

**ÜÇ BOYUTLU TASARIMLARIN BİLGİSAYAR
TEKNOLOJİSİNDE UYGULANMASI**

Abdullah GÜMÜŞ

**Yüksek Lisans Tezi
Heykel Ana Sanat Dalı
Yrd. Doç. Dr. Önder YAĞMUR
2015
Her Hakkı Saklıdır**

**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
HEYKEL ANA SANAT DALI**

Abdullah GÜMÜŞ

**ÜÇ BOYUTLU TASARIMLARIN BİLGİSAYAR
TEKNOLOJİSİNDE UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TEZ YÖNETİCİSİ
Yrd. Doç. Dr. Önder YAĞMUR**

ERZURUM - 2015



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ BEYAN FORMU

09/07/2015

SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

BİLDİRİM

Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "Üç Boyutlu Tasarımların Bilgisayar Teknolojisinde Uygulanması" adlı tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kağıt ve elektronik kopyalarının Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- ☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim/Raporum sadece Atatürk Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☒ Tezimin/Raporumun 3 yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

Abdullah GÜMÜŞ



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



TEZ KABUL TUTANAĞI

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Yr. Doç. Önder YAMUR danışmanlığında, Abdullah GÜMÜŞ tarafından hazırlanan
bu çalışma 09 / 07 / 2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Heykel
Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa BULUT İmza:

Jüri Üyesi : Doç. Dr. İlham ERVURGOĞLU İmza:

Jüri Üyesi : Yr. Doç. Önder YAMUR İmza:

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir. / /

Prof. Dr. Mustafa YILDIRIM
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	1
ABSTRACT	2
RESİMLER DİZİNİ	3
ÖNSÖZ.....	6
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TASARIM

1.1. TASARIMIN TANIMI	5
1.2. TASARIM ELEMANLARI	5
1.2.1. Çizgi	5
1.2.2. Biçim	7
1.2.3. Doku	8
1.2.4. Renk.....	9
1.2.5. Ton.....	9
1.3. TASARIM KAVRAMI VE SÜREÇLERİ	10
1.4. TASARIMA YÖNELİŞTE YENİ ARAYIŞLAR.....	16
1.4.1. Tasarıma Yönelişte Yeni Arayışları Hazırlayan Etmenler	17
1.4.1.1. Teknolojik Gelişmelerin Tasarıma Etkileri	18
1.5. TASARIM SÜRECİNDE BİLGİSAYARIN YERİ	19
1.5.1. Dijital Ortamda Modelleme.....	19
1.6. GÜNÜMÜZDE TASARIM SÜRECİNDE TERCİH EDİLEN YAZILIM ÇEŞİTLERİ	22
1.6.1. Autodesk AutoCAD Programı	23
1.6.2. Autodesk 3ds Max Programı.....	25
1.6.3. Adobe Photoshop Programı.....	33
1.6.4. Z Brush Programı	35

İKİNCİ BÖLÜM

3 BOYUTLU TASARIM

2.1. BİR TASARIM VE ÜRETİM NESNESİ OLARAK HEYKEL	41
2.2. SANAL HEYKEL VE ÜRETİLEBİLİRLİK.....	49
2.3. SANAL HEYKEL TASARIM AŞAMALARI	50
2.3.1. Temel Kullanım Programları.....	51
2.3.1.1. Görselleştirme Süreci	52
2.3.1.2. Modelleme Süreci.....	54
2.3.1.3. Organik Modelleme	63
2.4. BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM ORTAMLARI VE GETİRİLERİ	67
2.4.1 Sanal Modelden Çıkarımsal Üretim	68
2.4.2. Sanal Modelden Eklemeli Üretim	70
2.4.3. Sanal Modelden Parçalı Üretim	72
2.4.4. Tersine Üretim.....	73

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DİJİTAL TAŞ PROJESİ (DİGİTAL STONE PROJECT)

3.1. KİŞİSEL YAKLAŞIM.....	80
SONUÇ.....	85
KAYNAKÇA	87
ÖZGEÇMİŞ.....	91

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****ÜÇ BOYUTLU TASARIMLARIN BİLGİSAYAR TEKNOLOJİSİNDE
UYGULANMASI****ABDULLAH GÜMÜŞ****Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Önder YAĞMUR****2015, 91 Sayfa****Jüri: Prof. Dr. Mustafa BULAT
Doç. Dr. İlham ENVEROĞLU
Yrd. Doç. Dr. Önder YAĞMUR**

Günümüz yeni teknolojik olanakları üç boyutlu tasarımların bilgisayar teknolojisinde uygulanması başlığı altında toplanabilecek yeni pratik kolaylıklar getirmiştir. Günümüzde bilgisayar teknolojisi dijital atölye haline gelmiştir. Bu gelişmeler bilgisayar programları ve donanımlarıdır.

Bu araştırmada üç boyutlu tasarımların bilgisayar teknolojisinde uygulanabilirliği ve heykelin dijital atölye ortamında çalışarak dönüştürülebilmesinin koşulları araştırılmıştır. Ayrıca; Heykelin dijital ortamda yapılabilirliğinin de çalışmaları yapılmıştır.

Üç boyutlu programların sağladığı kolaylık, hızlı uygulanabilirlik ve sunum tekniği, sanatçıları üç boyutlu bilgisayar programlarının kullanımına yönlendirmektedir. Yeni olmasına karşılık bugün birçok Heykel Sanatçısı bilgisayar teknolojisinde tasarım yapmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Heykel, Dijital, Üç Boyut, Tasarım, Teknoloji

ABSTRACT

MASTER’S THESIS

**APPLICATION OF THREE -DIMENSIONAL DESIGN OF COMPUTER
TECHNOLOGY THE**

Abdullah GÜMÜŞ

Advisor: Yrd. Doç. Dr. Önder YAĞMUR

2015, Pages : 91

Jury: Prof. Dr. Mustafa BULAT

Assoc. Prof. Dr. İlham ENVEROĞLU

Asst. Prof. Dr. Önder YAĞMUR

Today's new technology has brought a new practical opportunities that can be easily collected under the implementation of computer technology of three-dimensional design. Today, computer technology has become a digital workshop. These developments are computer programs and hardware.

In this study, three-dimensional computer design conditions for the conversion of the digital studio environment by working in technology feasibility and sculpture were investigated. Also; the feasibility of digital media sculpture work is done.

The ease of a three-dimensional software, rapid applicability and presentation techniques are directed the artists to the use of three-dimensional computer program. Despite the fact that many sculptors today is to design new computer technology.

Key Words : Sculpture, Digital, Three Dimensions, Design, Technology

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1.1. Çizgi	6
Resim 1.2. Biçim	7
Resim 1.3. Doku	8
Resim 1.4. Renk.....	9
Resim 1.5. Ton.....	10
Resim 1.6. Tasarım Süreci Evreleri.....	12
Resim 1.7. Doğrusal Tasarım Süreci	13
Resim 1.8. Dairesel Tasarım Süreci	14
Resim 1.9. Geri Beslenmeli Tasarım Süreci.....	14
Resim 1.10. Branşlı Tasarım Süreci	15
Resim 1.11. Spiral Tasarım Süreci	15
Resim 1.12. AutoCAD Arayüz.....	24
Resim 1.13. AutoCAD Çizim.....	25
Resim 1.14. 3dsMax Arayüz	25
Resim 1.15. 3dsMax Çizim-1	27
Resim 1.16. 3dsMax Çizim-2	27
Resim 1.17. 3dsMax Çizim-3	28
Resim 1.18. 3dsMax Çizim-4	28
Resim 1.19. 3dsMax Çizim-5	29
Resim 1.20. 3dsMax Çizim-6	29
Resim 1.21. 3dsMax Çizim-7	30
Resim 1.22. 3dsMax Çizim-8	30
Resim 1.23. 3dsMax Çizim-9	31
Resim 1.24. 3dsMax Çizim-10	31
Resim 1.25. 3dsMax Çizim-11	32
Resim 1.26. 3dsMax Çizim-12	32
Resim 1.27. Adobe Photoshop Arayüz.....	33
Resim 1.28. Adobe Photoshop Çizim-1	34
Resim 1.29. Adobe Photoshop Çizim-2	34
Resim 1.30. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-1	36
Resim 1.31. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-2	36

Resim 1.32. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-3	37
Resim 1.33. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-4	37
Resim 1.34. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-5	38
Resim 1.35. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-6	38
Resim 1.36. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-7	39
Resim 1.37. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi Aşamaları	39
Resim 1.38. Zbrush Arayüz – Heykelsi Takı Tasarımı	40
Resim 2.1. Bayan Figür Heykel Tasarımı	41
Resim 2.2. Bayan Figür Heykel Tasarımı Detay	42
Resim 2.3. Tasarım Süreci.....	52
Resim 2.4. Poligonal Modelleme 1.....	54
Resim 2.5. Poligonal Modelleme 2.....	55
Resim 2.6. Poligonal Modelleme 3.....	55
Resim 2.7. Nurbs Modelleme 1	56
Resim 2.8. Nurbs Modelleme 2	57
Resim 2.9. Nurbs Modelleme 3	57
Resim 2.10. Splines ve Patches Modelleme1	58
Resim 2.11. Splines ve Patches Modelleme2	58
Resim 2.12. Splines ve Patches Modelleme	59
Resim 2.13. Mustafa Bulat, Bilgisayar ortamında üç boyutlu tasarım ve kopyalama, S.563.....	60
Resim 2.14. Mustafa Bulat, Bilgisayar ortamında üç boyutlu tasarım ve kopyalama,S.564	60
Resim 2.15. Organik Modelleme: Atlı figür.....	64
Resim 2.16. Sanal Modelden Eklemeli Üretim	70
Resim 3.1 Laser tarayıcının Bilge Kağan yazıtı üzerinde kopyalama işlemini uygulaması.	76
Resim 3.2. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi	77
Resim 3.3. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar	

kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi	77
Resim 3.4. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi	78
Resim 3.5. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi	78
Resim 3.6. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi	79
Resim 3.7. Rölyef tasarımının CNC makine tezgahında kopyalanması.....	79
Resim 3.8 Heykel Projesi Kaide Çizimi İki Boyut.....	80
Resim 3.9. Heykelin Renklendirme Aşaması	81
Resim 3.10. Heykelin Boyutlandırılmış Renderi.....	82
Resim 3.11. Renderin Üstten Görünümü.....	82
Resim 3.12. Heykelin Mekana Uygulanmış Hali	83
Resim 3.13. Mekana Uygulanan Heykelin Gece Görünümü	83
Resim 3.14. Projenin Ölçeklendirilmiş Hali.....	84

ÖNSÖZ

Günümüzde bilgisayar teknolojisi dijital atölye haline gelmiştir. Bu gelişmeler bilgisayar programları ve donanımlarıdır.

Sanal heykel çalışmaları yapan birçok heykel sanatçısına karşılık bu çalışmalarını sanal ortamdan fiziki ortama aktaran heykel sanatçısı sayılacak kadar azdır. 3 boyutlu programların yaygınlaşması ve kullanım kolaylığı prototip heykel atölyelerini dijital ortama dönüştürmekte. Ülkemizde bilgisayar ve 3 boyutlu çizim yazılımlarıyla ilgilenen göz ardı edilemeyecek sayıda genç insanımız internet ortamında tasarımlarını sergilemektedir. Üç boyutlu programların sağladığı kolaylık, hızlı uygulanabilirlik ve sunum tekniği, sanatçıları üç boyutlu bilgisayar programlarının kullanımına yönlendirmektedir. Bu genç nüfusun sanat ve özelinde heykel birikimi ve deneyimi ile birlikte dijital ortamın avantajlarını da kullanmaları izleyen yıllarda ülkemizin heykel alanında çağı yakalamasına olanak sağlayabilir. Araştırmalarımın ve çalışmalarım 3 boyutlu dijital tasarım alanıyla ilgilenenlere destek sağlayacağını umut ediyorum.

Araştırmalarım sırasında heykel sanatına ve kavramlarına yönelik destekleri ve sabrıyla beni yalnız bırakmayan danışmanım Yrd. Doç. Dr. Önder YAĞMUR'a ve dijital heykel alanında çalışmalar yapmam için beni yönlendiren ve sağladığı manevi destekle yol yürümemi sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Mustafa BULAT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Erzurum - 2015

Abdullah GÜMÜŞ

GİRİŞ

Günümüz bilgisayar teknolojisinin kullanıcılarına sunduğu birçok yenilikten heykel sanatı da payına düşeni almıştır. Güncel bazı programlar sayesinde sanal ortamda şekillendirilen üç boyutlu heykel nesneleri, yine üç boyutlu yazıcılar sayesinde ürüne dönüşebilmektedir. Bu araştırmanın ilgi konusu üç boyutlu tasarımların bilgisayar teknolojisindeki uygulamalarını kapsamaktadır.

Bilgisayar destekli ortamın heykel sanatının tasarım ve uygulama süreçlerine katkısını araştırmayı, amaçlayan bu çalışmada, güncel bilgisayar destekli tasarım ve uygulama ortamlarının heykel alanında tasarım ve modelleme süreçlerine olası katkılarına ağırlık verilmiştir. Modellenen tasarımla, sanal ortamda bırakılmayıp, bilgisayar destekli üretim ortamlarında uygulanarak fizik dünyaya getirilmesi yollarını irdelenmek üzere sanal ortamda oluşturulan tasarımların üretilebilirliği ve getirilerinin saptanması hedeflenmiştir.

Bilgisayar destekli ortamın heykel alanında kullanılmasına olanak sağlayan yazılımların incelenmesi, örnek yazılım paketleri aracılığıyla tasarım oluşturma ve modelleme olanaklarının irdelenmesi, heykel sanatı bakımından olası kazanım ve kayıpların saptanması yanında modelleme ve malzeme üzerinde gerçekleştirme ortamlarının getirilerini ve üretim stratejileri betimlenmeye çalışılmış ayrıca; örnek ve tasvirler kendi çalışmalarım tasarım ve üretim aşamalarından alınmıştır.

Bu çalışmada nesnelerin grafik görüntüleri üzerine yerleştirilmiş bir heykel algısının oluşumu amaçlanmamaktadır. Nesnelerin grafik görüntüleri dijital olarak tanımlanmış nesnelerin bilgisayar monitöründeki iki boyutlu temsiliyeti üzerine kurgulanmıştır. Heykelin resmi, fotoğrafı, hologramı gibi kavramlar heykelin nesnesinin temsiliyeti kapısını açmaktadır denilebilir. Oysa dijital ortamın getirileri aracılığıyla heykelin fiziki nesnesine ulaşma bu çalışmanın amaçları arasındadır. Dijital ortamın fiziki nesneye ulaşmada gerek geometrinin belirlenmesi, gerek modellemenin daha sağlıklı gerçekleştirilmesi ve modelleme sonucunun hedef nesneye dönüştürülmesinde bir araç olarak katkıları bu çalışmanın temeli oluşturduğundan Sanal Heykel (Sanal Heykel: Literatürde genel kullanımı “Virtual Sculpture”dır) ya da Suni Heykel (Suni Heykel : Literatürde genel kullanımı “Artificial Sculpture”dır) gibi alanlar araştırmanın kapsamı dışında bırakılmıştır. Diğer taraftan fiziki nesneye giden yolda benzetimler (simülasyon)

aracılığıyla doku renk ve yerleştirme gibi problemleri çözebilmek bakımından grafik arabirim aracılığıyla olgunlaştırılan bir çalışma yapmamak dijital ortamın hakkını vermemek olacaktır denilebilir. Ancak hedeflenen bu tür görselleştirmeler değildir. Bu tür illüstrasyonlar hedefe giden yolda araçlar olarak kullanılmaktadır. Sonuçta kullanılacak grafik görselleştirmeler (render) sadece işin olgunlaşmasını, akışını ve alternatiflerini denetlemek amacını taşımaktadır. Bu tür yan ürünleri sanal bir sergi ortamına koymak amacı taşınmamaktadır.

Bir sanat disiplini olarak heykel ve kavramsal kapsamına salt modelleme ve teknik olanaklar bakımından yaklaşım hedeflenmiş olsa da; Heykel kavramı salt estetik bir nesneden öteye geçtiği için zorunlu olarak heykelin biçime yönelik diğer disiplinlerle ilişkisi ve farkını da belirlemek gereği duyulmuştur.

Sanatsal uğraş alanlarına bakıldığında kökeni matematiksel alanda birçok mükemmelliğe dayanan, görselleştirilmiş denklemlerden türetilen sanatsal akımlar en iyi halleriyle bile sadece deneyseldir denilebilir. Esin kaynağını bu tür görsel verilerden seçen ve kökleri ender olarak matematik soyutlamalarında yatan görsel bir söylemi yaratan sanatçılara verilebilecek beklide en iyi örnek M.C. Escher' dir denilebilir. Escher matematiksel çemberler aracılığıyla ürettiği çizimlere olan tutkulu ilgisine rağmen bir matematikçi değildi ve matematikle derinden ilgilenmesi gerekmemiştir.¹

Bilgisayar ortamı ikili sisteme tercüme edilerek nesneleştirilmiş bir matematik evren ve bu evren içindeki ilişkilerin dijital modellerinden oluşmaktadır. Bilgisayarın nesnesi ve işlevini belirleyen hesaplama (computation) ve programlama sistemleri, yarı iletken öbekleri arasındaki mantıksal işlemler, elektriğin akış ve kesiliş koşulları, monitöre yansıyan tarama çizgilerinin saniyedeki sayısından hangi piksel koordinatlarının enerjili hangilerinin enerjisiz olacağı tümüyle matematik üzerine kurulu bir evren oluşturmaktadır. Dijital ortamda heykel sanatıyla uğraşmak için öncelikle bir matematikçi ya da mühendis olmak gerektiği düşünülse de yazılımları kullananlar açısından bu hiç de böyle değildir.² Matematiksel Sanat ve Algoritmik Sanat aynı ortak kaynağı kullanır.³ Bu kaynak karmaşık görsel paternler ve matematiksel yapıların tadı içine örülmüş estetik haz arayışı ve sonuçta da ulaşılan hislerin insan üzerinde bıraktığı

¹ N. K. İnan, *Dijital Ortamda Heykel Tasarımı ve Uygulamalar*, (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin 2010, 3

² İnan, 4.

³ <http://tuxdeluxe.org/node/155>, Erişim Tarihi: 06.06.2014.

tat olmaktadır. (Matematiğin bir ontolojisi olmadığından bahsedilmektedir ki “bir şey üzerine” olmayışı bunun delilidir. Matematiksel ve algoritmik sanat minimal geometrik elemanların boyutuna, şekline ve boyutluluğuna bakmadan bu elemanların üzerinden gerçekleştirilen matematiksel işlemleri estetik haz nesnelere dönüştürür.)

Kompütasyon sanatları yöntem ya da konu olarak temel bilimlerin ve mühendisliklerin yaptığının aksine matematik ile sınırlanmamışlardır. Protein şekilleri ve bir DNA helisi olduğu kadar genişleyen galaksiler ya da çok boyutlu biçimlerin karmaşık düğümleri de estetik deneyimin bir parçası haline gelebilir.

Dağlık bir alandaki bir vadiyi güzel bulabiliriz. Ancak, estetik deneyimle sanatsal arzuyu berrak bir biçimde birbirinden ayırmalıyız. Bir görüntü içinde her ikisi de tek bir algoritma ile tanımlanabilir. Matematik ögenin deneyimin bir katmanı olduğunu ve bilgisayar destekli tasarım (CAD) aracının da sadece bir araç olarak [img_assist|nid=154|title=|desc=|hnk=none|align=left|width=150|height=150] gibi bir karmaşık ifadeyi oluşturduğunu düşünelim.⁴ Bu ifade eşkenar dörtgen olarak modellenen “Schwarz D surfaces”⁵ olarak adlandırılır. Burada mutlak matematik modelin ne olduğu önemli değildir. Önemli olan elimizdeki ifadeden yola çıkarak ne yaptığımızdır. Elimizdeki bir dodekahedron (Dodekahedron : Literatürde genel kullanımı “12 yüzlü kapalı çoklu yüzey” dir.) matematik ifadesinin görselleştirilmiş hali bir sanatsal süreç sonucu ortaya çıkmamıştır. Ancak, birileri bu ifadeden yola çıkarak 3B baskı makineleri ya da CNC tezgâhları aracılığıyla sert bir metal alaşımından ibaret bir nesneyi gerçekleştirebilir.

Soyut 3B nesneleri modelleyen dijital ortam heykeltıraşları çok benzer etkiler yakalayabilir. Nesnenin ilk taslağına ulaşmak için bu kişilerin mutlaka bilgisayar programcısı olmaları ya da matematik denklemleri çözmeleri gerekmemektedir. Ancak, araştırdıkları biçimin daha rafine çözümlerini üretmek amacıyla matematik denklemlerine başvurabilirler. Bu denklemlerin grafik değerlerini sergilemek amacıyla 3B paket programlarını kullanabilirler.

Sanat ve matematik arasındaki bağ şüphesiz ki çok önceden kurulmuştur. Her ne kadar bugünün sanatçıları Pitagoras’ın (Pisagor) yaşadığı dünyadan daha farklı bir

⁴ <http://tuxdeluxe.org/node/155>, Erişim Tarihi: 06.06.2014.

⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Schwarz_minimal_surface: “Schwarz D (Diamond)” Erişim Tarihi: 06.05.2014.

dünyayı ve bu dünyanın çok farklı verilerini deneyimlemiş olsa da Pitagoras'ın insan ve doğadaki aritmetik oranlar üzerine fikirleri sanatsal keşfin mayasına katılmıştır. Ancak, evrenin temel harcında matematik ilişkiler bulunduğu fikri bilgisayar sanatının doğuş döneminde de göz ardı edilmeden kendini sanatsal deneyimin hizmetine sunmuştur.

3B grafik algoritmaları bu ortamda kullanılan karmaşık analizler ve topolojilerden tümüyle ayrılmalıdır. Aygıt sürücüleri ve 3B yazılım paketleri sanatçı monitördeki görüntüyü işlemeye başladığında odak noktası olmaktan çıkar. Yazılımların ya da grafik becerilerin hangi algoritma ve çözümlemeler üzerine olduğu önemli değildir. 3B yazılımlar sanatçı tarafından hükmedilen ve sanal ortamı biçimlendiren sanatsal dokunuşların hedefi haline gelir. Bu durum çeşitli donanım aracılığıyla monitörün bir turnet gibi davrandığı sanal bir tezgâhta sunulan 2B ya da 3B görüntünün bilgisayarda ortaya çıkarılışdır. Şu an üzerinde çalışmakta olduğumuz kelime işlem yazılımını kullanmayı bilmek, yardımcı özelliklerinden haberdar olmak ve birazdan yapacağımız gibi verilerimizi güvenli olarak kaydetmek yoluyla saklamak dışında bu yazılım, bu yazılımı oluşturan algoritmalar ve donanım temelleri üzerine bilmediklerimiz yazımızdan bir şey eksiltmeyeceği gibi bildiklerimiz de yazımızın özüne önemli bir katkı sağlamayacaktır.

Bilgisayar ortamında nesneye yönelik tasarlama ve uygulama otomotiv endüstrisinden kuyumculuk sektörüne çok geniş bir deneyim yelpazesi içinde yer bulmuş ve yeni deneyim dağarcıkları oluşturmuştur. Görsel kültürün ve teknolojinin hemen her alanında yaygınlaşan bilgisayar kullanımı, tasarım ve modellemede bilgisayarın ve çevrebirimlerinin sağladığı üstün olanaklar kaçınılmaz olarak sanat alanında da bu ortamın getirilerinin denenmesi yolunu açmıştır. Modelleme sürecinin yeni ortamı haline gelen bilgisayar destekli tasarım ve uygulama olanakları heykeli oluşturacak formların tasarımı ve modellemesinden bitmiş ürünün fiziki özelliklerinin önceden hesaplanmasına kadar avantajlı bir tasarım ve üretim mekânı sağlar.⁶

⁶ İnan, 6.

BİRİNCİ BÖLÜM

TASARIM

1.1. TASARIMIN TANIMI

Tasarımlama işi, tasarımılanan, beyinde canlandırılan şekillendirme olarak bilinir. İlk verilerle birlikte beynimizde meydana gelen ilk şekillendirmelere bir tasarımdır demek mümkündür.⁷

Tasarım aslında insan hayatının her yönü ile dolaylı ya da dolaysız ilgili bir sistemdir. Yaşam alanlarımız, günlük hayatta kullandığımız objeler, ve karşımıza çıkan grafik çalışmaların hepsi birer tasarım ürünüdür. Tasarım ürünleri belirli bir süreç içerisinde gerçekleştirilen tasarlama eylemi ile oluşturulurlar. Tasarım süreci olarak adlandırılan ve bünyesinde birçok aşamalar bulunduran bu süreçte, tasarımcılar bireysel ve çevresel faktörlerin de etkisiyle, çeşitli yöntemler kullanarak tasarlama eylemini gerçekleştirirler.

1.2. TASARIM ELEMANLARI

Bir bütünün düzen ve niteliği, onu oluşturan etki elemanları ve onların hareketi ile ifade bulmaktadır. Oluşturulan bir çizgi, bir renk, bir biçim veya ton her zaman bir diğeri ile bağlantılıdır.

Bu faktörlere ilişkin olarak aşağıda kısa açıklamalar yapılmıştır:

1.2.1. Çizgi

Matematikte, noktanın hareketi olarak açıklanan çizgi, tasarımda ise, çizgi etkisi yapan her biçimdir. İki yüzeyin kesişmesi ile de ifadelendirilebilecek çizginin boyuna göre eninden bahsedilse de, tek boyutlu eleman olarak kabul edilir. Tüm biçimlerde çizgi, fiziksel ve psikolojik etkinliğe sahip bir elemandır.⁸

Çizgi için birçok tanım yapılabilir. Bu tanımlamalara onun bir sadeleştirme

⁷ K. Çınar, *Temel Tasar*, (2. Baskı), Ders Notları Yayın No:30, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Konya 1999, 3.

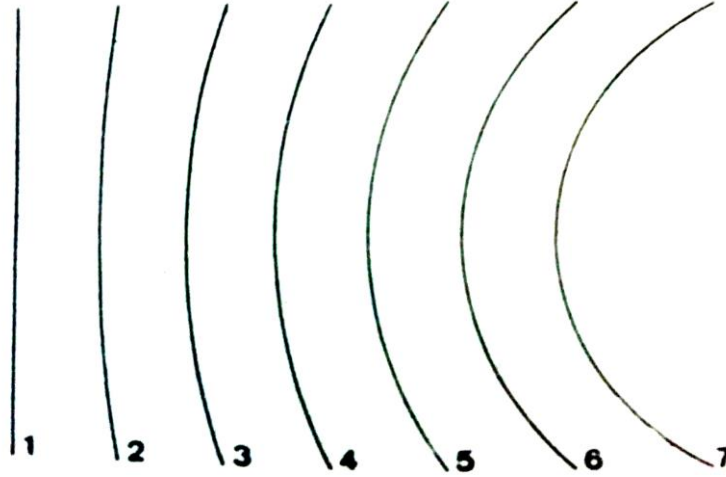
⁸ N. Gökaydın, *Temel Sanat Eğitimi*, Bireysel ve Toplumsal Yaratıcılık Merkezi, İstanbul 2010, 78

duygusu olduğunu söylemekle başlanabilir. Yahut sanatçının duygusunun karmaşık (complex) bir anlatım aracı olduğu da söylenebilir. Çizgi,basit bir araçtır, çünkü çok kolaylıkla meydana gelir. Bir kömür parçasının, bir kalemin kâğıtla temas etmesi, çizginin oluşması için yeterlidir. Aynı zamanda, çocukluğumuzdan beri bilinçaltı (sezgisel) bir itimle anlatım için kullanılmıştır.⁹

Fransız çizgi ustalarından Ingre,“Çizmeyi öğrenmem 30 yıldan fazla zamanımı aldı, boyamayı öğrenmek ise yalnızca 3 gün” demiştir.¹⁰

İngiliz tahta baskı sanatçısı William Black ise: “Doğada çizgi yoktur. Demek istiyorum ki, bir elemanın konturları çizgidir.” demektedir.¹¹

Sanatçılar, çizgiyi çoğunlukla belli amaçlar için kullanırlar. Mesela, Picasso, bazı desenlerinde formları belirten bir gölge gibi, bazı desenlerinde ise farklı bir çizgi kalitesi görüntülemiştir ve formdaki ağırlık ve katılığı vurgulamıştır.¹²



Resim 1.1. Çizgi¹³

Çizgiye bir kuvvet unsuru veya kaydeden (recording) unsur olarak ta bakılabilir. Çünkü hareketi ve gücü vardır. Çizgi yaşayan bir olaydır. Paul Klee, “Çizgiyi gezdirmek üzere almak” isimli makalesinde, “Çizgi sanki yaşayan bir varlık gibidir. Kontrol altında tutulabilmesi için bir kılavuza ihtiyaç vardır. Onunla yola çıkmadan

⁹ M. W. Hans, *Das Bauhaus*, Berlin 1919, 37.

¹⁰ Gökaydın, 77

¹¹ Gökaydın, 77

¹² Gökaydın, 77

¹³ Güngör, İ. H., *Temel Tasar (Basic Design)*, D. K. 729 +731 + 741 + 745 + 747 + 751 + 752, Afa Matbaacılık İstanbul 1983, 5.

