri ve meyveleri tasarımlarında kullanmak, romantik akımın doğa tutkusundan kaynaklanmaktadır. Endüstri ürünlerinin tanıtıldığı Büyük Sanayi Sergisi'nde sanat ürünlerine de yer verilmiştir. Romantik dönemle birlikte gelen tarz çeşitliliğini, ünlü firmaların kreasyonlarında görmek mümkündür. Bunu Sanayi Sergisinde bütün dünyaya gösterme imkanı bulmuşlardır. Romantizm, 19.yy'ın sonlarına doğru Art Nouveau akımının yükselişiyle son bulur. (Türe, 2006, s. 70-71)

19.yy'ın başlarında Kral VII. Edward'ın eşi Kraliçe Alexandra, moda dünyasını etkileyen isim olmuştur. Belle Epoque olarak bilinen rahat ve güzel dönemde renkler daha yumuşak biçimler

daha akıcı hale gelmiştir. Damla şeklindeki ucuna pendentif takılan zincirler, tasma kolyeler ve sorgular çok beğenilen takılardır. İnciler ise boynu saran uzun diziler halinde kullanılmıştır. Boynunda sımsıkı duran inci dizileriyle Kraliçe Alexandra adeta bütünleşmiştir. Rus arı II. Nikola'ya da hizmet eden Fransız kuyumcu firması Fabergé kurulmuştur. Fabergé 20.yy'ın ilk yarısında yapılan takılar çok renk katmış ve dönemin kuyumculuk anlayışını da değiştirmiştir. Fabergé mücevherli paskalya yumurtalarıyla tanınırdı. Bu paskalya yumurtalarının içinden uyumlu mücevherler çıkardı. Örneğin Fabergé'in en ikonik yumurtası olan, 1897 yılında ta giyme töreninde Alexandra Feodorovna'ya altından yapılmış ve üzeri emaye çift başlı kartalla süslenmiş yumurtanın içinden altın araba çıkmıştır. (The İmperial Eggs) 20.yy'dan itibaren mücevherlerde platinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu döneme damgasını vuran akım olan Art Nouveau, zarif insan ve hayvan figürleriyle, bitkisel motifleri kullanmıştır. Bunun en iyi örnekleri kuyumculuk alanında gösterilebilir. Altın, gümüş ve platinden yapılmış montrlere değerli taşlar yerine boynuz cam kullanılmıştır. rnek olarak Tiffany, Gaillard, Fourquet, Lalique firmaların yapmış olduğu incili, opalli, mineli takılardır.



şekil .2.15: 1897 Ta Giyme Yumurtası

1920 yılında ilk olarak mimaride görülen, kübizmden esinlenen, makineleşmenin artmasıyla yaşam biçiminin değiştiği Art Deko takıları ise takıları, geometrik formlu, kurdele ve bitkisel şekillerle kaynaşmış olarak ortaya çıkmıştır. Takılarda değerli maden ve değerli taşların yanı sıra, daha düşük maliyetli çelik, krom, plastik gibi materyaller de kullanılmıştır. Değerli taş kullanımında ise baget kesim şekli tercih edilmiştir. Van Cleef & Arpels'in yaptığı, Kral VIII. Edward'ın eşi Wallis Simpson vermiş olduğu pırlantalı ve yakutlu bilezik Art Deco'nun göz alıcı örneklerindendir. (Şekil-2.16)



Şekil 2.16: Van Cleef & Arpels bilezik

Fransız kuyumcu Mikimoto önderliğinde bilim insanları tarafından kültive inciler 20.yy'ın ilk yarısında üretilmeye başlanmıştır. İlk başta insanlar sahte inci diye güvenmeyip ilgi göstermese de, ekonominin kötüleşmesiyle ve reklamlarla halkın güvenini kazanmıştır. Art Deko takılarında çok sevilerek kullanılmıştır. Doğu tarzı olarak bilinen bordürlerle pendentif gerdanlıkların çevresini süsleyen küçük inciler kullanılmıştır. (Hagan, 2000, s. 150) İnci dışında sıra kristaller de takıları süslemede kullanılan diğer malzemelerden olmuştur. Dünya savaşını geride bırakma sevinci topluma olduğu kadar renkli Art Deco takılarına da yansımıştır. Çiçek ve bitki motifli, geometrik yapıya sahip mücevherler de üretilmeye devam etmiştir.

1940'ların mücevherlerinde altın renkleri çeşitlenmiştir. Dönemin dolgun kıvrımlı takılarında, sarı ve kırmızı altından yapılmış fiyonkların üzerine akuamarin, ametist, sitrin, safir, yakut gibi taşlar süsler. İkinci Dünya Savaşı'nın başlamasıyla Avrupa'da takı sektörü neredeyse durmuştur. Çoğu zanaatkar askere alınmıştır. İkinci Dünya Savaşının getirdiği zorlu koşullar ve değişen moda nedeniyle takılar eritilip yeniden yapılmıştır. Amerika ve Avrupa'da köklü değişimler gözlenmiştir. Kadınlar bağımsızlıklarını kazanmışlardır. Çalışma imkanı bulan kadınlar geniş ceket yakalarında taşlı tomurcuklar, hayvan figürleri, yıldız çiçekleri ve dans eden balerin figürleri kullanmışlardır. Renkli madenleri ve değerli taşları kullanan Fransız modacılar 1945'te mücevherlere yeniden yön vermişlerdir. Windsor Düşesi olan Wallis Simpson renkli taşlı geniş gerdanlık ve küpeleriyle takı modasına öncülük etmiştir. 1950'lerde Cartier atölyeleri flamingo ve panter gibi hayvanların ince çizgilerini kullanarak gösterişli mücevherler üretmişlerdir. Şehirde yaşayan insanların özlemlerini ifade eden, pastoral yaşam tarzına çağrışım yapan, çiçek sepetli broşlar hayvan figürlü kolyeler de yapılmıştır. (İrepoğlu, 2000, s. 69)

Hollywood'un altın çağı olan 1950'li yıllarda, modayı yönlendirenler geniş kitleye sahip olan ünlülerdi. Sinemada, özgür kadınların simgesi olan sigara ağızlıkları kuyumculuk sektörü için yeni bir çalışma alanı oluşturdu. Altından yapılmış ve değerli taşlar ile süslenen uzun sigara ağızlıkları, sigara tablaları, çakmaklar ve makyaj kutuları üretildi. 1940 ve 1950'li yıllarda New York'lu kuyumcu firması Henry Winston, kuyumculuğa yeni bir teknik kazandırmıştır. Harry Winston bir yılbaşı akşamı evine döndüğünde Noel çelengi dikkatini çekmiştir. Tasarımlarda, taşlarında aynı yılbaşı çelenginde olduğu gibi farklı şekillerdeki değerli taşları irili ufaklı dizayn ederek bir tasarımcıya çizdirmiştir. Önden bakıldığında görünmeyen, taşların yerleştirildiği altında ince tel montürlerin olduğu adeta bir çelenk görünümünde mücevherler yapmıştır. Bu montürler küçük halkalarla arka tarafından birbirine birleştirilir. Uzun, sallantılı parçalı kolye ve küpeler birbirinden ayrılabilme özelliğiyle pratik bir kullanım sağlamıştır. Bu tasarıma sahip takılar hem gündelik yaşamda hem de özel günlerde kullanılması açısından özel bir tasarım ürünüdür. Tasarımlarında gösterişli ve büyük pırlantaları kullanmasının yanında baget kesimli taşları ve küçük pırlantaları kullanması maliyeti düşüren etken olmuştur. Modacılar ve üst gelir seviyesinde olan insanlar tarafından

çok beğenilmiştir. Van Cleef & Arpels ve Tiffany gibi diğer büyük kuyumculuk firmaları bu tarzda takılar üreterek yeni bir akıma dönüştürmüşlerdir. (Türe, 2006, s. 117)

1950 yılından bugüne kadar geçen sürede takı ve mücevher sanatında, biçimde ve dizaynda belirli bir odaklanma olmadığı, daha çok kişisel tasarımların yapılması nedeniyle, bu döneme özel bir isim koyulmamıştır. Yeni sanat akımlarının ve felsefi düşüncelerin yükseldiği bu dönemde, takı tasarlamada büyük bir hareketlilik başlamıştır. Geniş bir müşteri potansiyeli olan Van Cleef & Arpels, Cartier, Chaumet gibi dönemin önemli kuyumcu firmaları, müşterilerinin talepleri üzerine altın, platin ve değerli taşlarla bezeli mücevherler yapmışlardır. Koleksiyon çalışmalarına yönelik ayrı çıkış noktası arayışı ve müşteri isteğine yönelik yapılan mücevherler nedeniyle döneme damga vuracak tasarımlar yapılamamıştır. Ancak 20.yy'ın Neo Rönesans'ının çok yönlü Sanatçıları tarafından tasarlayıp, küçük kuyumcu atölyelerinde şekillenen gerçek eserlerde yapılmıştır. 15.yy'ın çok yönlülüğüyle bilinen sanatçıları gibi bu dönemin takı tasarımı alanında iki önemli ismi vardır, Alberto Giacometti ve Alexander Calder. Yaptıkları sürrealist çalışmalar dönemin önemli eserlerindendir. Özellikle Alexander Calder'in daha önce mimaride kullandığı dövülmüş pirinç ve çelikten yaptığı eserler günümüzde hala hayranlık uyandırmaktadır. Bu sanatçıların dışında diğer önemli isim de ressam Georges Braque'dir. Kendi metafizik düşüncesiyle yorumlamış olduğu takılarda klasik mitolojiden esinlenmiştir. Dokulu altın kompozisyonlarını kakma pırlantalar süslemiştir.

Sürrealizmin öncülerinden olan Salvador Dali de takı alanında çok eşsiz parçalar üretmiştir. Örümcek bacakları olan fil, içinde saat olan ağlayan göz, mekanizma sayesinde hareketli yakutlu kalp ve açılıp kapanan sistemli sürrealist bir çiçek gibi birçok sıra dışı ve mükemmel mücevherler bırakmıştır. Tasarımın yanı sıra materyal ve kullanılan teknik becerileri sayesinde bu kadar başarılı olmuştur. (Türe, 2006, s. 120-121)

Günümüzde, çok değerli taşları sergilemeye yönelik yalın takılar ve klasik montürler tasarlanmaktadır. Su yolu takımlar ve örgü takımlar ilgi görmektedir. Mücevher tasarımında güncel olaylarla birlikte gelişen değerler, ölçüler, olanak ve anlayışlar ortaya çıkmıştır. Çağımızın şekillenmesiyle artan arayışlar, her dönemde olduğu gibi takıda da yeni teknikler, kavramlar ve yorumların oluşması devam edecektir.

3. DİJİTAL ORTAM VE TAKİ TASARIMI

3.1 DİJİTAL ORTAM VE TASARIM

“Design is to design a design to produce a design”

“Tasarım bir tasarım üretmek için bir tasarım tasarlamaktır” (Heskett, 2002 , s. 13)

Tasarım terimi birçok batı dilinde kullanılan dizayn (design) sözcüğünden gelmektedir. Sözlük anlamı olarak tasarım, bir planın ya da eskizin yapılması üzerine zihinde canlandırılması, ona şekil verilmesi ya da üretilmesi eylemidir. Bir başka deyişle tasarım, amaçlara ulaşabilmek için verilen kararların çeşitli basamaklarında oluşan sorunları belirleme ve o sorunları çözme yaratıcı eylemidir (Bayazıt, Mücevher tasarlama Metodları ve Yaratma Teknikleri, 2009, s. 3).

Meydana getirmek istenilen nesnelerin veya yapmak istenilen eylemlerin, değerlendirme yapılmadan ve meydana getirilmeden önce bunların doğuracağı sonuçlardan emin oluncaya kadar yapılan simülasyondur. Tasarım kelimesinin isim olarak ifadesi, bir nesnenin tanımının, belirli amaçları gerçekleştirmesi için, yardımcı unsurlar tarafından değerlendirilmesi, belli bir çevrede, belli öğeleri kullanarak, belli ihtiyaçları karşılayacak, belli bölgeler içindeki bir ortamda tasarım oluşturulmasıdır. Bir başka tanımı ise, kişisel veya genel bir beklentiye karşılaması için yapılan stratejik yaklaşım veya bir yol haritasıdır. (Yılmaz M. , 2017, s. 57)

Bir şeyi yapmak veya onu ortaya koymak insanoğlunun doğasında var olan bir durumdur. Yaşamını devam ettirebilmek için önce ihtiyaçlarını sonra isteklerini ve daha sonra da beklentilerini karşılaması gerekir. Bunları yerine getirebilmesi için yapılan her şey tasarımdır. (Dedeal, 2015, s. 171)

Farklı alanlarda bu kadar farklı anlam içermesinden dolayı tasarım kelimesine tek bir tanım kullanılamaz. John Heskett’de tasarım kavramının bu kadar çok anlam ifade etmesiyle ilgili, *“Tasarımın tartışılması bu sözcüğün kendisinden kaynaklanan bir başlangıç sorunu yüzünden oldukça güç bir iştir. Tasarım terimi o kadar çok anlam basamağına sahiptir ki bu bile tek başına bir karmaşa kaynağıdır”* (Heskett, 2002 , s. 12) demiştir.

Tasarım yaşanan çevredeki objelerin şekillerini belirlemek olarak algılsa da yaşamı şekillendirmek için de kullanılır. Günümüz dünyasının şekli, biçimi, yapıları yanında

kullanılan bütün her şey insanoğlunun tasarımı sonucu oluşmuştur. Genel anlamıyla tasarım, insan bilincinin olmayan bir şeyi düşünceler sonucunda var etmesi ve bu var olan düşüncelerin gerçek dünyanın gereksinimlerini karşılamak amacıyla hareket ettiği söylenebilir. Sanayinin ve bilimin gelişmesi yeni teknolojilerin tasarlanmasına da imkân sağlamıştır. Yeni teknolojiler yeni tekniklerin doğmasına, bu teknikler de yeni ürünlerin ve tasarımlarının doğmasını sağlamıştır. (Akdemir, 2017, s. 86) Günümüzde bu denli gelişmeler de insan hayatındaki ihtiyaçların değişmesine yol açmıştır. İnsanların gereksinimleri, hayat tarzları, konumları ve zevkleri, farklı ihtiyaçların oluşmasına neden olmuştur.

Yaşadığımız çağda gelişen bilgisayar teknolojileriyle, dijital ortam sadece görselleştirme aracı olmaktan çıkarak mühendislerin ve tasarımcıların fikirlerinin gelişmesinden üretim safhasına kadar geçen sürecin her aşamasında kullanılan bir tasarım aracı olmuştur. Yapılan tasarımlarda nihai ürün üretilmeden önce dijital ortamdaki prototip aşamasında iken neredeyse bütün testler yapılabilmektedir. Bu da üreticilere maddi kazançla birlikte zaman da kazandırmaktadır. Mühendislere, tasarımcılara ve üreticilere teknik açıdan kazanım sağlayan gelişmiş yazılımlar ve donanımlar, tasarımcılar için farklı biçimler ve yöntemler geliştirmelerine olanak sağlamaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım yazılımlarının parametrik tabanda gelişiminin ardından parametrik tasarım kavramı doğmuştur. Bu kavram günümüz tasarım düzeninde ortak bir tasarlama biçimi ve dili olarak kullanılmaktadır. Gelişen bu dijital ortamın altında yazılım ve donanımın gelişmesinin yanı sıra, tasarımcıların hızla ilerleyen yeni arayışlar ve form değişikliklerini hayata geçirme çabası ve istekleri vardır. Tasarımcılar bu dijital ortamın olanaklarını kullanarak yapmak istedikleri formları ve bunların olabildiğince çok varyasyonlarını, çeşitli donanım araçları ile çok kolay ve hızlı bir şekilde elde etmektedirler. (Eryarar, 2013, s. 360)

Her sanat dalında olduğu gibi kuyumculuk sanatında da tasarımın büyük bir önemi vardır. Tasarım, kuyumculuk sanatının en temel ögesidir. Değerli madenleri ve değerli taşları kullanarak onları özgün takılara çeviren, her topluma ve kültürden insanlara hitap edebilen takılar üretmek, trendi ve teknolojiyi takip eden özgür düşünceli tasarımcıların ürünüdür. Kuyumculuk alanında teknoloji ve makineleşme ne kadar çok ilerlese de tasarımcı ve üretici kimlik daha önemlidir. Kullanılan malzeme kalitesi çok iyi olsa bile, bir tasarımcının yaptığı

tasarım ve tasarıma uygulanan teknikleri yok ise onun estetiğinden ve çekiciliğinden yoksun bırakır. Tasarım kullanıcı için bir anlam barındırmalıdır. Tasarlanan bir ürün güzel ve gösterişli olmasından önce kolay kullanım sunmalı yararlı ve güvenli olmalıdır.

Teknolojinin araştırma ve geliştirme açısından tasarım süreçlerinde önemli bir yeri vardır. Teknolojinin gelişmesiyle çok kısa sürelerde çok kaliteli ürünler üretilmektedir. Tasarım aşamasında teknolojinin kullanılmasıyla bilgisayar destekli tasarım kavramı ortaya çıkmıştır. Bilgisayar destekli tasarım sadece tasarım için kullanılmamaktadır. Tasarımın foto gerçekçi görüntüsü de oluşturulmaktadır. Bilgisayar destekli tasarımın kuyumculuk sektöründe kullanılması ürün kalitesinde ve üretim sürecinde kolaylık sunarak olumlu yönde etki artmaktadır. En büyük etkiyi ürünün tasarım aşamasında sağlamaktadır. Farklı tarzlarda ürünler tasarlanarak yeni ürünler ortaya çıkmaktadır.

3.1.1 Tasarımda Yaratıcılık

Yaratma kavramı en genel kullanım olarak, *“hayal gücünden, düşünceden ve zekâdan faydalanarak o zamana kadar görülmeyen yeni bir şey meydana getirmek, doğurmak, kurmak, yapmak, olmasına, ortaya çıkmasına yol açmak, neden olmak”* (Türk Dil Kurumu, 2020) anlamında kullanılmaktadır. Yaratıcılık kavramı ise meydana getirme, var etme yeteneği, yaratabilme olarak tanımlanmaktadır.

Tasarım, problem çözümü ve yaratıcılığın içinde bulunduğu bir süreçtir. Beklenen hedefe yanıt veren bir fikri ifade eder. Belirli hedeflere ulaşmak için malzeme, form ve şekillerden oluşan bir bütündür. Tasarlama süresi sonunda ortaya çıkan çizim, plan, proje, maket vs. ürünlerinin hepsidir. Tasarım süresi meydana gelen ürün daha önce hiç yapılmamış eşsiz veya benzer ürünlerden çok farklı görünümde, işlevsel ve bir amaca hizmet etmelidir. Ortaya çıkan ürün, düşünce veya çalışma, içinde yaratı bulundurulmalıdır.

Gündelik yaşamın da her alanında bir yaratı vardır. Yaratıcılık merak ile oluşur. İnsanlığın varoluşundan bu zamana kadar merakı sonucunda yaptıkları yaratıcılığının göstergesidir. Düşünüp merak eden ve bu merak sonucu yaratıcı düşünce sahibi bir tasarımcı yaratı yapabiliyor demektir. Tasar aşamasından tasarlamaya kadar geçen süreçte yaratı yer alır. Bu

nedenle tasarımcı, çok yönlü farkındalık isteyen yaratı sürecinde özgür düşünebilmelidir. (Önlü, 2004, s. 86)

Yetenek ve yaratıcılık birbirine karıştırılan ifadelerdir. Yetenek, herhangi bir şeyi öğrendikten sonra o şeyi yapabilme niteliği veya kalıtsal olarak doğuştan gelen güç olarak ifade edilmiştir. Bu ifade ile yetenek, yararlanılsa da yararlanılmasa da onun sahip olduğu veya ona verilen bir şey iken, yaratıcılık, o şeyi yapış sürecinde ortaya çıkan kendiliğinden var olmayan bir kavramdır. (Ağluç, 2013, s. 4)

Günümüz dünyasında yeni fikirlerin nasıl ortaya çıkacağı, değişimin daha çok nasıl aktif ve hızlı yapılacağı sorularına rastlanılmaktadır. Rekabetin olduğu bu çağda işletmeler yeniliğe gereksinim duyarlar. Bu nedenle hem kişisel hem de toplumsal yaratıcılık önemli kavramlar haline gelmektedir. Gündelik yaşamın sürdürülmesi kişisel yaratıcılık, yeni bilimsel icatların bulunması, endüstride yapılan yenilikler ve sanatta yeni akımlar toplumsal yaratıcılıktır. Yeni takı ve mücevherlerin yaratılması için, alışılmışın dışına nasıl çıkılacağına, yeniliğin ne olduğunun ve uygun yeniliğin açıklanması gerekmektedir. Tasarım aşamasında, herhangi bir kavram ve belli adımları olan teknikler de yaratıcı düşünmeye yönlendirebilir. Yaratıcılık, güncel yeniliğe, yenilik deneme yapmaya, deneme yapmak da yanlış yapmaya yol açar. Bu nedenle tasarımcıların deneme yapmalarına ve yanlış yapmalarına fırsat tanınmalıdır. Yanlış yapılmasından korkulmamalıdır. Tasarımcı, teknolojik gelişmeleri, iyi bir gözlem yaparak yeni eğilimleri, sanatsal, sosyolojik, felsefi vb. sorunları izlemeli ve günceli yakından incelemelidir. Kendi düşünce ve çözümlerini üreterek yaratıcılığını geliştirebilmelidir. Kullanıcının teklif ve isteklerini göz önünde bulundurarak sade ve basit çözümler üreterek bir yaratı ortaya koymalıdır. (Bayazıt, Mücevher tasarlama Metodları ve Yaratma Teknikleri, 2009, s. 91-92)

Bazı insanlar yaşamını kendi iç dünyasına çekilerek hayatta var olan şeyleri seyrederek sürdürür. Bu insanlar için hayata karşı her şey basittir. Yaratıcı düşünce sahibi olan insanlar ve tasarımcılar ise büyük bir heyecana ve izlenime sahiptir. Tıpkı hayata yeni adım atmış bir bireyin, nesnelere, objelere duyduğu heyecan ve merakı gibidir. Günlük kullandığımız eşyalar için işlevsel olması ne kadar önemliyse sanat eserleri için de yaratıcı olması o kadar önemlidir. Bu düşünce anlayışı takı tasarımı içinde geçerlidir. Yaratıcılık bir düşünce veya o düşünceyi

malzemelerle anlatma biçimi de değildir. Yenilikçi ve uygulanabilir fikirlerin kesinleşmesiyle oluşan düşünce ve üretme sürecidir. Yeni tasarlanan ürün bir buluş içermelidir.