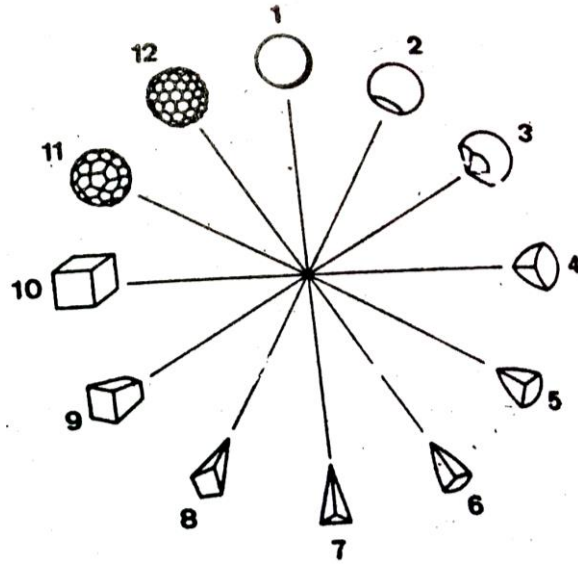
önce, kullanabileceğimiz çeşitli tipte çizgilere bakmak lazımdır. Çünkü çizgi bir güç kaydı gibidir. Küçük bir parça çizgi bile bizde bir heyecan uyandırır” demiştir. Mondrian ise “herhangi bir ileri desen çalışması yapmadan önce çizgi dilinin öğrenilmesi lazımdır” der.¹⁴

1.2.2. Biçim

Biçim yerine belirli zamanlarda “form” kelimesi de kullanılsa da, “Form” kelimesinin yalnızca biçimi ifade etmediği, renk, doku, ton gibi diğer elemanlarla tasarıma ait diğer ilkeleri de içerdiği bilinmektedir. İki boyutlu elemanların ifadesi için “biçim” daha uygundur denilebilir.

Biçim, görsel olarak çizgi ile sınırlandırılmış bir alan olarak tanımlanır. Zaten çizginin tanımı da, biçimi sınırlayan olgudur. Bu nedenle, biçim aynı zamanda çizgi ile sınırlandırılmış veya renk, ton vs. gibi farklı değerlerle belirlenmiş bir alan olarak da tanımlanabilir.¹⁵

Çevre çizgileri ile belirli bir duruma gelen herhangi bir şey bir biçime sahiptir. Cisimlerin biçimleri sabit veya değişken olabilir.



Resim 1.2. Biçim¹⁶

¹⁴ Gökaydın, 77.

¹⁵ Gökaydın, 89.

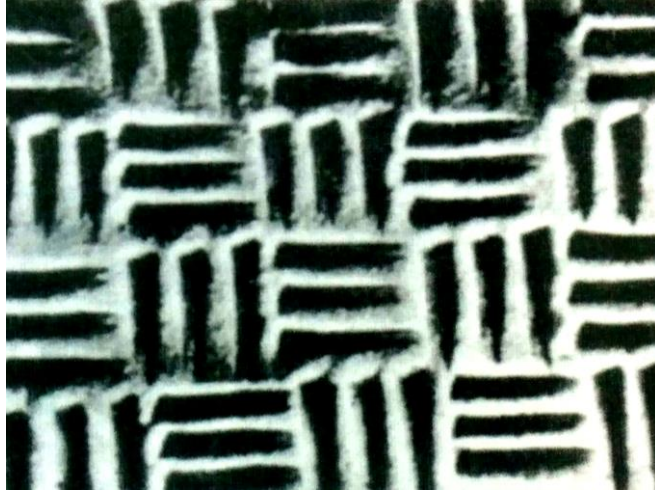
¹⁶ Güngör, 12.

Tasarımı bir arada tutan şey biçim olgusudur, bu bağlamda biçime, bir tasarıda rol oynayan en önemli öğelerden biridir de denilebilir. Her tasarım, tasarı haline geçerken yani maddeleşirken biçimsel bir görüntü kazanır. Bir anda çevresi çizgilerle sınırlanır. Üç veya iki boyutlu biçimlerin her ikisi için de bu durum geçerlidir.

Görme alışkanlıklarımızdan biri ve en önemlisi nesneleri biçimlendirme yönünde bakmaktır. “kontur” doğada yan yana görülen yüzeylerin belirlenmesidir. “kontur” biçimin esas yapısını açıklar. Konturu gözümüzle takip edersek biçimin iç kısımlarında kopmalar başlar. Bu durum, yüzeylerin olduğu anlamına gelir.¹⁷ “kontur” olarak başlayan çizgi biçimleme olarak son bulur. Çizgilerin koparak bir yüzey, bir motif oluşturması ile de biçim oluşur.

1.2.3. Doku

Dokuyu tanımlayacak olursak şöyle diyebiliriz. "Bir düzenin bir araya gelen elemanlarının kendi kişiliklerini yitirip, topyekûn bir etki uyandırmaları durumudur."¹⁸ Her malzemenin kendi özelliğini gösteren bir dokusu vardır.



Resim 1.3. Doku¹⁹

¹⁷ Gökaydın, 89.

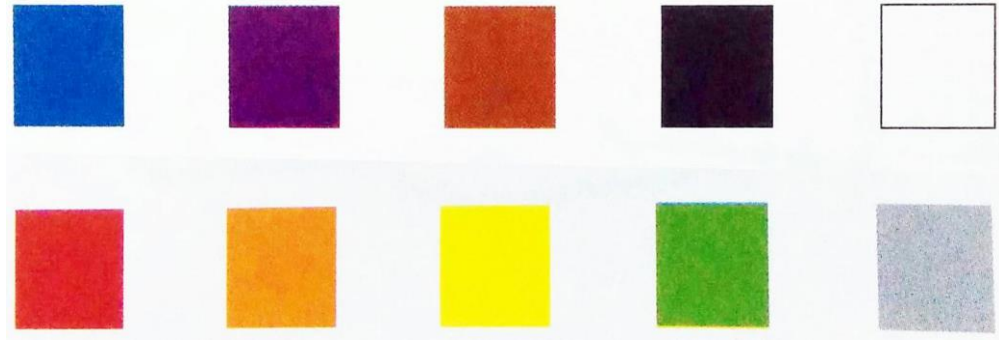
¹⁸ Gökaydın, 93.

¹⁹ Gökaydın, 98.

Doku, tek başına bir bütünleşme ürünüdür denilebilir. Çünkü bir parça ve bütün, ilişkisi ortaya koyar ancak bu bir yığılma olarak değil bütünleşme olarak gerçekleşmektedir. Bu ilişkiler, bütünleşmenin bağlantıları ile anlam kazanan bir elemanlar bütünlüğüdür. Doku, (structure) temel anlamı ile parçaların birliğinden, varlıkların birleşmesinden meydana gelmiş bir bütünlüktür. Bu bütünleşmeler, umulmadık sonuçlara neden olur. Bu olgu Fuller 'e göre “ener- jetik” yani İnsan ve evren ilişkisi anlamına gelir.²⁰

1.2.4. Renk

Görsel etki elemanlarından biri de renktir. İnsanın görsel algısı, doğası ışının belirli değerlerine karşı duyarlı olduğunda, insan bunları çeşitli nitelikteki renkler olarak algılar. Renk, içgüdüsel olarak, görsel çekiciliğe sahiptir. Değişik renkler insan üzerinde değişik psikolojik etkiler bırakır. Deneyler siyah, beyaz veya tonlarının hakim olduğu bir zemin üzerinde bir görüntünün doğal olarak dikkatimizi çektiğini göstermiştir.



Resim 1.4. Renk²¹

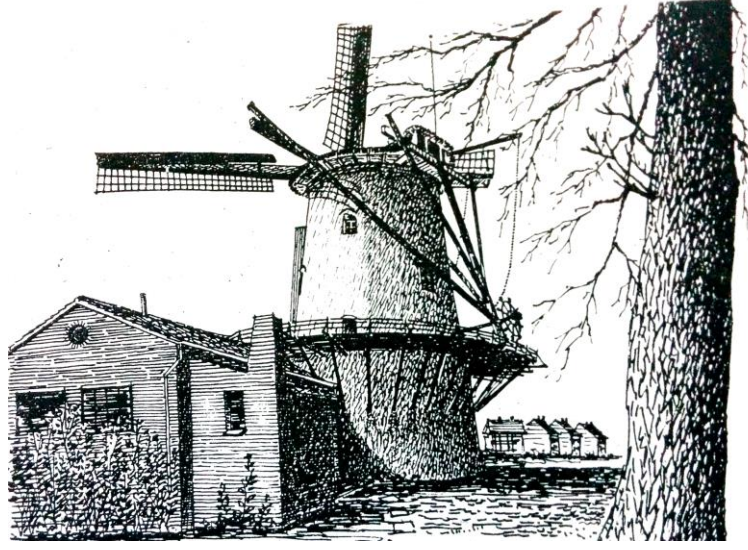
1.2.5. Ton

Herhangi bir rengin değişik değerleri arasındaki farklılığa bağlı olarak ortaya çıkan elemanlardır. Bu fark kontrast renkler arasında olduğu gibi armonik renkler arasında da geçerlidir. Siyah – beyaz arasındaki grinin çeşitli tonları olarak sıralandığı gibi kırmızı – sarı renkler arasındaki turuncunun değişik tonları olarak da sıralanabilir.²²

²⁰ Gökaydın, 93.

²¹ Gökaydın, 124.

²² Gökaydın, 123.



Resim 1.5. Ton²³

1.3. TASARIM KAVRAMI VE SÜREÇLERİ

Tasarımın oluşumunda tasarımcının kişisel tercihleri ve estetik eğilimleri önemli rol oynar. Sanatçının bu eğilimlerinde tasarımcı kimliğinin ve hiç kuşkusuz onun eğitim ve mesleki deneyimlerinin de büyük payı bulunmaktadır, ayrıca, onun gündelik hayatı algılayışı da tasarımın oluşmasındaki önemli bir faktörlerden birisidir denilebilir. Çünkü tasarımcılar, yaşamdaki ipuçlarını toplayarak kişisel sentezler ile özgün tasarımlar yaratırlar. Tasarımı izleyen ve kullanan bireylerin de algılama biçimleri farklılık gösterdiğinden tasarım, tasarımcı ve kullanıcı arasında dinamik bir etkileşim gerçekleşir. Bu bağlamda farklı tasarım ürünleri olduğu gibi bir o kadar da farklı algılama biçimleri vardır. Tasarlama eylemi zihinde başlar. "Tasarı, ulaşılmak istenen amaç, niyet, plan, proje, kabataslak çizgileriyle ortaya konan bir şeyi yapma düşüncesidir."²⁴

Tasarım çok geniş kapsamlı ve boyutlu bir kavram olduğu için geçmişten günümüze pek çok kişi tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Türk Dil Kurumu sözlüğünde tasarım; "Bir araştırma sürecinin çeşitli dönemlerinde izlenecek yol ve işlemleri tasarlayan çerçeve, tasar çizim, dizayn."²⁵ olarak tanımlanır. Tasarım "...tasar

²³ Güngör, 37.

²⁴ N. Bayazıt, "Türkiye'de Tasarımı Tartışmak", *III. Ulusal Tasarım Kongresi Bildiri Kitabı*, İstanbul 2006, 11.

²⁵ <http://www.tdk.org.tr>, Erişim Tarihi: 05.06.2014.

kökünden gelen tasarı, tasavvur, tasarlama, tasarımı kavramlarına 1974 TDK sözlüğünde rastlamaktayız.²⁶ Tasarım kelimesi dilimizde dizayn olarak da kullanılmaktadır. Dizayn, Latince kökenli bir kelimedir. “Dizayn, Latince “Designaro”, “Designum” kökenli bir kelime olarak, “Belirlemek”, “İşaretlemek” anlamındadır.”²⁷

Tasarım saptanan problemlere yaratıcı çözümler sunarak var olanı geliştirmeyi ya da yeni çözümler üretmeyi amaçlar. Bu eylemi gerçekleştirmek için, gereksinimin doğmasına neden olan durum belirlenir, sebepler ortaya konur ve çözüme dair yöntemler saptanır. Tasarlama eyleminin gerçekleştiği tasarım süreci, belirlenen problemlere en doğru çözümlerin arandığı ardışık eylemlerden oluşan bir süreçtir. Archer tasarlama eylemini, “Bir amaca yönelmiş problem çözme eylemi”²⁸ olarak tanımlamıştır. Tasarım süreci, aynı zamanda, tasarımı belirleyen tek bir doğru çözümün olmadığı, birçok farklı çözüme ulaşmanın mümkün olduğu bir süreçtir. Matchett Briggs’e göre tasarım, “Belirli şartlarda gerçek ihtiyaçların optimum çözümüdür.”²⁹ Simon’a göre “Tasarım yapan herkes mevcut durumu tercih edilen duruma dönüştürmeye çalışır.”³⁰ Tasarım verisi dinamik, sürekli değişir. Dolayısıyla tasarım verisine ulaşmak, veriyi kontrol etmek ve tekrar kullanmak önemlidir. Grant tasarımı “...tasarlama eyleminin ve sorunlarının, herhangi bir tasarımcının eylemlerine uyabilecek şekilde incelenmesi”³¹ olarak tanımlar.

Tasarımcının gereksinimler dâhilinde, işlev ve estetik eğilimler gibi faktörler doğrultusunda verdiği kararlar projeyi yönlendirir. Tasarımcı için, bu yönlendirme tasarım probleminin tanımlanmasında ve sınırlamalar konmasında etkili ve önemli bir araçtır.

Tasarım süreci durum saptama, analiz etme, tanımlama, fikirselleştirme, eleme, uygulama ve değerlendirme eylemlerinin gerçekleştirildiği aşamalardan oluşur.³²

²⁶ Bayazıt, “Türkiye’de Tasarımı Tartışmak”, 12.

²⁷ M. T. Yıldırım, “Mimari Tasarımda Biçimlendirme Yaklaşımları ile Bilgisayar Yazılımları İlişkisi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1), 2004, 59.

²⁸ N. Bayazıt, “Tasarım Araştırmaları”, *Endüstriyel Tasarım Eğitimi: İTÜ Endüstriyel Tasarım Toplantıları 1998 ve 1999 Bildirileri*, İstanbul, 2004, 13.

²⁹ Bayazıt, “Tasarım Araştırmaları”, 14.

³⁰ Bayazıt, “Tasarım Araştırmaları”, 16.

³¹ Bayazıt, “Tasarım Araştırmaları”, 22

³² E. Gümüş, *Tasarım Süreci ve Bilgisayar*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul 2007, 4.



Resim 1.6. Tasarım Süreci Evreleri³³

Öncelikle durum saptama aşamasında tasarım problemi belirlenir. Saptanan problem, analiz aşamasında yapılan araştırmalar vasıtasıyla keşfedilmeye başlanır. Analiz bir bilgi edinme aşamasıdır, tasarım problemi belirlendiği sırada gereksinimler, tüketici profili, rekabet, mevcut malzeme ve bileşenleri, bütçe, zaman kriterleri dâhilinde yapılan araştırmalar doğrultusunda tasarım problemlerinin sınırları belirlenir.

Tanımlama aşamasında ne, ne için, nasıl, ne ölçüde gibi tasarımın işlevsel sorularına aranan cevaplar ile tasarım probleminin tanımını oluşturur, bir strateji belirlenir. Problemin özüne inilerek asıl nedenler saptanır ve çözüm arayışında amaç netleştirilir.

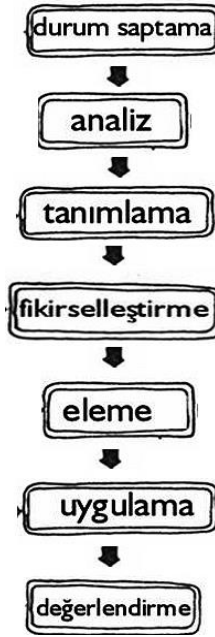
Fikirselleştirme aşamasında konuyla ilgili edinilen bilgiler doğrultusunda zihnindeki düşünceler şekillenmeye, belirginleşmeye başlar. Fikirseller çözümler üretilir, alternatifler araştırılır ve öneriler geliştirilir. Eleme aşamasında üretilen çözümlerden gerekli olmayanlar çıkartılarak, en iyiye ulaşmak için elemeler yapılır. Tasarım probleminin çözümleri arasından tercih edilen en iyi çözüm uygulama aşamasında somutlaştırılır. Tasarım eyleminde ulaşılan durum ve etkisi, değerlendirme aşamasında incelenir. Gerekli durumlarda tasarım sürecindeki temel ve ara evrelerden herhangi

³³ Gümüş, 4.

birine geri dönülerek, yeni fikirler üretme ve proje geliştirme eylemleri sırasında karşılaşılan hatalar düzeltilir, tasarımın iyileştirilmesine yönelik düzenlemeler yapılır, edinilmiş bilgiler tanımlanarak yorumlanır, proje irdelenir.

Tasarım sürecinde mevcut olan aşamalar, bu aşamaların birbirleriyle olan etkileşimleri, tasarım sürecinin başlangıç ve bitiş noktaları, tasarımcının tasarıma yaklaşım biçimine göre değişkenlik gösterebilir. "Tasarım çok yönlü, çok boyutlu bir düşünce ve gerçekleştirme sürecidir. Bu düşünce sürecinin insana özgü olması, bireyler arasındaki farklılaşma oranında sürecin de değişimler geçireceğini, her bireysel uygulamada, aynı konuyu aynı yöntemi işlerken bile farklılaşabileceğini varsaydırır."³⁴ Bu bağlamda tasarım süreci, tasarımcıların kişisel tercihleri doğrultusunda farklılık gösterir. Tasarım sürecinde, aşamalarının net bir sıralaması yoktur. "Don Koberg & Jim Bagnall'ın. "The Universal Traveler isimli kitabında dört çeşit tasarım sürecinden söz edilmektedir."³⁵ Sözü edilen süreçler ve grafikleri şu şekildedir.

Tasarım süreci aşamalarının birbirini takip ederek düzlemsel bir aktivite zinciri oluşturması ile oluşan doğrusal tasarım süreci



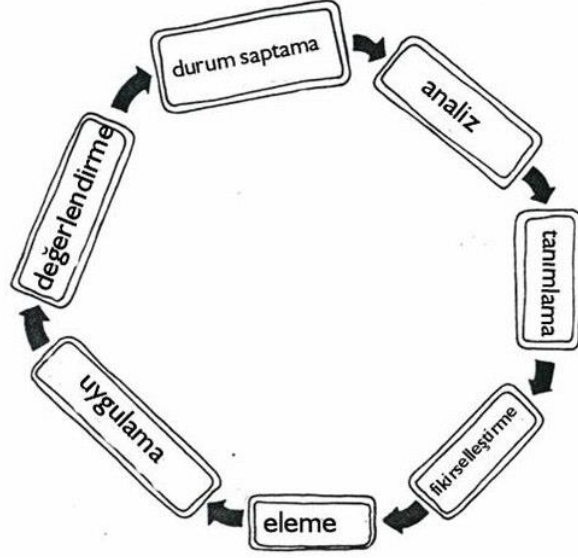
Resim 1.7. Doğrusal Tasarım Süreci³⁶

³⁴ S. Şatır, "Endüstri Tasarımı Eğitiminde Yaratıcılık Endüstriyel Tasarım Eğitimi", *İTÜ Endüstriyel Tasarım Toplantıları 1998 ve 1999 Bildirileri*, İstanbul 2004, 17

³⁵ D. Ilgın, "Tasarım Maceralı Bir Yolculuktur", *İç Hacim Tasarımı Ders Notları* Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, İstanbul 2000, 6.

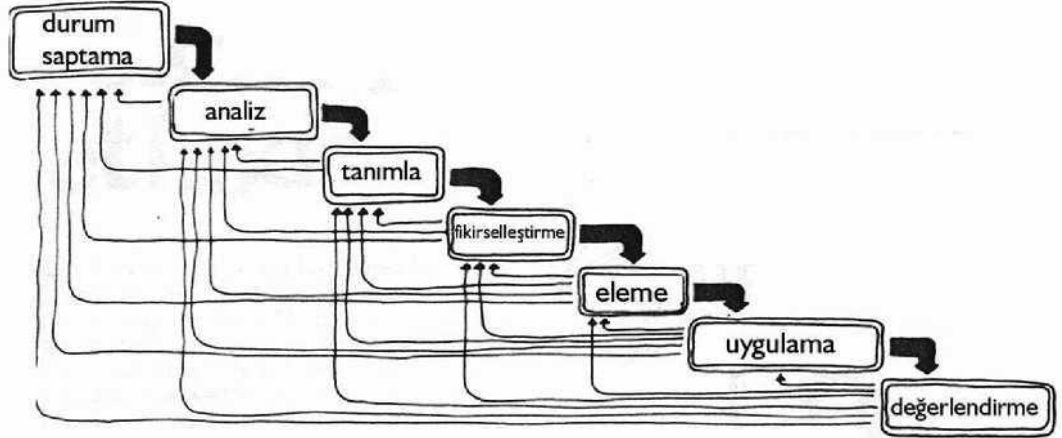
³⁶ Gümüş, 6

Başlangıcı ve sonu belirli olmayan döngüsel bir düzende gelişen dairesel tasarım süreci



Resim 1.8. Dairesel Tasarım Süreci³⁷

Geri dönüşler vasıtasıyla ileriye yönelik bir gelişim sergileyen geri beslenmeli tasarım süreci.

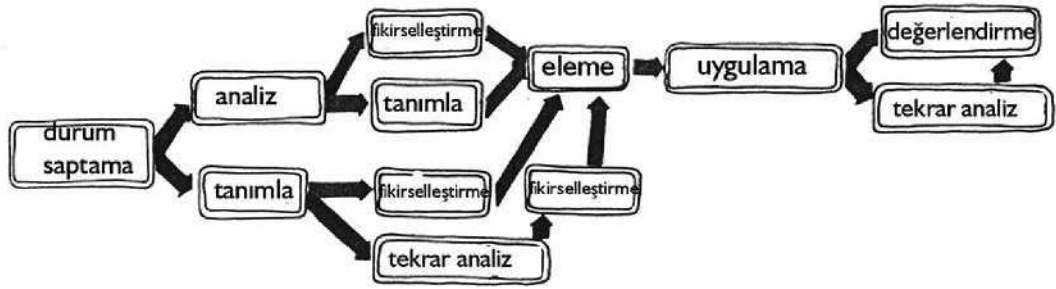


Resim 1.9. Geri Beslenmeli Tasarım Süreci³⁸

Birden fazla yönü olan bazı aşamaların birbirleri ile etkileşimleri sonucunda ileriye yönelik gelişme sergileyen branşlı tasarım süreci.

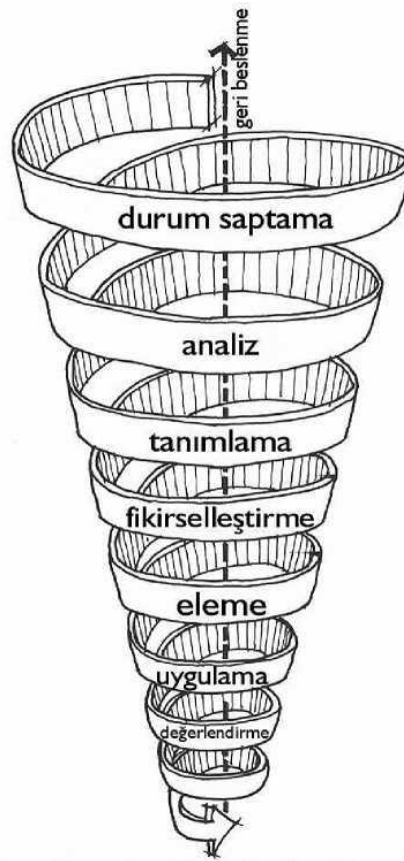
³⁷ Gümüş, 6

³⁸ Gümüş, 7



Resim 1.10. Branşlı Tasarım Süreci³⁹

Mevcut olan dinamik döngünün aşamaları belli bir mantık çerçevesinde teorikte algılanarak, pratikte uygulandığı takdirde farklı sıralamalar tercih edilmiş olması sonucu değiştirmez. "... tasarım sürecini salt doğrusal ya da dairesel algılamak yerine "spiral bir sürekliliği olan gidiş-dönüş yolculuğu olarak kabul edebiliriz."⁴⁰



Resim 1.11. Spiral Tasarım Süreci⁴¹

³⁹ Gümüş, 7

⁴⁰ R. Kilmer, W. O. Kilmer, *Designing Interiors*, Madison Üniversitesi, Wisconsin 1992, 157.

⁴¹ Gümüş, 8

Tasarımın sahip olması gereken teknik yeterliliklere ek olarak her tasarımcının farklı olarak yorumladığı estetik eğilimler tasarımın şekillenmesinde belirleyici rol oynar. Estetik eğilimler kişinin deneyimi, yaşadığı kültürel çevre, aldığı eğitim gibi faktörlerin etkisiyle şekillenir ve hayat deneyimi içinde sürekli gelişir. Tasarımcı estetik ve teknik gereksinimleri birleştirerek özgün yorumunu ortaya koyar. Bu farklılıklar tasarım sürecinde tercih edilen aşamaları, bu aşamalar sırasında tercih edilen çeşitli teknik yöntem ve araçların seçimini belirler.

1.4. TASARIMA YÖNELİŞTE YENİ ARAYIŞLAR

Orta ve ileri endüstri toplumlarında endüstri ürünü denilen ürünleri kullanmadan gün geçirmenin olanaksız olduğu günümüzde, bu nesnelerin dünyada ulaşmadığı bir köşe kaldı mı? Sorusu akıllara gelmektedir.

Büyüyen ekonomi ve gelişen teknoloji kendini ayakta tutabilmek için, güdümlü tüketimi beslemek amacıyla medyanın da desteğinde yeni politikalar geliştirmektedir. İletişimin hızlanması ve yaygınlaşması, toplum örgüsü içinde olduğu kadar toplumlararası etkileşimi de artıran bir etmendir. Bu ise toplumda yeni sanat ve düşün akımlarıyla yaşam biçimlerinin her alanda yankılanmasını sağlayarak toplum örgüsünde yeni sonuçlara yol açmaktadır.⁴²

Son derece dinamik, devingen bir sosyal ve kültürel ortamın normalleştiği günümüzde, pek çok alanda yeni oluşumları gözlemlemek mümkündür, özel olarak endüstri tasarım alanına ve endüstri ürünleri evrenine baktığımızda günümüz ortamını hazırlayan önemli gelişmeler söz konusudur.

Artan üretim yoğunluğu ve pazar rekabeti tasarlanan ürünlerin biçim çeşitliliğine yol açarken tasarımcı açısından da biçimleme özgürlüğü yaratmaktadır denilebilir.

Bu özgürlük beraberinde, kullanıcının kabul eşiğini sıra dışı bir sınıra doğru zorlarken kabul edilebilir biçim repertuarını da genişletmiştir, öte yandan teknolojideki gelişmeler; mekanikten elektro-mekaniğe, elektroniğe ve mikro-elektroniğe doğru yol alırken ürünlerde "Tek-biçimlilik" diyebileceğimiz bir olgu da ortaya çıkmıştır. Kompaktlaşan mikro-elektronik devreler sayesinde pek çok işlev ve işleme türlerini bir

⁴² O. Bayrakçı, *Çağdaş İletişim Kuramları Açısından Tasarımda İletişimsel Modeller*, (1. Baskı), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul 2004, 1.

kutunun içine yerleştirmek mümkün olmuş, tasarımcının görevi de giderek bu kutunun ara-yüzünü tasarlamaya indirgenmiştir. Diğer yandan kullanıcı tercihen, kendisine sunulan teknik olanaklara odaklanmıştır.⁴³

Elbette bu gelişmelerin olumlu etkileri de olmuştur. Medya, sanat ve düşün akımlarının etkileriyle "tasarlanmış ürün" aranan özenilen bir ürün niteliği olarak belirmiştir. Bu olgu günümüzde de firma kimliği, ürün imajı ve kullanıcının sosyal özlerinin yansıtılması gereksinimine olduğu kadar pazar tutmada ve ürün tutundurmada bir politika olarak benimsenmesine bağlı olarak gündemdedir denilebilir.

Modanın, sanat akımları, düşün akımları ve teknoloji ile uyumlaşabildiği oranda hem ürün kavramını, hem de ürün biçimini yönlendirebildiği söylenebilir. Böylesi yüksek etkileşimli bir rekabet piyasasında son on yıl içinde ortaya çıkan önemli bir gelişim üretim ve tasarım çevrelerini, ürünün biçimi üzerinde yoğunlaştırarak tasarımda yeni yöneliş arayışlarına itmiştir. "Tasarlanmış ürün" kavramının toplumda aranır bir nitelik haline dönüşmesi yeni bir ürün kültürünü doğurmuş, yeni bir estetik anlayışını ortaya çıkarmıştır. Bu gelişme üretim çevrelerinde rekabet unsuru olarak işlenen teknik özelliklerin giderek terk edilerek yerine biçim niteliklerinin rekabet unsuru olarak işlenmesinin benimsenmesi sonucunu getirmiştir. Zira kullanıcı belirli teknik özellikleri aramakla birlikte, tercihini biçim nitelikleri üzerine kurmaktadır.⁴⁴

Öte yandan moda, görsel eskime, sosyal özlerin hızlı değişimi gibi etmenler de, henüz kullanılabilir durumdaki ürünleri bile salt yeni biçim niteliklerinin arayışı içinde kullanım dışı tutar olmuştur. Böylece kullanıcının tercihlerinde olduğu kadar, ürün tutundurma politikalarında da öncelikle ürünün fizyonomisi ve biçim niteliklerinin vurgulandığı yeni ürün profili ortaya çıkmıştır.⁴⁵

1.4.1. Tasarıma Yönelişte Yeni Arayışları Hazırlayan Etmenler

- Tasarıma yeni yöneliş arayışları neden ortaya çıktı?
- Bu yönelişleri hazırlayan etmenler ne idi?
- Bu yönelişin sonuçları nelerdir?

⁴³ Bayrakçı, 2.

⁴⁴ M.A. Kibaroglu, *Tasarım Sürecinde Üç Boyutlu Modellemenin Rolü Ve Cad/Cam Programlarının Sınıflandırılması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 2006, 15.

⁴⁵ Bayrakçı, 3.

- Benimsenen yönelişlerin tasarım alanı açısından yararları nedir?

Bu soruların yanıtlarını daha geniş olarak ele almak, tasarıma iletişim mantığı içinde bakma düşüncesi açısından da açıklayıcı olacaktır.

Her bilim ve sanat alanında olduğu gibi tasarım alanı da çağın kendine özgü bakış açılarını geliştirir. Ortaya çıkan yeni bakış açılarının nedensellikleri belli açıklamalarda yararlı olmakla birlikte, sonuçları bakımından daha önemlidir. Sonuçların değerlendirilmesi ise yeni gelişen bakış açılarının nedenselliklerinin anlaşılmasıyla yakından ilgilidir, örneğin bugün sıkça sözü edilen ürün anlam biliminin çıkış nedenleri yeterince irdelenmeden böylesi bir aracın nasıl doğru olarak kullanılabileceği tartışma götürür denilebilir.⁴⁶

1.4.1.1. Teknolojik Gelişmelerin Tasarıma Etkileri

Mekanik teknoloji ve mekanizma endüstrisinden, gelişmiş elektronik teknolojisine dayalı endüstriye geçilmesi, tasarım çevrelerinin tasarım olgusunu anlamasını derinden etkilemiştir denilebilir. Bu teknolojik değişiklikten sonra tasarımın geleneksel açıklama ve yaklaşım modelleri tümüyle devre dışı kalmıştır. Günümüzde, mikro-elektronik teknolojisinin ürettiği aşırı yoğunlaştırılmış kompakt devreler, ürünlerin alışılmış işleme ve işlem tekniklerini değiştirerek yeni ürün türlerini de ortaya koymuştur. Bu yeni ürün profilinin en belirgin özelliği mekanik öğeleri olmayan ya da en aza indirgenmiş, tasarımcının dilediğince bir kabuk içine alabileceği aşırı küçültülmüş içlerden oluşmasıdır. Günümüzde, mikro- elektronik teknoloji çağının ürettiği küçük içler, “kara kutu” diye tanımlanan kabuklara yerleştirilerek dünya pazarlarını doldurmaktadır. İşte tam bu noktada örnekçe (paradigma) kaybı ortaya çıkmıştır, önceki biçim düzgülerinden (code) bilindiği gibi; bir manivela, beni çek ya da it. Bir çark; “beni döndür” mesajları verirken, aşırı küçülmenin (miniaturization) gelişile; malzeme, teknoloji, biçim işlev ve kullanım arasındaki bağlantı yok olmuştur. Mekanik bileşenlerin biçimine karşı mikro- işlemcilerin biçimsizliği, tasarımcıyı yeni bir durumla karşı karşıya getirmiştir. Mekanik bileşenlerin kendine özgü biçimini estetik bir yaklaşımla ele alan, biçimin geleneğinin devamlılığını gözetten tasarım tavrına karşılık, biçimsiz mikro-işlemcilerin

⁴⁶ Bayrakçı, 3.

kabuklanması yeni bir tasarım mantığını gerektirmiştir.⁴⁷

1.5. TASARIM SÜRECİNDE BİLGİSAYARIN YERİ

Bilgisayar ağları üzerinden bilgiye ulaşmak, dijital ortamda iletişim kurarak bilgiyi paylaşmak tasarım sürecinde projenin oluşumu ve gelişimi için önemli eylemlerdir. Bilgisayar teknolojileri yakın bir geçmişe kadar, tasarım sürecinde yardımcı araç rolünü üstlenmiş, oluşturulan projenin sunumu konusunda aktif rol almıştır. Günümüzde bilgisayarlar sadece çizim, modelleme ve canlandırma ortamı olarak değil aynı zamanda bir tasarım platformu olarak da kullanılmaktadırlar. Enformasyon teknolojileri hem tasarım aracı hem de tasarım ortamı sunmaktadır.⁴⁸

Tasarlama sürecinin her aşamasında aktif olarak yer alan bilgisayar destekli tasarım ve grafik yazılımları güncel tasarım görselleştirme araçlarıdır. “*Tasarımcılar ve mühendislerin bilgisayar destekli tasarım yaparak katı modellemeleri fikri 1970’lerin başında ortaya çıkmıştır.*”⁴⁹ “Computer Aided Drafting/Design” kelimelerinin baş harfleri olan CAD’ in Türkçe karşılığı BDÇ “Bilgisayar Destekli Çizim” veya BDT “Bilgisayar Destekli Tasarım” anlamındadır. Bilgisayarların mimari tasarımdaki kullanımları yaklaşık kırk yıllık bir geçmişe sahip olmakla birlikte tasarım sürecinin kavram geliştirme ve yaratıcı tasarım evrelerinde kullanılması daha yenidir.⁵⁰ Günümüzde modelleme yazılımları çok çeşitlidir. Mevcut tüm modelleme yazılımları gerek çalışma ara yüzü olarak, gerekse uygulamalarda izlenilen işlem basamakları açısından birbirlerinden farklılıklar göstermektedir.⁵¹

1.5.1. Dijital Ortamda Modelleme

Öncelikli olarak bilgisayar destekli “CNC” makineleri aracılığı ile çıktı alabilmek için modelin tasarımının yapılması gerekmektedir. Model tasarımında da iki yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden birincisi; Sanatçısı tarafından 3B programlarından

⁴⁷ Bayrakçı, 8.

⁴⁸ Gümüş, 26.

⁴⁹ Gümüş, 26.

⁵⁰ G. Çağdaş, “Enformasyon Teknolojilerindeki Evrimsel Sürecin Mimari Tasarım Eğitimine Yansımaları”, *Stüdyo Tasarım Kuram Eleştiri Dergisi*, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Bina Bilgisi Anabilim Dalı, Sayı 2, İstanbul 2005, 2.

⁵¹ A. Uzun, *Günümüz Ürün Geliştirme Sürecinde Bilgisayar Tabanlı Üçboyutlu Modelleme*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul 2001, 2.

herhangi biri ile sayısal ortamda hazırlanmış bir tasarım (Modelleme), İkincisi; herhangi bir malzeme ile yapılmış olan bir modelin üç boyutlu tarayıcı (3B Scanner) aracılığıyla taranarak sayısal ortama aktarılmasıdır.⁵² Sanatçı istediği malzemeyle, istediği boyutta, istediği değişiklikleri yapabilme olanağına sahip olarak üretebilme olanaklarını tanıyan CNC (Computer Numeric Control) teknolojisi aracılığı ile modelin üç boyutlu üretimi yapılabilmektedir. Günümüz de gelişmiş CNC'ler sıfır hata payı ile taranan veya tasarımı yapılan eseri de tamamlayabilmesiyle birlikte, ortaya çıkan yapıt üzerinde sanatçı, kendi sanat anlayışı çerçevesinde küçük müdahalelerde bulunabilmektedir.

Tasarım süreci, bilgisayar ortamında kopyalama ve çoğaltma işleminin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Tasarım sürecinde, verilerin bilgisayar yardımıyla sayısal ortama aktarılabilmesi için yapılacak bir imgenin birçok formu oluşturularak tarama işlemi gerçekleştirilir. Aynı zamanda bilgisayar, üç boyutlu hazır nesnenin kendisini de lazer yöntemiyle tarayarak sayısal verilere dönüştürebilmektedir. İmgenin bir bütün veya bölümleri halinde bir dizi sunum haline getirilip tarama işlemine tabi tutulması, tasarım süreci olarak ifade edilebilir. Bununla birlikte, heykel sanatını mühendislik tasarımlarıyla da karıştırmamak gerekmektedir.⁵³

Sanatçı günümüzde geleneksel yöntemin yanı sıra 3D Max, Z Brush gibi üç boyutlu sayısal programlar aracılığıyla tasarımını gerçekleştirebilmektedir. Bu tür programlar sayesinde, sanatçı yapmış olduğu tasarımını sayısal ortamda üç boyutlu olarak görme olanağını elde ederken, diğer bir taraftan da tasarımın uygulama sonrasında sergileneceği mekânla ilgili olarak ön bilgiye sahip olma olanağını da elde etmiş olmaktadır. Bu olanak sayesinde sanatçının, ortaya çıkacak olumsuzlukları önceden görebilme ayrıcalığına sahip olmasıyla birlikte, modelin gerçek ortamında heykel prensipleri açısından mekan içinde önceden nasıl görüneceğini görsel olarak görmesi önem taşımaktadır.

Türker, sayısal programların sunduğu olanaklar ve sorunların çözümü ile ilgili olarak; *“Sanatçı imgeyi tuval, taş, ahşap, metal vb. malzemeyle uygulamaya geçmeden önce, kâğıt üzerine aktardığı imgeyi üç boyutlu sanal ortama aktarır, tasarımının bir*

⁵² Ö. Tuhan, “Bilgisayar Teknolojilerinin Heykel Sanatına Sağladığı Yeni Olanaklar, Dijital Heykel”, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul 2006, 4-5.

⁵³ M. Bulat, *Antik Çağdan Günümüze Yontu ve Kopya Teknikleri*, Erzurum 2014, 129.

sanat eserine dönüşme sürecinde karşılaşılabileceği sorunları nasıl çözebileceği ve imgenin sayısal ortamda renk, biçim, oran, ışık-gölge, malzeme vb. açısından nasıl görünebileceği konusunda bir fikir sahibi olabilmektedir”, görüşlerini ileri sürmektedir.⁵⁴ Tüm bu olanaklar sanatçıya yaptığı eseri gerçek malzemeye aktarmadan önce, fiziki ortamda oluşabilecek olumsuzlukları giderme ve tasarımı sanal ortamda kusursuz bir halde tamamlama olanağı sunmaktadır.⁵⁵ 3D modelleme uygulamasında sanatçı yaptığı tasarımının, kâğıt üzerine ön, yan ve üstten görünümünü çizerek modelin biçimini, ölçülerini kâğıt üzerine aktarmaktadır Bu çizim yöntemi aslında, geleneksel yöntemle sayısal ortamda tasarımların bir parçası haline gelmesini sağlayan, geleneksel ve sayısal tasarım arasında koordinasyonu sağlayan bir işlemdir. Aynı zamanda bu çizimler yardımı ile sonradan üç boyutlu bir sayısal programda tasarım gerçekleştirilmeye başlanır ve sanatçı eserini 360 derecelik açılar ve X,Y,Z (en, boy ve derinlik) koordinatlarına bağlı olarak oluşturur.⁵⁶

Çizimler doğrultusunda gerçekleştirilen tasarım, sanal ortamda bitirildiğinde üç boyutlu olarak sayısal ortama aktarılmış ve sanatçı bu ortamda yaptığı çalışmayı her açıdan izleme olanağı elde etmiş olur. Sayısal ortamda heykel prensipleri doğrultusunda tasarım üç boyutlu olarak değerlendirilebilmekte ve sayısal ortamda gerçekleştirilen tasarım, yine üç boyutlu programların sağladığı olanaklar çerçevesinde heykelin konulacağı mekânların ve çevrenin resminden faydalanılarak mekâna yerleştirilebilmektedir. Heykelin arka planına yerleştirilen resimdeki ışık-gölge, oran-orantı, renk değerleri sayısal ortamda program araç çubukları yardımı ile heykele uygulanarak heykelin mekân içindeki son hali görselleştirilebilmektedir.

Dijital ortamda heykelini son bir kez daha gözden geçiren sanatçı, artık ortaya çıkan tasarımını yapıt haline dönüştürebilme olanağına sahiptir. Heykeltıraş, sayısal ortamda gerçekleştirilen bu tasarımı, kendi tercihine göre “CNC” veya benzeri yontu makineleri aracılığı ile çıktısını alabileceği gibi tasarımını geleneksel yöntemler aracılığı ile de gerçekleştirebilmektedir.

⁵⁴Türker, İ. & Sabahat, N. S., "İmgeden Sayısala, Sayısalardan Gerçeğe Heykel". Sanat ve Tasarım Dergisi, Sayı VU., 2011, 147

⁵⁵ Bulat, *Antik Çağdan Günümüze Yontu ve Kopya Teknikleri*, 130.

⁵⁶ Türker & Sabahat, 147.

1.6. GÜNÜMÜZDE TASARIM SÜRECİNDE TERCİH EDİLEN YAZILIM ÇEŞİTLERİ

Başlangıçta çizim yükünü azaltmak amacıyla kullanılmaya başlayan bilgisayarların donanımlardaki hızlı gelişmeler ışığında görüntüleme ve boyutlu algılama kolaylıkları ile görselleştirmeye katkıları olmaktadır.⁵⁷

Tasarım sürecinde kullanılan yazılımlar projenin gerekliliklerine ve kişilerin tercihlerine göre farklılık gösterir. Mevcut modelleme programlarının kullanımında çeşitli yöntemler vardır. Tasarlama ve tasarımın görselleştirilmesinde kullanılan yazılımlar eskiz aşamasında ve sunum aşamasında kullanılan yazılımlar olarak ikiye ayrılır.

Tasarlama sürecinin eskiz dolayısıyla da sunum aşamasında vektör tabanlı, obje tabanlı, nurbs (Eğrisel Form) ve üç boyutlu katı modelleme yazılımları kullanılmaktadır. Vektör tabanlı yazılımlarda noktalardan çizgilere, çizgilerden düzlemlere, düzlemlerden hacimlere geçiş yaparak modelleme yapılır. Yaratılan çizgiler düz ya da eğrisel olabilmektedirler. Düz çizgiler ile düzenli geometrik formlar oluşturulur. Obye tabanlı yazılımlarda temel geometrik formlar, kapı pencere gibi yapı elemanları, temel taşıyıcı sistem elemanları obje kütüphaneleri halinde hazır bulunmaktadır. Kullanıcılar mevcut nesnelere sayısal değerler belirleyerek proje dâhilinde çeşitli kompozisyonlar oluştururlar. Nurbs yazılımlarda eğrisel çizgiler ile eğrisel yüzeyler oluşturularak mevcut değiştirici diye tabir edilen komutlarla yüzeyler deforme edilerek yeni eğrisel formlar oluşturulur. Katı modelleme yazılımlarında programın bünyesinde bulunan mevcut geometrik formlara sayısal değerler verip değiştirici komutlarla deformasyonlar yapılarak modeller oluşturulur.

Tasarım sürecinin sunum aşamasında kullanılan yazılımlar piksel tabanlı yazılımlar ve çoklu ortam yazılımlarıdır. Piksel tabanlı yazılımlar genel olarak iki boyutlu grafik oluşturma amaçlı olarak kullanılan, piksel diye adlandırılan bilgisayar ekranının en küçük birimi olan düzlemsel karelerin yan yana getirilerek eğrisel form renklendirilmesi ile grafik elde edilen yazılımlardır. Çoklu ortam yazılımlar fotoğraf, video, ses, animasyon, 3 boyutlu modellemeler gibi dijital platformların bir arada

⁵⁷ S. Ertürk, “Tasarımda Görsel Modelleme: Tarihi Geri Bakış”, *Arkitekt Dergisi*, Sayı: 2, İstanbul 2006, 4-5.

kullanıldığı programlardır. Çoklu ortam sunumlarda görsel tekniklerin etkili şekilde kullanılması görsel ve işitsel verilerin eşzamanlı sunulması mümkündür.

Dijital ortamda görsel, işitsel ve yazılı kaynaklara erişebilmek, verileri yayınlamak, gerekli kişilerle iletişime geçebilmek teknolojinin sağladığı önemli olanaklardandır. Dünyanın farklı yerlerinden kullanıcıların buluştuğu, belli bir konu seçilerek yarışmaların düzenlendiği, kullanıcıların tecrübelerini aktardığı forumların yapıldığı, verilerin paylaşıldığı web siteleri mevcuttur. Günümüzde bilgisayar yazılımları ve donanımları sürekli artan bir ivmeyle gelişmektedir. Her geçen gün yeni yazılımlar, mevcut yazılımların yeni sürümleri piyasaya çıkmaktadır. İlgili web siteleri, programları öğrenmek ve programa hâkimiyetini arttırmak isteyen kullanıcılar için büyük eğitim kaynaklarıdır.

Uzun yıllar boyunca kullanıcıların büyük bir çoğunluğun tercih ettiği, piyasadaki yerleri çıkardıkları yeni sürümleri ile sabitleşmiş yazılımlar vardır. AutoCAD, 3ds Max, Photoshop programları piyasada talep gören yazılımlardır. SketchUp bahsi geçen programlara göre piyasaya daha yeni çıkmış olmasına rağmen kısa bir sürede kullanımı yaygınlaşmış diğer bir çizim programıdır.

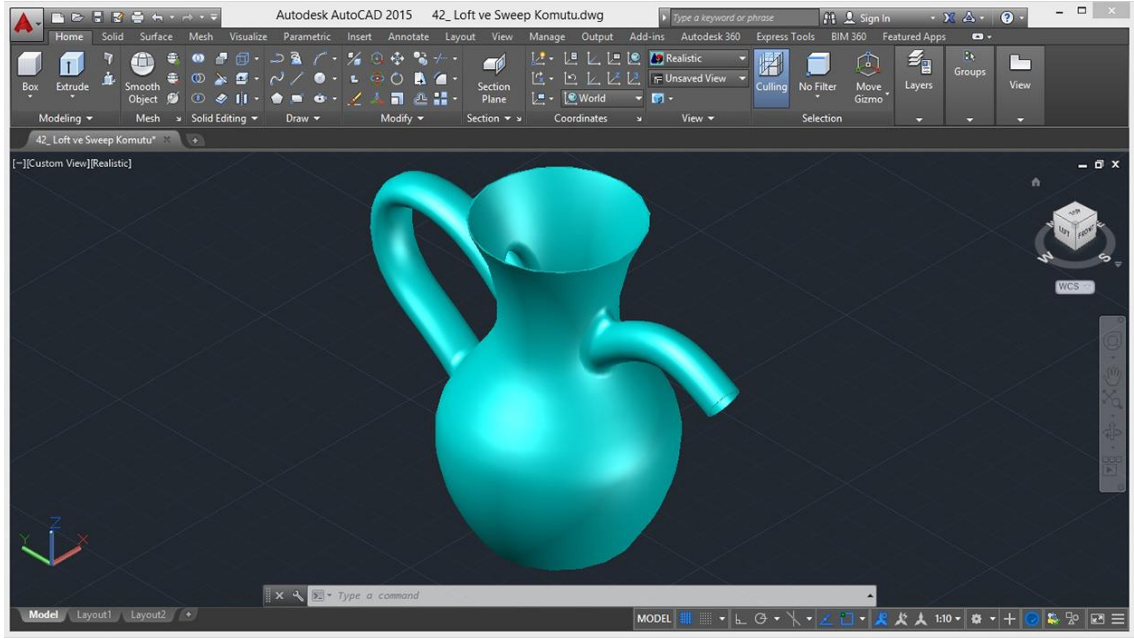
1.6.1. Autodesk AutoCAD Programı

AutoCAD⁵⁸, mimarlar, mühendisler, içmimarlar ve endüstri ürünleri tasarımcıları tarafından yaygın olarak kullanılan, dünyaca tanınan yazılım firması Autodesk tarafından hazırlanan, bilgisayar destekli çizim, tasarım yazılımıdır. Kavramsal tasarımdan çizim ve detaylandırmaya, yaratma, görselleştirme ve dokümantasyon için gereksinim duyulan her türlü aracı sağlar.⁵⁹ AutoCAD çizim işlerini kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen tutamak (grip) temelli düzenleme araçları, katılar ve yüzeyler için de kullanılabilir⁶⁰

⁵⁸ <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=2704278>, Erişim Tarihi: 06.06.2014.

⁵⁹ Kibaroglu, 60.

⁶⁰ <http://www.sayisalgrafik.com.tr/index2.html?urunler/autocad>, Erişim Tarihi: 09.06.2014.



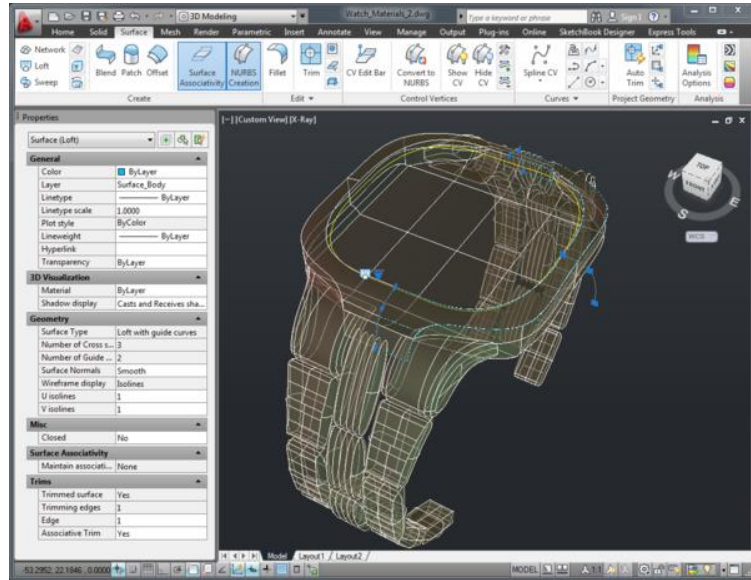
Resim 1.12. AutoCAD Arayüz⁶¹

Teknik çizim alanında kullanıcılara büyük kolaylık yaratmış vektör bazında çalışan program, bilgisayar destekli tasarım yapan kullanıcılar için geleneksel sunum yöntemlerinde kullanılan rapido, eskiz kâğıdı, şablon gibi klasik çizim gereçlerinin görevlerini bilgisayar ortamında gerçekleştirir.

AutoCAD, bilgisayar destekli tasarım ile ilgili çoğu kullanıcı tarafından bilinmekte ve kullanılmakta olan, mesleki disiplinler arasında veri aktarımı konusunda tercih edilen, vektör bazlı bir yazılım olduğundan kullanıcıların projelerinde ölçekli çalıştıkları takdirde proje çıktılarını istenilen boyutta alabildiği bir programdır.

Programın kullanımı üçüncü boyut uygulamalarda modelleme açısından zordur. “Render” (dijital ortamda üçboyutlu modellenmiş olan objenin resmedilmiş hali, son görsel). Söz konusu olduğunda sunum açısından diğer programlarla karşılaştığında yetersiz kalabilmektedir.

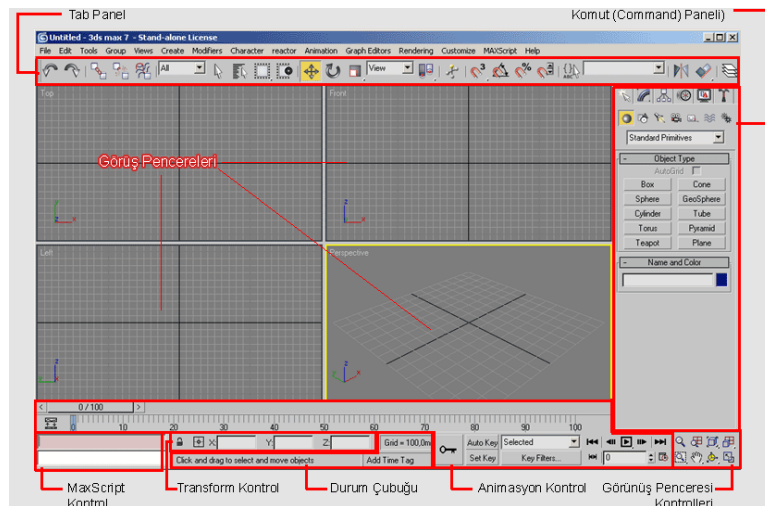
⁶¹ <https://www.sanalogretim.com/AutoCAD-2015/36/SetDetay>, Erişim Tarihi: 06.06.2015.



Resim 1.13. AutoCAD Çizim⁶²

1.6.2. Autodesk 3ds Max Programı

3ds Max⁶³, mekânsal ya da mimarı ve içmimarı çevre sunumları, endüstriyel tasarım sunumları ve film özel efektleri alanlarında yaygın olarak kullanılan, yazılım firması Autodesk tarafından hazırlanan bir poligonâl modelleme ve nurbs modelleme gibi teknikleri destekleyen bir programdır.



Resim 1.14. 3dsMax Arayüz⁶⁴

⁶² <https://www.behance.net/gallery/3838963/Frictionless-Modeling-Environment-in-AutoCAD>, Erişim Tarihi: 06.06.2014.

⁶³ <https://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?id=5659302&siteID=123112>, Erişim Tarihi: 05.04.2014.

⁶⁴ <http://www.weebakademi.com/3ds-max-komutlari-arayuz-dersi.aspx>, Erişim Tarihi: 09.06.2015.

Diğer modelleme yazılımlarında olduğu gibi programlar arası veri aktarımına elverişli bir yazılımdır. Yaygın olarak kullanılmasının sebebi çeşitli modelleme tekniklerini desteklemesidir. Programda hazır olarak sunulan temel nesneler bulunmaktadır. Tercih edilen hazır nesneleri ölçüler vererek projeye dâhil etmek mümkündür.

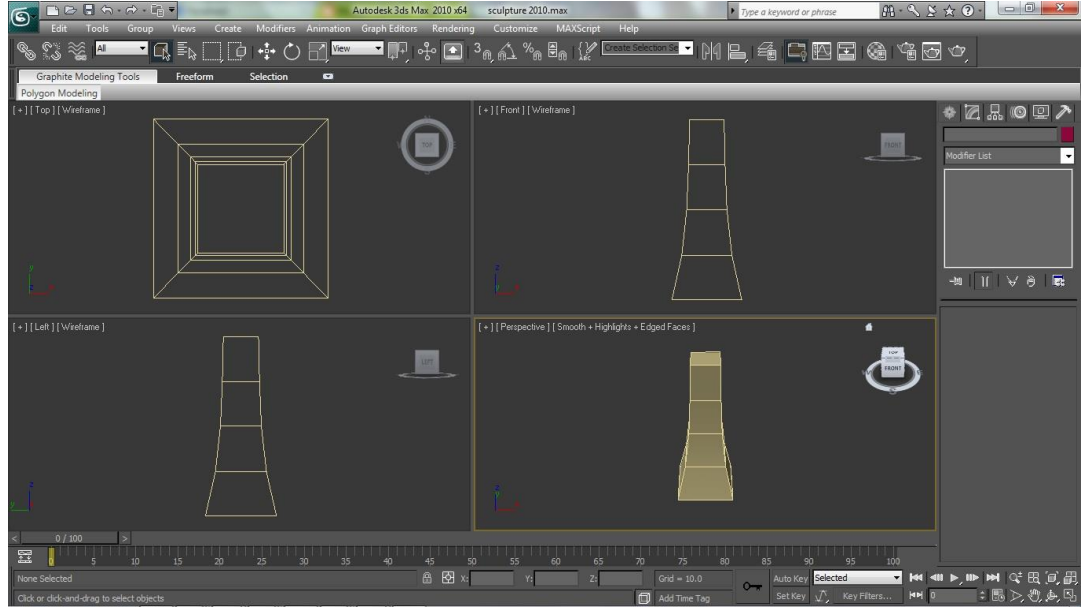
Bazı kullanıcılar modelleme eylemini kullanımı daha basit programlarda gerçekleştirip, proje verilerini 3ds Max programına aktararak programın ışık, kamera, malzeme dokusu atama özelliklerinden faydalanır, projeyi etkili bir sunumla sonuçlandırır.

Programda aynı zamanda animasyon kontrolleri de vardır. Nesnelere yazılımda bulunan yerçekimi etkisi uygulanarak animasyonlarda gerçek fizik kurallarının geçerli olduğu animasyonlar oluşturulabilir. 3ds Max modellenen projenin son görünüşünün yaratılması konusunda başarılı bir yazılımdır. Modellere atanan malzemeler, kamera ve ışık ayarları ile gerçeğe yakın görünüşler elde edilebilir.