Yaratıcılığı, yaratıcı düşünmeyi desteklediği düşünülen bazı pratik yaklaşımlar ve basit teknikler geliştirilmiştir. Bunlar şu şekildedir:

- *Kapsamlı düşünme, birden fazla yöntem*
- *Grup Çalışması, beyin fırtınası*
- *Kuluçka yöntemi; bir konu üzerinde uzunca çalıştıktan sonra dikkat başka bir konuya çevrilir. Kuluçkaya yatırılan esas konuya dönünce yaratıcılıkta sıçrama söz konusu olabilir.*
- *Not alma yöntemi; eskiz, karalama birçok yaratıcı düşünce ya da buluş kâğıt üzerine çabucak aktarılır. Bulunan çözümler, sürekli evrime uğrayarak gelişir ve zenginleşir. Her tür malzeme kullanılır, eskiz kâğıt, pelür, bilgisayar vs.*
- *Sentez yöntemi; buluşlar çoğu kez birbiriyle çelişen, aykırı unsurların bir araya gelmesiyle ortaya çıkmıştır. (Örn. Picasso'nun Kübizmin doğuşunu Afrika maskelerinden esinlendiğini söylemesi gibi) Ayrıca bir not defterine sürekli not almak ya da yazmak da yöntemlerden biridir, yaratıcılık adına. Daha sonra bu notlar değerlendirilir, ilişkilendirmeler yapılır.*
- *Görsel incelemeler; bakma, gözden geçirme, denetleme. Müzeler, sanat galerileri, kütüphaneler beyni zenginleştirecek kaynaklardır. (Çellek, 2003, s. 4-5)*

Bilgisayar destekli tasarım teknolojisinde parametrik modelleme programları, tasarımcıların bir form yaratmasını ve bu form üzerinden istediği gibi düzenleme, değişiklik yapma imkânı sunmaktadır. Bu programların çalışma mantığı hafıza, unsur ve bunların birbirleriyle ilişkileri temelinde olduğu için tasarım sürecinin her aşamasında tasarlanan ürüne müdahale edip değiştirme şansı vardır. Bu bağlamda tasarımcılar için süreçte kullanabilecekleri güçlü bir ortamdır. Yeni bir teknik veya bulunan yeni malzemeler tasarımcılar için ufuk açıyor ise, dijital ortamın sunduğu parametrik tabanlı tasarlama yazılımları yine tasarımcılar için özgün tasarımlar yaratma olanağı sunmaktadır. (Eryarar, 2013, s. 361)

3.2 DİJİTAL ORTAM VE TASARIM SÜRECİ

Süreç kelimesinin sözlükteki anlamı, aralarında bir bağlantı, bütünlük olan veya belli bir düzen içinde tekrar eden kesintisiz olay ya da hareket dizisi, ilerleme, gelişme anlamına gelmektedir. Bir tasarımın, tasarlama aşamasında kullanılan araçların ve tekniklerin oluşturduğu yapım sürecine de tasarım süreci denilmektedir. Tasarım sürecinde bir kavramın belirlenmesi, projenin oluşması ve gelişmesi için, dijital ortamdaki iletişim yolunu kullanmak ve bilgisayar teknolojisi ve sosyal ağlarla bilgiye ulaşmak çok önemli bir eylemdir. Bilgisayar teknolojisinin ilk tam anlamıyla 1963 yılında kullanılmaya başlamasından bu güne kadar, tasarım sürecinde çok büyük rol oynamıştır. Sosyal ağlar sayesinde de tasarlanan projelerin sunumunda birçok kolaylık sağlamaktadır. Çağımızda bilgisayar sadece modelleme, çizim ve sanal prototipleme yapmak için değil bunların yanında bir tasarım platformu olarak da kullanılmaktadır.

Yaşadığımız dönemde tasarım düşüncesi çok hızlı bir şekilde değişim göstermektedir. Tasarımcılar bu değişimle birlikte çok fazla faktörün etkisi altında kalmışlardır. Tasarımın şekillenmesinde, bilimsel çalışmaların sonucunda yeni üretim teknikleri ile malzemelerin kullanılması ve farklı kültürlerin etkileşimi sonucunda meydana gelen toplumsal beklentiler gibi çok sayıda faktör önemli rol oynamaktadır. Bu faktörler arasında, kendi evrimleşme sürecinin paralelinde tasarım alanında da yenilikçi ve farklı kullanma şekilleri ile yaratıcı düşünmeyi yeniden kurgulatan bilgisayar teknolojisi en önemlisidir. Dijital teknolojinin gücü ve evrimleşme süreci, sanal ortamda basit bir modelin temsili ve iletişim maksadıyla kullanmanın yanı sıra, insanların yaratıcı düşünmesine yön verecek yardımcı bir unsur olarak kullanılmasına kadar gitmektedir. (Çağdaş, 2005, s. 29)

Tasarlama süreci bir problemin ortaya çıkışından sonra tamamlanmasına daha sonra da ürünün satışına kadar olan sürecin hepsini kapsamaktadır. Çok karmaşık bir süreçtir. Takı tasarımında süreç, tasarım ihtiyacı, beklenti ve talepler, kavramsal tasarım yaratma, sunum tasarımı, ayrıntılı tasarım, üretime uygun tasarım, pazarlama ve satış aşamalarından oluşur.

3.2.1 Tasarım İhtiyacı

Tasarım sürecinde ihtiyacın belirlenmesi için esin kaynağının ve yaratıcı fikrinin oluşması çok önemlidir. Tasarım sorularını, bu fikirlerin oluşmaya başladığı andan itibaren sorarak durumun

anlaşılması sağlanmalıdır. Tasarım öğeleri düşünülür ve çalışmalara başlanılır. Alışılmışın dışında düşünmek ve hayal gücünü zorlamak gereklidir. Eğer bilinen objelerle ve bilindik elemanlarla hareket edilirse, o tasarımda sıradanlığa götürür. Tasarımın nelerden esinlenildiğinin de bilinmesi gereklidir. Tasarımcının esin kaynağı hayvanlar doğa teknoloji vb. konular olabilir. Bunların dışında bir şiir, bir görsel, bir film de esin kaynağı olabilir. (Bayazıt, 2004)

Tasarım ihtiyacı oluşturulurken yapılacak olan ürünün bütün parçalarını ve bittikten sonra nasıl olacağını yani bütünü görmek gerekmektedir. Örneğin, taşlı bir yüzük modelinin taşı, taşın takılacağı yuva, yuvanın geleceği gövdeyle uyumu ve parmağa takılacağı kısmın ergonomisinin düşünülmesi gerekmektedir. Tasarımda ihtiyacın belirlenmesinde yapılan araştırma ve geliştirmeler, pazar araştırmaları sonucu alınan bilgiler büyük bir öneme sahiptir. (Gamsızoğlu, 2001, s. 12)

3.2.2 Beklenti ve Talepler

Tasarımı yaptıran kişi veya kurumların tasarımcıdan beklentilerini ve taleplerini hazırlamaları gerekmektedir. Tasarımcıdan istedikleri ve taleplerinin ne olduğu bu sayede belirlenmiş olur. Bunları tasarımcı kendisine göre yorumlayarak düşüncelerini ve fikirlerini oluşturabilir. Tasarımcının, istek ve taleplerde belirtilmemiş dahi olsa farklı özellikleri düşünüp onu uygulamaya koyması gerekmektedir. Bu özellikleri, şekil, form, tarz, tasarım süreci, kullanılacak malzemeler, maliyet hesaplaması, ölçüsü, nasıl üretilmesi gerektiği, ürünün bitiş süresi, pazarlanması ve sunumu gibi sıralanabilir. (Bayazıt, Mücevher tasarlama Metodları ve Yaratma Teknikleri, 2009, s. 5)

Talep edilen üründe belli isteklerin belirtilmesi durumunda tasarımcının bu istekleri kendisi hazırlaması gerekmektedir. Yapılacak olan tasarımın kullanım şekli ürünün tanımlayıcı bir etkenidir. Yani yapılacak olan takının nasıl ve nerede kullanılacağı belirlenir. Gündelik hayatta kullanılacak takılarla, özel organizasyonlarda kullanılacak takılar arasında çok fark vardır.

3.2.3 Kavramsal Tasarım ve Yaratma

Bir tasarımın planlanmasının en önemli noktasıdır. Öncelikli olarak bu aşamada bir tasarım kavramının elde edilmesi gerekmektedir. Tasarım kavramının tanımlanmasıyla tasarım eylemine başlanır. Bu kavramın tanımlanması, tasarım sürecinde tasarıma kılavuzluk edecektir. Kavramı daha basitleştirerek konunun karmaşık bir durum haline gelmesinin aksine daha anlaşılır duruma sokacaktır. Kavramın araştırılması, onun hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak için her türlü kaynak, doküman taranmalı ve tespitler yapılmalıdır. Araştırmalar sonucunda kullanılabilecek her çeşit materyal bulunmaya çalışılır. Geometrik şekli, fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında araştırma yapılmalıdır. Bütün bu araştırmaların sonucunda ulaşılan sonuçlar ile eskiz çizimleri yapılmalıdır. (Bayazıt, Mücevher tasarlama Metodları ve Yaratma Teknikleri, 2009, s. 91)

Kavramsal tasarım çizimleri bir takı koleksiyonunun görsel iletişiminin temelini oluşturur. Tasarımcılar, tamamlanmış tasarımları ürün paftasını, teknik çizimleri ve teknik detayları belirten belgeleri ile birlikte sunum yapmak için genellikle eskiz çalışmalarını, el çizimlerini ve çeşitli yazılımlar sayesinde yaratılmış çizimleri bir arada kullanırlar. Gösterişli takı tarzında yaratılan tasarım çizimlerini görsel olarak daha da süslemek için guaj, suluboya veya özel dolma kalem kullanılmaktadır. Dijital ortamda yazılımların hızlı gelişimiyle tasarımcıların, hazırladıkları portfolyoların sunumunda endüstriyel standart teknik ve süreçlerini kopyalayabilmelerine olanak sağlamıştır. Bu yazılımları kullanarak daha hızlı ve özgün ürünler yaratmak için tasarımcıların ileri derece bilgisayar becerileri olması gerekmektedir. (Galton, 2015, s. 87)

3.2.4 Sunum Tasarımı

Tasarımcılar, tasarım talebinde bulunan müşterilerine karşı bazı anlaşma, rıza veya izne ihtiyaç duyarlar. Bunun için yaptıkları tasarlara ve çizimlere sunum çizimleri denir. Tasarımın içeriği ve karakteristik olarak tasarımla ilgili kararları verme aşamasıdır. Bu durumlarda tasarım talebinde bulunanlar ve kullanıcılar çok azda olsa tasarım sürecine katılmış olurlar. Bütün bunlarla birlikte bu süreçte temel amaç, önerilen tasarımın mevcut olan durumu hakkında müşteriye veya kullanıcıya bilgi vermektir. Bu sürecin tamamlanması ya da belirli bir aşama kat edilmiş olması gerekmektedir. Bu nedenle çizimler, öncelikle nihai

ürünün tamamen yapıldığında nasıl olacağını ve kullanımının nasıl olacağını açıklamayı amaçlamaktadır. (Lawson, 2004, s. 34)

Sunum aşaması, düşüncede canlandırılan tasarımı gerçek görüntüye dönüştürme aşamasıdır. İlk yapılması gereken belirlenmiş olan kavramın eskiz çalışmalarıdır. Bu eskiz çalışmaları tekrar edilerek alışılmışın dışında yeni fikirler bulunana kadar devam ettirilmelidir. Belirlenen kavram çerçevesinde duygular ve istekler eskiz çalışmalarına yansıtılmalıdır. Eskiz çalışmalarının devam ettiği süre içinde uygun malzeme, taş diğer örnekler konusunda araştırmalar yapılmalıdır. Bir taraftan da esinlenen kaynak, doku, malzeme ve örnekler ortaya konulur. Bunlar, bir taş yapının eskizi, bir halı veya motifi, bir fotoğraf gibi sonsuz seçenekli fikirler olabilir. Bu çalışmaların sonucunda belirli bir fikre ulaşıldığı zaman, modelleme adımına geçilir.

Yapılan eskiz çalışmalarının arasından seçilen birkaç çizimin farklı malzemeler kullanılarak deneme modelleri gerçekleştirilir. Deneme amaçlı yapılan bu modellerin üretim malzemesi kullanılarak yapılmasına gerek yoktur. Alternatif malzemelerle yapılan bir takım modellemelerle sonuçta ne çıkacağı konusunda bir tahminde bulunulabilir. (Bayazıt, 2004)

Alternatif çalışmalar sonucu kesin olarak yapılması kararlaştırılan modelin bilgisayar ortamında dijital olarak modellemesi yapılmalıdır. Sanal ortamda yapılan model üzerinde de gereken değişiklikler ve düzeltmeler yapılmasının ardından, modelin gramajı, antropometrik ölçü kurallarına göre uyumu gözden geçirilir ve tasarımı isteyen kişi veya kurumun onayına sunulmalıdır.

3.2.5 Ayrıntılı Tasarım

Onaylanan tasarımın detayları üzerinde çalışmalar yapılmalıdır. Mum ve metal modellemelerle detaylar hakkında kesin karar verilmesinin ardından ana kalıp modeli için bilgisayarda düzeltmeler yapıp, kalıp yapımına geçilmelidir. Bu aşamada tasarımda kullanılacak olan metal, değerli ve yarı değerli taşlar konusunda detaylı incelemeler ve araştırma yapılmalıdır.

Tasarımı bitmiş olan ürünlerin, parçaların, boyutlarını veren teknik çizimler ve teknik detayları veren eskizleri çıkarılmalıdır. Tasarımın üstten, yandan ve önden olacak şekilde

görünümünün yanı sıra ana hattıyla nasıl olacağını ve ölçüleri ve kullanılacak olan malzeme bu detayların içerisinde yer almalıdır. (Galton, 2015, s. 89)

Üretilcek olan tasarım çok parçalı ise parçalar arasındaki uyumunu gözlemlemek için deneysel küçük üretimler yapılmalıdır. Kullanılacak materyallerin tasarıma uygunluğu araştırılmalıdır. Dokulu bir yüzey var ise yüzeye verilecek doku hakkında denemeler yapılmalıdır. Sonuçta elde edilenlerin estetik açıdan yeterliğine bakılmalıdır. Tasarımda kullanılacak olan değerli ve yarı değerli taş varsa, bunların boyutları, tasarımın neresine konulacağı, nasıl mihlanacağı ve bütün bunların oluşan kompozisyona yeterliği araştırılır. Bunların yanında bağlantı ve kilit mekanizmalarının kullanılabilirliğine bakılmalıdır. Bunların da tasarımın bütününe bozmayacak bir düzende ve göze batmayacak şekilde güvenli bir kullanım sağlaması gerekmektedir. (Bayazıt, 2009, s. 11)

3.2.6 Üretime Uygun Tasarım

Bir takı tasarımcısı her şeyden önce üretim yöntemleri hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Bağlantı elemanlarından gerekli işçiliklere kadar bütün bu süreçten haberdar olmalıdır. Üretim yöntemlerine göre döküm, pres, makine ya da elle şekillendirme gibi teknik konuları bilmesi gereklidir. Tasarımcı, kalıbın nasıl yapılması gerektiğini, kalıbın nasıl kauçuğa alınmasını, ne gibi işlemler yapıp temizlenmesi gerektiğini yani sadekarlık tekniklerini, üzerinde taş kullanılacaksa, elmas, değerli ve yarı değerli taşların gemolojisini ve mihlama tekniğini, mine ile süslenecekse de mine malzemelerini ve tekniğini bilmesi gerekmektedir. Bir zanaat olarak yapılan takı tasarımında tasarımcı, takı yapımında kullanılan bütün tekniklerini bilmesi ya da çoğuna hâkim olması gerekmektedir. (Bayazıt, 2009, s. 12)

3.2.7 Pazarlama ve Satış

Her tasarımcı yeni trendin ne olduğu ve pazarın beklentilerini bilmek zorundadır. Yeni tasarlanacak ürünlerin mevcut piyasa şartlarına uyum sağlaması için iyi bir pazar araştırması yapılmalıdır. Bu yüzden araştırma ve geliştirme ekibi ile tasarım ekibinin sıkı irtibat halinde olması gerekmektedir. Yapılan yeni tasarımın kısmen de olsa pazarlamaya yardımcı olması ve pazar araştırmalarına dayanması gerekmektedir. Yapılmış olan her ürün belirli bir tüketici kitlesine satılmak için tasarlanmıştır. Reklamın da tasarlanan ürünün pazarlanmasında büyük rol oynamaktadır. Tasarım kavramı oluşturulurken veya tasarım kavramının nasıl sunulacağı

konularında reklam çalışmaları için fikir geliştirilmelidir. Tasarımcıların bu çalışmaları da göz önünde bulundurması gerekmektedir. (Gamsızoğlu, 2001, s. 28)

Tasarımın son aşamasını satış konusundaki düşünceler oluşturur. Tasarımı yapılmış ve satışa hazırlanmış olan ürünün sunumu, taşınması, kutusu, ambalajı hem pazarlamayı hem de satışı etkilemektedir. Tasarımcının talebi iyi bilmesi ve satış hakkında da bir fikri olması gerekmektedir.

3.3 DİJİTAL ORTAMIN TASARIM SÜRECİNE ETKİLERİ

Dijital ortamda bilgisayar teknolojisinin tasarımcılara sunduğu araçlar, sayısal işlemlerin çıktısı olarak farklı sonuçlar verebilmektedir. Tasarımcının dijital ortama girdiği veriler ile bilgisayar sisteminde işlenip sunulan ürün istenmeyen sonuçların doğmasına neden olabilir. Yani, geleneksel tasarım sürecinde karar veren tasarımcı iken, dijital ortamda da tasarım sürecinde nasıl olması gerektiğine tasarımcı karar vermekte ama çıkan ürün genel olarak onun kontrolü altında sonuçlanmamaktadır. Bu nedenle dijital ortamın yaratıcı gücü, tasarım konusunda olağanın dışında bir evrimleşmenin doğmasına sebep olmaktadır. Başka bir deyişle dijital ortamın farklı algoritmaları insanoğlunun düşünemediği ve yorumlayamadığı çeşitli kodlamalar ve sayısal düzenlemeler yaparak tasarımcının sahip olduğu yaratıcı düşüncenin ilerisine taşımaktadır. Dijital ortamın sunduğu bu parametrik ve algoritmik araçlar, tasarımcıların yenilikçi tasarım anlayışında yaratıcı düşüncelerine etkili bir rol oynamaktadır. (Yazıcıoğlu, 2011, s. 5)

Dijital ortam, tasarımcıların kavram düşünceleriyle, belli kurallar içinde farklı parametrelerle bağlantı kurmalarına olanak vermektedir. Bu sayede form, yapı, malzeme ve üretim safhalarının hepsini içinde barındıran tasarım sürecinin hazırlanması mümkün kılınmaktadır.

Dijital ortamda yaratıcı süreç içerisinde bu soyut ortamın kullanılması bütün varlıkların başka biçimlerde yeniden tasarlanmasını, yeni fikirlerin ve anlayışların doğmasını mümkün kılmaktadır. Tasarımcılar, kompleks geometrili, karmaşık formlu, yapılması zor olan tasarımları, bilgisayar teknolojisinin kodlama sistemiyle çok kolay bir şekilde ortaya koyulmasını sağlamaktadır. (Acarkan, Yeni Teknolojinin Endüstriyel Tasarım Sürecine Etkileri Yüksek Lisans Tezi, 2004, s. 50)

Tasarımcılar, dijital ortamın sağladığı çok çeşitli algoritmalar ve program dilleri sayesinde özgün tasarım ortamı oluşturabilmektedirler. Tasarımcının yaratıcı zekâsı ve dijital ortamın tasarım araçları arasında oluşan bu birliktelik sonucunda sıra dışı uygulamalar mümkün kılınmaktadır.

Dijital ortamdaki teknolojik gelişmeler programlanabilir nesneler ve akıllı malzemeler gibi kendi içinde organize olabilen tasarımların ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

Dijital ortam parametrik, algoritmik ve matematiksel hesaplamalarla oluşturulan nesnelerin sonuçlanmasını ve değerlendirilmesini sağlamaktadır. Zenginlik ve çokluk açısından bu sistemle oluşturulan tasarımlar kolay ulaşılabilir olmaktadır. Dijital ortamın sunduğu imkânlar sayesinde kullanılacak materyallerin kapasitesinin en iyi şekilde kullanılmasına olanak veren tasarımlar yapılmaktadır. Bu da, tasarım sürecinin daha çok kısalmasını sağlamaktadır. Farklı yapım sistemlerinin ve yeni tekniklerin geliştirilmesi de dijital ortamın sunduğu diğer bir olanaktır. Dijital ortamda tasarım, hem şekiller oluşturulmasını, hem de bu şekillerin içeriğini oluşturacak ve destek sağlayacak anlamlar yükleyerek bir bütün oluşturulmasını sağlamaktadır. Dijital ortamda sanal olarak oluşturulan formların kontrol edilerek deneme yapılmasına olanak vermektedir. Bu sayede daha verimli bir tasarım süreci gerçekleştirilebilmektedir. (Yazıcıoğlu, 2011, s. 16)

4. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TAKI TASARIMI

Tasarımcılar, tarihsel süreç boyunca yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini hayata aktarabilmek için yeni teknolojiler ve materyaller arayışında olmuşlardır. Tasarım ve üretim alanında teknolojinin göstermiş olduğu gelişmeler takıda da farklı malzemeler ile üretim teknikleri ve sistemlerinin kullanılmasıyla çok çeşitli ve özgün tasarımların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Takı tasarımında ürün çeşitliliğinin artmasının ardından, tasarlanan ürünlerin pazarda başarı sağlaması, o ürünlerin diğerlerinden farklı ve özgün olmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda, özgün ve farklı tasarımlar üretebilmek, tasarıma daha çok ağırlık verilmesiyle olacaktır.

Yenilikçi tasarımların öneminin artmasıyla, çok kısa sürelerde yeni tasarımlar ve ürünler geliştiren tasarım atölyeleri rekabet ortamında başarılı olmaktadır. Bu atölyelerin rekabet ortamında, tasarımda bilgisayar teknolojisinin sunduğu dijital ortamı kullanarak ürünün tasarlama aşamasının hızlanmasının yanında yaratıcı düşünceyle tasarlanan yenilikçi ürünlerin ortaya çıkmasında üstünlük sağlamaktadır.

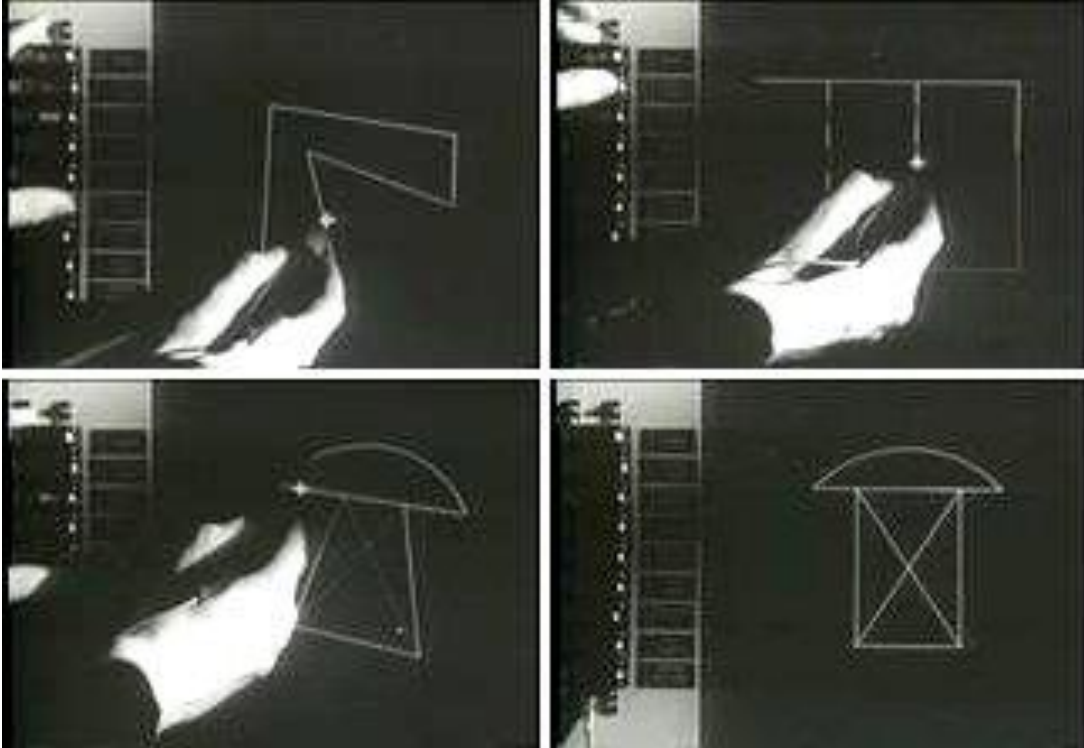
Bilgisayarın ve internetin tasarımda çizimin oluşturduğu yaratıcılık ortamı kadar bir devrim yaratma gücü vardır. (Lawson, 2004, s. 64) Bilgisayarın tasarım deneyimini arttırmasıyla birlikte bazı noktalarda tasarım açısından katkı sağlamadığı ve yardımcı olamadığı düşünülmektedir. Bilgisayar destekli yazılımlar ve dijital ortamın kullanılmasıyla birlikte günümüzde her şeyin artık bilgisayar ve telefon ekranlarından ilerletilebilmesiyle, eski üretim yöntemlerinin birçok kısmı artık kullanılmamaktadır. Bilgisayar destekli tasarımın birçok avantajı olduğu kadar dezavantajları da mevcuttur. Ne kadar hızlı üretim söz konusuysa da çıkan sonuçların daha iyi olduğuna dair bir kanıt olmadığı gibi daha stresli olabileceği söylenmektedir. (Lawson, 2004, s. 64-65)

Bilgisayar destekli tasarım gibi yeni üretim teknolojileri, günümüz tasarım ve üretim sistemini büyük ölçüde etkilemekte ve gelişim göstermektedir. Günümüz takı tasarımı ve üretiminde geleneksel teknikler ile üretim yöntemlerine bağlı kalmayarak yeni teknolojiler kullanılmaktadır. Kullanılan teknolojiler geliştirilerek yeni teknikler bulunmuş ve zamanla bu gelişmeler daha da hız kazanmıştır. Özellikle tasarım ve ürün geliştirme safhasında takı tasarımı alanında bilgisayar destekli dijital ortam etkin rol oynayarak özgün ve farklı ürünler ortaya çıkarılmıştır.