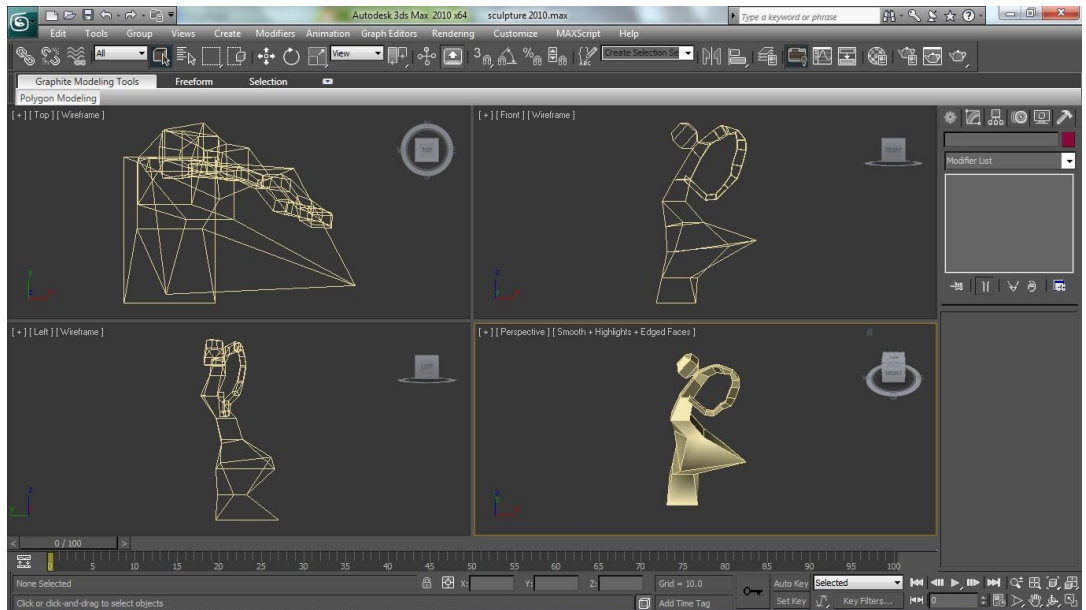
Kullanıcılar programı yeni öğrenmeye başladıklarında ara yüzünün, komutların, listelerin çok fazla ve karışık olmasından dolayı zorluk çekebilirler. Bu karmaşanın nedeni programın her türlü modelleme disiplinine uygun olan geniş kapsamlı bir yazılım olmasıdır.

Program ile ilgili web siteleri, programı öğrenmek ve hâkimiyetini arttırmak isteyen kullanıcılar için önemli başvuru ve eğitim kaynaklarıdır. Sitelerde diğer kullanıcıların yayınladıkları, projeyi oluştururken kullandıkları yöntemleri anlattıkları sayfalar bulunmaktadır, kullanıcılar forumlarda iletişim kurarak tecrübelerini paylaşmaktadır.⁶⁵

⁶⁵ <http://www.sayisalgrafik.com.tr/index2.html?urunler/max>. Erişim Tarihi: 09.06.2014.

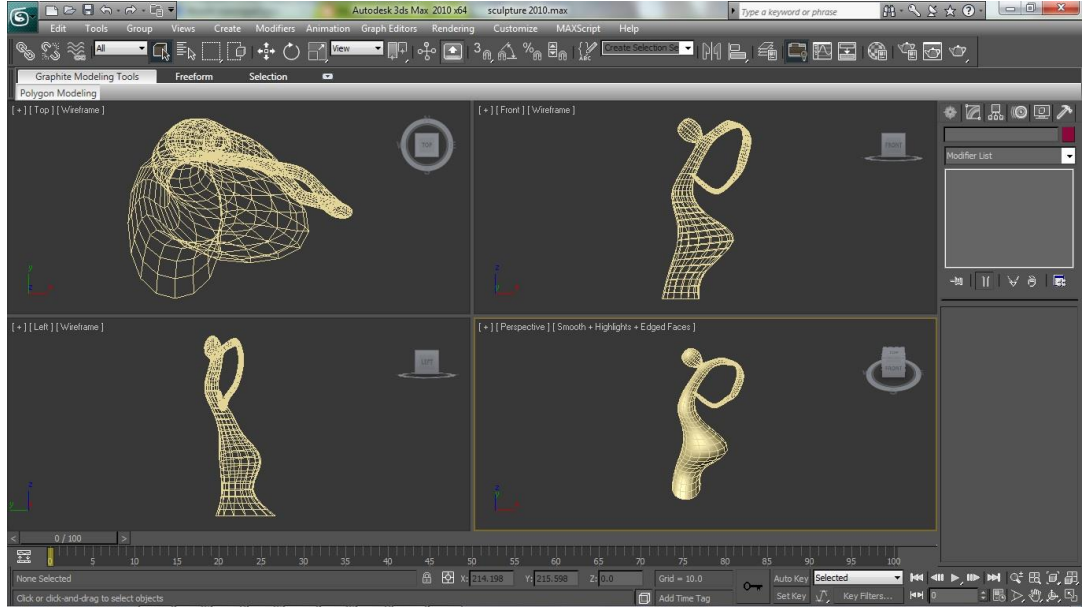


Resim 1.15. 3dsMax Çizim-1⁶⁶

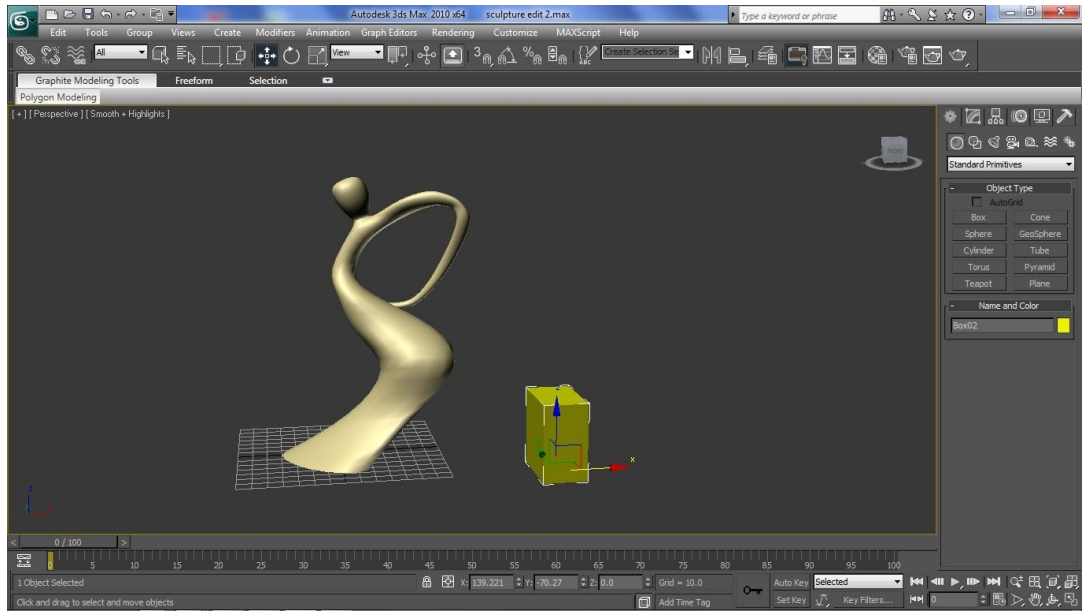


Resim 1.16. 3dsMax Çizim-2

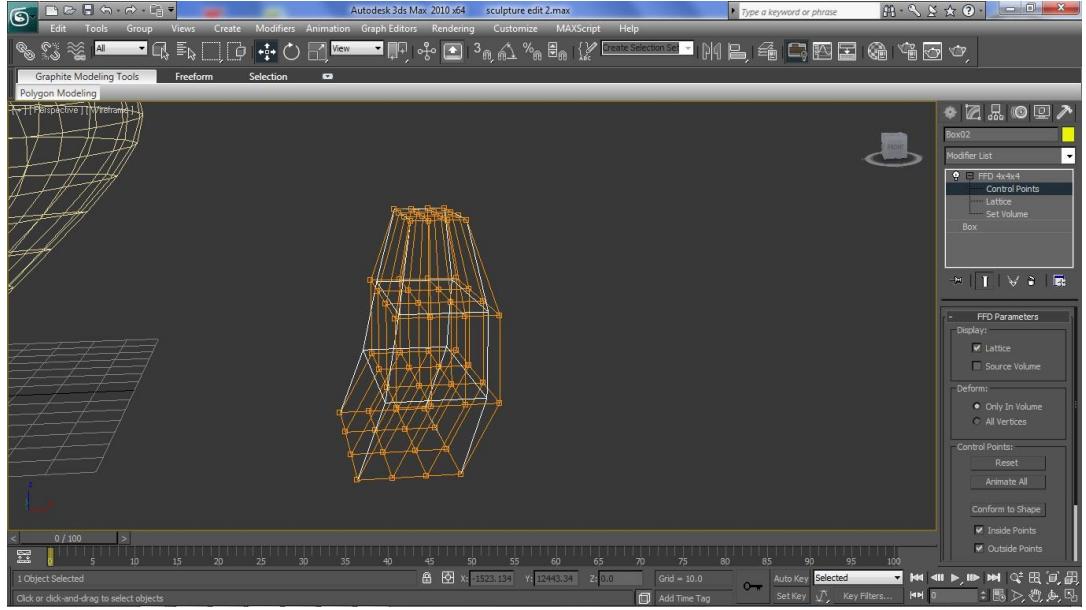
⁶⁶ <http://3dsmaxwithstellalystia.blogspot.com.tr/2012/09/project-1-sculpture.html>,
09.06.2015.



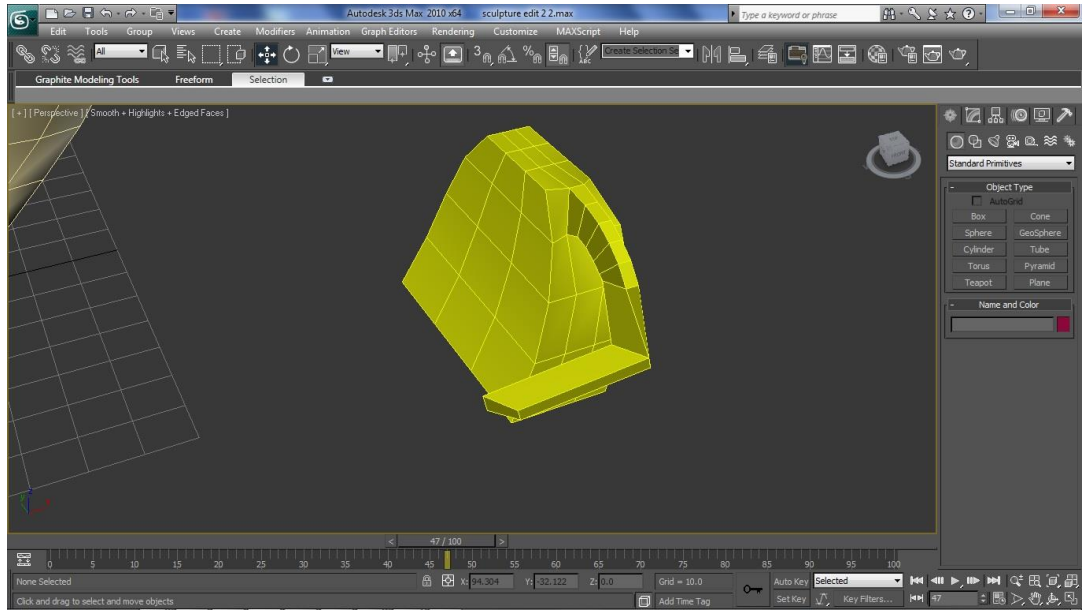
Resim 1.17. 3dsMax Çizim-3



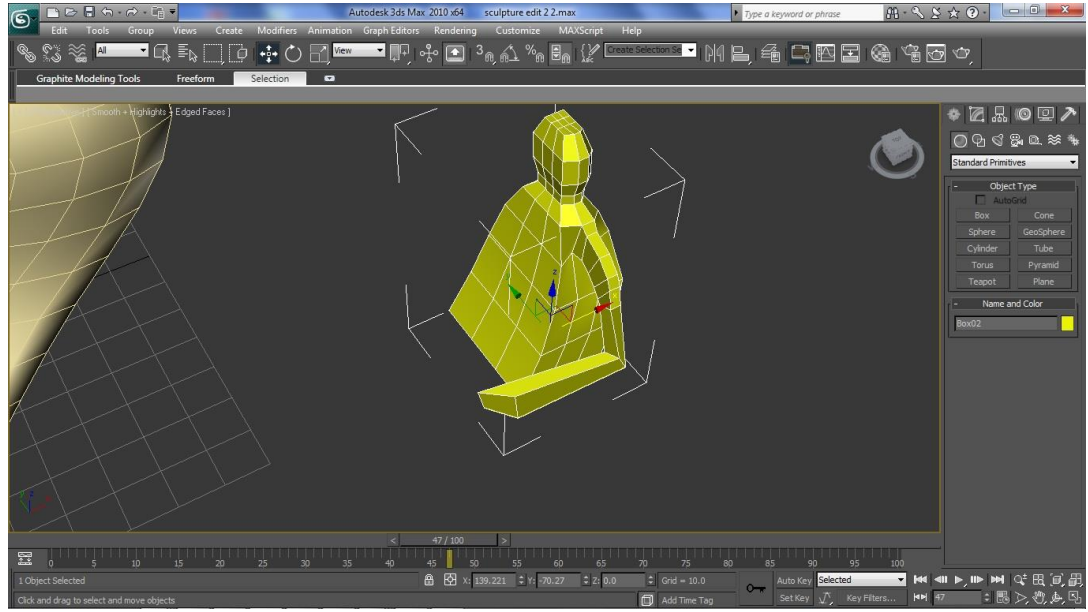
Resim 1.18. 3dsMax Çizim-4



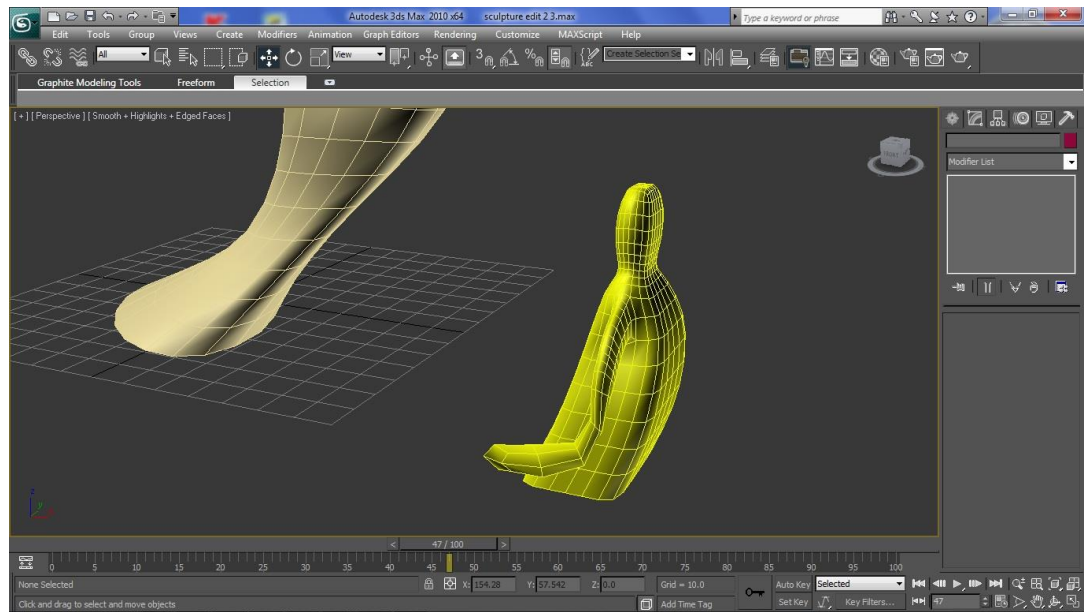
Resim 1.19. 3dsMax Çizim-5



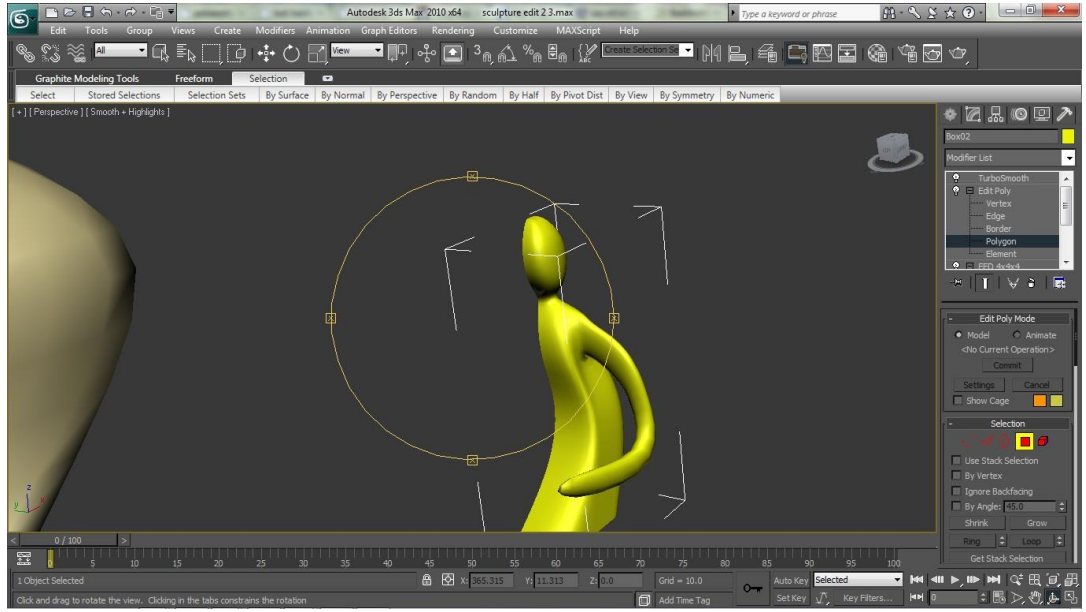
Resim 1.20. 3dsMax Çizim-6



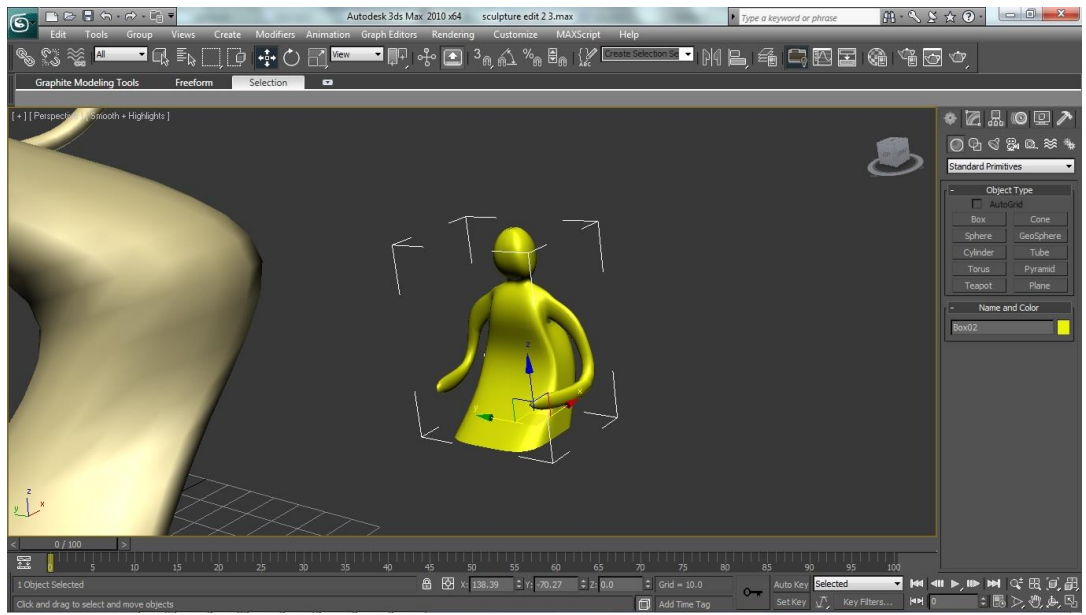
Resim 1.21. 3dsMax Çizim-7



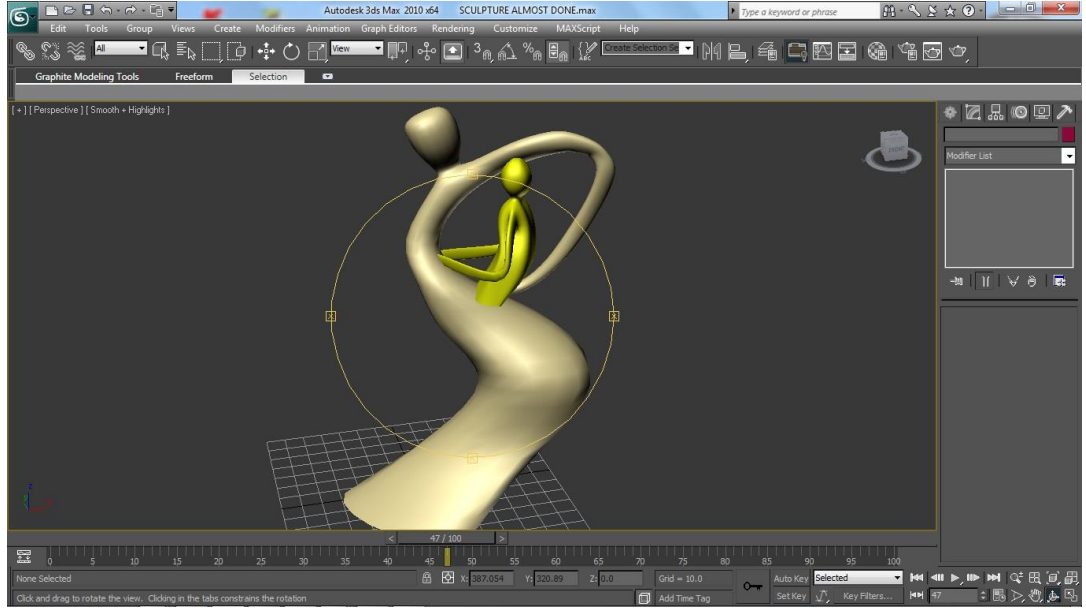
Resim 1.22. 3dsMax Çizim-8



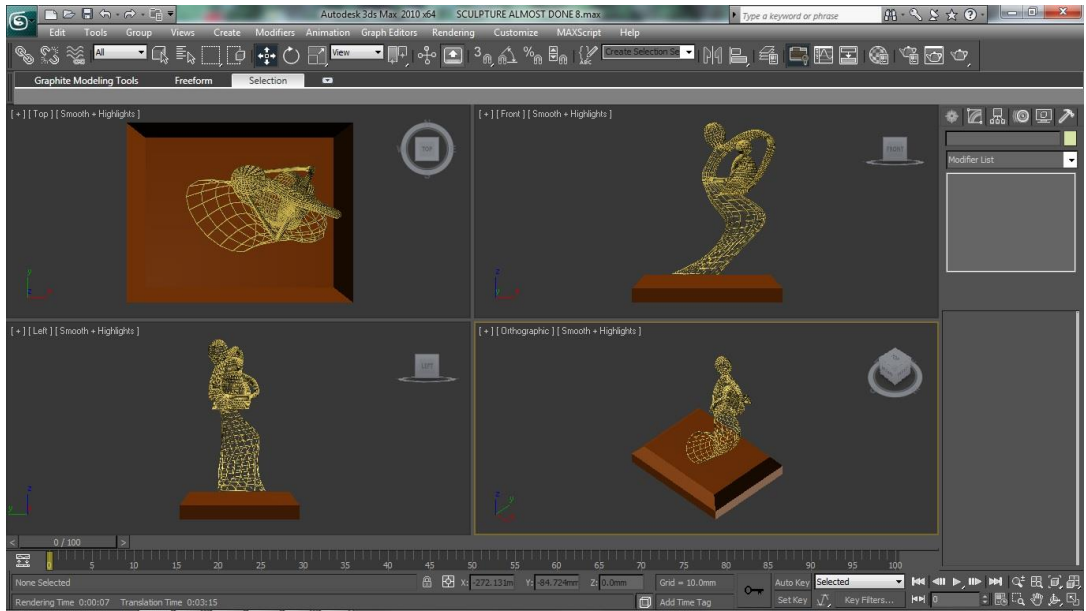
Resim 1.23. 3dsMax Çizim-9



Resim 1.24. 3dsMax Çizim-10



Resim 1.25. 3dsMax Çizim-11

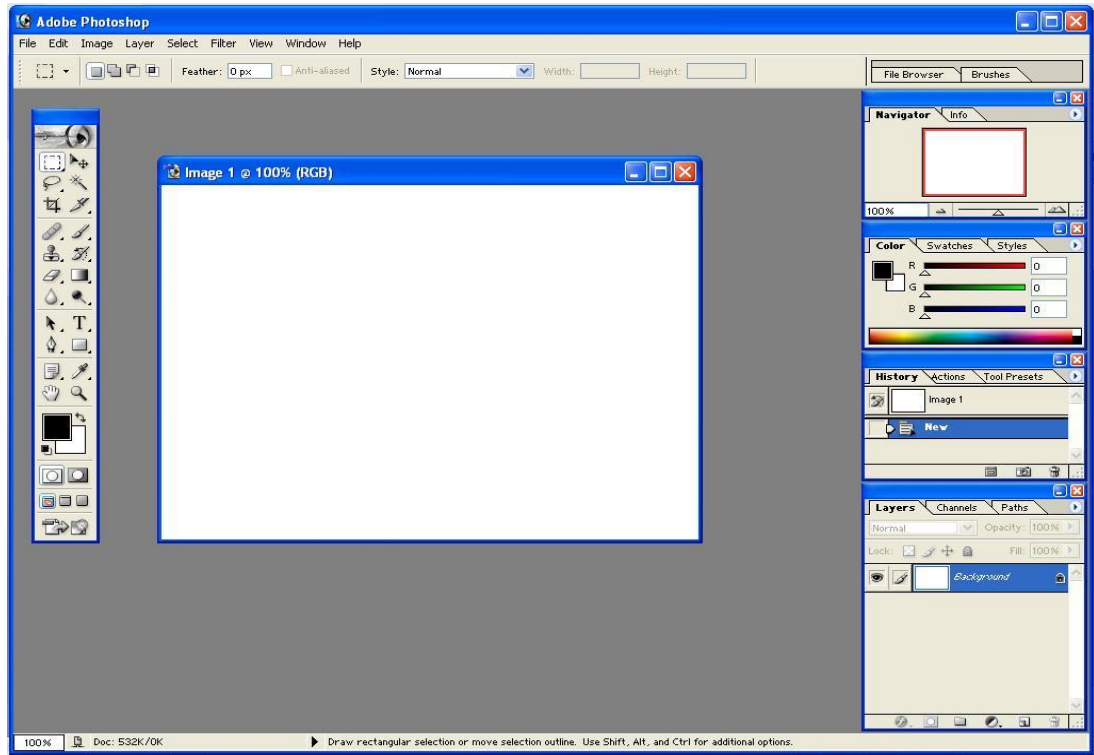


Resim 1.26. 3dsMax Çizim-12

1.6.3. Adobe Photoshop Programı

Adobe Photoshop⁶⁷, profesyonel görüntü düzenlemesi ve vektör bazlı uygulamalarda, tasarımcılar tarafından yaygın olarak kullanılan bir yazılımdır.

İki boyutlu tasarlanmış eskizleri nesneleri boyutlandırma da kolaylık sağlamakla birlikte doğal görünümde kazandıra bilmektedir. Photoshop sadece resim düzenleme programı olarak görünse de günümüzde üç boyutlu tasarımlara sunuma kadar kolaylık sağlamaktadır. Mekâna heykel yerleştirme de oran orantı biçim form renk olarak mekâna uygunluğu görsel olarak photoshop aracılığıyla kontrol edilebilmektedir. Tasarlanan bir heykel projesi önce Pen Tool aracı ile çizilip renklendirilir. Daha sonra Filter Gallery menüsünden istenen malzeme Effect'i kullanılarak doğal görünüm oluşturulur. Heykelin yerleşeceği mekân alt katman olarak programa getirilir ve heykel yerleştirilir ve ışık gölge perspektif ayarları bu program ile kolaylıkla yapılabilir.

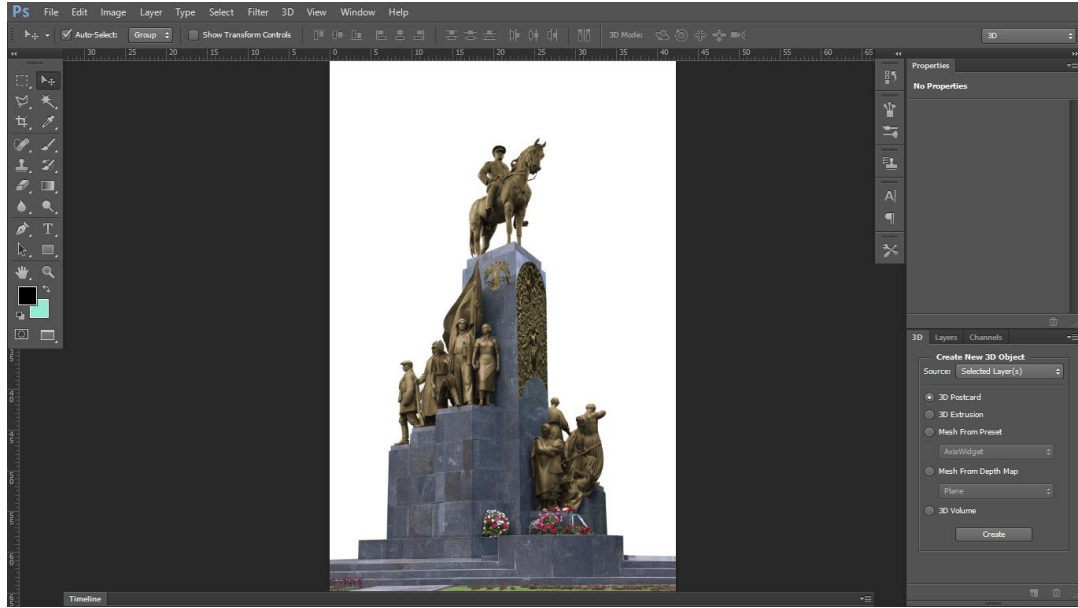


Resim 1.27. Adobe Photoshop Arayüz⁶⁸

⁶⁷ <http://www.adobe.com>. Erişim Tarihi: 09.06.2014.

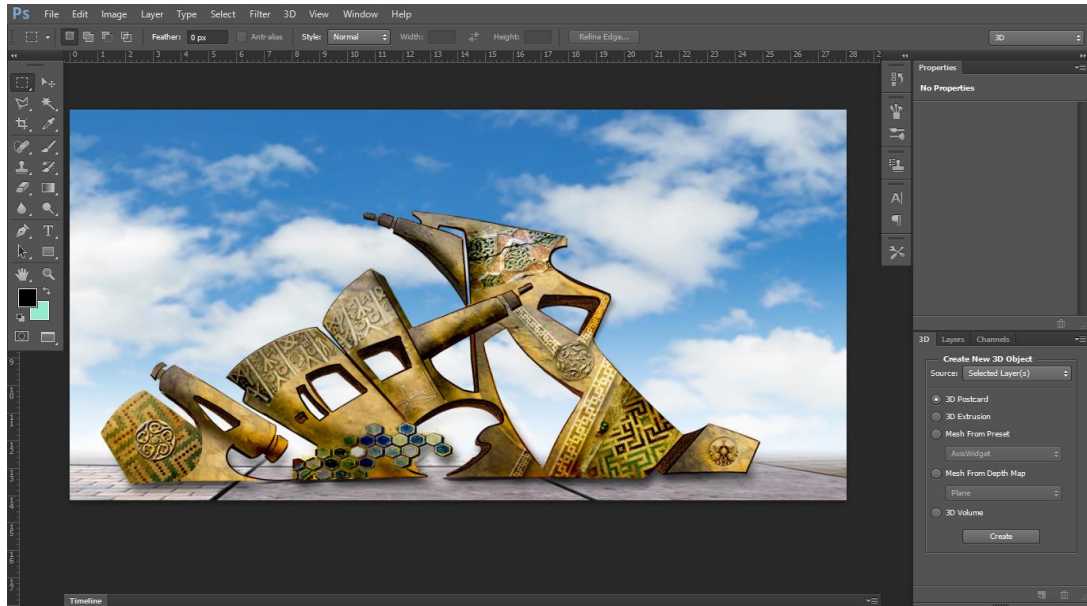
⁶⁸ <https://softwaretutor.files.wordpress.com/2010/01/adobe-photoshop1.jpg>, Erişim Tarihi: 01.01.2010.

Program yaratıcılığı destekleyen araç ve menüleri ile tasarımcılara imaj işleme konusunda geniş olanaklar sunmaktadır.



Resim 1.28. Adobe Photoshop Çizim-1

Görsel efektleri sağlayan filtre olarak adlandırılan efekt komutları ile, imajların ışık ayarları düzenlenebilir. İmajların kalibrasyon olarak adlandırılan renk düzenlemesi ayarları, programda var olan menüler vasıtasıyla kolaylıkla çözümlenir.



Resim 1.29. Adobe Photoshop Çizim-2

1.6.4. Z Brush Programı

3B ile 2.5B ortamlarında modelleme, dokulandırma ve renklendirme yapan bir dijital heykel (yontu) programıdır. Mac OS X ve Windows sürümleri bulunmaktadır.⁶⁹

ZSphere ile base (temel) model oluşturulabilir. Hazır primitif objeler sayesinde modellemeye başlanılabilir.

Base (temel) modeller import edilerek modellemeye başlanılabilir. Bu modeller harici bir programdan alınabileceği gibi ücretsiz internet ortamından ya da ZBrush içindeki kütüphaneden de temin edilebilir.

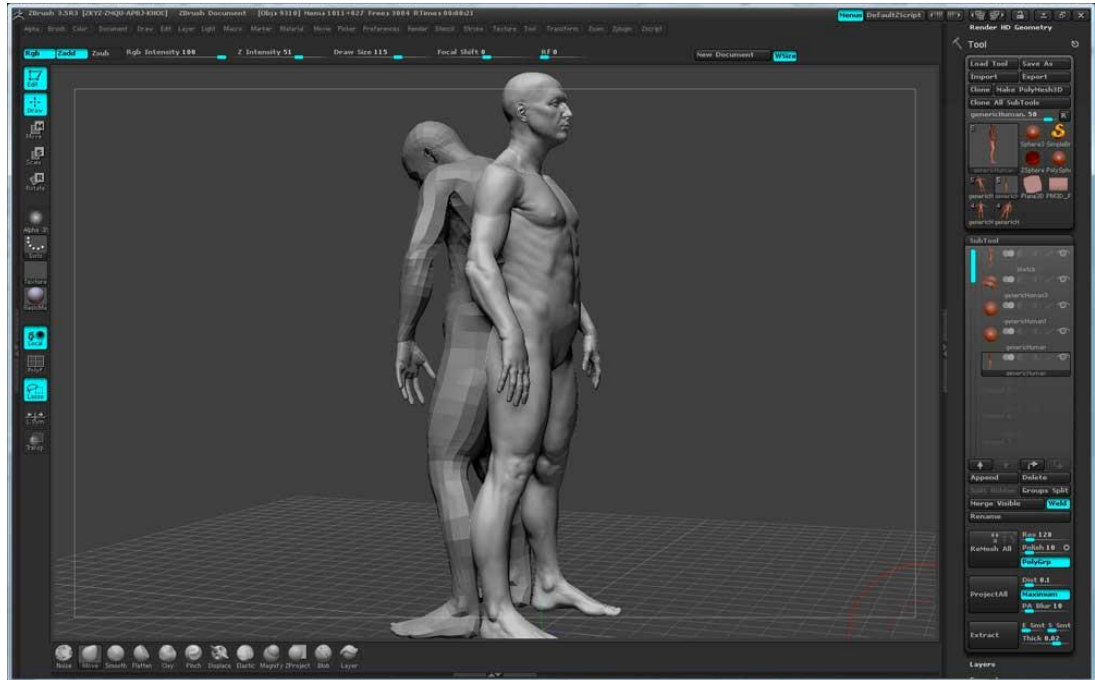
Texture (doku) boyama: Gelişmiş fırça ve alfalar yardımı ile boyama yapmak çok kolaydır. Bir nevi 3 boyutlu doku boyama programı gibidir. Aynı zamanda boyamalara efektli fırçalar yardımı ile varyasyonlar da yapılabilir. Boyanmış doku kolaylıkla export edilebilir.

Shading (Malzeme biçimi, gölgeleme): Yeni sürümle birlikte gelen MatCap kütüphanesi ve sahnede gerçek zamanlı gölge ve ışıklar ile çalışmak ZBrush'ın en güçlü özelliklerinden biridir. Ayrıca birçok malzemeyi de içinde barındırır. Bu malzemeler aynı zamanda viewport'ta eşzamanlı olarak görülebilmektedir.

⁶⁹ İnan, 38.



Resim 1.30. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-1⁷⁰

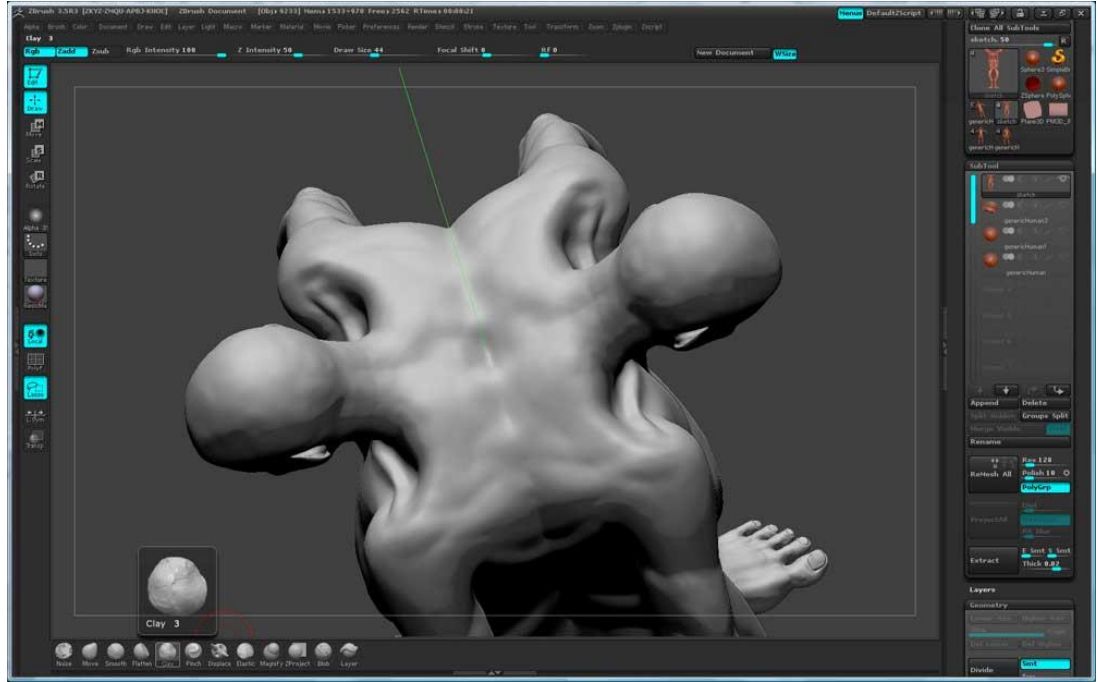


Resim 1.31. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-2

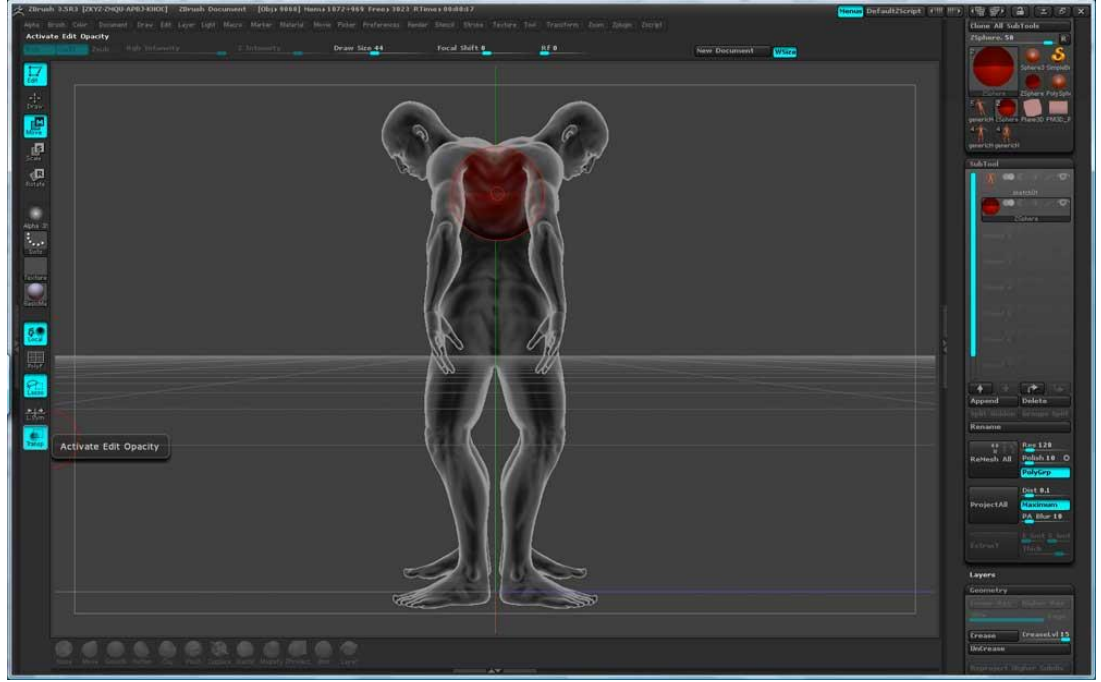
⁷⁰ <http://docs.pixologic.com/user-guide/tips-tricks/marco-menco>, Erişim Tarihi: 05.05.2014.



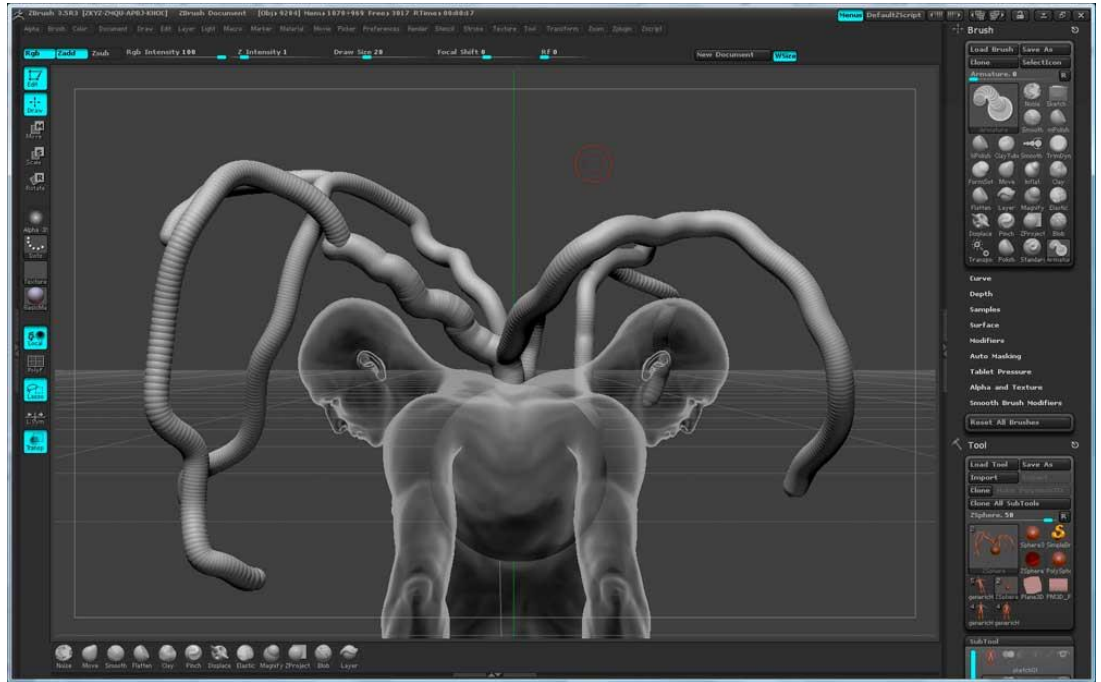
Resim 1.32. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-3



Resim 1.33. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-4



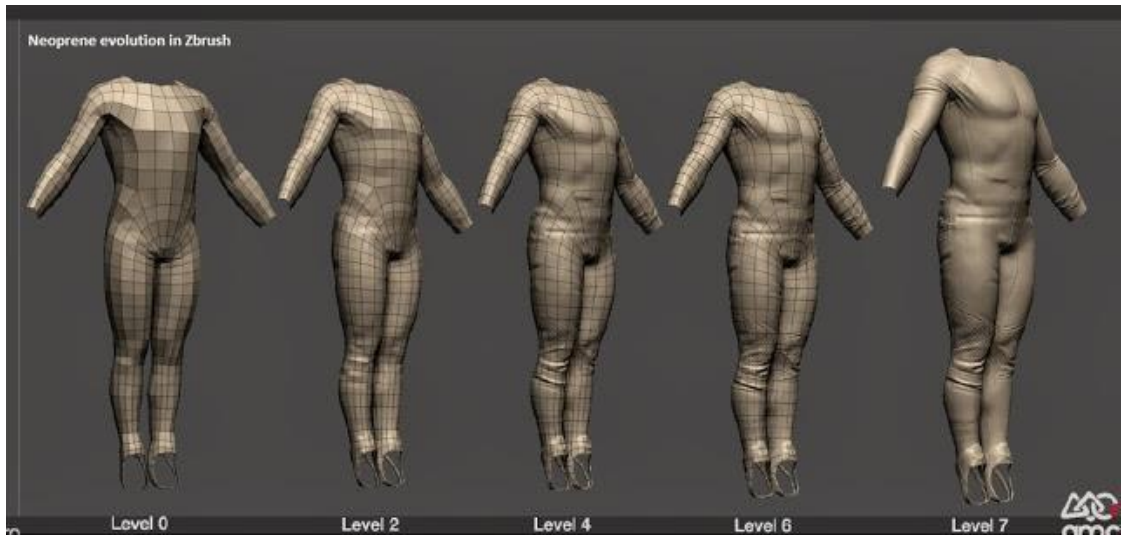
Resim 1.34. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-5



Resim 1.35. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-6

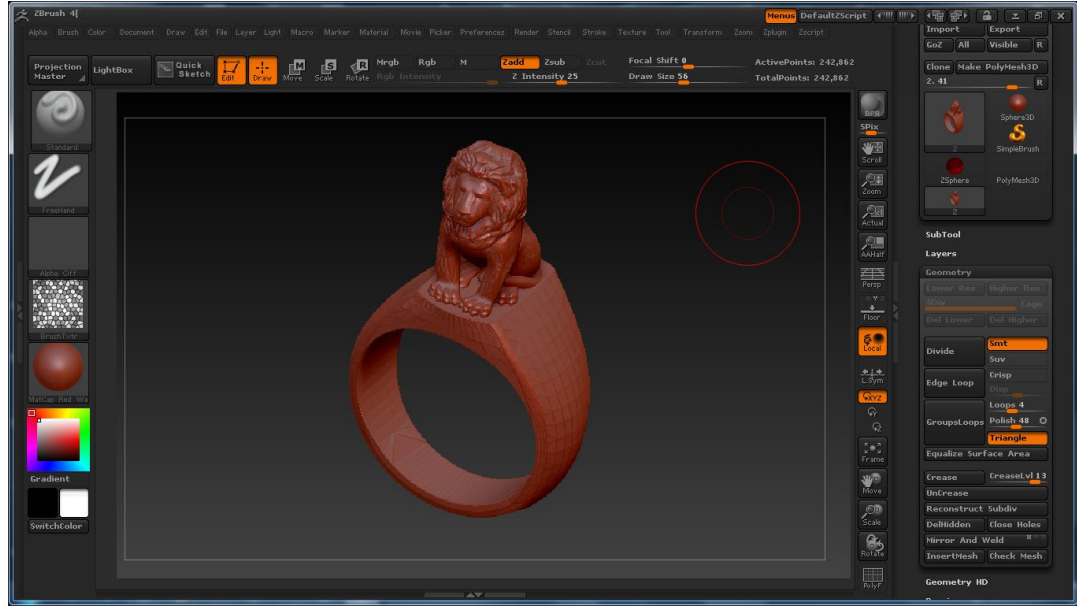


Resim 1.36. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi-7



Resim 1.37. Zbrush Arayüz – Figür Çizimi Aşamaları⁷¹

⁷¹ <http://anetematvejeva3d.blogspot.com.tr/2013/10/reflecting-on-good-modeling-for.html>, Erişim Tarihi: 10.10.2013.



Resim 1.38. Zbrush Arayüz – Heykelsi Takı Tasarımı⁷²

Render: ZBrush, Sınırlı bir render imkanı sunar. Genellikle viewport'ta girilen görüntünün biraz daha iyi halini verebilir. Render alırken tasarım için birçok ayar sunulsa da bunların temel olanları; ışıkların ayarlanabilir, Antialiasing ile kırıkların giderilebilir, ve daha yumuşak bir gölge alınabilir, fill light sayesinde ayrıntıları daha iyi gölgelenir ve görülür olmasıdır.

⁷² <http://www.designperest.com/wp-content/uploads/d2.jpg>, Erişim Tarihi: 10.05.2014.

İKİNCİ BÖLÜM

3 BOYUTLU TASARIM

2.1. BİR TASARIM VE ÜRETİM NESNESİ OLARAK HEYKEL

Heykel kabaca estetik hedefler gözetilerek sert ve plastik özellikte malzemenin yontu ya da modelleme yoluyla 3B nesnelere dönüştürülmesi sanatı olarak ifade edilmektedir.

Günümüz mühendislik ürünleri kırk sene öncekilerle kıyasladığımızda performans, kalite ve özelliklerde şaşırtıcı bir artış gözlenir.⁷³



Resim 2.1. Bayan Figür Heykel Tasarımı

Tasarım kil, mum, taş, mermer, metal, kumaş, ahşap, alçı, lastik, plastikler ve bulunmuş/atık nesneler kullanılarak bağımsız nesneler, rölyefler ya da çevre düzenlemesi tarzında gerçekleştirilebilir. Malzeme yontularak, modellenerek,

⁷³ Kalapakjian, *Manufacturing Engineering and Technology Addison Wesley*, Publishing Company, 1990, 3-5

kalıplanarak, dökülerek, dövülerek, kaynaştırılarak, dikilerek, birbirine bitleştirilerek işlenebilir. Değişik heykel türleri tarih boyunca neredeyse tüm kültürlerde gözlenmiştir. 20. yüzyıla kadar heykel temsiliyet bağlamında kabul görmüştür ancak bu yüzyılın başlarından itibaren temsiliyet amacı olmayan çalışmalar da artan oranda üretilmeye başlanmıştır. Günümüz heykeltıraşları amaçlarına hizmet edebilecek her tür malzeme ve üretim tekniğini kullanarak heykel bağlamı içinde işler üretmektedir. Artık heykel sanatı herhangi bir özel malzeme ve teknikle özdeşleştirilmemektedir.



Resim 2.2. Bayan Figür Heykel Tasarımı Detay

Heykel sınırları belirlenmiş nesneler ve etkinlikler kategorisini imleyecek sabit bir tanım değildir. Aksine, gelişen, değişen, etkinlik alanını genişleten ve yeni nesne türleriyle ilgilenen bir sanat dalının adıdır. Terimin ufku önceki on yıllarda olduğundan daha genişlemiş olup görsel sanatların akışkanlığı içinde kimsenin gelecekteki biçimi ve kapsamını öngöremeyeceği bir kimliktir.

Geçmiş yüzyıllarda olmazsa olmaz kabul edilen belli başlı özellikler günümüz heykel sanatında görülmemekte ve tanımı içinde de yer almamaktadır. Bunlardan en önemlisi “temsiliyet” özelliğidir. 20. yy öncesinde heykel çoklukla insan figürleri ve cansız dünyanın nesneleri gibi hayata ait formları taklit eden bir temsiliyet özelliği taşırdı. Ancak, 20. yy ile birlikte hayata ait olmayan formlar da heykelin ilgi alanına girmiş bulundu. Uzun bir zaman diliminden bu yana mobilyalar, kullanım eşyaları ve

binalar gibi temsiliyet amacı gütmeyen nesneler de yorum kapsamına girdi. Bu durum ancak 20. yy ile birlikte karşılaştığımız işlevsel olmayan, temsiliyet amacı taşımayan üç boyutlu sanat nesnelerinin üretildiği bir dönemdir.

20. yy öncesi heykeli öncelikle katı formların ya da kütlelerin sanatı olarak kabul görmekteydi. Geçmişin heykeline ait katı formlarda girinti ve boşluk gibi negatif öğelerin bulunduğu gerçeğine karşılık üstlendikleri rol ikincil özellikteydi ve nihayetinde karşılaşıcağımız tümleşik yapıları. Modern heykellerin büyük çoğunluğunda ilgi odağı kayarak uzamsal temeller baskınlaşmıştır. Uzamsal heykel artık heykel sanatının bir dalı halindedir.

Bazı örnekleri göz ardı edersek, geçmişin heykellerinde kabul gören düşünce formun bileşenlerinin sabit bir şekle, ölçüye ve hareketsizliğe sahip olduklarıdır. Yakın zamanlardaki gelişmeler ve denemelerin sonucunda formun değişmezliği ve hareketsizliği heykel sanatında bir gereklilik olmaktan çıkarak kinetik heykel kavramının oluşmasına neden olmuştur.⁷⁴

Sonuç olarak, içinde olduğumuz yüzyılda, heykel yontu ve modelleme gibi iki geleneksel biçimlendirme süreci, metal, ahşap, fildişi, kemik, taş ve kil gibi geleneksel doğal malzemenin boyunduruğunda kalmamıştır. Günümüz heykeltıraşlarının her tür malzemeyi ve bu malzemeleri işleme yöntemlerini geliştirecek teknolojileri kullanır olması sonucu heykel sanatı herhangi bir özel malzeme ve tekniğe indirgenmemektedir.

Heykel sanatındaki tüm bu değişim ve dönüşümlere karşılık tek bir olgu değişmeden kalarak heykeltıraşların ilgi ve haz odağı olmayı sürdürmüştür. Heykel sanatı görsel sanatların özellikle form oluşturmaya yoğunlaştığı daldır demek doğru olabilir.

Heykel, çevresinde dolaşabileceğimiz gerek bir form ve gerekse bir rölyef olabilir. Çevresinde dolaşabileceğimiz bir heykel kendi ayrıklığını yaratmış, mekânda insan bedeni ya da bir sandalye gibi bağımsız bir varoluşu vurgulayan bir nesne iken; Bir rölyefin bu tür bir bağımsızlığından bahsetmek mümkün değildir. Rölyef bir şeyin yapısının bir parçasını oluşturan, içinden fark edildiği bir bütünün zemini ya da örgüsünü tamamlayan öge halinde gözlenir.

⁷⁴ Kibaroglu, 3-4.

Heykelin aktüel üç boyutluluk karakteri resim sanatına kıyasla belli temellerde gözlenmesini de sınırlamaktadır. Heykel katıksız optik ortam yardımıyla uzamsal illüzyonunu canlandıramaz. Heykel resimde olduğu gibi biçimlerini atmosfer ve ışık aracılığıyla dökümlendiremez. Resim ve fotoğraf gibi sanatlarca kabul edilemez bir canlı ve fiziksel varlık duygusu yaratarak özel bir gerçeklik deneyimi yaşatır. Heykelin nesneleri görünür olduğu kadar hissedilir de. Gerek dokunma gerek görme yoluyla deneyimlenir. Görme yeteneği zayıf olan ve hatta doğuştan kör olanlar bile heykel alanında eser verebilir. Heykel dokunmanın sanatıdır ve heykele yönelik duyarlılığın kökleri kişinin şeyleri kavramaktan aldığı hazza kadar uzanır.⁷⁵

Tüm 3B biçimler katıksız geometrik özelliklerinin yanında kendini ifade eder bir tutuma sahip olarak algılanırlar. İzleyici görmüş olduğu bir biçimden saldırganlık, kırılma, sakinlik, atılma, kabul gibi duyumsamaları yaşantılaştırabilir. Biçimin ifade yeteneğini geliştirerek, heykeltıraş hedeflediği duyumsamayı; arzuladığı izlenimi sunacak pekiştirmeyi kurabilir. Bu tarz pekiştirmeler niyetlenen sunumun ötesinde çok derin köklü ve güçlü duyuların oluşmasını sağlayabilir.

Heykelin estetik hammadde anlatım gücüne sahip üç boyutlu biçimin hâkimiyetidir. Tüm insanlar doğumlarından ölümüne bir biçimler evreni ile iç içe bulunurlar. Biçimlerin yapısal ve duyumsal özelliklerinden bir şeyler öğrenirler. Biçimlere karşı duygusal tepkiler oluştururlar. Biçime yönelik duyum olarak adlandırabileceğimiz bu algılayış ve duyarlı tepki eğitimle geliştirilebilir ve rafine bir hale getirilebilir. Heykel sanatının da öncelikle hedeflediği bu tür bir biçim duyarlılığıdır.

Heykel tasarımının öğeleri ve ilkeleri üzerine bir ayırım ancak akılda yapılabilir olsa da heykelin en önemli öğeleri kütle ve mekândır. Heykel kütlesi olan bir malzeme ile yapılır ve üç boyutlu uzay içinde varolur. Heykelin maddesel, mekân kaplayan katı kütlesi temas ettiğimiz yüzeyler tarafından kuşatılmıştır. Mekân (ya da boşluk/doluluk) heykelin tasarımına üç yoldan katılmaktadır: Heykelin materyal bileşenleri boşluğa doğru yayılabilir, uzayabilir; bu bileşenler boşluğu kavramak ya da avuçlamak yoluyla girintiler ve boşluklara sahip olabilir, birbirleriyle boşluk aracılığıyla bağlantı kurabilir. Tüm bunları pozitif ve negatif mekân ilişkisi olarak betimlemek de mümkündür. Hacim,

⁷⁵ İnan, 6-14.

yüzey, ışık ve gölge, renk gibi bileşenler heykelin destekleyici öğeleridir.