4.1 BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMIN GELİŞİMİ

Bilgisayar destekli tasarımın ilk çalışmaları savunma ve uzay endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır. (Wikipedia, 2020) 1947 yılında ENIAC ve onu takip eden ilk bilgisayarların ortaya çıkmasıyla ilk olarak tasarım ve üretimde bilgisayar kullanımı başlamıştır. Ivan E. Sutherland'ın akademik olarak doktora tezi çalışması yaptığı Massachusetts Institute of Technology'de (MIT) bilgisayar destekli tasarım sistemi oluşturulmuştur. Sutherland bilgisayar destekli tasarım çalışmalarını, Sketchpad (Şekil-4.1) ismini verdiği sisteme uygun veri yapıları ve programlama ile ekrandaki görüntülerin sürekli yenilenmesiyle oluşan bir sistem yapmıştır.

Bellek ekranlar ve mini bilgisayar teknolojilerinin donanım anlamında geliştiği 1960'lı yılların ikinci yarısında, yazılım alanında da bilgisayar destekli tasarım programları gelişmeler göstermiştir. Bilgisayar bileşenlerinin ve donanımlarının pahalı olması ve yazılımların piyasada bulunmaması, tasarım uygulamalarının yalnız otomotiv, gemi ve uçak sanayisinde sınırlı kalmasına sebep olmuştur. (Molinari & Megazzini, 1998, s. 3)



Şekil 4.1: İlk bilgisayar destekli tasarımın yapıldığı yazılım Sketchpad (1963)

Bilgisayar gücünün arttığı ve fiyatlarının düştüğü 1970’li yılların ardından pazarlamacılar yoğun çaba içine girmişlerdir. Böylelikle, bilgisayar destekli tasarım kullanımı Amerika, Avrupa ve Japonya’da yaygınlaşmıştır. O yıllarda, çok büyük sistemler üzerinde geliştirilen ve donanımına bağlı olarak çalışan bilgisayar destekli tasarım uygulamaları piyasada görülmeye başlamıştır. Ancak büyük bütçelere sahip şirketlerin bile karşılamakta zorlandığı fiyatları bulunmaktaydı.

Savunma sanayisi her yeni teknolojiye olduğu gibi, bilgisayar destekli tasarımda da öncü sektör olmuştur. Savunma sanayisinde gelişen bu teknolojiler daha sonra diğer sanayi kollarında kullanılmıştır. Bununla birlikte birçok şirket üç boyutlu işlem kapasitesine sahip yazılımları geliştirip kullanmaya başlamıştır. Yazılımlar maliyetli, karmaşık ve öğrenimi zor olmasından dolayı şirketlere hem zaman hem de finansal olarak iki tane dezavantaj yansıtmaktadır. 1970’lerin son yıllarında gelişen devre teknolojisi mini bilgisayarların doğmasını sağlamıştır. Bu sayede birçok kazanımlar sağlanmıştır. Bilgisayar teknolojisinin performansı artarken fiyatları ters oranda düşmektedir ve bilgisayar destekli tasarım programlarına kolaylıkla ulaşılabilme mümkün hale gelmiştir. Birçok yazılım şirketlerin önü açılmış ve orta ölçekli endüstri kullanıcılarına dijital ortamda tasarım yapma imkânı sağlamıştır.

Bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin tüm iş kollarında yaygın olarak kullanılması sonucu, kişisel bilgisayarların, mikro bilgisayarların, çok fazla işlem kabiliyeti olan iş istasyonları, yüksek çözünürlüklü ekranların geliştiği 1980’li yıllarda hızla artan rekabet ve deneyim ile donanım ve yazılım fiyatları düşmüştür. (Sevindirici, 2009, s. 227) Tasarım yazılımlarının boyutları küçülmüş ve donanımsal açıdan fazla yer kaplamama özelliği kazanmaktadır. Kişisel bilgisayarların becerileri bu yıllarda bilgisayar destekli tasarım uygulamalarını kaldıracak donanım ve yazılıma sahip değildiler. Yüksek kapasiteye sahip olan iş istasyonu bilgisayarları kullanılmaktadır.

1980’li yıllara gelindiğinde bilgisayar destekli tasarım uygulamaları teknoloji pazarının yazılım alanında oldukça güçlü bir yer edinmeye başlamıştır. Bu yıllarda CAD yazılımları ağırlıklı olarak tel kafes (wireframe), yüzey (surface) ve ağ (mesh) tekniğinde kullanılmaktadır. Bu tekniklerden sonra ortaya çıkan katı (solid) modelleme teknolojisi sayesinde tasarımcılar, mühendisler ve kullanıcılar gerçeğe yakın uygulama modelleri

yapabilmektedirler. Katı modelleme diğer modelleme tekniklerinden farklı olarak tasarım standardında daha yaygın kullanılmaktadır. Sağladığı ileri düzeyde modelleme ile 1990'lı yılların ilk yarısına kadar yazılım teknolojisinde kendine özgü bir yer edinmiştir. Intel ve Motorola işlemcilerine sahip kişisel bilgisayarlarda, yazılım, donanım performansı ve hesaplama kapasitesinin iş istasyonlarıyla eş değerde olduğu bu dönemde CAD yazılımları kullanılmaya başlanmıştır. (Wikipedia, 2020)

Günümüzde bilgisayar destekli tasarım sistemleri alanında birçok işletim sistemi ve donanım bulunmaktadır. Tüm bunlar tasarımcılar için çok olumlu bir gelişmelerdir. Yüksek performanslı ve düşük fiyatlı olan bu uygulamalar rekabet ortamının kullanıcıya bir katkısıdır. Bilgisayar destekli tasarım uygulamaları büyük yazılım şirketleri tarafından kullanıcının istekleri doğrultusunda hazırlanmaktadır. Tasarımcılar dilediği gibi bu yazılımları alıp istediği gibi kullanabilmektedir.

4.2 BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD)

“ *“Makine tasarlayabilir mi?” sorusu, “Makine düşünebilir mi?” sorusuna benzer. – Nigel Cross (2001) ”* (Lawson, 2004, s. 64)

İngilizcesi “*Computer Aided Design (CAD)*” , dilimizdeki karşılığı bilgisayar destekli tasarım olan bu terim adından da anlaşılacağı gibi sunduğu avantajlar itibariyle tasarımda süreci hızlandırmak, kalitesini artırmak ve kolaylaştırmak gibi amaçları doğrultusunda dijital ortamın kullanılması eylemidir. Bilgisayara doğru kodlar ve veriler girilir ise, ileri düzeyde geometri ve matematiksel hesaplama yetenekleri sayesinde hatasız çizgiler, eğriler, çemberler ve bunların türevleri, gerek iki gerek üç boyutlu kombinasyonları barındıran objeler çizilebilmektedir. Yani CAD yazılımları çok fazla işlemi grafik ara yüzü ile yapabilmektedir. Bu ortamda objeler, tasarımcının isteğine bağlı olarak ölçeklendirilebilir, döndürülebilir, taşınabilir, birbirleriyle birleştirilip çıkarılabilir, silinebilir, detaylı ve farklı açılardan görüntülenebilir. Kullanıcılar ve tasarımcılar bilgisayar uzmanı olmadan bu yazılımları kullanarak tasarım eylemini daha basit ve yararlı bir noktaya taşıyabilmektedir.

Bilgisayar destekli tasarım programları, çizimi yapılan objenin geometrik noktalardan objeyi yakalamada, pozisyonlanmasında, ayna özelliği ve simetrik çalışma imkanlarıyla tasarımın oluşturulmasında kolaylık sağlamaktadır. CAD programlarıyla objelerin üzerinde tarama

desenler yapılabilir. Fotoğraf gibi farklı materyallerin ve grafik formatlarının taranması da bir diğer özelliğidir. Görüntüler üzerinde değişik yapılabilir, anime edilebilir veya üzerinde tekrar oynama yapılabilir. Ölçekli çizim yapılan bir objenin içine ve dışına yakınlaştırma (zoom) yapabilme becerisi çok büyük kolaylık sağlamaktadır. Dijital ortamda CAD çizimleri saklanmakta ve çizimin ölçeğine bakılmaksızın istenilen ölçekte iki boyutlu veya üç boyutlu çıktısı alınabilmektedir.

CAD'in tanımında da belirtildiği gibi hız ve maksimum verimlilik en önemli özelliklerindendir. Geleneksel tasarım yöntemi kullanılarak yapılan tasarıma kıyasla bu bilgisayar destekli tasarım yazılımlarıyla çok çabuk değişiklikler yapıp yeni çizimler kısa sürede basılabilir hale getirilmektedir, hatta internet kanalıyla veya mail yoluyla dünyanın her hangi bir yerine gönderilebilmektedir. Genellikle CAD programlarında makro eklenmiş kodlama dili bulunmaktadır. Bu sayede kullanıcı CAD programlarını kişiselleştirebilir. Çalıştığı sektöre göre, ihtiyacına göre ve fikirleri doğrultusunda programı değiştirebilme imkânına sahiptir. Bunların yanında, kompleks yüzeyler gibi yapılması imkansız olan nesnelerin, prototip üretimi evresinde belirsiz seçenekleri elemeyi sağlar. Birçok CAD programıyla tel kafes sistemiyle hazırlanmış modeller yapılabilir. Tel kafes sisteminin bütün geometrik data ayrıntıları bilgisayar hafızasında saklanmaktadır. Modelin dijital ortamdaki boyutlarından hacmini, yüzey alanını, ağırlık merkezini ve yapılacak olan metaryelin nihai ağırlığını hesaplayabilmektedir.

Bilgisayar destekli tasarımın sunduğu dijital ortamda çizimlerin daha basit, mükemmel veya kusursuz olduğu, elle çizim ve tasarımın ise bittiği inanışına aldırmamak gereklidir. (Acarkan, Yeni Teknolojilerin Endüstriyel Tasarım Sürecine Etkileri, 2004, s. 63) Çünkü tasarımcı zihninde yarattığı bir nesneyi ilk olarak fiziksel yolları kullanarak kâğıda aktarmak isteyecektir. Bu yaratılan nesneyi de üretimini kolaylaştıracak bilgisayar destekli dijital ortama aktararak karmaşık olan süreci daha basite indirgeyecektir. Ancak bilgisayar destekli tasarım yazılımlarını kullanan tasarımcıların yeteneklerinin üstünde artılar sağlayacağını düşünmek yersizdir. Bu yazılımlar tasarımcının dikkatsizliğinden, umursamazlığından, bilgisizliğinden ve beceriksizliğinden kaynaklanacak olan hataları düzeltme misyonunu üstlenmez. Tasarım, içerisinde çizim yapmanın sınırlı bir bölümünün bulunduğu, çok fazla bilgi parçalarından oluşan bir girdiler bütünüdür. Çizim de bilgi alıp verme aracıdır. Bilginin doğru iletilmesi için

Çizimin de doğru olması gerekir, yanlış bir çizimin dijital ortama aktarılması bir anlam ifade etmez.

Bilgisayar destekli tasarım tanımı sadece bir çizim aracı niteliğinin kullanılması ya da ön plana çıkartılması anlamı taşımaz. Aynı zamanda tasarımcının çizim süresi boyunca kazandığı bilgileri ve tecrübeleri tasarımı geliştirmek için faydalı girdilere çevirebildiği bir araç olarak çok daha kapsamlı bir alanı tanımlamaktadır. Bilgisayar sisteminin programlayabilme, hesaplama, veri biriktirme ve görselleştirme gibi dijital ortamın tüm becerilerinden yararlanmak tasarımcılar için daha verimli olacaktır. Tasarımcı yapılan tasarımın bittiğinde nasıl görüneceğinin veya tasarlanan sistemin nasıl çalışacağını görmektedir. Yani bilgisayar destekli tasarım eylemini yaparak bu teknolojidten gerçek anlamda yararlanmış olacaktır.

Tasarımcıyı başarılı kılan unsurların büyük bir bölümünü, yarattığı tasarımın inandırıcılığı oluşturmaktadır. Bunun için önemli olan iki temel kıstas vardır. Sunumu iyi yapılmış olan tasarım ile doğru ve hatasız tasarım. Bilgisayar destekli tasarım, bu iki inandırıcılık kıstasını yerine getirmede en büyük yardımcıdır. Hesaplama, doğru çizimde, tasarımın görselleştirmesinde ve daha birçok konuda bu ortam kullanılmaktadır. (Acarkan, Yeni Teknolojilerin Endüstriyel Tasarım Sürecine Etkileri, 2004, s. 64)

Bilgisayar destekli tasarım, kalemin yerini alan ve fikirlerin sunumunda tasarımcıya yardımcı olan bütün programları ifade eder. (Molinari & Megazzini, 1998, s. 3) Bu bilgisayar programları, tasarımın hızlı bir biçimde ilerlemesine yardımcı olmakta ve anında kontrol imkânı sunmaktadır. Ayrıca tasarlanmış olan geometrik modellerin işlenmesi için diğer üretim programlarına aktarılmasını sağlamaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım bir objenin tasarlanması bilgisayar ile çeşitli işlemlerden geçirilerek meydana getirilmesidir. Bilgisayar destekli tasarım ile istenilen her ölçekte iki boyutlu bir ekranda, çok çeşitli ve karmaşık üç boyutlu şekiller gösterilebilmektedir. Bilgisayar destekli tasarım, yeni bilgi üretme gücü, bilgi toplama ve hızlı veri işleme gücü ile klasik tasarıma göre daha kullanışlı ve verimli bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Grafik bilgileri bu sistemde çok doğru ve hızlı bir biçimde işlenmekte ve geriye dönük değişiklikler de ekranda gösterilebilmektedir. (Sevindirici, 2009, s. 227)

Yazılımların gelişmesine koşut olarak bilgisayar destekli tasarımın kullanımı oldukça yaygınlaşan bir teknolojidir. Bilgisayar sisteminin geniş saklama alanları olmasının bir

avantajı olarak tasarlanan bir ürün geri çağırılıp üzerinde değişiklik ve oynama yapmak mümkün olmaktadır. Bu sayede yeni ürün tasarımları büyük ölçüde kolaylaşmıştır. Ürün tasarımı bu sistemler ile gerçekleştirilmesinin ardından, veri tabanının farklı algoritmalar ve fonksiyonlar tarafından çeşitli amaçlarla kullanılması olağandır. (Sevindirici, 2009, s. 228) Özetle; bilgisayar destekli dijital tasarım ortamında, tasarlanan ürünü oluşturan parçaları direnç, ağırlık ve mukavemetini test edilerek ürünün görünümü, performansı ve güvenilirliği çözümlenebilmektedir.

4.2.1 Bilgisayar Destekli Tasarımda Modelleme Yöntemleri

4.2.1.1 İki boyutlu çizim

İki boyutlu çizimler, bilgisayar destekli tasarım modelleme yöntemleri içerisinde tasarımcılar, teknik ressam ve mühendisler tarafından en çok tercih edilen ortak kullanım şeklidir. Geleneksel olarak kullanılan çizim tahtası bunun en büyük sebeplerinden biridir. Çizim tahtası üzerinde doğal olarak iki boyutlu çizim yapılabilmektedir.

Üretilcek tasarımların, mekanik kısımlarının geometrisini tanımlamakta, iki boyutlu çizim doğru ve uygun olmaktadır. İki boyutlu çizim ile elde edilen tasarım ürününün şekil, geometrik boyutlandırma ve detay özellikleri bilgisayar destekli yazılım kullanıcısı ve mühendisin tasarımı tanıması açısından uygun olmaktadır.

4.2.1.2 Üç boyutlu (3D) modelleme

Dijital ortamda üç boyutlu modelleme, bir geometrik modelin veya nesnenin temsil edilmesi veya meydana getirilmesi sanatıdır. Gerçek hayattaki deneyim ve prototipin yerini, bilgisayar destekli tasarım ortamında yapılan benzetim ve geometrik modelleme almıştır. Grafik olan ve olmayan tüm verilerin ve bilgilerin beraber bir bütün olarak temsil edilmesine geometrik model denilmektedir.

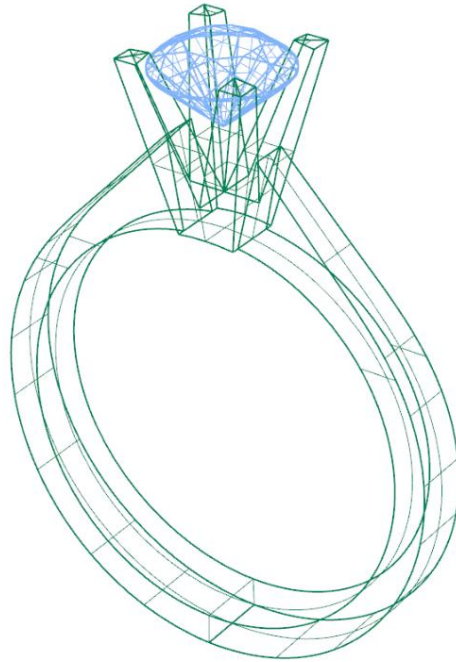
Geometrik yapı bakımından nesneler üç tipe ayrılmaktadır. Üç boyutlu, iki boyutlu ve her ikisinin birleşimi şeklindedir. Kesitlerin bulunduğu düzlemde dik olarak yön alan tekdüze kalınlığa ve kesite sahip nesneler iki buçuk boyutlu olarak adlandırılır. Böyle bir nesnenin tel kafes modelleme yöntemiyle inşası, nesnenin uygun olan yüzlerinin yapılması, uygun yönde kalınlık değeriyle yansıtılması ve aynı yönlerde uygun olan kenarların oluşturulması metoduyla olmaktadır. Bu sayede yapılacak olan modelin bütün köşe nokta verilerinin

girilmesinden ve hesaplanmasından daha kullanışlı bir yapılandırma yolu olmaktadır. Çatıyı oluşturacak ana noktaların koordinatların dijital ortama girilmesi ve bu noktaların uygun öge tipleriyle birleştirilmesi üç boyutu nesnenin yapılandırılmasını sağlamaktadır. (Nalbant, 1997, s. 102)

Tasarımın üretilebilir benzetmesinin yapılabilmesi için dijital ortamda üç boyutlu tanımlanması gerekmektedir. Yazılımı ve donanımı ile bilgisayar teknolojisinin sunmuş olduğu sanal ortamda, tasarımı üretilebilir hale getirmek mümkündür. Üç boyutlu bilgisayar tasarımı kendi içerisinde modelleme, görselleştirme ve canlandırma olarak üç ana başlıkta ele alınabilir.

4.2.2 Bilgisayar Destekli Üç Boyutlu (3D) Modelleme Teknikleri

4.2.2.1 Tel-Kafes (Wireframe) modelleme

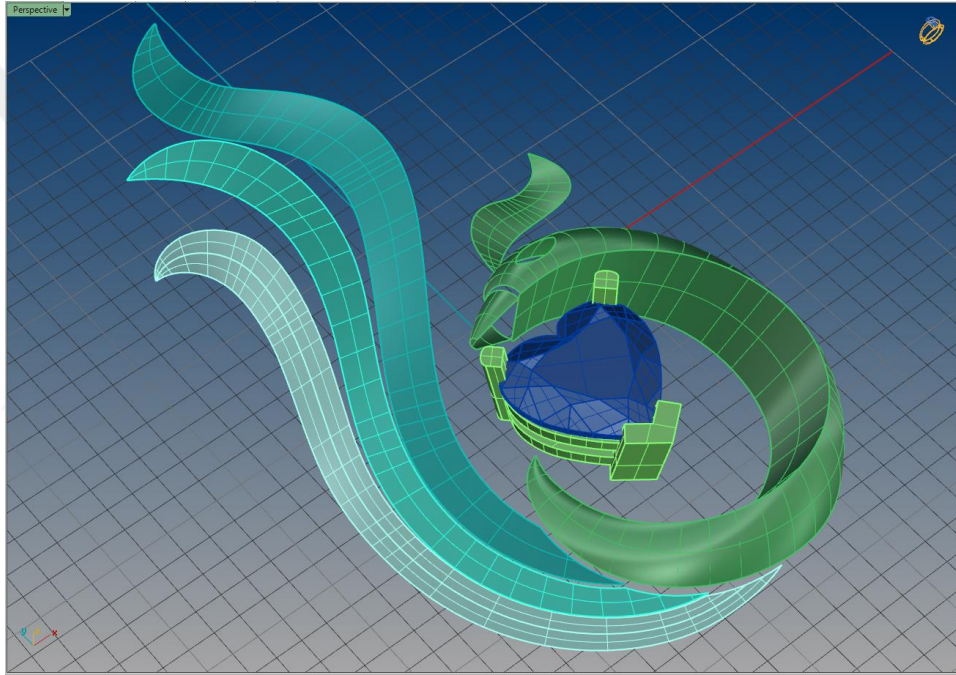


Şekil 4.2: Dijital ortamda tel kafes modelleme ile yapılmış bir tektaş modeli

Birçok bilgisayar destekli tasarım yazılımı, tel kafes modelleme yöntemini tasarlanacak ürünlerin geometrisini tanımlamak için kullanmaktadır. Tasarımcı bu yöntemle, üç boyutlu modelin köşelerini dijital ortamın (x,y,z) koordinat sistemine tanıtmış olur. Girilen köşe verilerinin birleştirilmesiyle elde edilen tel kafes şekli üç boyutlu modelin temelini oluşturur.

(Molinari & Megazzini, 1998, s. 3) Tel kafes şekli yalnızca noktalardan ve çizgilerden oluşmaktadır. (Şekil-4.2) Kenarlar ve köşelerin iki boyuttaki çok görünüşlü duruma karşıt üç boyutlu olması gerekmektedir. Tasarımcı, bu koordinat sistemine yerleştirilmiş kenarların köşe noktaları ve uzunlukları üzerinde oynama yapabilmektedir. Tel kafes modelleme yönteminin yüzey geometrileri de bulunmamaktadır. Dolayısıyla yalnızca noktalar ve kenarlardan oluşmaktadır.

4.2.2.2 Yüzey (Surface) modelleme



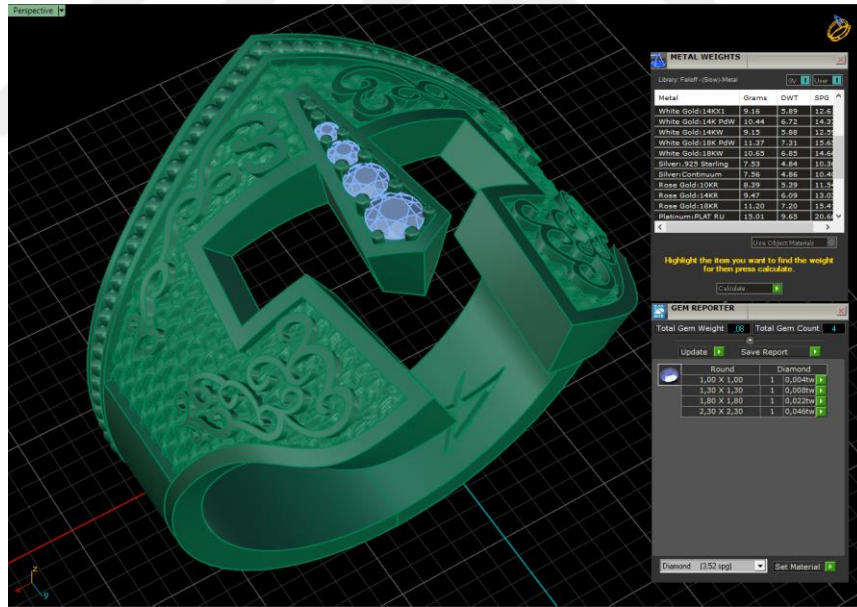
Şekil 4.3: Dijital ortamda yüzey modelleme ile yapılmış kuş tasarımı

Küçük dikdörtgenler veya üçgenlerin birleşmesi ile ortaya çıkan modeller, yüzey modelleme tekniği ile oluşturulmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım programlarında çoğunlukla kullanılan yöntemdir. Oluşturulmak istenen modeller üçgen veya kare yüzeylerin birleşimiyle meydana gelmektedir. Tel kafesleme yönteminde kullanılan çizgilerin ve noktaların üzerini örten bir deri işlevindedir. (Molinari & Megazzini, 1998, s. 4) Çizilmesi zor ve karmaşık olan yapılar için kullanılmaktadır. Yüzey modelleme tekniğinin avantajları olduğu kadar dezavantajları da vardır. Karmaşık yüzeyler birbirine birleştirilse dahi tam bir katılık güveni vermemektedir. Yani bu yöntemle çizilen modellerde delik ve yarık gibi sorunlar da çıkmaktadır. Katı

olmaması nedeniyle de kütle ve ağırlık hesaplamaları yapılamamaktadır. Çıkan sorunlar yardımcı programlar ile tamir edilip üretim için prototip makinesine iletilmektedir.

Koordinatları belli olup yüzey denklemi bilinmeyen diğer bir yüzey oluşturma tekniği de Non-Uniform Rational B-Spline/NURBS'dür. Düzgün olmayan, eğri, dalgalı yüzeylerin oluşturulması ve görselleştirilmesi için geliştirilen üç boyutlu dijital modelleme yazılımıdır. NURBS çizgilerin birleşimiyle elde edilen tekdüze yüzeylere karşıt, rasyonel katsayılı geometri kabiliyetiyle daha yumuşak ve eğrilik denetimi olan yüzeyler meydana getirir. Modellenmiş yüzeyleri işlemek için büyük bir hassasiyet ve esneklik sunmaktadır. Karmaşık ve organik şekillerin oluşturulmasında büyük kolaylık sağlamaktadır. NURBS ortamında eğrilerin ve yüzeylerin düzenlenmesi sezgisel çalışmaktadır. Yüzey üzerinde bulunan izometrik çizgi noktaları ile kolayca oynama yapılabilir.

4.2.2.3 Katı (Solid) modelleme



Şekil 4.4: Dijital ortamda katı modelleme ile yapılmış miğfer yüzük tasarımı ve bilgileri

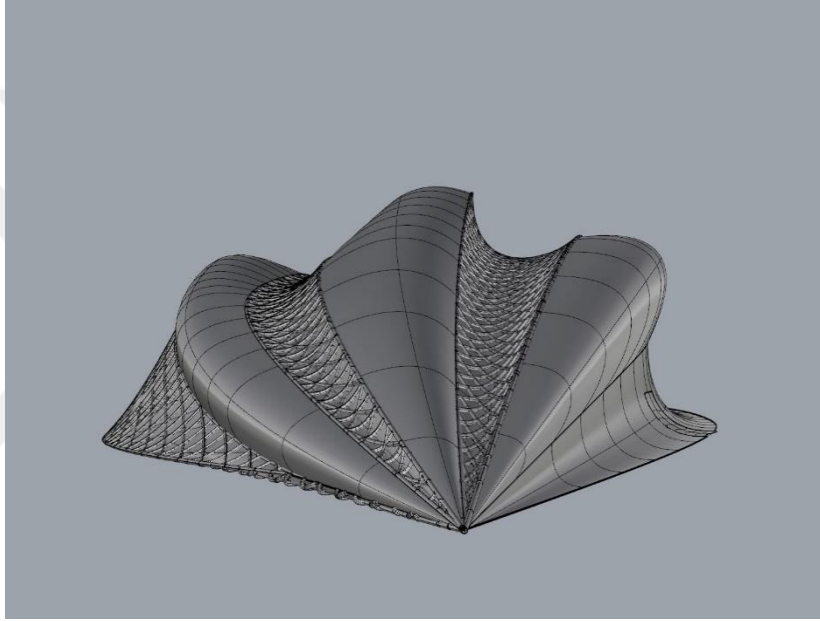
Bilgisayar destekli tasarım programlarında katı modelleme tekniği ile tasarlanan objeler daha görsel olmaktadır. Katı olmalarından dolayı yüzey modelleme tekniğine göre, çizilen nesneleri görsellik açısından daha anlaşılır kılmaktadır. Nesnelerin hacmi, ağırlığı yoğunluğu hesaplanabilmektedir.

Bilgisayar destekli tasarım yazılımlarında katı modelleme sistemi ile üç boyutlu küre, silindir, küp, koni gibi temel objeler ile tasarımlar oluşturulmaktadır. Bu üç boyutlu temel objeler

birbiri içinde birleştirilip çıkarılarak karmaşık modeller oluşturulabilir. Ayrıca düzlemde çizilen şekiller ve iki boyutlu cisimler veya yüzeyleri belli bir eksenle uzatıp kalınlık vererek üç boyuta çevirebilmek de mümkündür.

Katı modelleme tekniği ile oluşturulamayacak kadar karmaşık yapıda olan bir model için yüzey modelleme tekniğini kullanmak daha verimli olacaktır.

4.2.2.4 Parametrik ve hybrid modelleme



Şekil 4.5: Parametrik modelleme ile yapılan Kartal Kültür Merkezi kabuk tasarımı

Yüzey modelleme tekniği ile yapılamayan, çok karmaşık modellerin yapılabilirdiği katı modellemenin de ilerisinde olan çizim tekniğine parametrik modelleme denir. Bu modelleme tekniği parametrelere dayalı nesneler oluşturulmaktadır. Bu modelleme tekniğinde nesnede değişiklik yapabilmek için, nesnenin parametresi sabit tutulur ve diğer parametrelerde oynama yapılabilir. Parametrik modelleme programlarının özelliği *“üç boyutlu modelin her bir bileşeninin diğer bileşenle ilişkili olarak oluşturulması ve sayısal değerlerinin her an değiştirilebilmesidir.”* (Akipek, 2007, s. 242) Bu tür bilgisayar destekli tasarım programlarında, standart bulunan komutların dışında parametrik komutlar matematiksel formüller kullanılmaktadır. Örneğin; matematiksel olarak dizi ve seri formülleriyle, çoğaltma veya kopyasını çıkarma işlemi gerçekleştirilmektedir. Tekrara dayanan modellerde genellikle parametrik modelleme tekniği kullanılmaktadır ve bu modellerde değişiklik yapıldığı anda

modelin tamamında bu biçim değişikliği görülmektedir. Tasarımın birçok türevi bu değişimler esnasında elde edilmekte ve ürün geliştirme aşamasına katkı sağlamaktadır.

Bunların dışında hybrid modelleme tekniği ise katı ve yüzey modelleme tekniğinin karışımıdır. Yüzey modellemenin karışık modelleme becerisiyle, katı modellemenin basit ve küt modelleme becerisinden doğan modeller oluşturulmaktadır.

4.3 TAKI TASARIMINDA KULLANILAN BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROGRAMLAR

Tasarım sürecine yardımcı olan bilgisayar destekli programlar dijital teknolojinin paralelinde yenileni gelişme göstermektedir. Dijital teknolojinin bu denli gelişmesi CAD programı çeşitlerinin artmasını sağlamıştır. En uygun CAD programını seçebilmek için, programın, tasarımcı ve sektöre bağlı işletmenin belirttiği ölçütlere uyması gerekmektedir. Bilgisayar destekli tasarım programının çizim kolaylığı, fonksiyonelliği, anlaşılabilir olması ve maliyeti uygun bir seçim ölçütü olmaktadır.

Yaşadığımız teknoloji çağında her sektörde bilgisayar destekli tasarım programı kullanılmaktadır. Tasarım ürünlerin modellenmesi için kullanılan birçok program vardır ancak takı sektörü için daha ayrıntılı programlar kullanılmalıdır. Bu nedenle takı sektörü için geliştirilen programlar yazılmıştır. Bu yazılımlar;

- Artcam Jewelsmith
- 3Design Jewel
- Freeform
- Jewel CAD
- Jewelspace 3
- Gemvision Matrix
- Solidworks
- Rhinoceros
- Zbrush (Ayyıldız, 2007, s. 4)

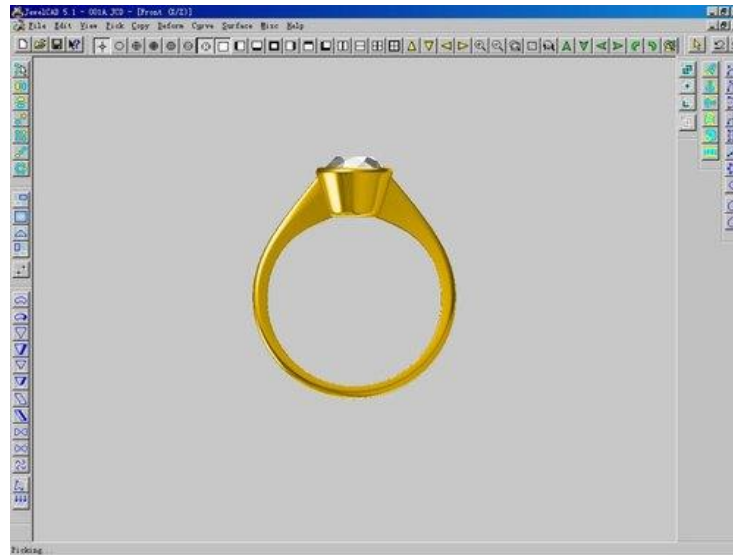
Takı için geliştirilen bu yazılımlar arasında ülkemizde en çok Jewelcad, Rhinoceros, Matrix ve Zbrush kullanılmaktadır.

4.3.1 Jewel CAD

Jewellery Cooperation takı alanında tasarımcı veya operatörün bilgisayarda tasarım yapabilmesini ve geliştirmesini sağlayan ilk yazılımlardan biridir. 3D serbest biçimli bir yüzey modelleyicisidir. Tasarım verilerini engelleyici kesme işlemi ve otomatik tekrarlar gibi uğraştırıcı düzenlemelere yer vermeden, bağımsız ve hızlı veri şeklinde modeller yaratmak için kullanılan programdır.

Modelin noktaları oluşturulur ve bu noktalar çekiştirilerek düzenleme yapılmaktadır. Bu mantıkta çalışmasından dolayı tasarımcıya veya çizim operatörüne olumlu yönde değer katmakta ve üretim sürecini hızlandırmaktadır. Ancak Jewel CAD programının ara yüzü, kullanıcıya esneklik anlamında bir fayda sağlamamaktadır. Programda modellenen tasarımın aynı anda farklı pencerelerden değişik açıları görüntülenememesi ve kusurlu kısımlara müdahale edilememesi Jewel CAD yazılımının zorluklarından biridir. (Durgut, 2010, s. 245)

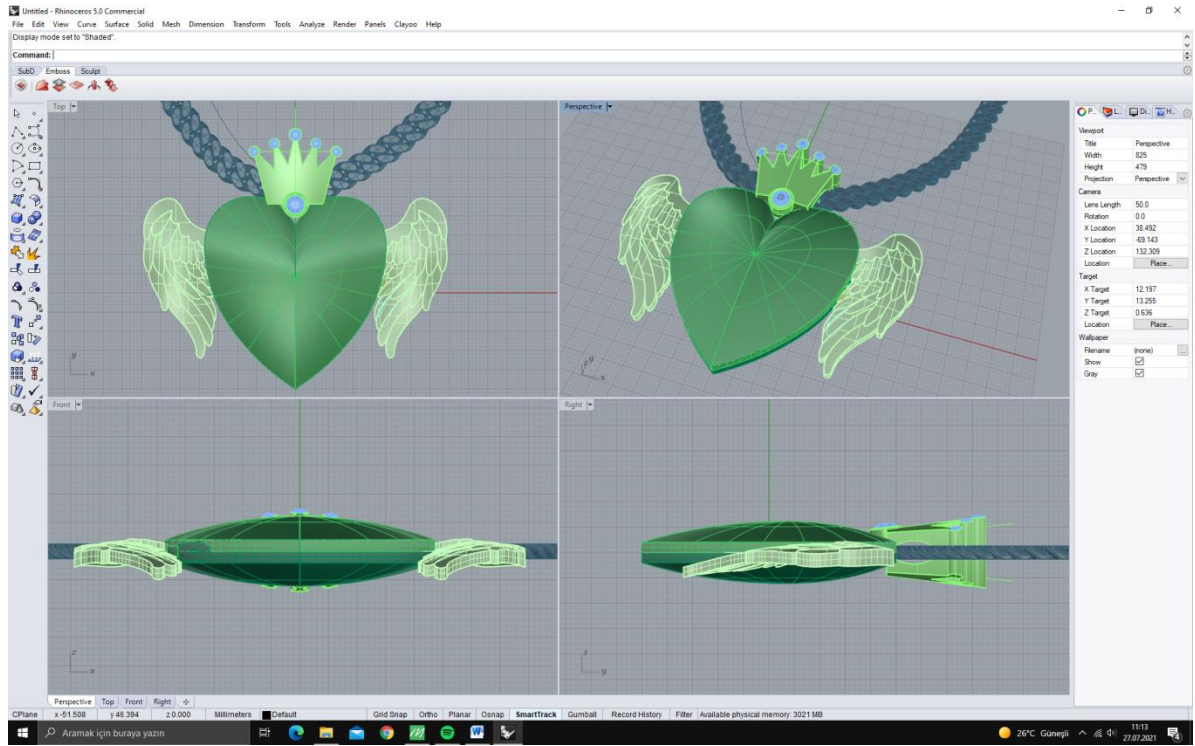
Jewel CAD yazılımını geliştiren firma programın temel çalışma mantığının üzerine farklı bir gelişme gösterememiştir. Jewellery Co. son güncellemesi olan Jewel CAD Pro ismiyle 2019 yılında yayınlanmıştır. (www.jcadcam.com, 2020) Ancak firmanın çıkardığı bu yazılımın yeni sürümünde de görsellik haricinde yeni kolaylıklar sunmadığı, fiyat artışı ve performans bakımından yeterli olmamasından dolayı kullanıcı tarafından fazla tercih edilmediği gözlenmiştir.



Şekil 4.6: JewelCAD programı ara yüzü ve çizilen yüzük modeli

Bu programda çizilen tasarımların dijital ortamdaki verilerinin sadece model maker tipi 3D prototip yazıcılarında alınabilmesi, reçine ile prototip üreten yazıcılarda çok problem çıkarmasından dolayı takı sektöründe talep azalmıştır. Fotogerçekçi görüntülerin (render) kalitesinin çok düşük olması ve program ara yüzünde eklentilerin (plug-in) üretilmemesi de bu yazılımın kullanım oranını düşürmektedir.

4.3.2 Rhinoceros



Şekil 4.7: Rhinoceros programı arayüzü ve modellenen kolye tasarımı

NURBS yüzeylerin ve kafes-mesh poligonların şekillendirilmesi ile modelleme yapma imkânı sunan üç boyutlu modelleme aracıdır. Modelleme aşamasında çizgiler ve noktalarla oynayarak sonsuz şekiller yapabilme olanağı ile kullanıcı için yardımcı ve esnek bir programdır. Bir modelin meydana getirilmesi, birbiriyle ilişkilendirilen birden çok yüzeyin birleştirilmesiyle olmaktadır. Uç uca birleştirilen iki veya daha çok yüzeyin oluşumuna çoklu yüzey denilmektedir. Bu çoklu yüzeylerin hiç açık yüzeyi olmayacak şekilde birleştirilmesi sonucunda hacimsel bir model ortaya çıkmaktadır. Rhino'nun kullanıcıya sunduğu bu çoklu yüzeylerden oluşmuş hazır hacimli objeler de bulunmaktadır. Bu çoklu yüzeyler mükemmel bir biçime sahip olmayabilir, bu yüzden kullanıcı, modeller üzerinde istediği gibi oynama

yaparak çok farklı formlar ve şekiller ortaya çıkarabilmektedir. Bunun yanında Rhino'nun analiz araçları, oluşturulan modellerin geometrilerinin kalite kontrolü için vazgeçilmez bir yardımcıdır. (Dönmez, Nisan 2015, s. 4-5)

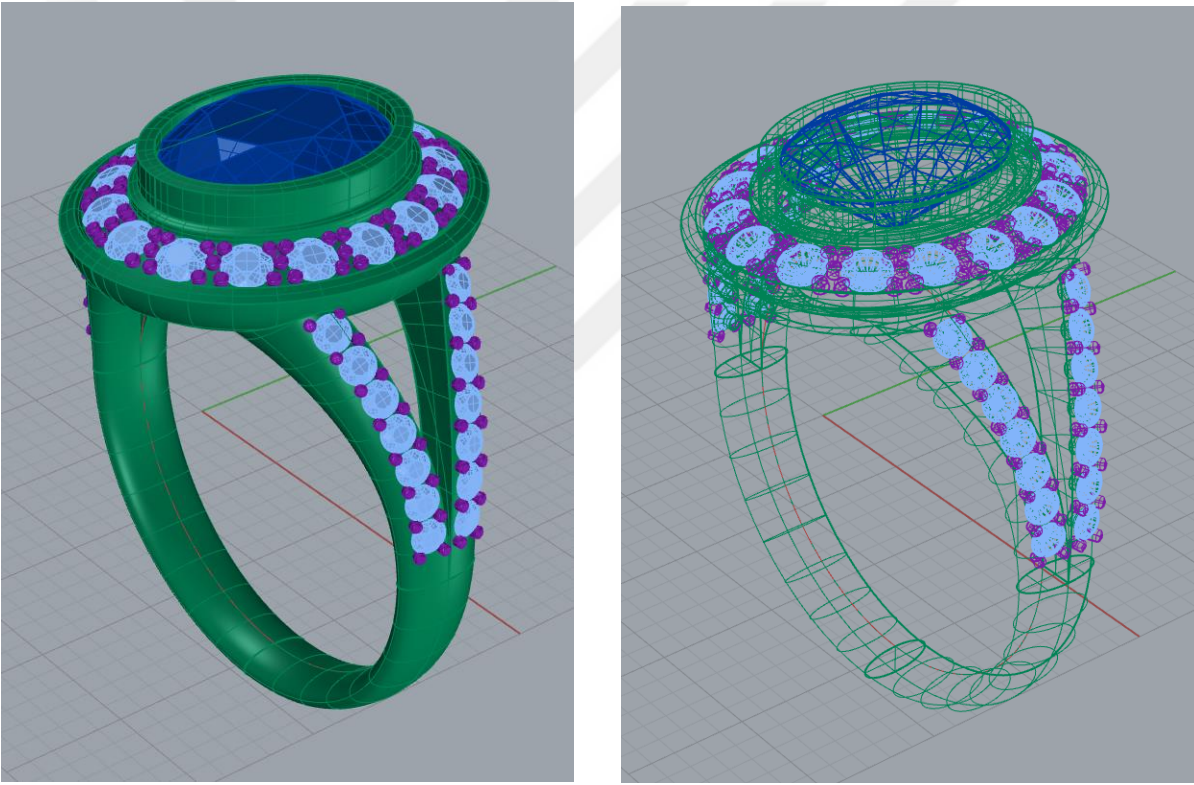
Rhinoceros ile araba, gemi, bina, mobilya vb. büyük ölçekli modeller oluşturulacağı gibi program daha küçük objeler de modelleme imkânı sunmaktadır. Rhinoceros çeşitli meslek dallarına özel hazırlanmış birçok eklenti de sunmaktadır. Özellikle takı sektöründe JewelCAD programından sonra kullanılmaya başlanan bir programdır. Sürekli kendini geliştirmesi ve yenilikler getirmesiyle bu sektörde daha fazla talep görmektedir. Örneğin RhinoGold eklentisi takı ve mücevher alanında hazır modeller (yüzük, küpe, kolye, zincir modelleri, süsleme objeleri, taş yuvaları, taş tırnakları, taşın yer boşaltması vb.), değerli ve yarı değerli taş olanağı sunmaktadır. Takı sektörü en başta göze hitap ettiği için modellenen objenin sunumu da önemlidir. Rhinoceros iki farklı sunum imkanını yazılımında bulundurmaktadır. İlk olarak fotogerçekçi görüntüleme yani render olarak adlandırılmaktadır. Rhinoceros birçok sektöre modelleme imkanı sunduğu için, kendi bünyesinde bulunan fotogerçekçi görüntüleme yazılımının yanı sıra V-Ray, Flamingo, Brazil gibi eklenti yazılımlar ile de bu imkanı daha iyi sağlamaktadır. (Şekil-4.8)



Şekil 4.8: Rhinoceros programının V-Ray eklenti yazılımından alınan dijital modelin fotogerçekçi görüntüsü

Sunum yönteminin diğer seçeneği ise oluşturulan objenin animasyonunu yapmaktır. Yine Rhinoceros genel yazılım sisteminde basit bir şekilde oluşturulabilse de, Bango gibi

animasyon eklentileri ile daha iyi sonuç alınabilmektedir. Rhinoceros her ne kadar yüzey ve sonrasında katı nesne inşa etmek üzere kullanılan bir yazılım programı olsa da, gelişmiş çizgi ve nokta altyapısına sahip bir programdır. Rhinoceros NURBS modelleme aracı olarak üç boyutlu görüntülemeye büyük kolaylık sağlamaktadır. Rhinoceros nokta ve çizgilerin tabanının haricinde, üç boyutlu görüntülemeye yüzeyler kendi referansını veren çerçeveler içinde bulunmaktadır. Bunlara tel-kafes (wireframe) model denilmektedir. İstenildiği zaman bu programda çizilmiş nesne yüzey olarak veya tel kafes model halinde görüntülenebilmektedir. (Associates, 2021) (Şekil-4.9)



Şekil 4.9: Rhinoceros programında modellenen bir yüzüğün hem tel kafes hemde yüzey olarak görüntüsü

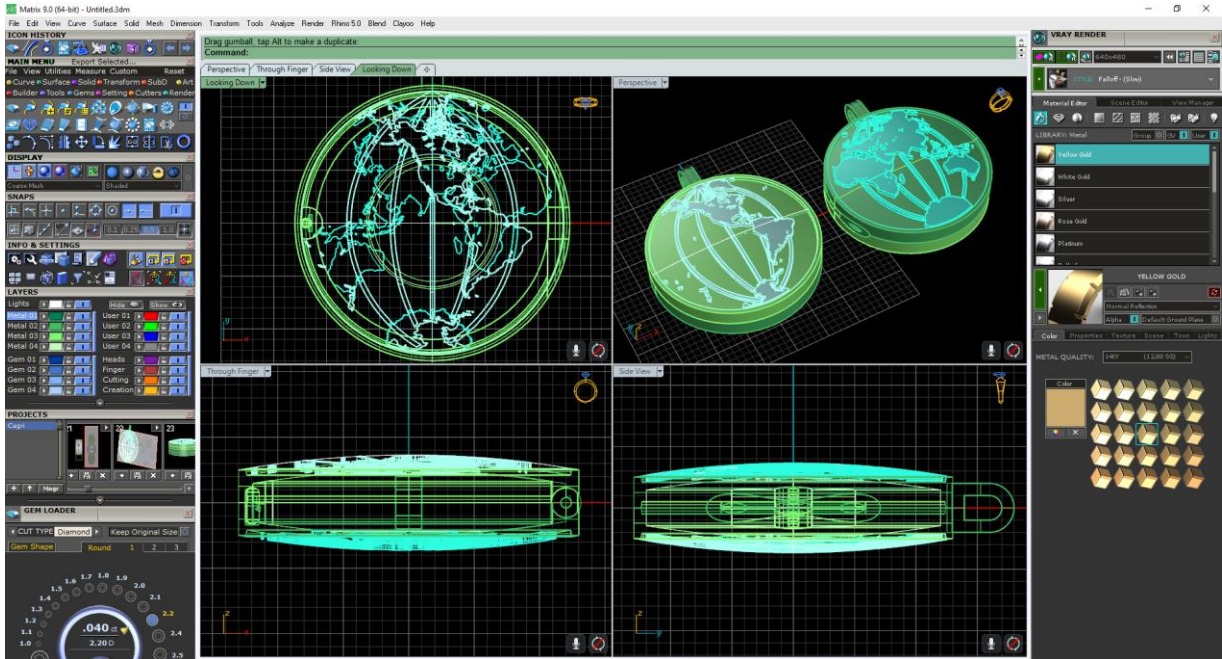
Rhinoceros programının temel mantığı yüzey modelleme olduğu için birçok bağımsız yüzeylerin birleşmesiyle çoklu yüzey oluşturma imkanı vermektedir. Katı modelleme programlarına göre Rhinoceros bu özelliği ile daha esnek ve kullanışlı konumdadır. Çoklu yüzey ile oluşan her bir nesne kendi parametrelerine sahiptir. Böylelikle tasarlanması zor ve çok kompleks bir nesneyi tamamlayarak bir bütünü oluşturabilmektedir. Yüzey ekleme mantığıyla çalışmasının dışında tek parçalı hacimsel nesneler de oluşturulmaktadır. Küp, küre, prizma vb. gibi kusursuz hacimler elde edilmesinin yanı sıra eğri çizgiler veya yüzeyi bükerek