Heykel tasarımında kütle ya da mekândan hangisinin daha önemle vurgulanması gerektiği çok farklılıklar gösterir. Constantin Brancusi heykellerinde ya da eski Mısır heykelinde kütle büyük önem taşır. Çoğu heykeltıraşın tek düşüncesi katı materyal yığınını biçimlendirmek olmuştur. Antonio Pevsner ya da Naum Gabo gibi 20. yy heykeltıraşlarının işlerinde şeffaf plastik levhalar ya da ince metal çubuklar kullanılarak kütle en aza indirilmiştir. Bileşenlerin kütle etkisinin burada hiç önemi kalmamıştır. Bu bileşenlerin ana işlevi boşluğu sınırlamak, biçimlendirmek ve devindirmektir. Henry Moore ve Barbara Hepworth gibi heykeltıraşların çalışmalarında da kütle ve boşluk aşağı yukarı eşit paylarda ortaklık oluşturmaktadır⁷⁶.

Resim sanatında eserin izlenebileceği tek bir olasılık olmasına karşın, üç boyutlu biçimin tümünü bir bakışta algılamak mümkün değildir. İzleyici üç boyutlu nesneye tüm açılardan bakmak durumundadır. Çünkü heykelin katı formlarının, hacim olarak yorumlanmasını göz ardı etmek, heykeli muhtelif açılardan tasarlanmış bir resimler bütünü olarak görme hatasına düşürme ihtimalini doğurabilir.

Heykel tasarımında hacmin görünür kılınması oldukça önemlidir. Çepeçevre gözlenebilecek katı formun temel birimi tek bir hacimdir. Bir kısım heykellerde sadece bir hacimle karşılaşırken diğerlerinde heykelin birden fazla hacmin konfigürasyonu gözlemlenir. Örnek olarak insan figürünün heykeltıraş tarafından her biri baş, boyun, göğüs ve bacak gibi bedenin büyük bölümlerine tekabül eden hacimler konfigürasyonu olarak değerlendirilmesi verilebilir.

Heykelde tüm tasarıma kıyasla tektonik oluşumlara denk öneme sahip katı formlar halinde şekillendirilmiş delik ve kaviteler kimi zaman negatif hacimler olarak da adlandırılır.⁷⁷

Heykelde yüz yüze geldiğimiz aslında heykelin yüzeylerinden başka bir şey değildir. Bu yüzeyleri yorumlayarak heykelin içyapısı hakkında tahminlerde bulunulur. Yüzey; kütlelerin içyapısına yönelik ipuçları içermek ve tanımlamak, kütlelerin çevre ile ilişki kurmasını sağlamak gibi iki temel özelliğe sahiptir.

⁷⁶ B. Ceyson, Bresc-Bautier G., Fagiolo dell'Arco M. ve Souchal, F., *Sculpture From the Renaissance to the Presentday*, (3. Baskı). Taschen Verlag GmbH. Köln 1999, 10-37.

⁷⁷ Ceyson, vd., 38.

Heykelde farklı yüzeylerin farklı anlamlar aktarabilme gücü çok önemli bir iletişim becerisi sağlamaktadır. Küresel (iki eksen de eğimli) yüzeyler doluluk, kapsamlılık, iç güçlerin dışa yönelen baskısı olarak algılanır.

Boşluğun heykele müdahalesi olarak da yorumlanabilecek olan içbükey yüzeyler dış güçlerin etkisini, erozyon ve çöküş gibi duyumları yaratırken; Düz yüzeyler malzeme sertliği ve sağlamlığı duygusunu taşır. Bükümsüz ve yığılmasız yüzeyler olarak bu tür düzlemler iç ve dış güçlerden etkilenmemeyi vurgular. Bir eksen de içbükey diğer eksen de dışbükey olan yüzeyler iç güçlerin baskınlığının yanında dış güçlerin etkisini de kabullenmeye hazır oluş duygusunu verir. Bu tür yüzeyler gelişme, uzaya açılma eylemlerini çağırır⁷⁸.

İşinde ışık etkileri yaratmakla uğraşan ressamın aksine heykeltıraş çalışmasında ışığın kendisini yönlendirmektedir. Heykeltıraş çalışmasının yerleştirileceği fizik alanla ilgili bilgi sahibi ise o çevrenin ışıklandırma özelliklerine göre heykelini düzenleyebilir. Işığın yönü ve şiddeti bu ışık dağılımını gölgeler ve yansımalar olarak gösterecek olan yüzeylerin düzenlenmesinde etken olacaktır. Doğaldır ki Mısır'daki günışığı koşulları ile kuzey ülkelerindeki günışığı koşulları birbirinde farklı parametrelere sahiptir. Birçok (geç dönem gotik) ön Rönesans heykeltıraşında gördüğümüz gibi aydınlık ve gölge değişkeni vurgulayıcı bir biçimde kullanıldığında güçlü bir anlatım oluşturmaktadır. Derin ve gölge çoğaltacak tarzda yontulmuş boşluklar ve keskin sırtlar bu tür etkiler için uygun yüzeysel özelliklerdir. Bu yolla heykel içinde bulunduğu çevrenin etkilerinden kurtularak bir ışık gölge birliği haline de getirilebilir.

Heykelde malzemenin kendi doğasından ya da sonradan eklenen bir renklendirme olanağı vardır. Malzeme doğasına yönelik ilginin yakın geçmişte artması ile “malzemeye sadık kalmak” sloganı altında heykelin malzemesinde renk ve dokunun da korunduğu ve malzemenin kendi özelliklerinin sergilendiği işler yapılmıştır. Son zamanlarda parlak suni renklerin kullanımı da yaygınlaşmıştır.

Sanat Tarihçisi Erwin Panofsky Romanesk ve Gotik heykellerin tasarımlarındaki ilkesel farklılıkları tanımlamaya çalışırken Romanesk formların kendilerinden dışarı doğru yönelen bir düzlem üzerinde projeksiyonlar olarak, Gotik olanların da kendi

⁷⁸ Ceyson, vd., 38 – 51.

içlerindeki bir eksen üzerine merkezlenmiş olarak algılandığını bulgulamıştır. Panofsky'e göre klasik statülerin temeli Gotik heykelin yeniden keşfettiği “eksen ilkesi üzerine oturmaktadır”⁷⁹. Kısaca, heykelde evrensel bir ilkeler bütününden bahsetmenin ne kadar doğru olacağı şüphelidir. Tarzdan tarza farklılıklar ilkelerdeki farklı anlayışlar ve vurgularla oluşmuştur. Yine de temelde bir heykelin tasarımını yönlendiren ilkelerden bahsetmek mümkündür. Oryantasyon, oran, ölçek, artikülasyon ve denge bu ilkeler arasında sayılabilir.

Heykeli oluşturan formların birbirine ilişkisinin izleyiciye, çevreye göre yerleşimi (oryantasyon) uzamsal bir referans noktasını gerekli kılmaktadır. Bu referans düzlemleri ve eksenlerden oluşan bir düzenek ile sağlanır.

Eksen simetrik ya da simetriye yakın hacim ya da hacimler topluluğunun zorunlu kıldığı bir çekimsel kütle merkezinin üzerinden geçen hayali bir merkezi hattır. İnsan bedeninin tüm üyelerinin kendi eksenleri bulunmasına rağmen ayakta duran figürün boylu boyunca uzanan tek bir dikey eksenidir. Üyeler kendi eksenleri etrafında döner ve hareket ederler.

Referans düzlemleri hareketleri, pozisyonları ve hacimlerin, eksenlerin, yüzeylerin yönlerine göre anlaşılabildiği hayali düzlemlerdir. Temel referans düzlemleri yatay, frontal ve iki profil düzlemdir.

Karakteristik pozları ve uzamsal kompozisyonları eksenlere kıyasla yöneten ilkeler dört büyük düzlem üzerinden formüle edilebilir. Bunlar: Eksenlilik ilkesi, arkaik heykelin tasarımını belirleyen frontallık ilkesi, (Michelangelo'nun heykellerinde görülen bedenin alt ve üst kısımlarının aksi yönler doğru büküldüğü) kontrapostür ilkesi ve (ayakta duran klasik dönem Grek heykellerinin sıklıkla kullanılan dengeli, beden ağırlığının bir bacağa aktarılırken diğer tarafın üzerinde gerginlik ve gevşeme zıtlıkları yarattığı) Chiastic (S ilkesi) duruş ilkesi.

Doğrusal boyutlarda, alanlarda, hacim ve kütlelerde oransal ilişkiler bulunmaktadır. Heykel bu ilişkilerin mükemmel olarak ifade edilebileceği bir ortam yaratır. Bir yandan ideal oranlar arayışı sürerken diğer yandan Afrika heykellerinde gördüğümüz, yoruma bağlı olarak, bedenin parçalarının önemini vurgulayan, heykelin mesajına uygun doğal olmayan oransal abartılar da gözlenebilir.

⁷⁹ Ceyson, vd., 40.

Büyük ölçekli bir çalışmada izleyicinin görsel becerisindeki sınırlar nedeniyle kimi zaman heykelin alt kısımlarına oranla üst kısımlarının daha büyük modellendiği görülür. Bu yolla heykel bir bakımdan izleyicinin göz seviyesine indirilmiş olur.

Heykelin ölçeği heykeli çevreleyen yapıların ve oluşumların ölçeğine bağlı olarak düşünülmelidir. Dış mekân heykellerinin tasarımında izleyicinin algı psikolojisi de göz önüne alınmalıdır. Dış mekâna yerleştirilen bir heykel kapalı mekânda olduğundan daha az kütleli algılanacaktır.

Antik ve ortaçağ heykelinde kıyaslı ölçeklilik heykellerin temsil ettiği şahsiyetlerin önemine göre düzenlenmekteydi. Bir köle bir efendiye kıyasla daha küçük ölçülerde tasarlanırdı. Bu tür ölçeklendirmeye aksonometrik izdüşüm ve perspektif bilgisi yoksunluğu sonucu üretilmiş bir “hiyerarşik ölçek” denebilir.

Tek parça heykelde dengenin üç temeli vardır. Heykelin kendi aktüel fiziksel durağanlığı ilk temeldir. Bu doğal denge ile sağlanır. İkinci temel kompozisyonun dengesidir. Bir kompozisyondaki ağırlığın dağılımı ya da güçlerin etkileşimi dinamik ya da durağan bir denge duyumu oluşturur. Üçüncü temel yaşayan bir figürü temsil eden heykellerde gözlenebilir. Bu tür bir dengede gerginlikler ve gevşemelerin birbirini karşılıyor olması gerekir.⁸⁰

Rölyef heykellerin bazı formları resim sanatına oldukça yaklaşır. Heykelle seramik ya da metal işleme sanatları arasındaki ayrım net değildir. Birçok çömlek ya da metal sanatı ürününe baktığımızda onları heykel bağlamında değerlendirebileceğimiz perspektifler bulunmaktadır. Günümüzde endüstriyel tasarımcıların ve heykeltıraşların işlerinde artan bir benzerlik gözlenmektedir.⁸¹ Heykel modelleme teknikleri ve heykeltıraşların kendileri yeni otomobil tasarımlarının başlangıç aşamalarında görev almaktadır. Heykel disiplini kadim bir bilgi ve deneyim dağarcığı olarak, biçime yönelik çağdaş uygulamalara yol göstericiliğini sürdürmektedir.

⁸⁰ Ceyson, vd., 38-51.

⁸¹ İnan, 6-14.

2.2. SANAL HEYKEL VE ÜRETİLEBİLİRLİK

Dijital ortamın sağladığı olanaklar görselleştirme ve modelleme olanakları ile “var olması olanaklı” ile “var olması olanaksız” tek bir ortamda aynı bağlamı paylaşır biçimde gözlenebilir. Sanal ortamın nesneleri olanaksız nesneler de olabilir. Olanaksız nesne bir tür optik göz yanılsamasının ürünüdür. Aktüel olarak var olması olanaksız bir geometrinin iki boyutlu benzetimi halinde, olabilmemişçesine görsel sistemde (göz ve beyindeki görme merkezinin oluşturduğu fizyolojik sistem) algılanması anlık bir yanılsama halidir. Bu tür nesneler ancak belirli bir perspektif içinde var olarak algılanabilirse de yarattıkları geometrik akıldışılık (İrrasyonellik) izleyici tarafından hemen algılanır. Yine de kısa bir süre için olsa da bu nesneler var olabilmıştır. Dahası, geometrisi incelenmediği ve olanaksızlığı bilinçli olarak saptanmadığı için var olabileceğinden şüphe edilmeden taslak olarak varlığını sürdüren birçok nesne de olanaksızlıklarını kolaylıkla sergilemez. Olanaksız nesneler psikologların, sanatçıların ve matematikçilerin ilgi odağı olmuştur. Çalışmamız açısından önemli olan sanal ortamın ve dijital süreçlerin gerçekçi modellemeye ve üretime katkılarıdır. Dijital ortamın bir araç olarak heykelde tasarım, modelleme ve üretim süreçlerine etkileri üzerine odaklandığımız için sanal ortamda var olabilir ancak fizik ortamda varlığı olanaksız nesneleri ve bunlarla ilgili çalışmaları kapsam dışı bırakmıştık.

Ancak, Üretilemez üç boyutluluk üretilabilir olanın bilgisini de içermektedir.

Üretilabilir olan; yüzey ise kalınlığı, kütle ise su sızdırmaz yapısı ile nesneye tercüme edilebilecek verilerden oluşmak zorundadır. Dijital modelleme perspektifinden; üretilabilir olanın yapısını daha iyi algılayabilmek için üretilemez olanı anlamak zorunluluğumuz bulunmaktadır.

Teknolojinin ulaştığı düzey itibarı ile bir heykeltıraş stüdyosunu sanal ortama doğru genişletebilir. Dijital ortamın heykelde hazırlık çalışmalarından modellemeye ve fizibilite hesaplarına kadar kavramsal, teknik ve ekonomik birçok katkısı olacağı bir gerçektir. Bu destekleri ve ivmelendirmeleriyle dijital ortamın heykel sanatında bir dizi mutasyona neden olacağı kanısındayız. Dijital ortam, grafik arabirim, tasarım, modelleme ve üretime yönelik çevrebirimleri ile nasıl bir olanaklar evreni sunmaktadır? Bu olanaklar evrenini şöyle açıklayabiliriz:

3B bilgisayar grafikleri hesaplamalar yapmak ve iki boyutlu imajlar oluşturmak

üzere bilgisayarda depolanan geometrik verinin üç boyutlu temsiliyeti ile oluşturulan grafiklerdir.

Görünüşteki farklarına rağmen 3B bilgisayar grafikleri 2B vektör grafikleri ile tel kafes (wire-frame) modeller ve 2B raster grafikleri ile render görüntüsü aynı algoritmaları kullanmaktadır. Bilgisayar grafik yazılımında 2B ile 3B arasındaki ayrım biraz bulanıktır. 2B uygulamalar ışıklandırma gibi 3B tekniklerini, 3B uygulamalar da 2B illüstrasyon tekniklerini kullanabilir.⁸²

3B bilgisayar grafikleri “3B model” olarak kabul edilir. İllüstrasyonu yapılmamış haliyle model grafik veri dosyası içinde bulunmaktadır. Ancak, farklı bir yorumla: 3B model herhangi bir üç boyutlu nesnenin (cansız ya da canlı) matematiksel temsiliyetidir. Model görsel olarak sergilenmediği sürece teknik bakımdan “grafik” olarak adlandırılmaz. 3B baskı olanakları sayesinde 3B modeller sanal mekân dışında da sergilenebilir. 3D Rendering (görselleştirme) adı verilen işlem aracılığıyla iki boyutlu imaj olarak görüntülenebilir ve görsel bir çıktısı olmadan ancak bir bilgisayar benzetimi ya da işlemler öbeği olarak kullanılabilir..

3B modellerin iki temel kaynağı bulunmaktadır. Doğrudan bilgisayar ortamında herhangi bir 3B modelleme aracıyla bir sanatçı ya da mühendis tarafından çizim yoluyla üretilenler ve fiziki dünya nesnelerinin 3B verilerinin çeşitli araçlar yardımıyla dijitalleştirilerek (3B tarayıcılar) bilgisayar ortamına aktarılması sonrası yeniden modelleme ortamında okunması yoluyla üretilenler. Modeller matematiksel işlemler ya da fiziksel simülasyonlar aracılığıyla da üretilebilir.

2.3. SANAL HEYKEL TASARIM AŞAMALARI

Birçok tasarım programı belirtilmiş tasarım safhalarını destekleyecek şekilde üretilmiştir. Kavramsal tasarım, ürün geliştirmeden çok farklıdır veya tasarım üretmek, inşaattan çok farklıdır ve olsa bile ancak küçük bir azınlık hepsine sürekli destek sağlar.

Bir projenin kavramsal tasarımını formüle ederken ki göreceli olarak planlanmamış evresi eskizler, 3d modeller, render programları ve matematiksellik yerine, görsellik konularındaki hızlı cevaplar sonucu şekillendirir. Ürün geliştirme, bir

⁸² İnan, 25-26.

konseptin / kavramın detaylı çalışılıp teknik olarak geliştirilmesi, tasarımın sonucundan daha fazla planlanmış bir süreçtir. Üç boyutlu programlar üretim amaçlı tasarım için de çok değerlidirler.⁸³

2.3.1. Temel Kullanım Programları

Bu kategori farklı dijital ortamların temel olarak ne yapmak için tasarlandıkları hakkında bir his vermeyi amaçlar. Bir endüstri için bu temel kullanım farklı tasarım safhalarındaki belirli ihtiyaçlar ile çok bağlantılıdır. Önemli bir farklılık sadece iki boyutlu grafik tasarım ortamları ile üç boyutlu objelerin tasarımı için hemen hemen tutarlı bir geometri modelleyen programlar arasında olabilir. AdobePhotoshop veya Illustrator - piksel vektörel karşı bazı- programlar görüntü kontrolü veya grafik düzenleme gibi grafik uygulamaları için öncelikli olarak kullanılır.

Geometrik modelleme ortamları genellikle şekillerin iki veya üç boyutlu temsillerini üretebilir ve birçoğu görsellik amaçlı bir çeşit render destekler. Bireysel programlar son teknoloji render veya ışıklandırma çalışmaları sayesinde gözde olurlar (3D StudioMax, vb.) diğerleri iki boyutlu çizimlerin geleneksel eskiz aktivitelerini destekler (AutoCad, vb.). Animasyon programları yerçekimine bağlı bulunan dinamik objeleri ikna edici bir şekilde temsilleyebilir, fakat katı matematiksel ve fiziksel modellere dayandırılmamışlardır. Sonuçlar fiziksel bir anlamda tutarsız olabilir ancak amaçları için ve kullanması hedeflenmiş kullanıcı grupları için son derece kullanışlıdır.⁸⁴

⁸³ A. Kusiak, *Intelligent ManufacturingSystem* Prentice, Hall Int. Ltd., Canada 1990, 180

⁸⁴ Kusiak, 180 - 185

2.3.1.1. Görselleştirme Süreci

Bu aşamada ışığın kurgulanan sahne üzerindeki etkisi rol almaktadır. Işın demetlerinin tanımlanmış yüzeylerin özelliklerine göre yansımaları, kırılmaları ve mekânın atmosferinde yaratılmak istenen etkilerin belirleyeceği diğer değişiklikler bu aşamada gündeme gelir.

Görselleştirme foto-gerçeklik imajları ya da foto-gerçeklikten uzak görselleştirme etkileri elde etmek amacıyla modelin ortamda var olan ışık tarafından yorumlanış sürecini tasarlamaktır. Görselimizde ne kadar ışık akısı olacağı (transport) ve yüzeylerin ışıkla nasıl etkileşeceği (scattering) gerçekçi görselleştirmede temel işlemlerdir. Bu işlemler genellikle 3B bilgisayar grafik yazılımı ya da 3D Graphics API tarafından gerçekleştirilir.

AŞAMALAR	HEDEF	GÖRSEL ÇIKTILAR
0. SORUŞTURMA	FİKİR	Yön bilgisi
1. ARAŞTIRMA	KONSEPT	Görsel konsept
2. İNCELEME	MAKET SEÇİMİ	Fikri taslakları, eskizler, sunum taslakları Küçük ölçekli maket
3. GELİŞTİRME	PROTOTİP DETAY	Teknik çizimler, İşlevsel maket, Doğruluk ve çalışma kapasitesi için 3B maket
4. GERÇEKLEŞTİRME	TEST	Yapım belgeleri, Prototip
5. DEĞERLENDİRME	ÜRETİM	Ürünün resmi

Resim 2.3. Tasarım Süreci⁸⁵

Sahneyi görselleştirme için daha uygun bir hale getirmek üzere değiştirme işlemleri 3B görüntüyü iki boyutta gözleyebileceğimiz 3B projeksiyon işlemini de içermektedir.

⁸⁵ M. Dedea, *İletişim Tasarımı ve Çoklu Ortam*, Pusula, İstanbul 2003, 25.

3B gibi görünen tüm bilgisayar grafikleri tel kafes görüntü tekniğini model olarak kullanmak zorunda değildir. 2B Bilgisayar grafikleri 3B foto gerçekçi etkilerle üretilebilir ve sonuç görüntüyü ayırt edemeyeceğimiz kadar başarılı olabilirler. Ancak, sonuçta elde edilen veri dijital olarak da olsa üretilebilecek bir nesnenin bilgilerini içermeyip sadece optik bir yanılsama olarak yorumlayabileceğimiz sayılardan ibarettir.

3B modeller üç boyutlu nesneyi yine 3B uzay içinde üçgenler, çizgiler, eğimli yüzeyler gibi çeşitli geometrik varlıklar tarafından birleştirilen bir noktalar koleksiyonu olarak temsil edilirler. Noktalar ve diğer enformasyonla birlikte bir veri koleksiyonu olarak 3B modeller gerçek nesnelerden üç boyutlu tarama yoluyla dijitalleştirilerek, algoritmalar aracılığıyla izleksel (procedural) modellemesi yapılarak ya da el çizimi yoluyla üretilebilir.

Neredeyse tüm 3B modeller iki ana kategoride sınıflanabilir:⁸⁶

- Tıpkı bir taş parçası gibi “katı” modeller nesnenin hacmini tanımlayabilir. Bu tür modeller daha gerçekçidir ancak inşa edilmeleri de oldukça zordur. Katı modeller görsel bir amaca hizmet etmeyen tıbbi ve mühendislik çalışmalarına yönelik benzetimlerde kullanılır.
- Kabuk ya da sınır modeller nesnenin kabuk ya da sınırını temsil eden dıştan gördüğümüz haliyle oluşturulurlar. Neredeyse hiç kalınlığı olmayan bir yumurta kabuğu gibi bir sınır yüzeyle var edilen bu nesnelerin bir hacim oluşturmaları düşünülemez ancak bu modelleri oluşturmak katı modellere göre oldukça kolaydır. Bilgisayar oyunları ve film sektöründe gördüğümüz tüm görsel modeller bu tür modelleme ile üretilmişlerdir.

Bir nesnenin görünüşü nesnenin dış yüzüne koşullanmış olduğundan kabuk temsiliyeti bilgisayar grafiğinde ortak paydayı oluşturur. Her ne kadar kıvrımsız ve düzlem üzerinde olsalar da iki boyutlu yüzeyler bu tür nesneler için iyi bir örnektir. Bu yüzeyler poligonal örgüler (mesh) ve daha az karşılaşılmakla birlikte alt bölümlendirme (subdivision) yüzeyleri ile temsil edilirler.

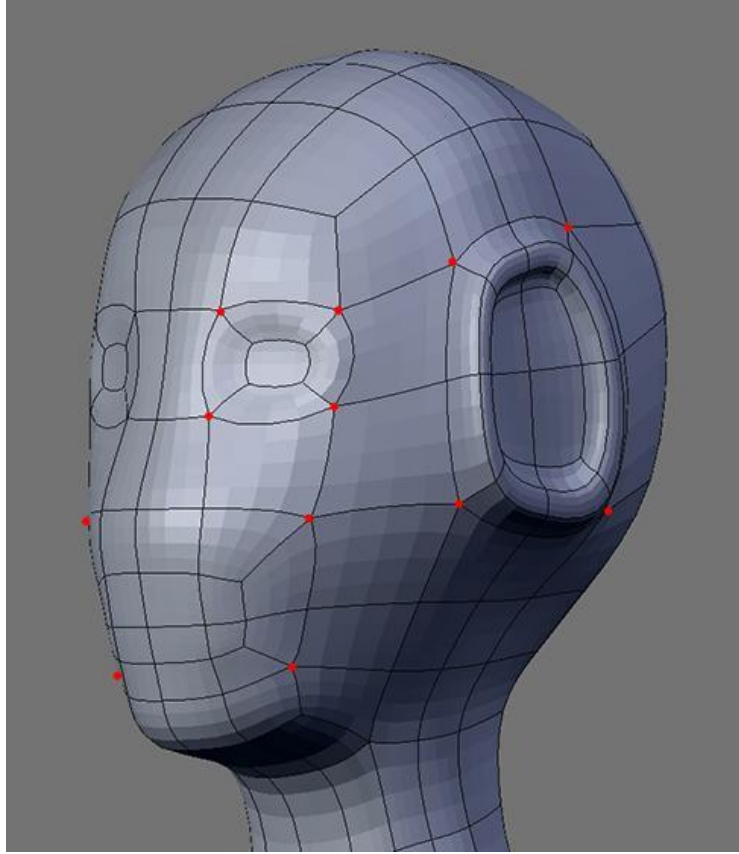
Nokta temelli geometrik temsiliyetlerin son yıllarda popülerlik kazandığı da bir gerçektir.

⁸⁶ İnan, 26-28.

2.3.1.2. Modelleme Süreci

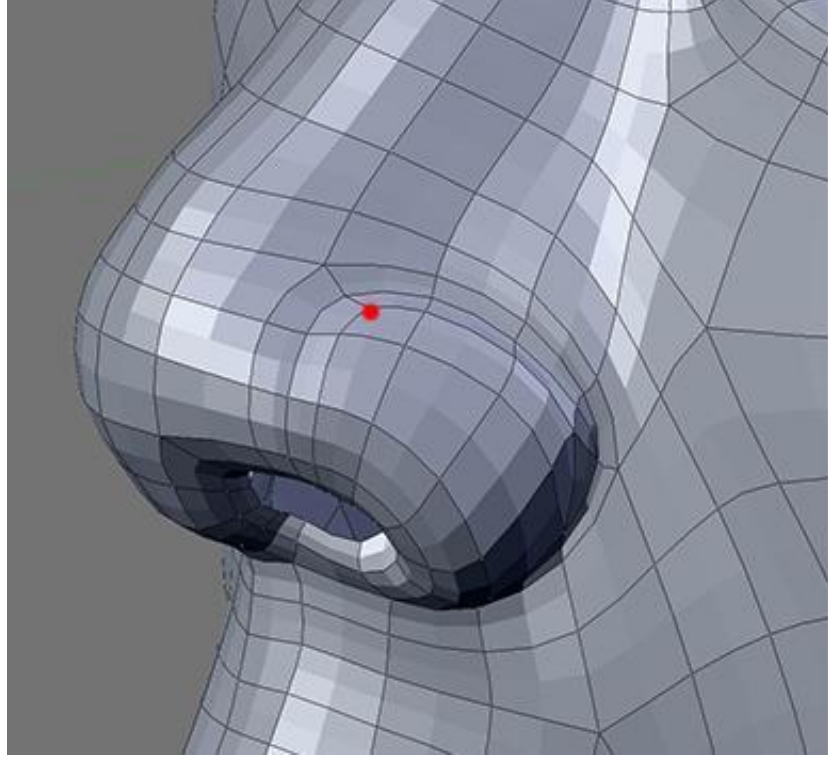
Bir modeli bilgisayar ortamında geliştirmek için beş yol bulunmaktadır:

1 Poligonal Modelleme: 3B uzaydaki vertis (vertices) adı verilen noktalar bir poligon kafesi oluşturmak üzere doğru parçalarıyla birleştirilirler. 3ds MAX bu sistemi kullanır. Günümüzde 3B modellerin büyük bir çoğunluğu elastik oluşları ve kolayca görselleştirilebilmeleri nedeniyle dokulandırılmış poligonal modeller olarak çizilmiştir. Ancak, poligonlar düzlemsel yüzeylerdir ve eğri yüzeylere bölünerek poligon sayısını çoğaltma yoluyla yaklaşabilirler.

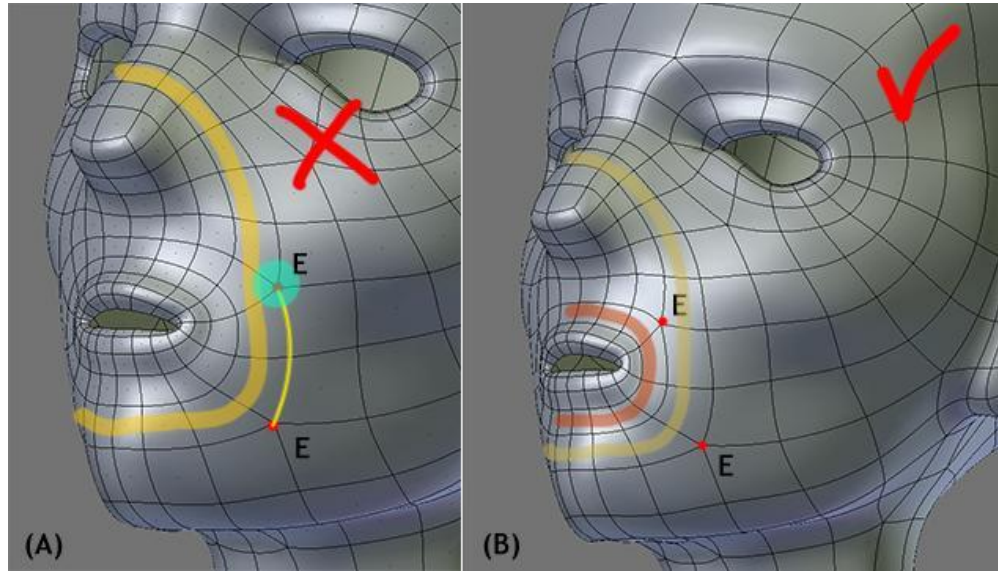


Resim 2.4. Poligonal Modelleme 1⁸⁷

⁸⁷ <http://www.tr3d.com/dersler/ders/br>, Erişim Tarihi: 06.05.20014.



Resim 2.5. Poligonal Modelleme 2⁸⁸

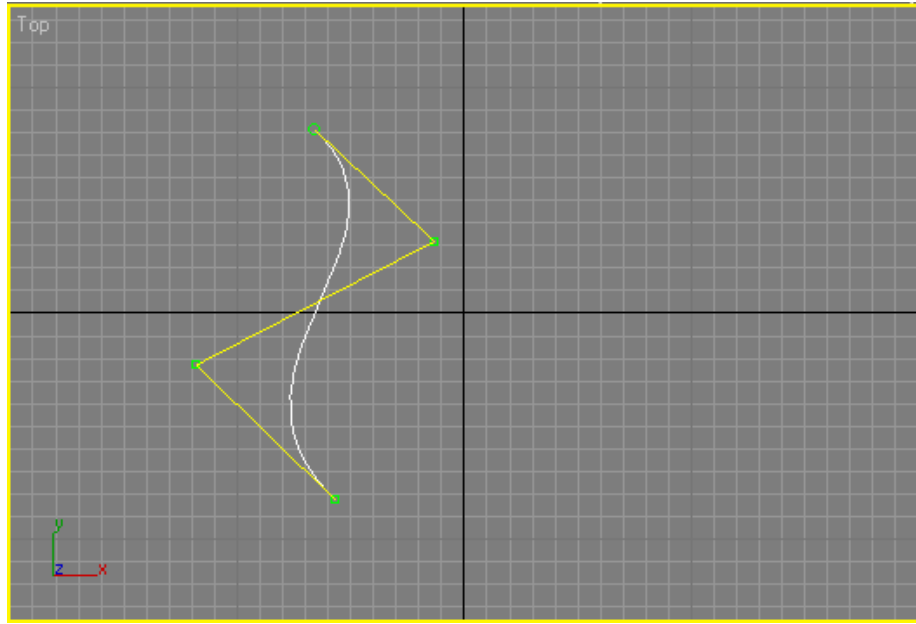


Resim 2.6. Poligonal Modelleme 3⁸⁹

⁸⁸ <http://www.tr3d.com/dersler/ders/br>, Erişim Tarihi: 06.05.20014.

⁸⁹ <http://www.tr3d.com/dersler/ders/br>, Erişim Tarihi: 06.05.20014.

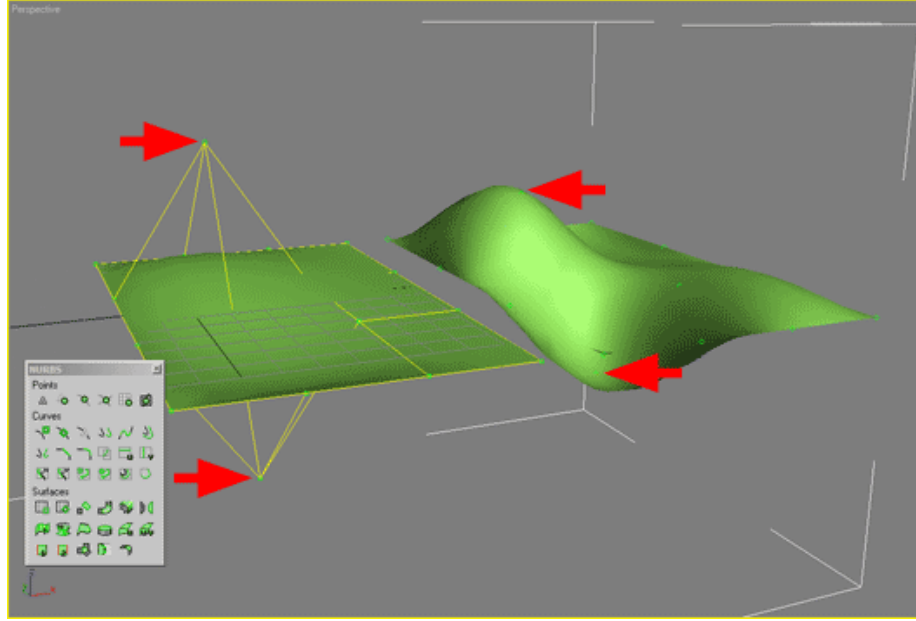
2 NURBS Modelleme: NURBS yüzeyleri ayarlanabilir kontrol noktalarıyla biçimlendirilen spline eğrilerince tanımlanır. Tam yapışık olmasa da eğri kontrol noktalarını izler. Bir kontrol noktasının ağırlık değerini artırmak eğrinin noktaya yaklaşmasını sağlayacaktır. NURBS yüzeyleri tam olarak poligonal yüzeylerin başaramayacağı temizlikte pürüzsüz yüzeylerdir. Daha organik bir modelleme olanağı tanıyabilirler. Maya ve Rhinoceros NURBS geometrisini kullanan tanınmış iki ticari yazılımdır.⁹⁰



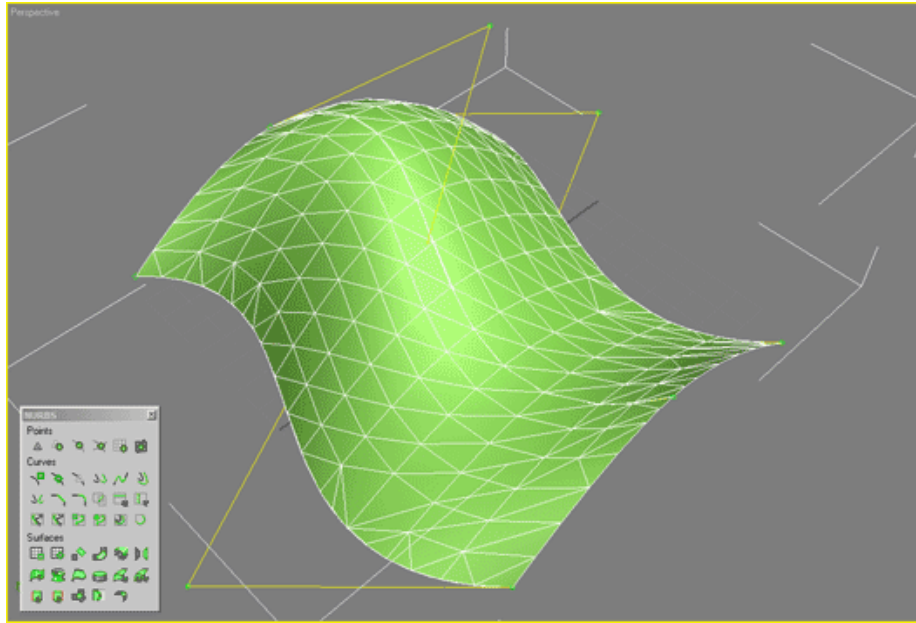
Resim 2.7. Nurbs Modelleme 1⁹¹

⁹⁰ İnan, 25-26.

⁹¹ <http://www.tr3d.com/derslerders46>, Erişim Tarihi: 06.05.20014.



Resim 2.8. Nurbs Modelleme 2⁹²

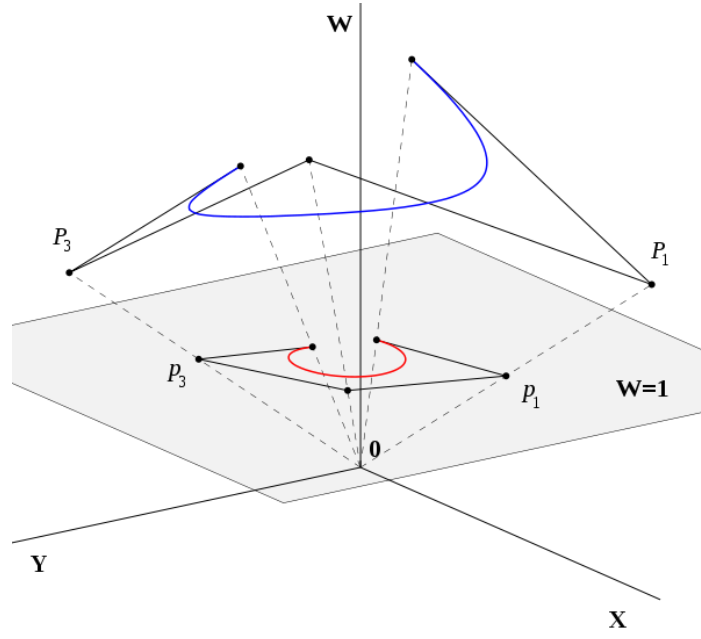


Resim 2.9. Nurbs Modelleme 3⁹³

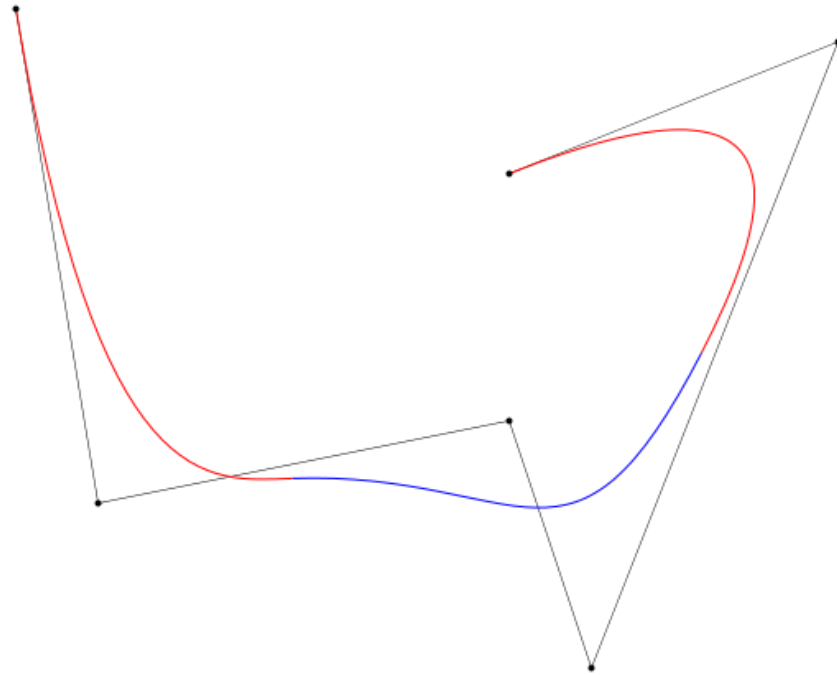
3 Splines ve Patches Modelleme: Splines ve patches görünür yüzeyi oluşturmak için NURBS gibi eğrilerden yararlanır. Patches elastikiyet ve kullanım kolaylığı bakımından NURBS ile poligon arasında yer alır.

⁹² <http://www.tr3d.comderslerders46>, Erişim Tarihi: 06.05.20014.

⁹³ <http://www.tr3d.comderslerders46>, Erişim Tarihi: 06.05.20014.



Resim 2.10. Splines ve Patches Modelleme 1⁹⁴

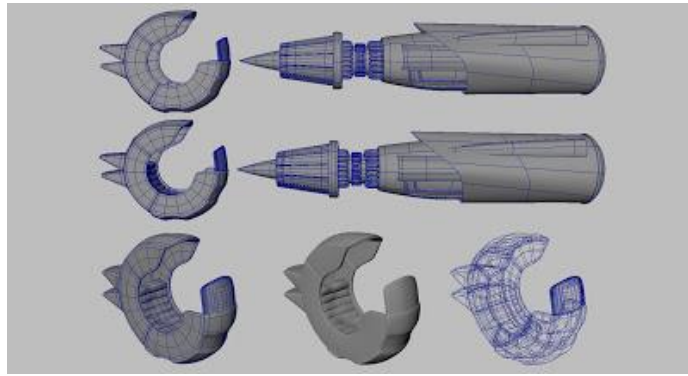


Resim 2.11. Splines ve Patches Modelleme 2⁹⁵

⁹⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/B-spline#/media/File:B-spline_curve.svg, Erişim Tarihi: 06.05.20014.

⁹⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/B-spline#/media/File:B-spline_curve.svg, Erişim Tarihi: 06.05.20014.

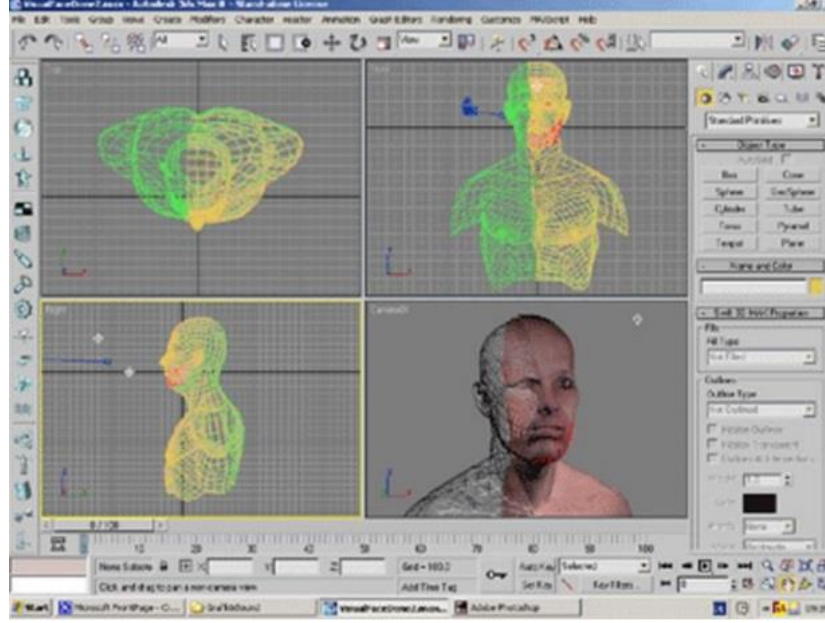
4 Primitiflerden Modelleme: Bu işlem küre, silindir, koni, küp gibi geometrik primitifleri daha karmaşık modeller için inşa blokları olarak kullanır. Bu modelleme türünün yararları oldukça fazladır. Matematiksel olarak tanımlanmış olmalarından dolayı mutlak hassasiyete sahiplerdir. Tanımlayıcı dil de daha sade olabilecektir. Primitiflerle modelleme teknik uygulamalarda oldukça faydalı olabilir ancak organik biçimlere uygulanması zordur. POV-Ray gibi bazı yazılımlar doğrudan primitiflerden görselleştirme yaparlar bir kısım yazılımlar da modelleme sırasında primitifleri kullansa da ileri aşamalarda ve görselleştirme sırasında örgüye dönüştürürler.



Resim 2.12. Splines ve Patches Modelleme⁹⁶

5 Yontu (Sculpt) Modelleme: Oldukça yeni bir 3B modelleme yöntemi olarak yine de son yıllar içinde oldukça popülerleşti. Bu tür modelleme şu an için en çok kullanılan “yer değiştirme” (displacement) ve volumetrik uygulama olmak üzere iki yoldan gerçekleştirilmektedir. Yer değiştirme bir poligon kontrol örgüsünün alt bölümleri yüzeyleri tarafından üretilmiş yoğun bir modelini kullanır ve verteks pozisyonlarının yeni yerleşim adreslerini kaydettiği 32 bitlik bit imaj haritasının kullanımı yoluyla belirler. Vokseller üzerine temellendirilmiş olan volumetrik modellemede ise benzer beceriler olsa da gerekli deformasyonları sağlamak için o bölgede yeterince poligon olmasa bile poligon esnetmekten doğacak sorunlarla karşılaşmaz. Her iki yöntem de (model üzerinde bir kez uygulandıktan ve detaylar biçimlendirildikten sonra yeni bir topoloji yaratılmış olacağından) sanatsal yorumlamalara olanak verecek yüksek plastikliğe olanak sağlar. Üretilen yeni örgü çoklukla yer değiştirme verilerine ya da “normal map’e” aktarılmış yüksek çözünürlükte bir örgü olacaktır.

⁹⁶ [https:// 3dsinifi.wordpress.com/category/maya-2/](https://3dsinifi.wordpress.com/category/maya-2/), Erişim Tarihi: 06.05.20014.



Resim 2.13. Mustafa Bulat, Bilgisayar ortamında üç boyutlu tasarım ve kopyalama, S.563⁹⁷



Resim 2.14. Mustafa Bulat, Bilgisayar ortamında üç boyutlu tasarım ve kopyalama, S.564⁹⁸

⁹⁷ M. Bulat, "Bilgisayar Ortamında Üç Boyutlu Tasarım ve Kopyalama", *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 2, Sayı: 8, Aralık 2014, 563.

⁹⁸ Bulat, "Bilgisayar Ortamında Üç Boyutlu Tasarım ve Kopyalama", 564.

Modelleme aşaması daha sonra sahne olarak kullanılacak bağımsız nesnelerin biçimlendirilmesini kapsar. Modelleme yöntemleri aşağıdakilerden ibarettir:⁹⁹

- Konstrüktif katı geometrisi
- İmplicit Yüzeyler
- Altbölümleme Yüzeyleri

3B bilgisayar grafiği alanında yumuşak akan bir yüzeyi daha kaba lineer poligon örgüler aracılığı ile gösterme yöntemi. Her poligonal faseti yumuşak yüzeye daha yakın bir görünüm sunan daha küçük yüzlere Algoritma sınırları kaba örgü aracılığıyla daha yumuşak yüzey hesaplanabilir.

Alt bölümleme yüzeyleri alt bölümlemenin farklı düzeylerinde işlenebilirler. Temel biçimlerden başlayarak doğru topolojiye ulaşmak için ikili sistem işlemleri (Binary operators) kullanılabilir. Kaba örgü temel biçimi üretmek üzere işlenebilir ve sonra bir sonraki alt bölümleme basamağının ofsetleri işlenebilir. Böylece bu işlemler daha ince düzeylere kadar sürdürülür. Grafik arabirim aracılığıyla her işlem basamağında yapılanların etkileri izlenerek yüzey üzerine değerlendirme yapmak olanağı bulunabilir.

3CT (3B Katalog Teknolojisi) piyasaya nitelikli 3B model kütüphaneleri sunarak değişik CAD programlar kullanan profesyonellerin ücretsiz ya da düşük meblağlar karşılığı bu modelleri kullanmaları yolunu açmıştır. Bu yükselen teknoloji yavaş, yavaş geleneksel alışveriş ya da takas pazarını zayıflatmaktadır.

Dokular, küçük uygulama yazılımları gibi 3B ile ilişkili içerik ve 3B modellerin dosyaları tek tek ya da koleksiyon olarak internet pazarlama sitelerinde satışa sunulmaktadır. Sanatçılar projeleri için ürettikleri modelleri kullandıktan sonra ek bir gelir oluşturmalarını amaçlayarak bu pazarlara dijital dosyalarını bırakmaktadır. Diğer şahıslar ya da firmalar da işlerine yarayabilecek modelleri yeniden çizmekle uğraşmak yerine internetteki marketten satın alarak zamandan ve paradan kazanmaktadır. Çoğu durumda müşteri sadece modeli kullanma hakkını satın alır ancak modelin mülkiyet hakları sanatçısında kalır.

⁹⁹ İnan, 25-26.

Dijital sistemlerin veri işleme alanında ulaştığı yüksek hız ve görselleştirme (render) olanakları beraberinde fizik dünyanın neredeyse tüm mekanik ve optik olanaklarını dijital ortama taşıyarak bilgisayar ortamında “nesnel dünya” kurgusunun yeniden biçimlendirilebilir ve parametreleri değiştirilebilir benzetimlerini (simülasyon) düşlememize kapı açmıştır. Bu benzetimler üç boyutlu evrenin geometrik yapısını irdelememiz ve daha iyi algılayabilmemize ek olarak bu geometriler üzerinde değişiklik yaparak olası mükemmellik koşulları üzerine deneyimimizi artırmaya da olanak sağlamıştır.

Biçimler ve biçimlerin birbiriyle ilişkilerinin ürünü olan bir bağlamı deneyimleyen heykeltıraş için bilgisayar ortamının yarattığı benzetimler aracılığıyla fiziki dünyanın malzemesi ve bu malzemeyi biçime sokmak için gerekli düzenek ve becerilerin bir süreliğine göz ardı edilerek saf biçime yönelik deneyimler yaşanması çok değerli bir olanaktır. Modelleme olanaklarının sağladığı tasarıma yönelik çözümlemeler yoluyla eserin maliyetli ve zaman alan üretim sürecine geçmeden olgunlaştırılması heykeltıraş açısından verimli bir olanaktır.¹⁰⁰

Bilgisayar ortamında modelleme gerek illüstratif kaygılar gerekse biçimin nesneleştirilmesine yönelik üretim kalıpları oluşturulması bakımından heykeltıraşı fazlasıyla doyuracaktır. Özellikle doğrudan metale heykel çalışmalarında alışkanlıklar doğrultusunda heykeltıraş tel, çubuk, levha gibi önceden biçimlendirilmiş malzeme ile modellemeye başlamaktadır. Malzemenin tel, çubuk ya da levha halinde ele alınışından sonra bu ön biçimli ve ön tanımlı malzemeden ekleme ve birleştirme yoluyla yeni biçimlere ve tanımlara doğru yol alınır ki bu sürecin sonunda varılan eserin kendisidir.

Başlangıçta tasarlanan ve beklenenler bu süreç içinde gerek malzeme gerek uygulama sorunları nedeniyle değişikliklere uğrar. Bu durum sanatçı açısından işin doğasına bağlı ve yaratma sürecinin karakteri gereği şanslı tesadüfler olarak kabul edilirse de kimi zaman (ki çoklukla) başlangıçta düşünülp tasarlanarlardan daha verimsiz bir sonuçla da karşılaşılabilir. Forma yönelik çözümlemelerin, kompozisyona dayalı kavramsal hedeflerin amaca uygun gerçekleştirilmesine yönelik tüm eylemlerde malzemenin ve işleme tekniklerinin oluşturduğu fizik sorunları en aza indirme, sorunları önceden görerek çözme olanakları bilgisayar destekli modelleme ortamının heykeltıraşa

¹⁰⁰ İnan, 25-29.

sanal bir işlik (atölye) konumu sağlayabileceği kanısındayız.

Doğaldır ki her yeni olanak desteklediği ya da yerini aldığı sürecin tanımladığı alanı ve bağlantılı süreçleri de değişmeye zorlar. Tek parça halinde tasarlanıp modellenen döküm heykellerin kaynaklama olanaklarıyla birlikte daha küçük döküm parçaların birbirine kaynaştırılması yoluyla üretilmesi örneklerden biridir. Bazı teknik olanaklar tasarım ve üretim süreçlerinin ardışık yapısını değiştirme gücüne bile sahiptir. Bu tür değişimlerin heykelin plastiğine yönelik getirileri de yeni ve yaratıcı sonuçlar açısından mutasyonlar üretecek bakir bir alan sağlamaktadır. Doğal olarak bu değişim maliyetlerden başlayarak, heykelin plastiğine de katkıda bulunacak bir dizi olanaklılığı heykeltıraşın dünyasına katmıştır. Sanatçının esin dünyası sınır tanımak istemese de fiziki dünya sınırlayıcıdır. Yeni teknolojilerin getirileri bu sınırları genişletmemizi ve olanaksızı olanaklı kılmamızı sağlar.

2.3.1.3. Organik Modelleme

Organik modelleme her ne kadar birçok yazılım firmasının kendi programlarında varsaydıkları beceriler arasında olsa da Holywood sinema sektörünün gereksinimlerini karşılamak için geliştirilen modellemeye yönelik yazılımlar arasından sıyrılan Pixologic firmasına ait Z-Brush programı modellemeciler ve animasyon stüdyoları tarafından ilgiyle benimsenmiştir.¹⁰¹

¹⁰¹ J. Berger, *Sanat ve Devrim*, Agora Kitaplığı, İstanbul 2007, 157.



Resim 2.15. Organik Modelleme: Atlı figür¹⁰²

ZBrush film ve bilgisayar oyunları endüstrisinde endüstri standardı haline gelmiş bir dijital yontu ve resim uygulamasıdır. Sanatçılar tarafından yine sanatçılar için insan hayal gücüne bilgisayarın yeteneklerini eklemek amacıyla tasarlanmıştır. Zbrush güçlü bir yontu, boyama ve çizim uygulamasıdır. Kullanıcı ara yüzü tıpkı gerçek yaşam deneyiminde olduğu gibi ön biçimli malzemeye doğrudan müdahale ile biçimlendirme kolaylığı sağlamaktadır. Ancak, bu ortamda mekanik modellemenin ölçü, metrik hassasiyet ve mükemmel geometrik kalıplara uygunluk gibi özellikleri aranmaz. Bu yazılım aracılığıyla üç boyutlu modeller yaratabilir ve üzerinde çalışılabilir. İki boyutlu görüntüler oluşturulabilir. Rölyef çalışmalarına yönelik 2.5 boyutlu işler yapılabilir. Zbrush kullanıcı ara yüzü dairesellik üzerine temellendirilmiştir. Tüm menü başlıkları lineer olmayan ve mod'dan bağımsız bir tarzda çalışmak üzere düzenlenmiştir. Bu yolla ZBrush 3B modellerin, 2B görüntülerin ve 2.5B Piksol'lerin yeni ve özgün bir biçimde karşılıklı etkileşimini sağlamıştır. Bu döngüsellik hangi durumda olduğunu ve sanatçının o anda hangi araçlara sahip olacağını bildirecek bir düzenleyici gerektirir: sanatçı 2.5B mu çalışmaktadır, 3B modelleme mi yapmaktadır? Bunu düzenleyen özellik “edit” modudur. Edit modu açıldığında ZBrush 3B modeli işlemeye hazırdır.

ZBrush aracılığıyla modelleme kullanıcıya fizik dünyadaki modelaj kiliyle

¹⁰² <http://www.tr3d.com/galeri/proje/2411>, Erişim Tarihi: 03.04.2015.

çalışma deneyimini anımsatır. Ancak, ZBrush ortamında bu dijital bir kildir. Daha temizdir, daha az hazırlık süresi gerektirir ve özünde bilgisayarın yeteneklerini bezenerek gerçek kil ile yapılamayacak şeylerin yapılmasını sağlar. Bilgisayardaki 3B modeller 3B sanal uzayda oluşturulmuş sanal noktaların özel doğru parçalarıyla bitleştirildiği veri koleksiyonlarıdır. ZBrush dijital modelleme sistemi poligon verilerinin ve birçok önemli özelliğin aktüel kil ile çalışıldığından daha güçlü bir biçimde çalışılması amacıyla ZBrush kullanıcı ara yüzünde deneyimlenmesini sağlar.

Aşağıda ZBrush dijital yontu sisteminin bazı becerileri sıralanmaktadır:

- Simetri seçeneğini kullanarak modelin sol ya da sağ tarafını ya da alt ve üst tarafını aynı anda biçimlendirme olanağı
- Modelleme sırasında “Dynamic Levels of Subdivision” kullanarak düşük ya da yüksek çözünürlük düzeylerinde çalışma
- Modelin yüzeyinde doğal ve güçlü etkiler üreten yontu fırçaları aracılığıyla yüzeyin manipülasyonu
- “Transpose” işlevi aracılığıyla modelin pozlandırılması ya da ayarlanması
- ZBrush’ın güçlü maskeleme araçlarıyla dokunulmak istenmeyen kısımları maskeleme
- 3B model üzerinde ZBrush’ın güçlü stensillerini kullanma
- “Polypainting” kullanarak model yüzeyine doğrudan boyama ve resim yapma
- Karmaşık 3B modelleri “polygroups” ve “subtools” araçlarıyla düzenleme
- 3B “Layers” aracılığıyla yontunuzu kolayca erişilebilir katman sistemine ayırma
- “Mesh Extraction”(Örgü çıkarma) yöntemiyle model üzerinden yeni kısımlar üretme

Poligonal ya da NURBS temelli olsun modelleme yaparken bir miktar teknik birikime gereksinim vardır. Bu zorunlu teknik birikim yaratıcı süreci yavaşlatır. 3B veriyi kâğıt üzerine kalemle çizer gibi aktarmak iyi olmaz mıydı?