çeşitli amorf hacimler de elde edilir. Bütün bu hacimlerin içerisi katı olmadığı için boştur. Yüzey et kalınlığı verilerek katı hale getirilmektedir. (Dönmez, Nisan 2015, s. 8)

Rhinoceros programın da yapılan bir çizimi farklı formatlarda kayıt edilerek diğer modelleme programlarda kullanabilmesi için içe aktarım (import) ve dışa aktarım (export) gibi çok fazla seçenek sunmaktadır. Bu sayede diğer programlardan bilgi alışverişi yapılabilmesi tasarlanan modelin işleyişini hızlandırarak ve üretimi kolaylaştırarak büyük avantaj sağlamaktadır. Bütün bu avantajları ile takı ve mücevher tasarımında dijital bir yardımcı olmaktadır. (Durgut, 2010, s. 246)

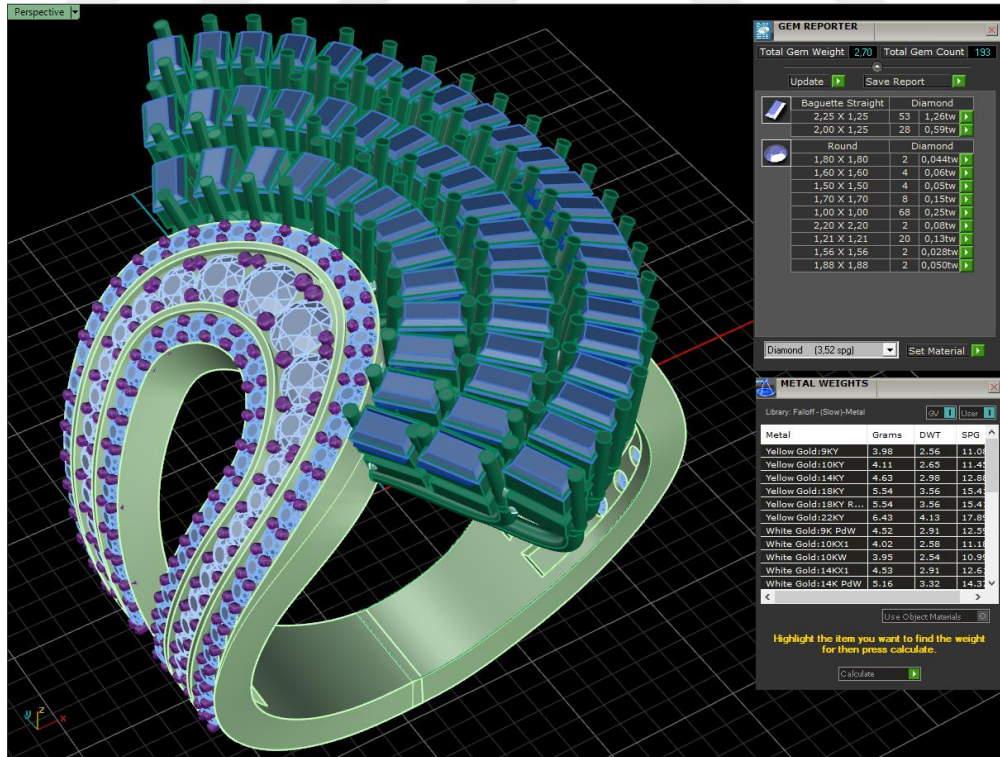
4.3.3 Matrix

Takı alanında çalışmaları olan Gemvision, Robert McNeel & Associates'in Rhinoceros programı ile ortaklığı sonucu geliştirilmiş bilgisayar destekli takı tasarım uzantısıdır. Alt yapısında Rhinoceros programının yazılımını kullanmaktadır. Rhinoceros programı ile aynı çalışma mantığında olan Matrix programı, Rhinoceros'dan farklı olarak program içerisinde kullanılan komutları toplu olarak bilgisayar ekranının sol tarafında bulundurmakta ve alt alta oluşan pencereler şeklinde programın ara yüzü tasarlanmıştır. (Gemvision, 2021)



Şekil 4.10: Matrix 9.0 programının ara yüzü ve tasarlanan bir kolye

Rhinoceros programının bütün komutlarına ek olarak Matrix'te takı tasarımı için bütün araçlar eklenti olarak bulunmaktadır. Pirlanta, oval, baget, kalp, zümrüt, trapez vb. kesim şeklinde olan standart taşların karat ağırlıkları ve ölçülerini bulundurmaktadır. Bunların dışında her kesim şekline göre kabaşon taşların ve incilerin ölçüleri de bulunmaktadır. Standart kesim şeklinin yanı sıra taşları kişiselleştirme imkanı da sunmaktadır. Bu taşları oluşturulan yüzey üzerinde tutunması için kullanılan tırnaklar da bulunmaktadır. Tırnakları farklı tekniklerde görselleştirmek ve tasarımı daha iyileştirmek için komutlar da vardır. Mıhlayıcının maden üzerinde çelik kalem yardımıyla, ayıklama yöntemiyle oluşturduğu tırnaklar bu şekilde hem daha hızlı hem de kolay bir biçimde oluşturulmaktadır. Taşların yerleştirildiği yüzey ve tutan tırnaklardan taşın yerinin, taşın oturacağı yerin boşaltılmasına yardımcı kesici komut yer almaktadır. Bu komutla yine mıhlayıcı ustasının konik freze ile yerini açması bir yandan kolaylık sağlamakta bir yandan madenin fire kaybından kurtarmaktadır. Modellenen objede tasarım açısından sağlam olmasını, kullanılabilirlik açısından kolay kullanımını sağlayan hazır, farklı kanal çeşitleri bulunmaktadır.



Şekil 4.11: Matrix programıyla modellenmiş bir yüzüğün ağırlık ve taş bilgisi

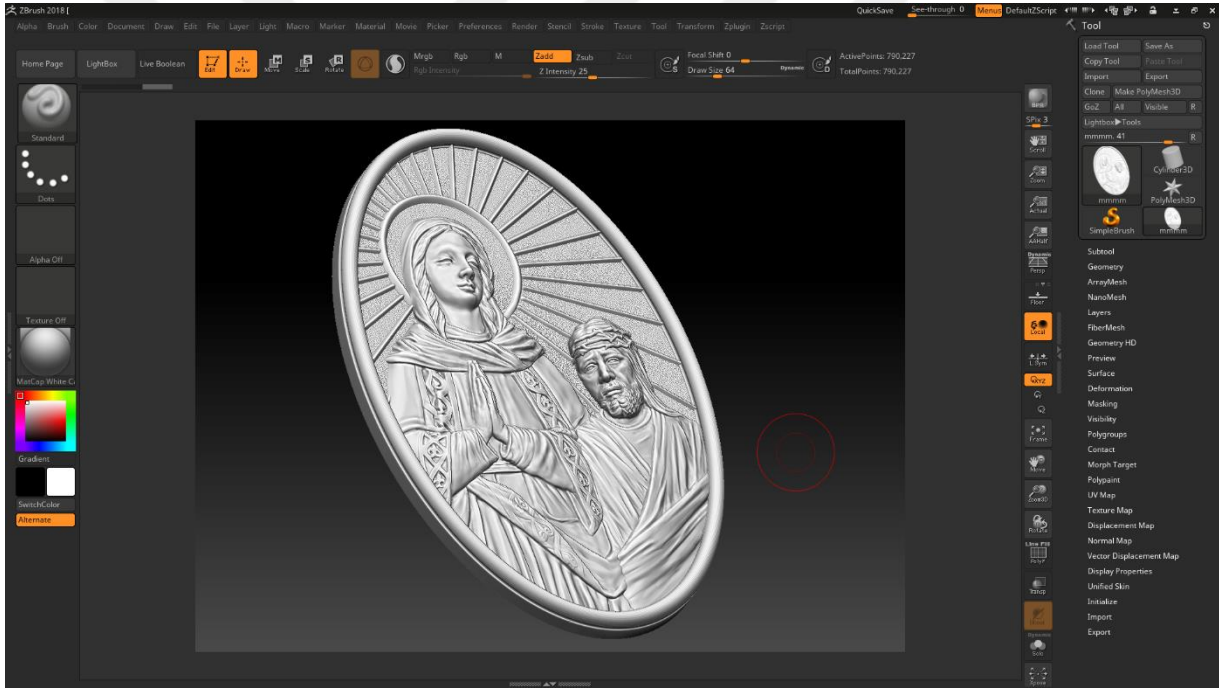
Matrix ortamında oluşturulan her obje, gümüş, platin, paladyum, titanyum, farklı renk (kırmızı,beyaz,sarı) ve ayarda (8,14,18,22) altın gramı hesaplanabilmektedir. (Şekil-4.11) Oluşturulan objede kullanılan taşların toplam karat ağırlığı da çıkarılır. Yani bu da Matrix ortamında çizilip tasarlanan her objenin önceden maliyet hesaplamasına kolaylık sağlamaktadır.

Programın ara yüzünde bulunan Art menüsü ile alfa fotoğrafları kabartmalı olarak yüzey üzerine aktarmak mümkündür. Rhinoceros tabanlı bir program olmasından dolayı Matrix programı içerisinde tam tur, tektaş, beştaş, fantezi yüzük, tektaş yuvaları vb. hazır şablon bulunmaktadır. Güverse ve örme olarak adlandırılan tel işleme sanatını kolaylaştıran hazır komutlar vardır. Klasik erkek yüzüklerini kolaylıkla oluşturmak için hazır komutları da ara yüzü içerisinde bulundurmaktadır. Tırnaklı veya sıvama tekniğiyle yapılan taş yuvalarını istenilen şekil ve boyutlarda oluşturulabilecek hazır kesitler, tırnak çeşitleri ve diğer çeşitli araçlar Matrix programı içerisinde yer almaktadır. Rhinoceros programının fotogerçekçi görüntüleme eklentisi olan V-Ray render uzantısı da Matrix programında kullanılmaktadır. Takının göze hitap edebilmesi için Gemvision tarafından geliştirdiği animasyon ekleme komutu da bu programın takı tasarımı alanında en çok tercih edilen program olmasına yol açmıştır. Fotogerçekçi görüntülemeye tasarımın kolye ya da küpe ise boyunda, yüzük yada bileklik ise parmakta nasıl durduğunu render menüsü içerisinde bulunan hazır şablonlar üzerine koyarak gözlemlemek mümkündür.

Bu yazılım programının kullanıcı için en büyük dezavantajı fiyatının çok pahalı olmasıdır. Diğer bir dezavantajı ise Rhinoceros altyapısı üzerinden kullanılan bir program olmasından dolayı Rhinoceros program lisansının da olması gerekmektedir. (Durgut, 2010, s. 246) Bunların dışında Robert McNeel & Associates Rhinoceros yazılıma yeni bir sürüm çıkardıktan sonra Gemvision şirketi Matrix için yeni bir sürüm çıkarmaktadır. Rhinoceros 4 sürümüyle çalışan Matrix8 programında sadece art menüsüyle görsele bağlı olarak kabartma yapılırken, Rhino 5 sürümüyle çalışan Matrix 9'da Clayoo eklentisi ile kabartmaları mesh yüzeyde kullanıcı istediği gibi oluşturmaktadır. Bu nedenle Matrix programına tek başına güncelleme yapılamamaktadır. Bu da eklenti yazılım programı kullanmanın diğer bir dezavantajıdır.

4.3.4 Zbrush

Pixologic şirketinin geliştirdiği yüksek çözünürlüklü üç boyutlu grafik tasarım yazılımıdır. Diğer yüzey ve katı modelleme programlarından farklı ayırt edici özelliği, geleneksel heykel yapım tekniklerini bilgisayarın dijital ortamında simüle edilmesidir. (Şekil-4.12) Zbrush programında oluşturulan model, dijital ortamda bir kil topunun el ile şekillendirilmesi hissiyatını vermektedir. Dijital ortam için geliştirilmiş donanım araçları yardımıyla, geniş yaratıcı özgürlük sunmaktadır. Tasarımcılar ve kullanıcılar Zbrush'ın bu özgür dijital ortamını kullanarak çok detaylı ve organik modeller oluşturmanın yanında, bitmiş tasarıma Rhinoceros ve JewelCAD gibi üç boyutlu programlara göre daha hızlı ulaşmaktadırlar. (Şekil-28)

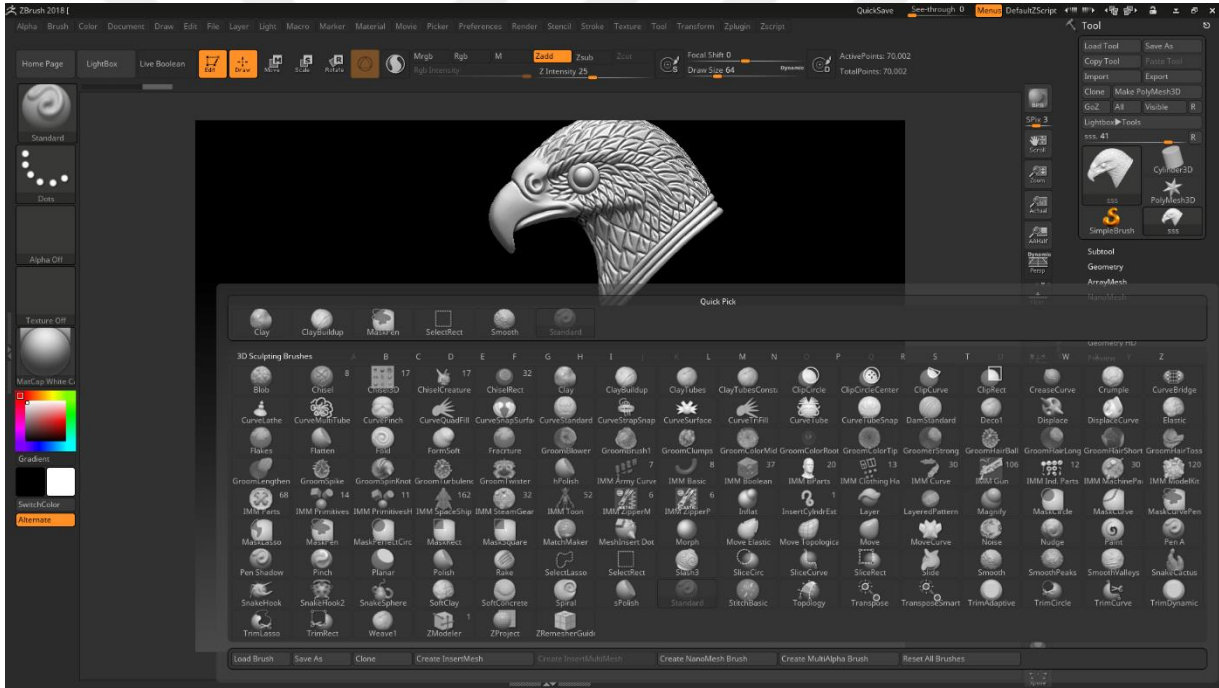


Şekil 4.12: Zbrush programının ara yüzü ve modellenen Hz. İsa ve Meryem Ana rölyef çalışması

Zbrush programının Pixologic şirketi tarafından 1999 yılında ilk sürümü tanıtılmıştır. Her yıl üzerine eklenen uzantılar ve güncellemeler ile çığır açmış en iyi modelleme araçları arasındadır. Tasarımcılar bu programdan önce çok karmaşık yazılımlar ile yapılmasını imkânsızlaştıran ve çok zorlaştıran modeller yapmak zorunda kalmışlardır. (Pixologic, 2021) Tasarımcı ve sanatçıların geleneksel heykel yapım tekniklerinden esinlenilerek yapılan Zbrush yazılımında, dijital ortamdaki kili, tıpkı gerçek bir ortamda yapılan heykeller gibi ezerek,

kazıyarak, çekerek, üzerine katman ekleyerek, uzatarak istenilen forma gelene kadar değiştirebilmektedir.

Zbrush programı kendi içinde temel olarak 30'dan fazla fırça araçlarıyla daha çok kontrol imkânı sağlamaktadır. Program kullanıcıları da kendi fırçalarını oluşturabilmektedirler. Pixologic şirketinin resmi web sitesi üzerinden farklı kullanıcıların oluşturduğu fırçalara da erişim imkânı vardır. (Şekil-4.13) Tasarımcı bu fırçaları kullanarak, zihninde canlandığı her modeli dijital ortama aktarabilmektedir. Zbrush çok fazla yüzey detayına sahip ayrıntılı organik modelleme yapımına yardımcı program olmasının yanında endüstriyel tasarım alanında da birçok model yapmak için uygundur. (Öztürk, 2019)



Şekil 4.13: Zbrush programında model oluşturmak için kullanılan fırçaların görünümü

Zbrush programının sağladığı kolaylıklar göz önüne alınarak, sadece sanat alanında değil tüm üretim alanında dünya çapında vazgeçilmez bir dijital araç olmuştur. Yüksek poligon sayılarına çıkabilmesi tasarlanan objenin veya oluşturulan karakterin her detayı model üzerine işlenmektedir. Zbrush programının içerisinde fotogerçekçi görüntüleme yazılımı diğer üç boyutlu yazılım programlarına göre daha üstün seviyededir.

Günümüz dünyasında Zbrush genellikle oyun, animasyon ve sinema sektörlerinde karakter modellemek için kullanılsa da takı alanında hem karakter modelleme hem de organik model

oluşturulmasında kullanılmaktadır. Takı tarihinde geçmişten bu yana organik figürler hep kullanılmıştır. Bu figürlerin yapımı çok zahmetli ve ustalık gerektiren modeller olmasından dolayı nadirdir. Ancak organik modellere çok fazla talep olması takı sektörünü Zbrush kullanmaya itmiştir. Dijital sanatçıların oluşturduğu organik modeller takıya uyarlanarak talep edenlerin kullanımına sunulmaktadır. Rhinoceros ve Matrix gibi programların, Zbrush kadar esnek ve kolay kullanımlı olmamasından dolayı dijital ortamda takı tasarımı Zbrush dijital ortamına kaymaktadır.



şekil 4.14: Zbrush programında modellenen goril yüzük

5. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TAKI ÜRETİMİ

5.1 HIZLI PROTOTİPLEME

Hızlı Prototipleme (Rapid Prototyping-RP), üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım (CAD) verilerini kullanarak bir parçanın veya montajın ölçekli bir modelini hızlı bir şekilde üretmek için kullanılan bir grup teknik olarak tanımlanabilir. (Fundamentals, 2021)

Hızlı prototipleme sistemleri ilk defa 1980’li yılların başında kullanılmaya başlanmıştır. O yıllardan itibaren hızlı gelişmeler göstermiş ve yaşadığımız dönemde birçok iş kolunda üreticiye yardımcı olmuştur. Günümüzde hızlı prototip üretim teknolojisi en çok tıbbi malzeme üretiminde, diş implantında, iş makinesi parçaları üretiminde, doğrudan döküm kalıbı ve parça tedarikinde, uzay teknolojilerinin üretiminde, otomotiv parçalarının üretiminde, seri üretim kalıp imalatı, kuyumculuk ve takı üretimi vb. gibi farklı iş kollarında kullanılmaktadır. (Çelik, Karakoç, Çakır, & Duysak, 2013, s. 55) Bilgisayar destekli tasarım programında hazırlanmış katı bir modelin, dijital dataları doğrultusunda elle tutulur bir modele dönüştüren sistemlere verilen diğer bir tanımdır. Tıraşlama ve oyma işlemi mantığıyla maden eksiltme yöntemini kullanarak çalışan bilgisayar destekli nümerik kontrol (CNC) makinelerinin aksine, erimiş katı veya sıvı halde olan hammaddeyi dijital veriler doğrultusunda tasarlanan modelin geometrisini katmanlar halinde katı nesneye dönüştürerek imal etmektedir. Buna katmanlı üretim (Additive Manufacturing) de denilmektedir. Yapılacak olan model geleneksel üretim yöntemlerinin aksine, hızlı prototipleme sistemleri ürünü kalıba almadan, hatasız ve hızlı bir şekilde üretmektedir.

Dijital ortamda modellenen bir ürünün, hızlı prototipleme yöntemiyle katı bir ürüne dönüştürülmesi aşamasında, dışarıdan herhangi bir kesici, delici bir materyale ya da sabitleme aracına gerek duyulmadan üretimi yapılmaktadır. Bu üretim sistemi kolaylığının dışında, çevre dostu nesnelerin üretilmesine olanak sağlamaktadır. Yani hızlı prototip sistemi ile gereksiz hammadde kullanımının önüne geçilmiş olunur. Karmaşık ve çok parçalı bir modelin, geleneksel üretim yöntemiyle parçalar tek tek üretilirken, hızlı prototip sisteminde modelin bütün parçaları eklenerek bir bütün halde üretilmesini mümkün kılmaktadır. (Abhiram, H., Penk, & Liang, 2013, s. 1192) Örneğin, çok fazla parçalı bir zinciri geleneksel üretim yöntemiyle üretmek için; bir telin kıvrılıp, sarılmasının ardından, tek tek halkaların uç uca

eklenip kaynatılmasıyla imal edilmesi gerekmektedir. Yani geleneksel üretim süreci çok uzun sürmektedir. Hızlı prototipleme üretim teknolojisi ile bu süreç daha kısa sürede yapılmaktadır. Dijital ortamda zincir halkalarının bir tanesi üç boyutlu oluştur. Yan yana kopyalanarak aralarında en az 0.10 mm boşluk bırakılarak istenilen uzunluğa gelene kadar çoğaltılır. Zincirin uçlarına kilitleme mekanizması yerleştirildikten sonra birbirine değmeden döküm yolları düz bir tele bağlanarak üç boyutlu inşa edilir. (Şekil-5.1)



Şekil 5.1: Hızlı prototip üretim yöntemiyle imal edilen zincir modeli

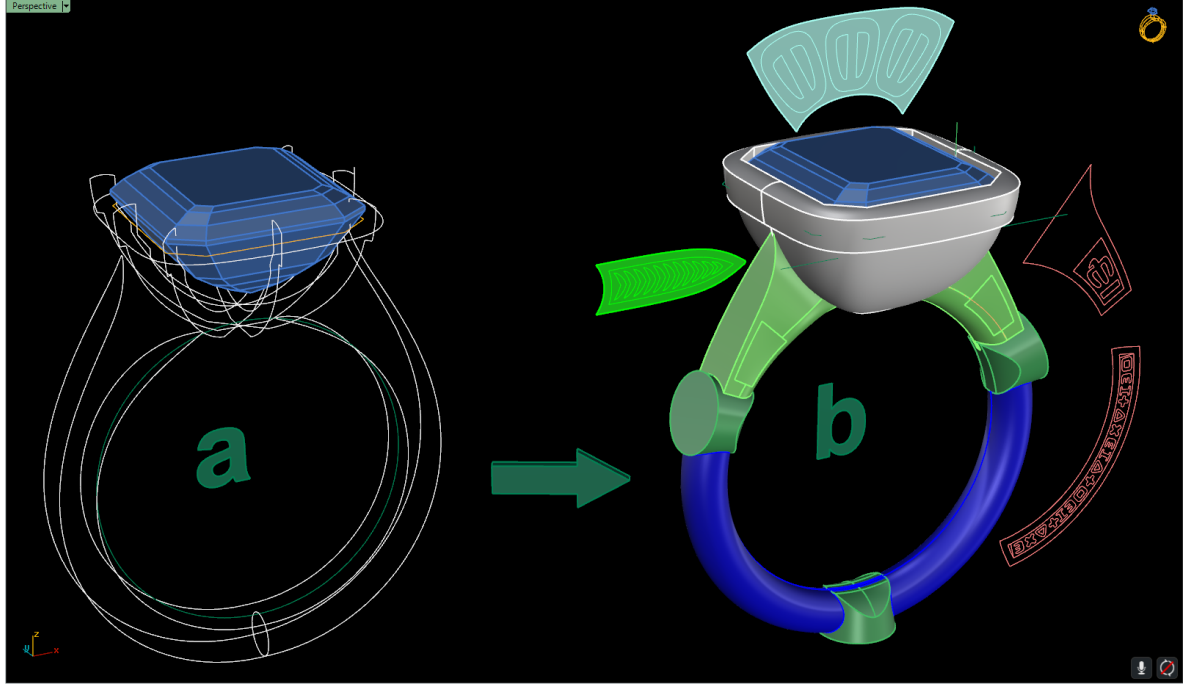
5.1.1 Hızlı Prototip Üretimi Süreci ve Model Uygulaması

Hızlı prototip üretimi, 5 aşamalı üretim süreci bulunmaktadır. Bunlar; tasarımın dijital ortamda modellenmesi, dijital verinin aktarılması, aktarılan dijital verinin kontrol edilmesi ve üretime hazırlanması, üretim ve prototip temizliği ve sunumu şeklindedir. (Clay & Smith, 2000, s. 167)

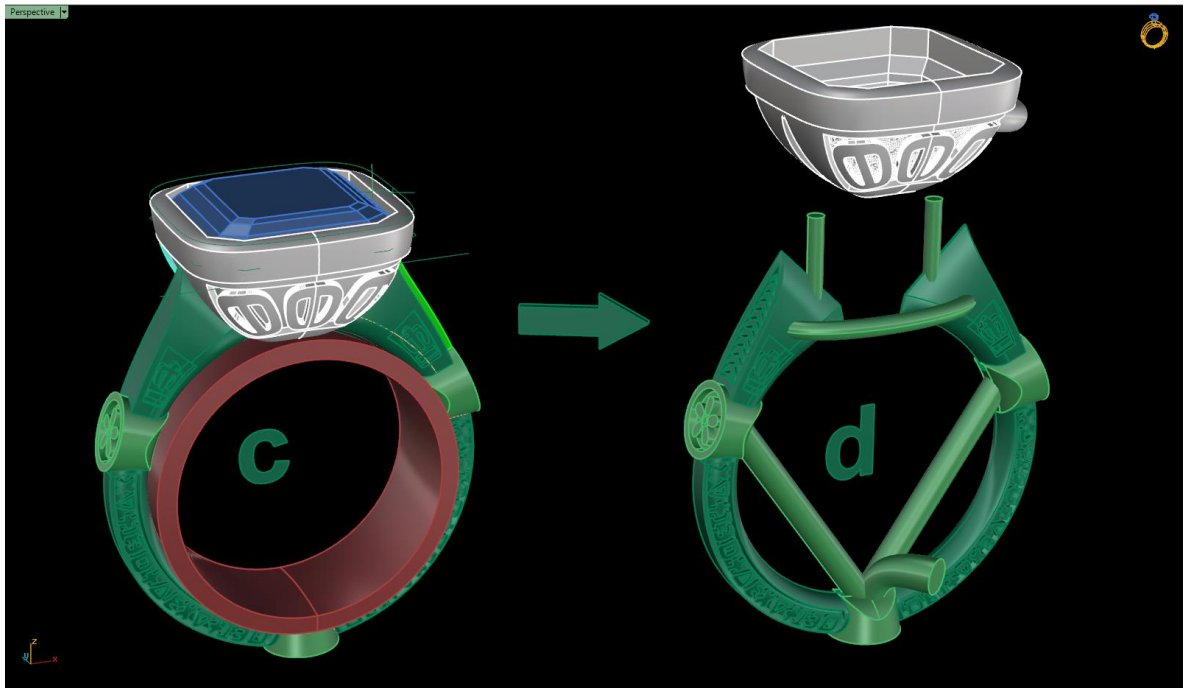
5.1.1.1 Tasarımın dijital ortamda modellenmesi

Bilgisayar destekli tasarım, yapılacak olan modelin oluşturulmasında en fazla zaman harcanan aşamadır. Hızlı prototip makinelerinde üretilecek model kusursuz inşa edilmelidir. Dijital ortamda yüzey veya katı modelleme programıyla oluşturulmuş modellerin kapalı bir hacimde olması gerekmektedir. (Çelik, Karakoç, Çakır, & Duysak, 2013, s. 55)

Matrix Programında oluşturulacak olan model Şekil-5.2 (a) da gösterildiği üzere önce modelin çizgileri ile bu çizgelerin birleşeceği noktalar belirlenir ve yüzey ya da çizilen çizgiye kesit koyularak yüzeyler elde edilir. Yüzey kenarlarının birbiri ile teması sağlanır.



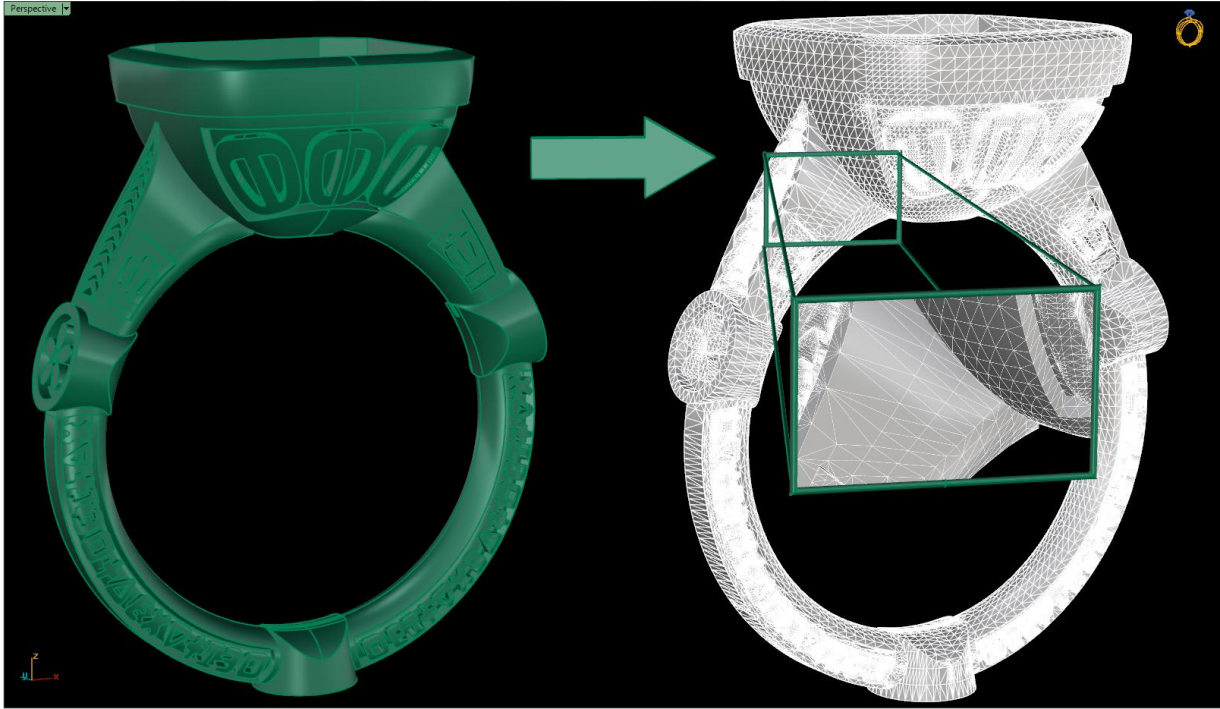
Şekil 5.2: Matrix programında oluşturulan model



Şekil 5.3: Matrix programında oluşturulan model

Yüzeyler hacim kazanması için birbirine yapıştırılmaktadır. Oluşan katı objenin (Şekil-5.2 b.) üzerine arzu edilen desenleri oluşturmak için katı objenin üzerinde desen yapılacak alan belirlenerek yüzey çıkarılmaktadır. Bu yüzeylere desenler yine çizgisel olarak işlenir ve katı objeye dönüştürülür. Desenler ana modelden çıkartılarak istenilen model elde edilmiş olur. (Şekil-5.3 c.) Model üzerinde gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra modelin prototipleme yapılabilmesi için destek çubukları üzerine eklenir. Kayıp mum tekniği ile hassas döküm yapılma sürecinde modeli oluşturan malzemenin akabilmesi ve yerine gelecek madenin objeyi oluşturabilmesi için model üzerinde maden yürüme kanalları belirlenerek Şekil-5.3 d'de görüldüğü gibi destek çubukları koyulmaktadır.

5.1.1.2 Dijital verinin aktarılması



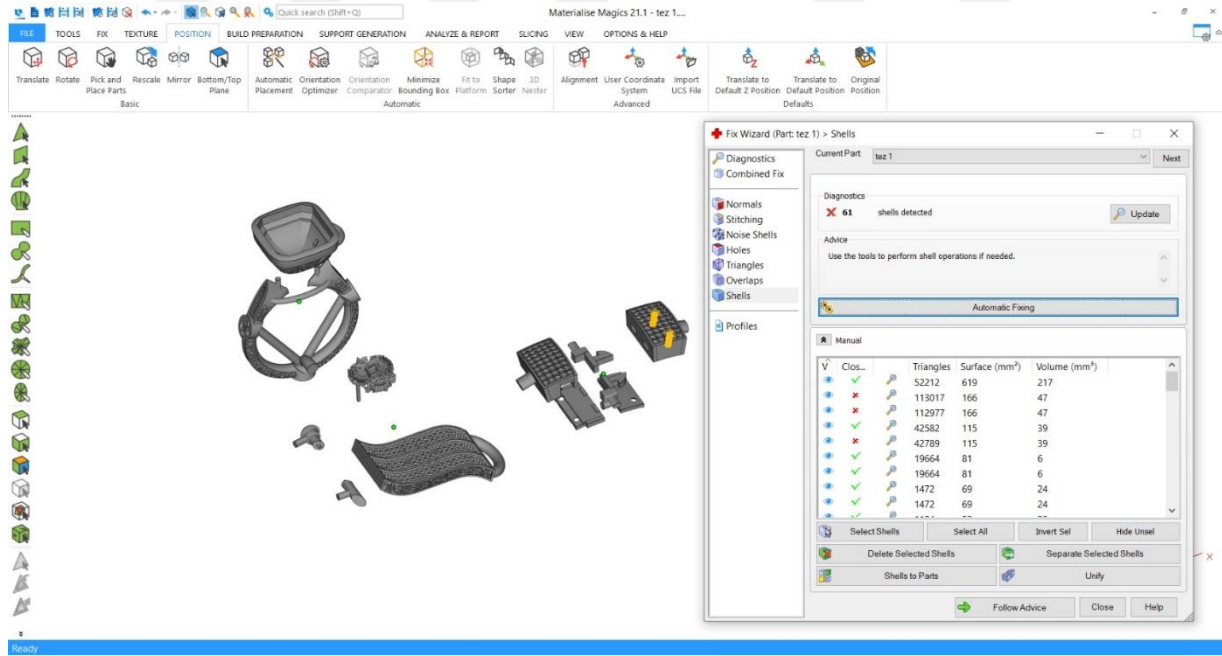
Şekil 5.4: Matrix programının dijital ortamında oluşturulan modelin STL verisindeki üçgen yüzeyler

Her bilgisayar destekli tasarım programının model oluşturmada kullandığı farklı algoritmaları vardır. Tasarım programlarında tamamen oluşturulan bir modelin hızlı prototipleme makinelerinde dijital verileri algılayabilmesi için program formatının değiştirilmesi gerekmektedir. Bilgisayar destekli tasarım programlarının belli bir uyum sağlamaları için stl uzantılı dosya formatı yani Stereolithography standart hale getirilmiştir. (Wannarumon &

Bohez, 2004, s. 573) Yüzeylerin birleşmesiyle çalışan modelleme programları ya da katı olarak çalışma yapılan bilgisayar destekli tasarım programlarında oluşturulan üç boyutlu objeler stl formatına çevrildikten sonra bu objelerin her yüzeyi üçgen parçalara bölünmüş halde görüntülenmektedir.(Şekil-5.4)

Stl dosya formatı her üçgenin yatay ve dikey koordinatlar ile dışarıya olan yönlerini belirtmektedir. Üçgen sayılarını artırıp azaltmak mümkündür. Modelin yüzeyi üzerinde üçgen sayısı ne kadar artarsa ürün üzerindeki hassasiyet de o kadar artacaktır, ancak bu sayının artması dosya boyutunu büyütmektedir. Modelin dosya boyutunun büyük olması üretim hızını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle hızlı prototipleme makinesine konulmadan önce modellerin hassasiyetine göre dosya boyutu ayarlanması gerekmektedir. Takı tasarımında kullanılan Rhinoceros ve aynı tabanı kullanan Matrix programlarında oluşturulan bir obje birçok farklı dosya formatına çevrilmektedir. Stl formatı da bu seçenekler arasındadır. (Şekil-5.4)

5.1.1.3 Dijital verinin kontrol edilmesi

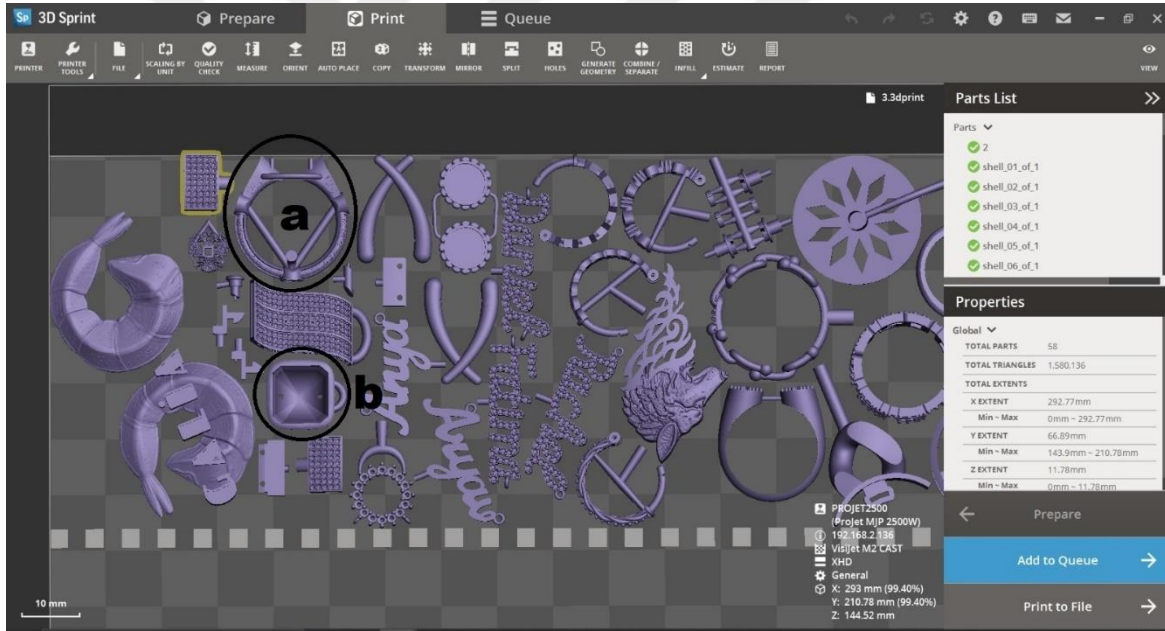


Şekil 5.5: Materialise Magics programında STL dosyası hataları ve düzeltilmiş hali

Tasarımı bitmiş ve stl formatına çevrilmiş obje hızlı prototip işleme yazılımı ile üretim aşamasına hazırlanır. Dijital tasarım süresince modellemesi yapılan obje işletim sisteminden, bilgisayar destekli tasarım yazılımından, donanım elemanlarından veya modeli oluşturan

tasarımcıdan kaynaklı hatalar (delikler, kırıklar, fazladan yüzey, katı olmayan objeler, birleşmemiş parçalar vb.) görülebilmektedir. Bu tür problemleri bilgisayar destekli yazılımlarda düzeltmek mümkündür. Eğer düzeltilemeyen bir hata alınır ise bunları düzeltmek için özel yazılımlarda modelin hataları saptanarak onarılmaktadır. Takı tasarımı için geliştirilmiş olan yüzey oluşturma mantığıyla çalışan Matrix programında bazı durumlarda yüzeyler birleşmemekte veya hacimsel üç boyutlu objenin üzerinde fazladan yüzey kalmaktadır. Matrix programında bu görülmese de stl formatında hata oluşturmaktadır. Bu hatanın giderilmesi için Materialise Magics programı geliştirilmiştir. (Şekil-5.5) hatalı olan objeler belirtilerek düzenlemeler yapılır. (Wannarumon & Bohez, 2004, s. 573)

5.1.1.4 Üretim



Şekil 5.6: STL formatının, MJM hızlı prototip teknolojisinin yazılımında katmanlarına ayrılan (a) ve (b) modelleri

Dijital ortamda üç boyutlu oluşturulan model bu aşamada hatasız stl formatında olan dosyayı bir işleme yazılımı ile üretime hazırlamaktadır. Modelin dijital verilerini işleme yazılımı matematiksel yöntemler kullanarak yatay düzlemde paralel katmanlar halinde modeli bölmektedir. Diğer bir deyişle model yatay olarak katmanlarına ayrılır. (Şekil5.6)

Bu işlemin yapılmasında temel amaç bu teknolojilerinin çalışma mantığından dolayıdır. Hızlı prototip üretimi teknolojisi katmanları üst üste yığarak üç boyutlu modeli oluşturmaktadır. Bu

katmanların kalınlığı üretim teknolojisinin türüne bağılı olarak 0.03-0.2 mm (20-200 μ m) mm aralığında bölünmektedir. (Yılmaz, Arar, & Koç, Şubat 2014, s. 35) Bu yatay düzlem katmanlarının kalınlığı ne kadar az olursa ürünün hassasiyeti ve kalitesi o kadar artmaktadır. Bütün bu aşamalar hatasız bir şekilde tamamlandıktan sonra hızlı prototip üretim makinesine gönderilen dosya üretilmesi için inşa etme işlemine başlar.



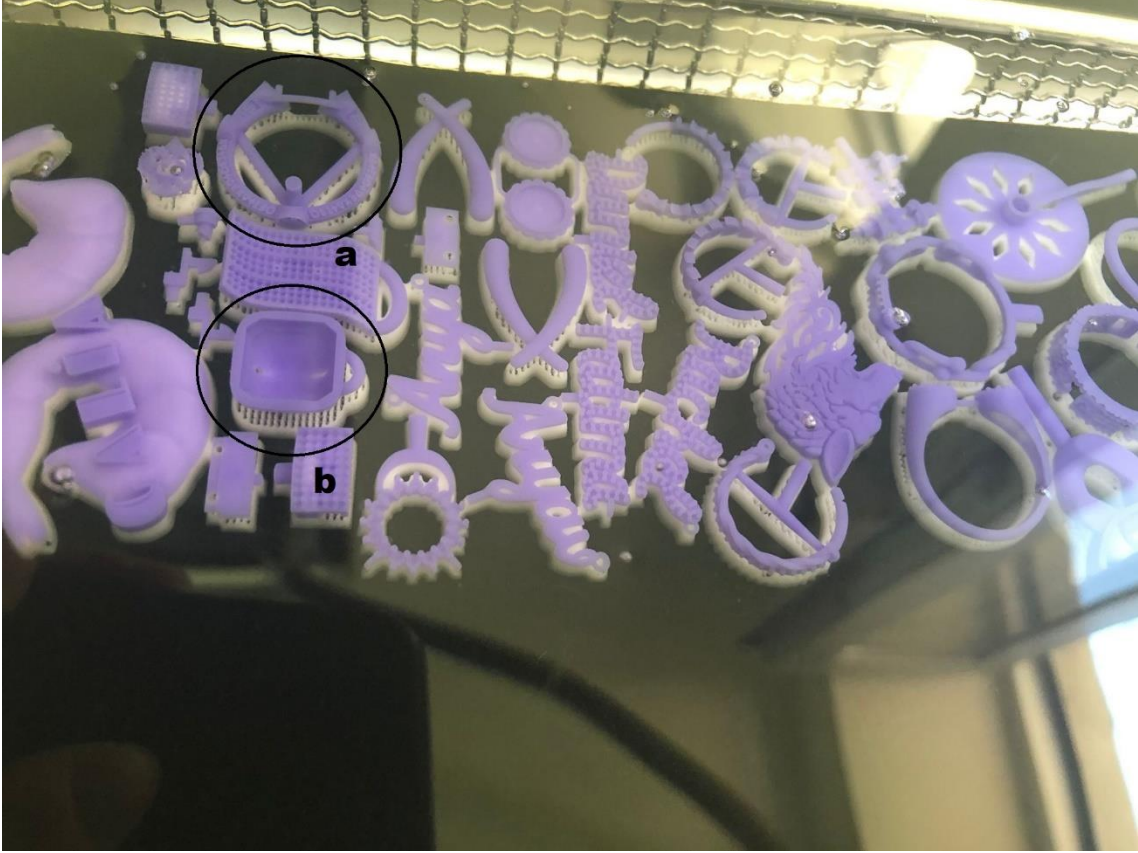
Şekil 5.7: MJM hızlı prototip teknolojisinin inşa aşamasında olan takı prototipleri (a,b)

Üretilcek modelin karmaşıklığı, modelin dosyasının büyüklüğü ve modelin ölçeğine göre hızlı üretim süresi değişiklik göstermektedir. Modelin büyüklüğü arttıkça sürede artmaktadır. Polimer, reçine, mum, toz halinde metal vb. gibi üretim malzemeleri ve sistemleri de üretim sürenin değişmesine neden olmaktadır.

5.1.1.5 Prototip temizliği ve sunumu

Dijital ortamda çizilmiş ve üç boyutlu inşası sonucu katı model haline gelmiş modelin, makinenin x,y,z koordinat düzlemleri tablasından ayrılarak üretim tekniği ve malzemesine göre son işlemleri yapılır. Makineden ayrılan modelin yüzey temizliği yapılır. Üst üste yığma tekniğiyle yapılmasından dolayı katmanlar gözle görülebilir ve modelin yüzeyi pürüzlüdür. Katmanlar arasındaki tarama dokusu belli olmaktadır. Hızlı prototip üretim makinelerinin

bazıları eğeleme, zımparalama, polisaj işlemi yaparak temizlik imkanı sağlasa da, bazılarında kimyasal solüsyon kullanarak (Şekil-5.8) üç boyutlu modelin temizliği yapılmaktadır.



Şekil 5.8: Prototip inşası tamamlanan modeller kimyasal solüsyonda temizlenmesi

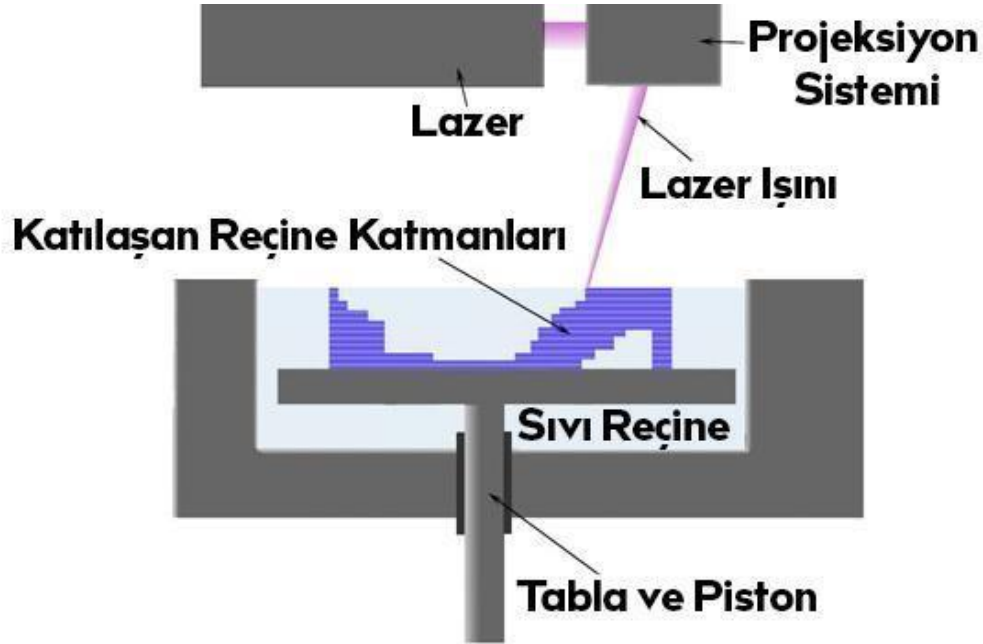
Şekil-5.8 deki görselde lila renkli hassas döküm mumu, beyaz olan ise destek malzemesidir. Matrix programında modellemesi yapılan takının, MJM hızlı prototipleme makinesinde inşası yapıldıktan sonra, destek malzemesinden ayrılması için alkol bazlı kimyasal solüsyonda temizliği yapılır. Destek malzemesi kimyasal solüsyonda eriyerek solüsyonun içerisinde sadece ana model kalır. Model hassas döküme girmesi için üzerindeki solüsyondan arındırılır ve kurumaya bırakılır. Model mumu çok hassastır ve bu aşamada modele çok dikkatli davranılmalıdır.

5.2 HIZLI PROTOTİPLEME ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ

Hızlı prototip üretim teknolojisi, katmanlı üretim tekniğinin kullanıldığı üretim sistemidir. Bu üretim teknolojisinde katmanların yapılması farklı malzemeler ve teknikler kullanılarak

oluşturulmaktadır. Takı sektöründe hızlı prototip üretim teknikleri direkt yada dolaylı olarak kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan hızlı prototip üretim yöntemi MJM (Multi Jet Modeling)'dir. Bu üretim yönteminin yanında SLA (Stereolitografi), FDM (Fused Deposition Modeling), ve SLS/SLM(Selective Laser Sintering/Selective Laser Modeling) hızlı prototip üretim yöntemleri kullanılmaktadır.

5.2.1 SLA (Stereolitografi)



Şekil 5.9: SLA hızlı prototipleme teknolojisi çalışma prensibi

SLA teknolojisi 1988 yılında tanıtılmış ilk hızlı prototipleme teknolojisidir. Matbaacılıkta kullanılan litografi tekniğinin üç boyuta aktarılmış halidir. Stereolitografi makinelerinde fotopolimer malzeme kullanılmaktadır. Bu malzeme ultraviyole lazer ışınları ile etkileşime girip katılaşmaktadır. SLA makinelerinin çalışma mantığında, dijital ortamdan alınan veriler doğrultusunda, makinenin sıvı fotopolimer dolu haznesinde, verilerin bulunduğu noktalara ultraviyole lazer ışınları yansıtılması ile etkileşime giren sıvı fotopolimerin katılaşmasının sağlanması düşüncesi vardır. Katılaşan polimer model reçine içerisinde bulunan bir platformda yapılmış bir şekilde bulunmaktadır. Üretim aşamasına hazırlanırken yardımcı programlar tarafından model katmanlarına ayrılmıştır. Platform katılaşan her katmanın ardından üzerinin tekrar sıvı fotopolimer kaplanması için katılaşan yüzey kalınlığı kadar sıvı fotopolimerin bulunduğu haznenin içerisine girmektedir. Katılaşan katmanın üzerini vakumlu bir bıçak sıvı

fotopolimer ile kaplamaktadır. Bu katmanlar 0.02 ile 0.5 mm kalınlığında değişmektedir. (Çelik, Karakoç, Çakır, & Duysak, 2013, s. 57) Model üç boyutlu oluşana kadar bu katmanlar birbiri ardına gelerek ürünü inşa etmektedir. Modelin altı boş olan komplike parçalarına zeminden çıkan destek dikitleri (support) ile parçalar tutturulmaktadır. Modelin üç boyutlu hali oluşturulduktan sonra bu destekler asıl modelden ayrılmaktadır.



Şekil 5.10: SLA hızlı prototipleme teknolojisi ile modellenmiş takılar

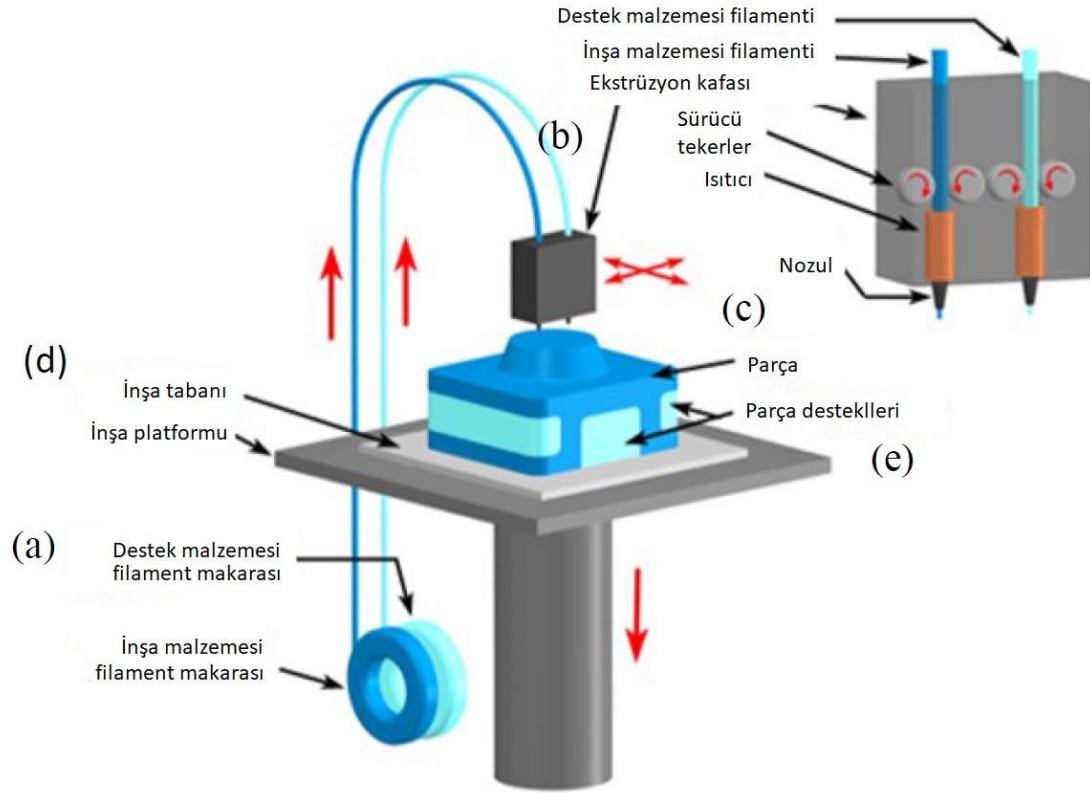
SLA teknolojisi ile düzgün yüzeyli, detaylı ve yüksek doğrulukta polimer modeller üretilmektedir. SLA makineleri pek çok malzemeden üretim olanağı sunsa da, en çok reçine bazlı sıvılar, epoksi, akrilik, fotopolimer kullanılmaktadır. (Kiraz, Sezer, & Şahin, 2018, s. 51) Takı tasarımı ve kalıp üretiminde bu yöntemin kullanılması tercih edilmektedir. Dijital ortamda tasarlanan modelin SLA yöntemiyle prototipi üretilir. Prototip, kauçuk ya da silikon kalıplara alınır ve kalıba alınan model, seri üretim için basınçlı kauçuk mum basma makinesinde adeti çoğaltılır. Basılan mum modeller kayıp mum tekniğiyle döküm işlemi gerçekleştirileceği için mum ağacına dizilir. Hassas döküm tekniği ile talep edilen madenin dökümü yapılır, temizlendikten sonra polisaj işlemiyle kullanıma hazır hale getirilir. SLA

teknolojisiyle üretilen reçine modellerin yüzeyleri çok düzgün olduğu için hassas dökümde oldukça iyi sonuçlar vermektedir.

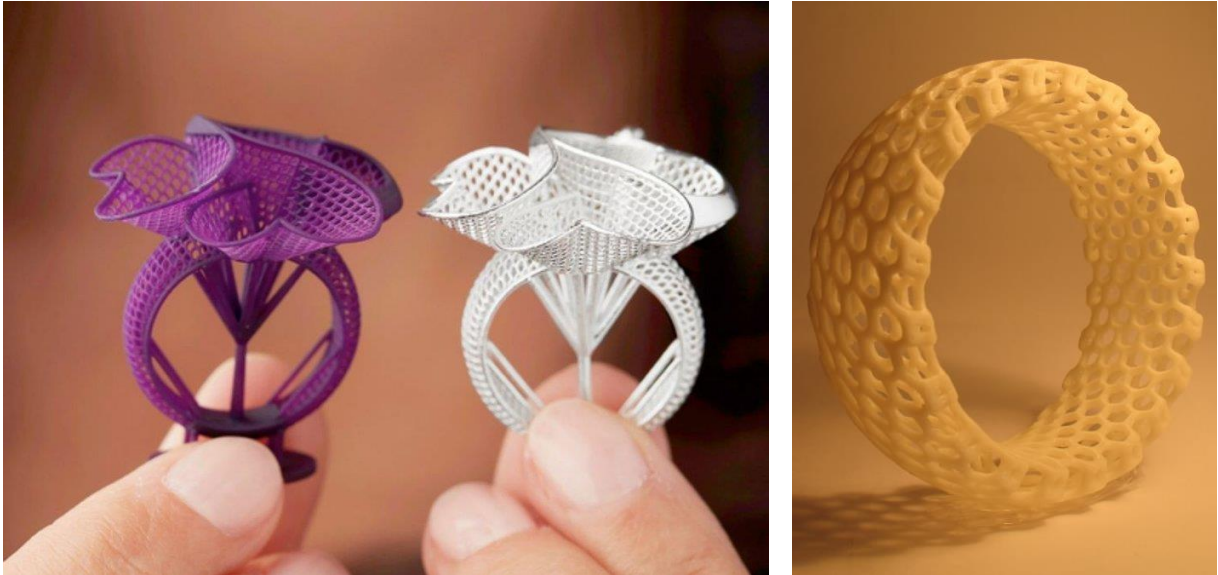
Bu teknoloji, elde yapılması zor olan küçük ve zahmetli modellerin kolaylıkla üretilmesine olanak sağlamaktadır. (Şekil-5.10) SLA model üretim teknolojisi geleneksel üretim yönteminin değişmesinde büyük rol oynamaktadır. Geleneksel üretim yönteminde yapılan bir modelde hata payı çoktur. Ancak dijital ortamda oluşturulup SLA hızlı prototip teknolojisinde bu hata en aza indirgenmiştir. Oluşturulan prototipler çok mükemmel kalıp yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca geleneksel üretim yöntemine göre çok daha kısa sürede model oluşturularak zamanın çok verimli kullanılması sağlanabilmektedir.

5.2.2 FDM (Fused Deposition Modeling/Ergiyik Biriktirme Modelleme Tekniği)

FDM hızlı üretim teknolojisi 1988 yılında ortaya çıkmıştır. Bu teknolojiye hammadde olarak ince bir tel halinde makaraya sarılmış termoplastik malzeme kullanılmaktadır. Makine bu malzemeyi model oluşturmak için kullanılmaktadır. Bazı makine modellerinde termoplastik tel yerine granül olarak da kullanılmaktadır. Termoplastik malzeme makinenin ekstrüzyon kafasında (Şekil-5.11) bulunan nozula yerleştirilir. Oluşturulmak istenilen model çok karmaşık ise modelin desteklenmesi için farklı malzeme kullanılmaktadır. Bu malzemeyi modelin üretilmesi için kullanılan termoplastik nozulunun yanına yani ekstrüzyon kafasına ek olarak bir nozul daha eklenmektedir. Nozul içerisinde termoplastik malzemenin erime noktasına ulaşmadan sabit bir sıcaklıkta kalarak sıvılaşmasına yarayan ısıtıcı bir parça bulunmaktadır. Isınan termoplastik malzeme nozul içerisinde akarak modelin oluşturulacağı platform üzerine modelin yatay kesit geometrisinde katmanlar oluşturur. Platform üzerine akan malzeme çok hızlı yapışıp katılaşır. Bir katmanın inşası tamamlandıktan sonra baskı yapılan platform z ekseninde aşağı doğru hareket eder ve bu süreç bir sonraki katman ile model bitene kadar devam eder. (Tridi, 2021) Her katman ekstrüzyon kafasında bulunan nozulun termoplastik miktarı delik çapına göre değişiklik göstermektedir. Delik çapı 0.178mm ile 0.356mm arasında değişiklik göstermektedir. Yatay düzlemde (x,y) 0.025 mm hassasiyetinde çözünürlük göstermektedir. (Çelik, Karakoç, Çakır, & Duysak, 2013, s. 59)



Şekil 5.11: FDM hızlı prototipleme teknolojisi çalışma prensibi



Şekil 5.12: FDM hızlı prototipleme teknolojisi ile modellenmiş takılar

FDM hızlı üretim teknolojisi ile çok karmaşık modelleri, hareketli mekanizmaları ve çok parçalı modelleri üretmek mümkündür. Bu teknoloji model üretmek için polipropilen,

polietilen, polikarbonat, poliamid, hassas döküm model mumu gibi malzemelerin de kullanılmasına olanak vermektedir. (Kiraz, Sezer, & Şahin, 2018, s. 52)

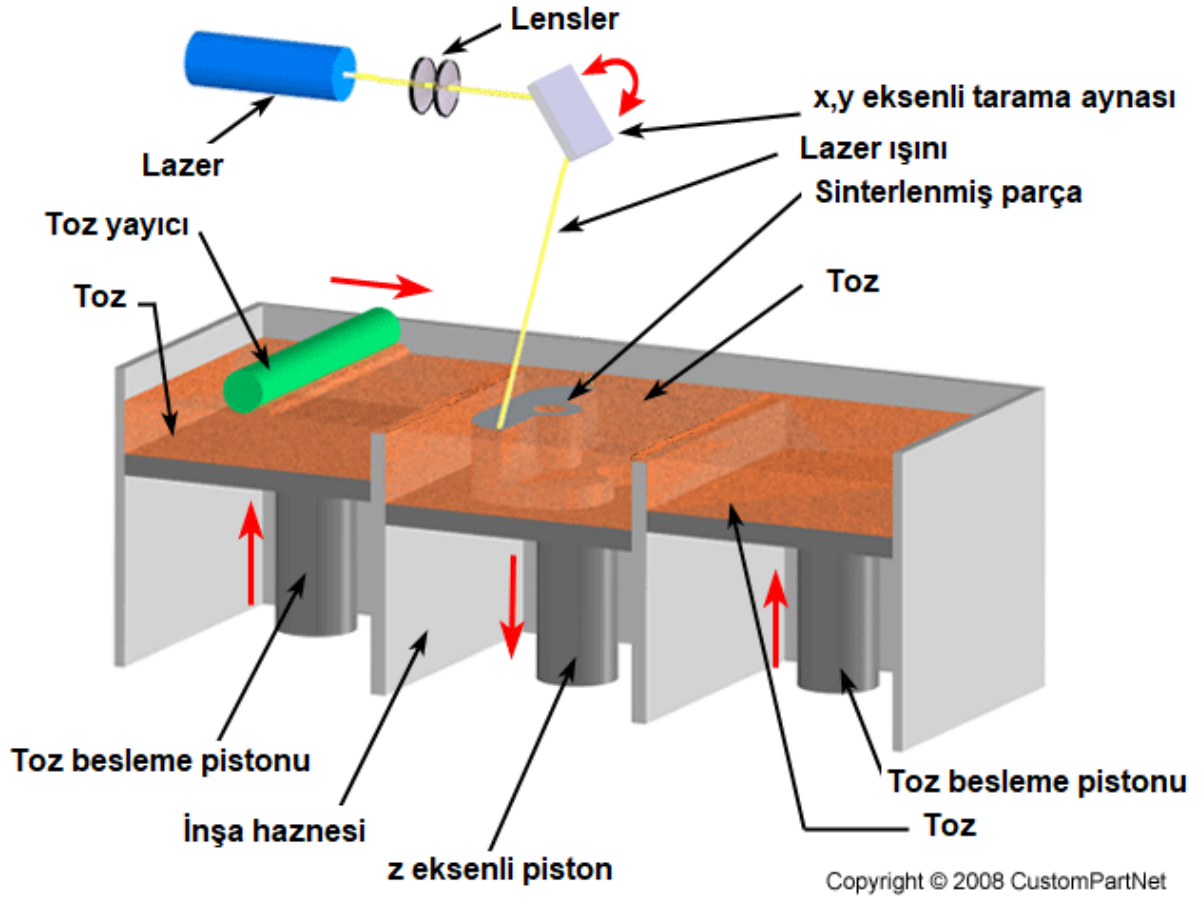
FDM teknolojisi ile üretilen modeller, kırılmaya, esnemeye, bükülmeye, su ve nem ile etkileşime girmeye karşı çok dirençlidir. Parçalarının ve ham maddelerinin ucuz olmasından dolayı ekonomik olması da diğer bir avantajıdır.

FDM teknolojisi takı sektörünün üretim aşamasında kullanılmaktadır. FDM teknolojisinde prototip üretimi kullanılan malzemeye göre değişiklik göstermektedir. SLA teknolojisinde olduğu gibi prototip üretimi yapıp kauçuk kalıba alınıp mum basılıp döküm yapılacağı gibi, FDM makinesinin nozuluna hassas döküm mumu koyularak da üretim yapmak mümkündür. Bu sayede direkt döküm mumu üretildiği için SLA teknolojisiyle üretilen prototipin kauçuk kalıba alma ve mum basma işlemi yapılmamaktadır. Dolayısıyla SLA teknolojisinin üretim sistemine karşı FDM teknolojisi üretimi iki aşama kısaltmaktadır.

5.2.3 SLS/SLM(Selective Laser Sintering/Selective Laser Modeling/Seçici Lazer Sinterleme)

Üç boyutlu hızlı prototip üretim teknolojilerinden olan SLS seçmeli lazer sintirleme, SLM ise seçmeli lazer ergitme yöntemidir. SLS ve SLM hızlı üretim teknolojisinin temel mantığı, ince toz tanelerinin, dijital ortamda oluşturulan modelin geometrik verilerinin lazer ışını ile katı hale getirilmesi yöntemine dayanır.

SLS ve SLM hızlı üretim prosesinde, ısıtıldığı zaman birbiriyle kaynayabilen ince toz halde bulunan hammaddeler kullanılmaktadır. Metal, plastik, fotopolimer, hassas döküm mumu, polikarbonatlar, naylon, seramik gibi malzemelerin tozları ile geniş bir hammadde seçeneği bulunmaktadır. Modelin oluşturulması için toz hammadde düzgün ve ince bir tabaka halinde makinenin inşa haznesine yayılır. İnce toz tabaksının dijital veriler doğrultusunda lazer ışınıyla taraması yapılmaktadır. (Dinetik, 2020)



Şekil 5.13: SLS/SLM hızlı prototipleme teknolojisi çalışma prensibi

Lazer ışınlarının toz yüzeye çarptığı andaki sıcaklık ile toz taneleri sintirlenerek veya kısmi ergimesi sonucunda diğer toz taneleriyle birbirine yapışmaktadır. Bütün katmanlar birbiriyle tam olarak kaynaştıktan sonra inşa haznesi z ekseninde katman kalınlığı kadar aşağı hareket etmektedir. Katmanlı üretim mantığında çalışan bu teknoloji model oluşturulana kadar tekrar edilmektedir. Diğer hızlı prototipleme teknolojisi kullanan makinelerde model için destek malzemesi kullanılırken SLS ve SLM teknolojisinde destek malzemesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Taranan toz taneleri dışında kalan serbest haldeki toz üretilen modele doğal bir destek aracı olmaktadır. Tarama bittikten sonra model, toz haznesinden çıkarılarak arta kalan toz taneleri model üzerinden vakumlanarak yada fırçalanarak temizlenir. Böylece dijital ortamda hazırlanan model direkt olarak üretilip kullanıcıya sunulmaktadır. Artakalan toz

taneleri tekrar kullanılabilir. Bu da ham madde kullanımı açısından tasarruf sağlamaktadır. (Kiraz, Sezer, & Şahin, 2018, s. 43)



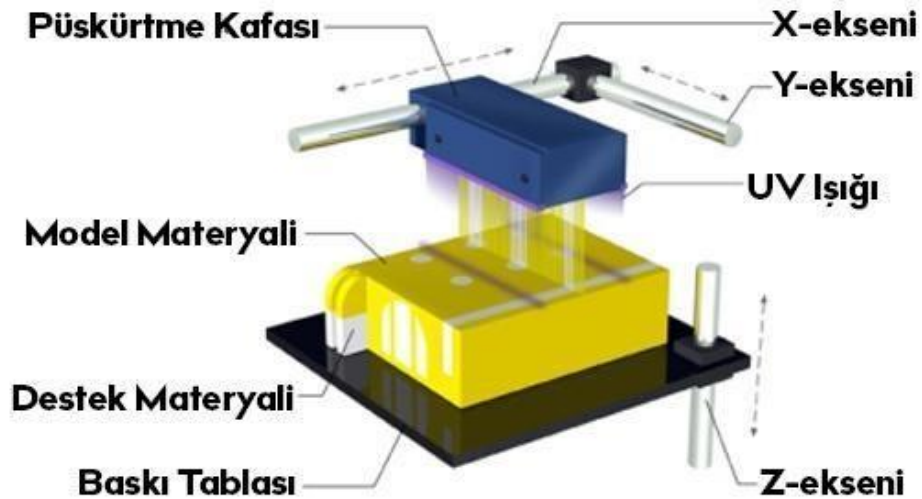
Şekil 5.14: SLS/SLM hızlı prototipleme teknolojisi ile modellenmiş takılar

Takı sektörü için üretilen SLS ve SLM makinelerinde altın, platin, paladyum, gümüş tozları kullanarak model üretimi yapılmaktadır. İnşa haznesinde bulunan tozlar değerli madenlerden olduğu için, tozların tekrar kullanımına olanak sağlayan bu makineler verimlilik açısından tercih edilmektedir. Takı üretiminde, bu sistem ile direkt modelin hammaddesinden üretim sağlanmaktadır. Yani geleneksel ve diğer hızlı prototipleme yöntemlerinin aksine model çok daha hızlı üretilmektedir. SLS ve SLM teknolojisi ile, ürün dijital ortamda oluşturulur, direkt olarak üretilir, temizleme ve polisaj aşamasından sonra talep edenlerin kullanımına sunulur. İç içe geçmiş, karmaşık formlu modeller bir bütün halinde tekrar işçilik yapılmadan üretilmektedir. SLS ve SLA, kalıplı imalata ve döküme ihtiyaç duyulmadan, fazla işçilik maliyeti ödmeden, mükemmel kalitede modeller ürettiği için takı alanında en verimli ve hızlı üretim teknolojisi.

5.2.4 MJM (Multi Jet Modeling/Çok Jetli Modelleme)

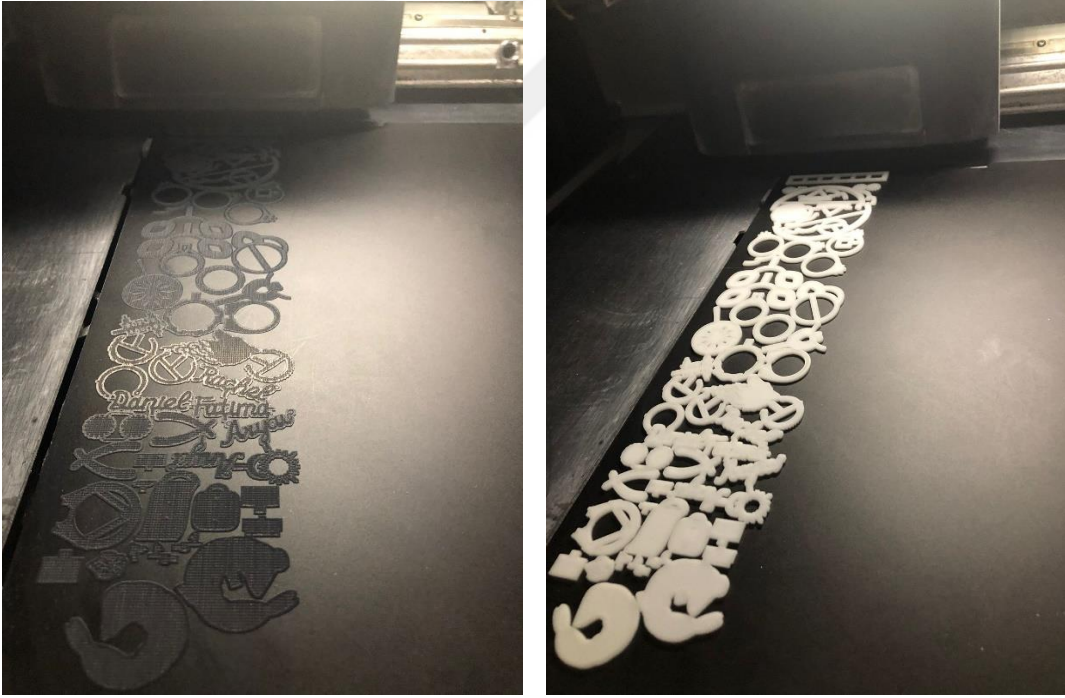
MJM prototip üretim teknolojisinin temel mantığı iki boyutlu mürekkep püskürtmeli yazıcılara ve stereolitografi hızlı üretim teknolojisine dayanmaktadır. Püskürtme kafasında bulunan ısıtıcılar ile model oluşturmakta kullanılan reçine yine püskürtme kafasında bulunan çok fazla sayıda nozullardan püskürtülerek üç boyutlu model oluşturulmaktadır. (Çelik, Karakoç, Çakır, & Duysak, 2013, s. 58)

MJM hızlı prototip üretim tekniğinde, oda sıcaklığında sıvı halde bulunan fotopolimer reçine x,y ekseninde hareket eden hazneye iletilmektedir. Bu haznede makine çeşidine ve hassasiyetine göre değişen sayılarda püskürtme kafası bulunmaktadır. Püskürtme kafalarının uçlarında ise oldukça küçük mikron hassasiyetinde çok fazla adette nozul bulunmaktadır. Boş baskı tablasında her bir nozul üretim malzemesini püskürterek katman oluşturur. Katmanlı üretim yöntemiyle her katman, modelin dijital verilerine göre nozuldan püskürtme işlemi yapmaktadır. SLA üretim teknolojisinde olduğu gibi, püskürtülerek tablaya yapışan ham madde ultraviyole ışık ile veya soğuyarak katılaşmaktadır. Püskürtme işlemi tablanın üstünden yapıldığı için donup katılaşan her katmanın üzerine yeni bir katman oluşturulması için her katman kadar modelin olduğu tabla z ekseninde aşağı doğru hareket etmektedir. (Kiraz, Sezer, & Şahin, 2018) Fazla sayıda bulunan püskürtme kafalarının yarısı modeli oluşturan ham maddeyi enjekte ederken diğer kafalar modelin destek malzemesini tablaya enjekte etmektedir. Üç boyutlu modellenmesi biten ürünün destek malzemesinin temizlenmesi sürecinde fazlalıkların kimyasal solüsyonlar ile modelden ayrılır. MJM hızlı üretim teknolojisinde diğer üretim teknolojilerine göre kullanılan ham madde çok daha fazladır. Ham madde çeşitliliği ile çok hassas, çok detaylı, gerçeğe en yakın modellemeler ve prototipler yapmak mümkündür.

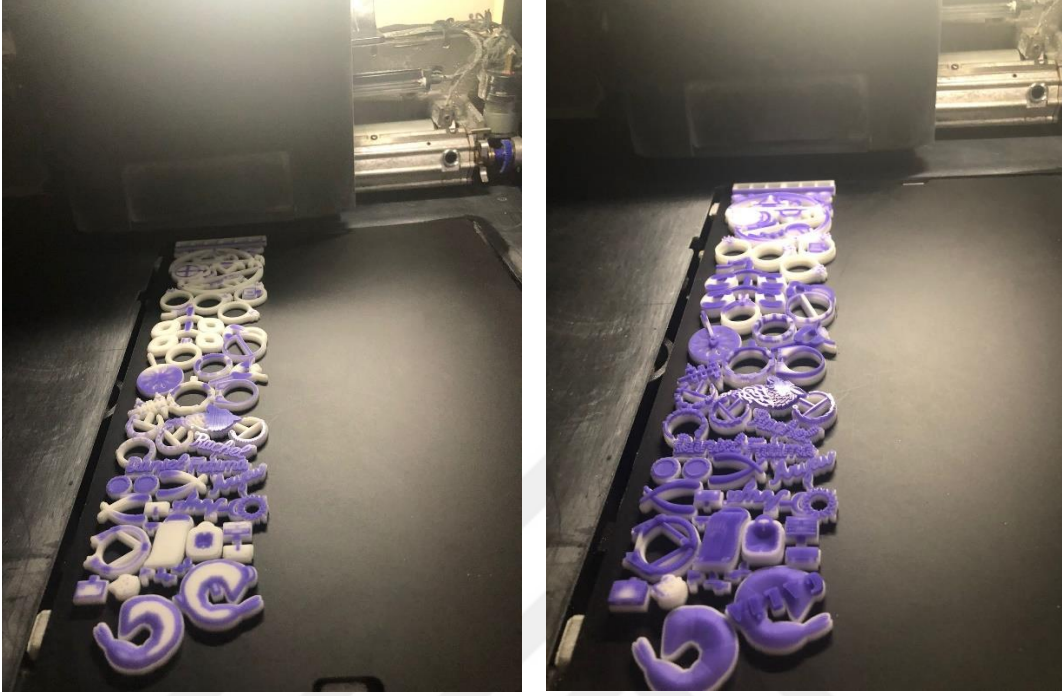


Şekil 5.15: MJM hızlı prototipleme teknolojisi çalışma prensibi

MJM hızlı üretim teknolojisi takı sektöründe dolaylı olarak kullanılmaktadır. MJM hızlı prototip teknolojisi ile SLA üretim yöntemindeki gibi ilk prototip üretimi çok detaylı ve kaliteli olmaktadır. Takı sektöründe bir model öncelikle kalitesi ve detayları ile göze hitap etmelidir. Bu nedenle takı sektörü için ilk model yapımı veya prototip çok kaliteli olmak zorundadır. MJM teknolojileri ile üretilen ilk prototipin kalitesi üretim zamanından ve maliyetinden daha üstün gelmektedir. MJM teknolojisi ile elde yapımı çok zor ve zahmetli olan telkârî, ince tel ya da yüzeyli füzyon takılar, granülasyon tekniğiyle yapılan takılar, çok parçalı, detaylı, karmaşık modeller veya tasarım prototiplerinin üretilmesi bu teknoloji ile mümkündür. MJM teknolojisi diğer yazıcı teknolojilerine göre daha uygun maliyetli ve daha kaliteli olması nedeniyle takı sektöründe oldukça yaygın kullanılan bir teknolojidir.. Modelin makineden çıktıktan sonraki süreci SLA üretim süreci ile aynıdır.



Şekil 5.16: MJM hızlı prototipleme teknolojisi ile üretilen takı üretim safhaları



Şekil 5.17: MJM MJM hızlı prototipleme teknolojisi ile üretilen takı üretim safhaları

5.3 HIZLI PROTOTİP ÜRETİMİ TEKNOLOJİLERİNİN TAKI ÜRETİMİNE ETKİLERİ

Dijital ortamda bilgisayar destekli takı tasarımı teknolojisinin sektöre kazandırdığı birçok avantaj vardır. Öncelikli olarak gelişmiş ülkelere olan bağımlılık azalmıştır. Kaliteli ürün, kaliteli malzeme üretme imkanı sağlamıştır. Modelin dijital ortamda üç boyutlu hale getirilmesinde model mumunun işleme sanatında ve döküm sistemine kadar bütün süreçlerde teknolojinin olumlu etkileri görülmektedir. (İnce, 2018, s. 63)

Dijital ortamda tasarlanan modeller ve kauçuk mum kalıpları ile bir modelden seri üretim imkanı artmıştır. Sektörde zanaat bilgisini teknolojiyle harmanlayıp kullanan personel sayısının az olmasından dolayı, sadece teknolojinin kolaylığından yararlanarak modelleme yapan, modelin son ürün haline getirilmesi için kuyumcu atölyelerinde el işçiliğini tercih eden yeni girişimler meydana gelmektedir. Ancak sektörde hem teknolojinin imkanlarından yaralanan hem de geleneksel zanaatını kullanan girişimciler daha düşük maliyetler ile kaliteli ürün üretmektedirler.

Hızlı prototipleme teknolojisi yaygın olmadığı zamanlarda sadekâr ustaları üretilecek modeli metalden ya da mum model olarak prototipleme yapmaktaydılar. Bu modellerin elle yapılmasından dolayı simetri hataları, pürüzlü yüzeyler ve tasarımın eskiz çizimlerini birebir yansıtmaması gibi birçok hataları olabilmektedir. Ancak hızlı prototip teknolojisi ile modeller hassas, hatasız ve birebir ölçülerde üretilmektedir. Bu nedenle bilgisayar destekli tasarım ve üretim takı sektöründe kuyumculuk atölyeleri tarafından dolaylı olarak kullanılmaktadır. (Özkan, Aralık 2019, s. 40)

Gelişen teknoloji ile takı üretim hızı ve üretim kapasitesi artmıştır. Üretim kapasitesinin artması ve üretim kolaylığı sayesinde çok sayıda ürün düşük işçilik maliyetleriyle daha ucuza satışa çıkmaktadır. Bir sadekar ustasının uzun süre çalışmasıyla üretilen bir model dijital ortam ve hızlı üretim teknolojisiyle çok kısa sürelerde üretilmektedir.

Tasarım, dijital ortamda üretilmeden, kullanılan malzemenin maliyeti ve ağırlığı hesaplanıp fiyatı çıkarılmaktadır. Bu sayede ürün talebinde bulunan kullanıcılara ön bilgilendirme imkanı sunulmaktadır.

Dijital ortamda tasarım ve hızlı prototip üretimi teknolojisini günümüzde %90 takı üretimi firması kullanmaktadır. (İnce, 2018, s. 64) Bu teknolojilerin kullanılması sektörde yeni iş imkanı sunmaktadır. Sektörde bilgisayar destekli tasarım operatörüne, modelin hızlı prototipleme makinelerine hazırlama operatörüne, prototip makinesi teknisyenlerine, makine bakım teknisyenlerine, ham madde ve ürün tedariği sağlayıcı personele, ihtiyaç duyulmaktadır. Yani hızlı prototip üretim teknolojileri takı sektöründe istihdam sağlamaktadır. Sektörde el işçiliği ile üretim yapan sadekâr ustalarına, teknolojinin getirilerinin işlem sürecini hızlandırdığı ve kolay hale getirdiği için talep azalmıştır. Bu nedenle tecrübeli zanaatkârlar ve onların çiraklık döneminden bu yana yetiştirdiği personeller için işsizlik sorunu oluşmaktadır. Bu iş açığını basit ve güvenilir olmayan kısa süreli bilgisayar destekli tasarım kursuna gidip sektörü tam olarak bilmeyen kişiler yeni girişimde bulunmaktadır. Bu girişimciler takı yapımı hakkında gerekli bilgi ve beceriden yoksundur. Girişimciler çoğunlukla, takı yapım teknikleri, değerli ve yarı değerli taş bilgileri, kalınlık ve ölçü birimi bilgisi, üretim süreci hakkında genel bir bilgi sahibi değillerdir. Bu yüzden yeni girişimcilerin ürettiği ürünlerde tasarım hatası ve kalite sorunları gözlemlenmektedir.

Uzun süren tecrübe, bilgi, beceri birikimi sonucunda el işçiliği yapılarak üretilen modeller fiyatlarının hızlı üretim teknolojisiyle üretilene göre daha az maliyetli olmasından dolayı el işçiliği hem tasarım hem de üretim kalitesini korumaktadır. El işçiliği ile üretilen modelleri bilgisayarın dijital ortamında oluşturmak çok daha kolay gerçekleştiği için, etik dışı kabul edebileceğimiz emek hırsızlığı yapılmaktadır.



6. SONUÇ

Takı sektöründe yenilikçi ve özgün tasarımlar oluşturmak tasarımcılar için bir sorun oluşturmaktadır. Yenilikçi ve özgün tasarımlar yaratıcı düşünce gerektirmektedir. Tasarım konusunda takı sektörünün her geçen gün artan trendleri ve modayı yakalama çabası ve talep edenlere hızlı cevap verebilmek yenilikçi tasarımlar geliştirmekle sağlanabilmektedir. Sektörün rekabet ortamında, sürekli yenilenen tasarımlar, tasarımcıları ve usta zanaatkarları ürün geliştirmeye zorlamaktadır. Yeni ürün geliştirmek hem tasarımcılar hem de zanaatkarlar için zaman alan ve maliyetli bir süreç olduğundan tasarım geliştirmek zaman zaman geri planda kalmaktadır.

Teknoloji her alanda gelişme göstermektedir. Buna çok emek verilen el işçiliği ve sanat ta dâhildir. Takı tasarımı ve üretiminde bilgisayar teknolojileri üretim sürecini değiştirmiştir. Bilgisayar teknolojisi ile tasarım ve üretim tek bir çatıda toplanmıştır. Bu açıdan tasarımcılar, yalnızca yenilikçi ürün tasarımı geliştirmekle kalmayıp, yapılan tasarımları üretebilir duruma gelmişlerdir. Tasarımda hızla çoğalarak; bilgisayar teknolojisinin hala gelişmekte olduğu dijital ortamı kullanılmaktadır. Tasarımcılar, dijital ortamda yenilikçi modelleri çok kolay ve pratik biçimde oluşturabilmektedirler. Dijital ortamda tasarlanan modeller, hızlı prototipleme teknolojileri kullanılarak sanal ortamda çizilen modelin üç boyutlu halinin kusursuz biçimde elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu araştırma, teknolojinin getirdiği dijital boyutun, takı ve mücevher alanında tasarım sürecinin geleneksel üretim yöntemlerine ne tür etkilerinin olduğundan bahsederek dijital ortamın tasarım ve üretim boyutlarına sunduklarına değinmiştir. Günümüzde, dijital ortamda özgün ve yenilikçi modeller oluşturulmaktadır. Araştırma sürecinde; dijital ortamın tasarımcıların zihinlerinde canlandığı modelin ötesine geçmesine yardımcı bir araç olduğu gözlenmiştir. Dijital ortamda hemen her şeyin yapılabilir olması, takının sadece süs objesi olmasının yanında sanatsal bir objeye evrilmesini mümkün kılmaktadır.

Dijital ortamda tasarım yapabilmenin en üstün özelliği modelin görselleştirilmesidir. İki boyutlu çizimlerde görülmeyen detaylar dijital ortam ile görünür kılınmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım programlarının tasarımcıya sağladığı fotogerçekçi görüntüleme ile tasarlanan modeller üretim sürecine girmeden, tasarım üretildiğinde nasıl görüneceği konusunda fikir

sahibi olunmasını sağlamaktadır. Ayrıca dijital veriler ile ürün prototipi üretilmeden takı maliyet hesaplaması yapılmasını da mümkün kılmaktadır.

Bu araştırmada, hızlı prototipleme teknolojilerinin takı üretiminde zamandan ve maliyetten kazanç sağlandığı ortaya çıkmıştır. Hızlı prototip üretim teknolojileriyle oluşturulan üç boyutlu takı modelinin geleneksel üretim yöntemine göre daha hızlı ve hatasız olduğu gözlemlenmiştir. Takı sektöründe seri üretim için kalıp olacak modelinin ilk prototipi kusursuz olması gerekmektedir. Çünkü kalıptan üretilcek modellerin hatasız olması önemlidir. Hızlı prototipleme teknolojilerinin takı kalıbı üretimine kattığı hız ve üstünlük üretim sürecindeki kaliteyi artırmış ve hata payını minimuma indirmiştir.

Dijital ortam ve hızlı prototipleme yöntemi, geleneksel üretim yöntemiyle üretilmesi zor modellerin yapılabilirliğini mümkün kılmaktadır. Bu yeni teknolojiler, çok farklı tarzda tasarlanan modelleri üretebilme olanağı sunmaktadır. Takı ve mücevher üretiminde, bu tip güncel teknolojilerin ajurlu, anturajlı vb. gibi el işçiliğiyle yapılması zor modellerin imal edilmesinde oldukça başarılı olduğu gözlenmektedir.

Sonuç olarak dijital ortamında tasarım ve bu tasarımın hızlı üretim teknolojisiyle üretilabilirliği takı ve mücevher üretimine büyük oranda katkı sağlamaktadır. Üretim süreci boyunca tasarım ve prototip modelin hataları en aza indirgenmiştir. Geleneksel üretim yöntemine göre bitmiş ürünü ilk aşamada görülebilmesiyle, tasarlanan model hakkında daha doğru karar verilmektedir.

Bu araştırma ile ortaya konan; dijital ortamda takı ve mücevher tasarımı olgusunun güncelliğini koruduğu ve gelecek bağlamında hız kaybetmeden evrimini sürdürecektir olduğu yönündedir. Araştırma bu kapsamda, bu alana temel oluşturan bilgiyi derlemek amacını da taşımaktadır.

REFERANSLAR

- Abhiram, M., H., H. S., Penk, L., & Liang, H. (2013). Additive Manufacturing and Its Societal Impact: A Literature Review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1192.
- Acarkan, C. (2004). *Yeni Teknolojilerin Endüstriyel Tasarım Sürecine Etkileri*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Güzel Saanatlar Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Acarkan, C. (2004). *Yeni Teknolojinin Endüstriyel Tasarım Sürecine Etkileri Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi.
- Ağluç, L. (2013). Sanat Yaratıcılık Bağlamında İnsan ve Yaratma Güdüsü. *Akdeniz Üniversitesi İnsani Bilimler Dergisi*, 1-14.
- Akdemir, N. (2017). Tasarım Kavramının Geniş Çerçevesi: Tasarım Odaklı Yaklaşımlar Üzerine Bir İnceleme. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 7, Mart , 85-92.
- Akipek, F. Ö. (2007). Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları. *Megaron Y.T.Ü. Mim. Fak E-dergisi*, 237-253.
- Associates, R. M. (2021, Mart 12). *Rhinoceros*. Rhinoceros: <https://www.rhino3d.com/features/> adresinden alındı
- Ayyıldız, D. (2007). Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing in Jewellery Sector in Turkey. 7. *EAD Konferansı*, 11-13 Nisan (s. 1-14). İzmir: İzmir Ekonomi Üniversitesi.
- Bayazıt, N. (2004). *Tasarlama Kuramları ve Metotları*. İstanbul: Birsan Yayınevi.
- Bayazıt, N. (2009). *Mücevher tasarlama Metodları ve Yaratma Teknikleri*. İstanbul: Favori Altın Akademisi Kitapları.
- Clay, G., & Smith, G. (2000). Rapid Prototyping Accelerates The Design Process. *Machine Design*, Cilt 72, Sayı 5, 166-171.

- Çağdaş, G. (2005). Enformasyon Teknolojilerindeki Evrimsel Sürecin Mimari. *Stüdyo Tasarım Kuram Eleştiri Dergisi İTÜ*, 28-32.
- Çelik, İ., Karakoç, F., Çakır, M., & Duysak, A. (2013). Hızlı Prototipleme Teknolojileri ve Uygulama Alanları. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Sayı 31*, 53-70.
- Çellek, T. (2003). Sanat ve Bilim Eğitiminde Yaratıcılık. *Pivolka Sayı:8* , 3-11.
- Dedeal, M. N. (2015). *Endüstri Ürünleri Tasarımında Biçime Ulaşmak*. İstanbul: Epsilon Yayınları.
- Dinetik. (2020, 12 23). *FDM VS SLA: THE DIFFERENCES – SIMPLY EXPLAINED*. Dinetik: <https://dinetik.com/fdm-vs-sla-the-differences-simply-explained/> adresinden alındı
- Dönmez, C. (Nisan 2015). *Rhinoceros 5 ile Modelleme*. İstanbul: Beşbalık Yayınevi.
- Durgut, D. (2010). Kuyumculuk sektöründe 3D Programlar, 3D ile Takı Kalıbı İmalatı ve Üniversitelerde Bilgisayar Destekli Tasarımın Yeri. *2.Uluslararası Katılımlı Mücevher-Takı Tasarımı ve Eğitimi Sempozyumu* (s. 244-250). Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi Kütahya Meslek Yüksekokulu.
- Eryarar, E. (2013). Endüstri Ürünleri Tasarımında Parametrik Tabanlı Modellemenin Yaratıcılığa Etkisi . *Uluslararası Sanat Tasarım ve Manipülasyon Sempozyumu* (s. 359-362). Sakarya: Sakarya Üniversitesi G.S.F. Yayınları.
- Fundamentals, E. E. (2021, Nisan 9). *Efunda Engineering Fundamentals*. Efunda Engineering Fundamentals: https://www.efunda.com/processes/rapid_prototyping/intro.cfm adresinden alındı
- Galton, E. (2015). *Moda Tasarımında Mücevher Tasarımı - Türkçesi: Begüm Başoğlu*. İstanbul: Litaratür Yayıncılık.
- Gamsızoğlu, N. (2001). *Bilgisayar Destekli Ürün Geliştirme İle İlgili Kuyumculuk Sektöründe Bir Vaka Çalışması*. İstanbul: Yüksek Lisans Tezi Marmara Üniversitesi.
- Gemvision. (2021, Nisan 2). *Gemvision*. Gemvision: <https://www.gemvision.com/manuals> adresinden alındı

- Heskett, J. (2002). *Tasarım Türkçesi:Erkan Uzun*. Ankara: Dost Yayınevi.
- İnce, F. (2018). Teknolojinin Örgütsel Değişimdeki Rolü: Takı Tasarımı İncelemesi. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, 57-67.
- Kiraz, C., Sezer, H., & Şahin, İ. (2018). Kuyumculuk Sektöründe 3B Baskı Tasarım Tekniklerinin Özgürlüğünden Faydalandığında Sektöre Getirileri. *International Journal of 3D Printing Technologies and Dijital Industry*, 46-58.
- Lawson, B. (2004). *What Designers Know*. Oxford: Architectural Press.
- Molinari, L., & Megazzini, M. (1998). The Role Of CAD/CAM In The Modern Jewellery Business. *Gold Technology Sayı:23 Nisan*, 3-7.
- Nalbant, M. (1997). *Bilgisayarla Bütünleşik Tasarım ve İmalat*. İstanbul: Beta Yayınevi.
- Önlü, N. (2004). Tasarımda Yaratıcılık ve İşlevsellik Tekstil Tasarımındaki Konumu. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 85-95.
- Özkan, D. Ç. (Aralık 2019). Hızlı Prototipleme Teknolojisinin Gelişimi, Çeşitleri ve İmalat Sektörüne Sağladığı Avantajlar. *Mühendis ve Makina* , 34-41.
- Öztürk, H. (2019, Haziran 7). *Huseyin Öztürk*. Huseyin Öztürk: www.huseyinoz.com/.../Huseyinoz_Zbrush_ve_sculpting_temelleri.pdf adresinden alındı
- Pixologic. (2021, Mart 25). *Pixologic*. Pixologic: <http://docs.pixologic.com/> adresinden alındı
- Sevindirici, İ. (2009). *Üretim Teknikleri*. İstanbul: Kum Saati Yayıncılık.
- Tridi. (2021, Mayıs 1). <https://www.tridi.co/3d-baski-fdm> adresinden alındı
- Türk Dil Kurumu. (2020, 01 10). Türk Dil Kurumu: <https://sozluk.gov.tr> adresinden alındı
- Wannarumon, S., & Bohez, E. (2004). Rapid Prototyping and Tool Technology in Jewelry CAD. *Computer-Aided Design & Applications*, 569-575.

Wikipedia. (2020, 02 12). Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sketchpad> adresinden alındı

Wikipedia. (2020, 02 13). Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_CAD_software adresinden alındı

www.jcadcam.com. (2020, 02 28). Jewellery CAD/CAM: <http://www.jcadcam.com/product.php> adresinden alındı

Yazıcıoğlu, D. A. (2011). Bilgisayar Teknolojilerinin Günümüz Tasarım Anlayışına Olan Etkileri. *Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Üniversitesi Sanat Tasarım Dergisi Cilt:1 Sayı:2 Temmuz*, 5-18.

Yılmaz, F., Arar, M., & Koç, E. (Şubat 2014). 3D Baskı ile Hızlı Prototip ve Son Ürün Üretimi. *Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Metalurji Mühendisleri Odası Yayın Organı*, 35-40.

Yılmaz, M. (2017). *Mücevher Tasarımı ve Yaratıcılık*. Ankara: Gece Kitaplığı.