ZBrush gibi sanal modelleme programları bu türden istekler için ideal ortamdır. Boya tabancası gibi bir dijital alet aracılığıyla renklendirme yerine monitördeki görüntüyü çekerek ve iterek şekillendirmek mümkündür. Bu yöntem dijital heykel çalışmalarında en kolay ve en yaratıcı çalışma ortamını sağlar.

İlginç bir 2B/3B boyama ve illüstrasyon yazılımıdır. Herhangi bir animasyon özelliği ya da standart dördütlü ortografik modelleme pencereleri yoktur. Bunların yerine 3B verinin sanal olarak yontulduğu ve 3B görselliği sunan özgün 2.5B fırçalar aracılığıyla biçimlendirildiği görüntüler bulunmaktadır.

ZBrush aracılığıyla biçim oluşturmak için küre ya da program ortamına alınan (import) nesnelerden oluşan bir öncül (primitive) biçimden başlamak gerekir. Daha sonra fırçalar aracılığıyla bu öncül biçim modifiye edilir. Bu süreç hem hızlı hem de neşeli bir dizi üç boyutlu eskiz çalışması ile gerçekleştirilir. Ayrıntıları çalışmak için maskelenmiş alanlarda örgünün çözünürlüğü “divide” ile yükseltilir ve tatminkâr sonuçlar elde edilinceye kadar biçimlendirme sürdürülür. İstenen düzeye ulaşan model üretim, görselleştirme ya da animasyon için uygun bir yazılım ortamına aktarılmak üzere ZBrush ortamından “.obj” ya da “.dxf” uzantılı olarak “export” edilir. Bu çeşitli yöntemlerle yapılabilir. Yeni yüzeyler oluşturmak için noktaların kullanıldığı ve bu noktaların köşelerini oluşturduğu, doğal kıvrım ve bükülmelere olanak sağlayacak çözünürlükteki poligonların toplamı olan bir yüzey ya da orijinalin ızgara benzeri yoğun yüzeyinden başka bir yöntemle yeniden biçimlendirilmesi denenebilir. Tercih ne olursa olsun, önemli olan orijinal biçimleri yeniden üretebilmek için yeterli sayıda ve detayda yüzler oluşturmak gerekir.

Süreci görsel olarak daha az akıl karıştırıcı kılmak için orijinal modeli parçalara keserek ve üzerinde çalışılmayacak olan geometriyi bir süreliğine görsel ortamdan saklayarak hassas çalışmaya konu olan bölgeler üzerinde yoğunlaşılabilir.

Diğer bir yöntem de orijinal model üzerine NURBS uygulamak, spline yamalar yapmak ya da tıpkı kâğıda çizim transferinde olduğu gibi orijinal modelin 3B şablon olarak kullanıldığı çizim yöntemi olabilir.

Rekonstrüksiyon sonuçları tatminkâr bir noktaya ulaştığında ZBrush aracılığıyla başarılabilecek bir diğer aşama dokulandırmadır. Modelin UV harita koordinatlarına gereksinimi vardır. Bu gerek ZBrush gerekse diğer bir program aracılığıyla oluşturulabilir. ZBrush içinde standart silindirik, küresel ve düzlemsel haritalandırma yöntemleri bulunmaktadır. Haritalandırma konusunda diğer yazılımların daha fazla seçeneği bulunduğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

2.4. BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM ORTAMLARI VE GETİRİLERİ

Prototipleme makineleri bilgisayar destekli tasarım verisinden otomatik olarak fiziksel modelleri inşa edebilmektedir. 3B baskı makineleri olarak da adlandırılan bu makineler tasarımcıların iki boyutlu illüstrasyonlar yerine işlerinin üç boyutlu modellerini yaratmalarına olanak tanır.

Teknolojinin, özelinde otomotiv endüstrisinin ulaştığı olanakların sanatsal disiplinlere yansması bir olanak bolluğu yaratmıştır. Bu konuda tutucu olmamak gerektiği sanat disiplinlerinin çok yüzlü hale gelişi ve sınırlarını genişletmeleriyle de gözlenmektedir. Bilgisayar destekli üretim neredeyse sihirbazlık düzeyinde nesne üretme olanaklarına ulaşmıştır. Bir dizi yazılım, fare, çizim tableti ya da dokunmatik çevrebirimleri aracılığıyla dijital heykel üretmek dijital heykelin ne olduğunu tanımlamaktadır. Bu 3B dosya CNC ya da 3B baskı makineleri aracılığıyla fiziki dünyanın olgularına tercüme edilir. Lazer kaynağı, CNC, 3B baskı makineleri ve toz metal metalürjisindeki teknolojik düzey sayesinde metal tozlarını lazer demetleriyle mikron düzeylerinde kaynaştırarak yığma baskı tekniği ile metal nesneler üretmek, hassas ölçülerde endüstriyel parçaları tümüyle bilgisayar ortamında orijinal malzemesinden çalışmak olağan bir endüstriyel uygulama haline gelmiştir. Dahası, tek bir metal ile yetinmeyerek çeşitli malzemeleri bir arada çalışmak üzere 3B baskı makineleri (printers) geliştirilmiştir ve kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Bu, basit anlatımla heykeltıraşın kendi stüdyosundan ayrılmadan tasarladığı 3B dosyayı internet aracılığıyla üreticiye göndermesi materyal kısmına el değmeden, üretim sorunlarıyla uğraşmadan heykelini kargodan alması demektir. Nitelik konusu hemen belirginleşecektir. Heykeltıraş için ana kaygı yaratıcı süreçteki denetim olacaktır. Bir kez programlar konusunda beceri kazandıktan sonra yaratım sürecinin denetimini elden kaçırmak kaygı konusu olmaktan çıkacaktır.

Heykelde alışlagelmiş modellemede olduğu gibi bilgisayar destekli üretim ortamı iki temel bakıştan yola çıkmaktadır. Çıkarımsal üretim olarak adlandıracağımız kazıma ve yontma yöntemi, eklemeli üretim olarak adlandıracağımız yığma, püskürtme yöntemi çalışmamızın izleyen bölümlerinde aktarılacaktır. Son yıllarda her iki yöntemi de bir arada kullanan bir teknoloji de denenmektedir. Eklemeli yöntemle üretilen modeldeki

istem dışı çapaklanmalar ve üretim tekniğine bağlı fazlalıkların çıkarımsal yöntemle sıyırılması bu teknolojinin temelini oluşturmaktadır.

2.4.1 Sanal Modelden Çıkarımsal Üretim

Nümerikolarak denetlenebilir frezeler (CNC) çok uzun bir süredir görmeye alıştığımız bilgisayar destekli üretim sistemleridir. Otomotiv sanayi yıllardır bu makineleri çok hassas işlerde kullanmaktadır. Önceleri sadece üç eksen üzerinden veri işleyebilen CNC tezgâhlarında üretim sınırlılıkları olmasına rağmen bu yöntem ve sistemi kullanarak çok hassas modellemeler yapılabilmektedir. Çıkarımsal üretim CNC, Router, Engraver adları verilen x,y,z eksenlerinde çalışan 3 eksenli ya da açısal becerilere sahip 4 ya da 5 eksenli yontu makineleri aracılığıyla gerçekleştirilir.¹⁰³

CNC kısaltması Bilgisayarla Nümerik Denetim (Computer Numerical Control) anlamına gelir ve G (Gerber Dosyası) kodu talimatlarını okuyarak malzemenin seçili kısımlarının yontularak giderilmesi yoluyla nesneler üretmekte kullanılan elektrik gücüyle çalışır bir makineyi süren bilgisayar denetçisini ifade eder. CNC makinenin çalışma sınırları içinde kesme ucunun hareketini nümerik olarak yönlendiren alettir. CNC tezgâhının işleme parametreleri yazılım aracılığıyla denetlenir. CNC ortamında işin akışını ve detayını etkileyen seçilen talaş çıkarma yöntemidir. En çok karşılaşılan talaş çıkarma yöntemi bir servo motordan aldığı dönü gücüyle işleme malzemesini yontan sert çelikten yapılmış freze uçları aracılığıyla yontma yoludur. HSS çelikten yapılmış freze uçları sanayide değişik çap ve uzunluklarda üretilmektedir. Torna ve Freze tezgâhının standartlarını kullanan CNC makineleri operatörün kararlaştırdığı kesim stratejisi doğrultusunda kalından inceye değiştirilerek kaba yontudan detaya doğru malzeme yüzeyinin yüksek hassasiyette biçimlendirilmesini sağlamaktadır. Çoğu gelişmiş CNC makineleri uç değiştirme işlemini otomatik olarak yapabilecekleri bir donanım ve programa sahiptir.

CNC aracılığıyla yontu yaparken öncelikle kaba kesim modunda yapılan talaş kaldırmadan sonra detay çalışmaları için daha ince uçlara geçilir. Dışbükey bölümler kalın uçlarla kolaylıkla biçimlendirilirse de içbükey alanlarda alanın detayına bağlı olarak çok ince uçlar seçmek gerekebilir. Bu gibi durumlarda öncelikle kesimi

¹⁰³ İnan, 54.

netleştirilecek ortamın model üzerinde bir ön çalışması yapılarak ne kalınlıkta ve ne uzunlukta bir uçla bu çalışmanın yürütülebileceği üzerine karar verilir ve gerekirse o bölgede kullanmak üzere özel tasarımı uç üretimi yapılır. CNC işletim yazılımları sayesinde iş parçasının belirli koordinatları arasında detay çalışması yapmak olanağı bulunmaktadır. Bu sayede sadece gerek duyulan alanda ince işleme yapmak olanağı vardır.

Bir şablona bağlı olarak silüet çıkarmak gibi işler için de aşındırıcı malzeme taşıyan yüksek basınçlı ve yüksek fışkırma hızlı su jeti kullanmak ve bu su jetini CNC aracılığıyla bir rota üzerinde yürütmek olanaklıdır. Aynı düzenek lazer üreticiyle birlikte de kullanılabilir. Ancak, bu tür aşındırma düzenekleriyle yüzey üzerinde kontrollü yontu yapmak olanaklı değildir¹⁰⁴.

CNC makinelerde genellikle üç eksen üzerinden çalışma yapılmaktadır. İster döner eksenli olsun ister sabit platformlu sonuçta kesme kafası XY planına dikey olarak yerleştirilmiş Z eksenini üzerinde yukarı ve aşağı hareket eder. Bu nedenle eksenin görüşü dışına düşen ters gönyeli yapılanmalar kesici uç tarafından işlenemeyecektir. Bu nedenle üç eksenli makineler için “ikibuçuk boyutlu” tabiri kullanılmaktadır. Gerçek üç boyutluluk koşulu üçüncü eksen olan Z ekseninde eklemeler yoluyla çözümlenmiştir. Bu durumda artık CNC üç eksenli değildir. Bu tür makineleri dört ve beş eksenli olarak görürüz. CNC düzeneğinin olanakları kısıtlı olsa da akılcı bir üretim stratejisi ile modeli gereğinde parçalanmış halde üretip sonradan birleştirerek olası tüm sorunları çözmek mümkündür. Bu sorunlar doğal olarak heykeltıraşın değil prototiplemeyi yapacak olan teknik kişinin sorumluluğundadır. Geleneksel üç eksenli CNC tezgâhları aslında tam olarak üç boyutlu çalışmamaktaydı. Yüzeyler yukarı ve aşağı hareket edebilen bir yüksek hız matkabının aşağıdaki düzlem içinde hareketleri sonucu elde edilmekteydi ve ters gönye (undercuts) yapan yüzeyler bu makinelerde işlenememekteydi.

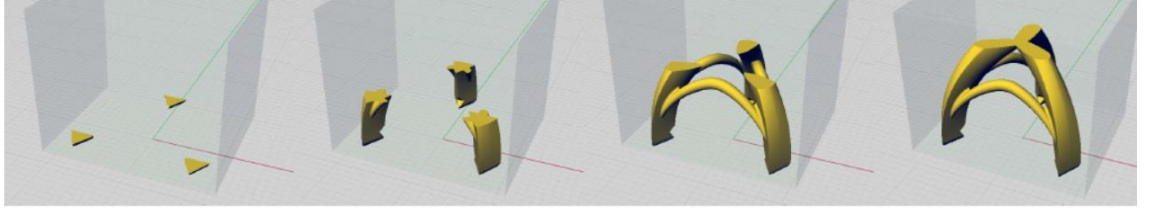
CNC tezgâhları işe ve işleve göre sipariş alınarak üretilmektedir. Ülkemizde endüstri standartlarında CNC tezgâhı üreten iki yüz üzerinde firma bulunmaktadır. Magnezyum-Alüminyum alaşımı hafif metallerden mermere kadar muhtelif malzemeyi işleyebilecek özellikte tezgâh ve kesici takım piyasadan rahatlıkla temin edilebilir. Bu tür tezgâhlarda iş yapan firmalar hemen hemen tüm şehirlerde bulunmaktadır.

¹⁰⁴ İnan, 55.

Parçalı üretim yöntemi seçilecek olursa işleme kapasitesi düşük olan tezgâhlarda bile amaca hizmet edebilecek modelleme gerçekleştirmek mümkündür.

2.4.2. Sanal Modelden Eklemeli Üretim

Eklemeli üretim bir platform üzerinde modele karşılık gelecek herhangi bir malzemedan inceliği ayarlanabilir katmanlar halinde yığma tekniğidir. Hangi ekleme yöntemiyle olursa olsun üretilecek olan model verilen parametreler doğrultusunda yatay düzlemde paralel dilimler halinde örneklenerek CAD ortamından CAM ortamına aktarılır.¹⁰⁵



Resim 2.16. Sanal Modelden Eklemeli Üretim

Yığma tekniği kabaca sanal ortamda oluşturulmuş modelin temsil edildiği gibi bir küp hacmi içinde alttan üste doğru seçili hassasiyete bağlı olarak her tabakada satır satır taranarak, modelin varlık gösterdiği koordinatlarda üretim malzemesi ekleyerek, olmadığı yerlerde ise boş bırakılarak nesneleştirilmesi sürecidir. Burada önemli olan yığma malzemesi, bu malzemenin yerine sabitlenmesi yöntemi, bu yönteme ve malzemenin türüne bağlı olarak boş bırakılan yerlerde destek malzemesine gerek olup olmadığı gibi değişkenlerdir. Bu değişkenlere göre birçok yığma tekniği geliştirmiş sistemler bulunmaktadır. Yığma teknikleri benimsedikleri yığma yöntemine göre SL (Stereolitografi), SLS (Selektif Lazer Sinterleme), FDM (Fused Deposition Modeling), LOM (Laminated Object Manufacturing) ve 3DP (Three Dimensional Printing) olarak sınıflandırılabilir. Plastiklerdeki gelişmeler ile birlikte prototipleme malzemesinde de çok geniş bir yelpazede birçok alternatif ortaya çıkmıştır.¹⁰⁶ Termoplastiklerden termoset plastiklere varolan malzeme çeşitliliğine fotopolimer (Fotopolimer: Bir laser ya da lamba türü ışık kaynağından aldığı enerji ile katılaşan (kurulan) plastik türlerinin genel adıdır. Fotopolimerler çok sayıda kimyasalın oluşturduğu bileşiklerdir)

¹⁰⁵ İnan, 57.

¹⁰⁶ İnan, 57.

plastiklerin eklenmesiyle birlikte ışığın belirli dalga boylarına duyarlı kurulma özelliği olan reçine türleri de kullanıma katılmıştır. Diş hekimliğinde kullanılan morötesi ışınla kür edilebilir dolgu malzemesi de bu uygulamalardan biridir. Bu reçinelerin doğrudan ya da kompozit yapı içinde bağlayıcı olarak kullanılabilmesi ile birlikte çok kısa zaman sürelerinde kurulabilme özellikleri ve yüksek mekanik güçleri RP (Hızlı prototipleme) teknolojisinde yeni uygulama fikirlerini de olanaklı kılmaktadır. Blue-Ray olarak tanınan yeni lazer tekniği ile mikron düzeyinde homojen dalga boylu lazer demeti oluşturmak ve bu ışın demetini SLS tekniği içinde kullanmak yoluyla oldukça detaylı çalışmaları gerçekleştirmek olanaklı hale gelmiştir. Bu tür lazer üreteçlerinin uzun ömürlü yarı iletkenlerden üretilmesi, diğer lazer üreteçlerine kıyasla düşük fiyatı ve hızlı tepkime gereken yerlerde kullanılabilmesi ışıkla polimerleşen reçinelerin geliştirilmesiyle birlikte yeni ve daha ulaşılabilir bedellerde teknolojilerin artmasını sağlayacaktır.¹⁰⁷

Toz metal teknolojisi günümüzde ulaştığı nokta itibarı ile doğrudan metale üretim yapabilecek sistemlerin devreye girmesine olanak sağlamaktadır. Bu teknikte mikron düzeyinde toz olarak hazırlanan metal ya da metal alaşımı önce platform üzerine homojen bir kalınlıkta yayılır ve fazlası alınır.

Daha sonra o katmanın ilgili verisine göre modelin oluşması istenen noktalarda lazer ışını devreye girerek metali sinterleme (kaynaşma) sıcaklığına çıkarır. Bazı sistemlerde o katmanın kontur bilgileri kullanılarak sinterleme sonrası fazlalık malzemenin tıraşlandığı bir işlem aşamasıyla modelde oluşabilecek distorsiyonlar önlenmiş olur. Model çevresindeki metal tozları yığma işlemi bittikten sonra emilerek ortamdaki uzaklaştırılır. Bu yolla üretilen modeller doğrudan metalurjik özellikleri yüksek nitelikli ürünlerdir ve metalin yanında seramik ve cam gibi malzemeler de kullanılarak kompozit yapılar oluşturulabilir.

Eklemeli üretim yöntemi gelişmekte olan bir teknoloji alanıdır. Stereolitografi 1986 yılında patenti alınan ilk RP yöntemidir. Stereolitografi yönteminde model ultraviyole ışığa maruz kaldığında sertleşen, ışığa duyarlı bir sıvıdan üretilmektedir.

ProMetal baskı sistemi özel olarak üretilmiş bir bağlayıcı sıvının mikron düzeyindeki damlalarını yine mikron düzeyindeki toz metal tabakaları arasına seçili

¹⁰⁷ İnan, 58.

alanlarda püskürterek yığma oluşturur. Bu süreç sonunda doğrudan bilgisayar destekli tasarımdan elde edilen veriler aracılığıyla geleneksel üretimin karşılayamayacağı geometrik karmaşıklığa sahip metal ya da metal seramik karışımı nesneler üretilir.

Model sıvı reçinenin içinde bulunduğu havuz yüzeyinin hemen altında inşa edilir. Işığa temas etmeyen bölgeler sıvı olarak kalırken lazer ışını reçinenin ince bir dilimini sertleştirir. Katman sertleştirildikten sonra modelin üzerinde bulunduğu platform bir basamak indirilerek yeni katman üzerinde de aynı işlem uygulanır. RP teknolojilerinde büyük aşamalar kaydedilmiştir. RP teknolojileri otuzun üzerinde farklı yöntem kullanmaktadır.

2.4.3. Sanal Modelden Parçalı Üretim

Gerek çıkarımsal gerekse eklemeli yöntemde temel sorun işlenecek modelin fiziki boyutudur. Her üretim ortamının boyuta bağlı sınırları vardır. En, boy ve yükseklik olarak makinanın sınırları içinde çalışabilmek için modelin hedeflenen boyutundan taviz vermek yerine modeli daha sonra birleştirilmek üzere parçalara ayırarak üretmek bilgisayar destekli üretim ortamında kolaylıkla uygulanabilecek bir stratejidir¹⁰⁸.

Metale dönüştürülecek prototipin boyutları döküm aşamasında sorun çıkarabilir. Formun hacmine bağlı olarak eritilmesi gereken metal miktarı heykeltıraşın eritme olanaklarını aşabilir. CNC ya da 3B Eklemeli Baskı ortamının fizik sınırlarını, dökümhane kapasitesini ya da tek parça döküm maliyet ve risklerini gerekçe göstererek heykelin küçük ölçekli üretimi metal kaynaştırma tekniklerindeki ilerlemeler sayesinde artık gereksiz kaygılar olarak kalmıştır. Heykel henüz bilgisayar ortamında modellenirken parçalı bir yapıda düzenlenebilir. Daha sonra metal parçalar TIG (Tungsten Inert Gas Welding: Gazaltı Kaynak) aracılığıyla birleştirilebilir. Bu tür bir birleştirme sonucu fiziksel görünümde kaynaşma çizgileri görünmez. Heykelin dökümünde kullanılan alaşımdan eklemeler yoluyla argon gaz atmosferinde, çözünmesiz tungsten elektrot ile inverter kaynağı sayesinde tefsiye sonrası ekleme yeri saptanamayacak nitelikte kaynaştırmalar yapmak mümkündür. Çalışma bir seferde bitirilmiş gibidir. Alışılmış olduğu gibi yaşlanmaya bağlı renklenmeler ve ek yerlerinde

¹⁰⁸ İnan, 63.

elektrot alaşımının izinin belirginleşmesi gibi sorunlar bu tür uygulamalarda gözlenmez.¹⁰⁹

Bu tür uygulamalar için modelleme sırasında parçalara ayrılan form üzerinde pozisyon belirleyici kılavuz izleri oluşturulması önemlidir. Bu izlerin amacını aşacak boyutlarda olmaması ve üretim sonrası kolayca giderilebilecek yapıda olması da düşünölmelidir.

2.4.4. Tersine Üretim

Tersine üretim ve tersine mühendislik kavramları bilgisayar destekli tasarım ortamının önemli bir uğraş alanını belirlemektedir. Analog yöntemlerle üretilmiş olan ya da doğal nesnelerin dijitalleştirilmesi süreci tersine üretimin bağlamını da belirlemektedir.

Küçük ölçekli maketler, daha önceden üretilmiş formlar ve fiziki dünyanın nesnelere ait dokular çeşitli yöntemlerle sayısallaştırılabilir. Başka bir anlatımla, geleneksel heykelin nesneleri bilgisayar ortamına aktarılabilir. Modelden dijitalleştirme yoluyla bilgisayar ortamına aktarılan nesnelerin bilgisayar ortamındaki mevcut tasarımlara bitleştirilmesi (assemblage) ya da gömölmesi (embedding) ile ulaşılabilecek tasarım fikirleri üretilebilir. Bu bir tür kopyalama sürecidir. Bu kopyalama süreci ile kazanılacak dijital veri daha sonra oransal değişiklikler, morfolojik uyarlamalarla başkalaştırılabilir (metamorphosis). Bu yapısal değiştirme ve dönüştürmeler olmadan da bir nesne tüm olağan özellikleriyle bilgisayar ortamına aktarılabilir. Bilgisayar destekli ortamda bu tür çalışmalar 3B tarayıcılar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

Endüstriyel amaçlı 3B tarayıcılar lazer ve piezo algılayıcılar olmak üzere iki ana algılama yöntemini kullanmaktadır. Her iki yöntemde de taraması yapılacak nesnenin dış yüzeyinin bilgisi verileştirilmektedir. Büyük ölçekli nesnelerin taramasında kullanılan sistemler nesne çevresinde hareket edebilecek bir platform aracılığıyla yönlendirilir. Derinlik algılayıcı olarak iş gören lazer ışın demeti taraması yapılacak nesnenin çevresinde 360 derece dönebilecek bir rotada yukarıdan aşağıya hareket ettirilir. Algılayıcının dairesel hareketlerinin toplamı silindir olarak tanımlanabilecek bir yüzeyi oluşturmaktadır. Tarama sırasında toplanan veriler tarayıcı yazılımı aracılığıyla

¹⁰⁹ İnan, 57.

bilgisayar ortamında derlenerek tarama nesnesinin sayısal modeline erişilir. Bu yazılımda derlenmiş olan veri daha sonra bilgisayar destekli tasarım ortamına aktarılır. Küçük ölçekli nesnelerin taraması nesnenin bir platform üzerinde döndürülmesi yoluyla gerçekleştirilir. Bunun dışında yukarıda açıklanan yöntemden bir farkı yoktur. Nesnenin tek bir yüzünün taranması için CNC tezgâhlarına benzer bir tezgâh kullanılmaktadır. Kesici motorun bulunduğu Z eksenine bağlı algılayıcı ile XY düzleminde derinlik örnekleri alınarak platform üzerine yerleştirilmiş rölyef ya da nesnenin tek yönden yükseklik haritası bilgisayar ortamına aktarılır.

Lazerli tarama düzeneklerinin dışında piezoseramik algılayıcılar daha yavaş çalışmasına rağmen düşük fiyatları ve her ortamda ölçüm yapabilmeleri nedeniyle sanatsal çalışmalarda tercih edilmektedir. Algılayıcıya bağlı bir metal prop aracılığıyla taraması yapılacak nesne yüzeyine doğru hareket eden Z eksenine bağlı piezoseramik duyarga ince bir tungsten alaşımı tel olan metal probun nesneye teması ile birlikte piezoseramik mambranda bir akım oluşmasına neden olacak fiziksel darbeyi algılayarak Z eksenini hareket ettiren step motorun durmasını sağlar. Bu fiziki adresteki (XY koordinatları) Z değeri yazılım aracılığıyla kayıt altına alınarak bir sonraki XY pozisyonuna geçilir ve aynı işlem o adreste tekrarlanır. Tüm tarama yüzeyi boyunca alınan örneklerin oluşturduğu bir tür noktalar bulutu yazılım tarafından yüzeye dönüştürülür. Bu yüzey tarayıcı yazılımından uygun dosya uzantısı ile bilgisayar destekli modelleme ortamına aktarılır.

Tıp alanında kullanılmakta olan manyetik tınlama tekniği ile insan bedeni gibi canlı organizmaların değişik katmanlarından alınan veri paketleri de dönüştürücü yazılımlar aracılığıyla bilgisayar destekli modelleme ortamına aktarılabilir. Ancak, yüksek yoğunluktaki bu veriler maliyetli bir dosya oluşturacaktır. Tarama yoluyla bilgisayar ortamına kopyalanan nesne üzerinde büyütme, küçültme, eklemeler ve çıkarmalar yapma olanağı doğmaktadır. Bu veri paketinden alınan yüzey bilgileriyle bu nesneyle tam temas halinde olacak başka nesneleri tasarlanması da olanaklıdır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DİJİTAL TAŞ PROJESİ (DIGITAL STONE PROJECT)

Dijital Taş Projesi (Digital Stone Project) 3B yaratıcı fikirleri gerçekleştiren, işbirliğini destekleyen, yaratıcı betimlemenin en üst düzeyde başarılması için inovasyon ve araştırmalara açık olan bir anlayışla sanatçılar, mimarlar, tasarımcılar ve halka yönelik çalışmaları misyon edinmiştir. Johnson atölyesi, taş bölümünün çalışma hayatına son vermesi üzerine bu benzersiz atölyenin sürdürülmesi amacıyla 2001 yılında taş heykele gönül veren bir grup sanatçı tarafından kar amacı gütmeyen bir anlayışla kurulmuştur. Organizasyon Amerika'da ulusal ve uluslararası heykel topluluklarına yönelik etkinlikler düzenlemektedir. Taş işlemenin tüm alanlarında ve geniş kapsamlı dijital uygulamalarda eğitim vermek amacıyla kurslar, workshop etkinlikleri, atölyeleri tanıtıma yönelik turlar, sohbetler, konferanslar, akademik ve bireysel amaçlı ziyaret gibi konularda etkinlikler düzenlemektedir. Oldukça uzmanlaşmış, siparişe göre imal edilmiş taş yontucu CNC makinaları, ileri teknoloji yazılım, yüksek deneyimli elemanlar ile DSP herhangi bir heykel ya da mimarlık projesini geleneksel bir maketten, sanal dosyadan, mimari bir çizimden ya da sanatçının eskizlerinden yola çıkarak kolaylıkla işleyebilir.

DSP özel siparişle üretilen masif 5 eksenli Omag CNC, 3 metreye kadar işler için 3 ve 4 eksenli geniş ölçekli CNC torna, anıt ölçekli proje taşlarını kesmek üzere hassas Pellgrini CNC elmas şerit testere, 3 adet 30 tonluk vinç, elmas çekirdekli matkap, çeşitli taş ve mermer stoku gibi donanım ve malzeme ile olanaklarını zenginleştirmiştir. Bu kaynaklara ek olarak tüm geleneksel ve elektrikli el aletleri, geleneksel yontu, yüzey işleme ve parlatma donanımı da bulunmaktadır. Proje geliştirme ve üretim sürecinde yüksek beceri ve bilgiye sahip çalışanlar da görüş alışverişi ve supervizörlük için hazır bulunmaktadır DSP tüm dünyadan sanatçı ve akademisyen başvurularını kabul etmektedir.



Resim 3.1 Laser tarayıcının Bilge Kağan yazıtı üzerinde kopyalama işlemini uygulaması.

*Kopya sırasında laser sağdan sola (X) tam model genişliği kadar tarama işlemi yaptıktan sonra yukarıdan aşağı (Y) 1mm inerek bir sonraki sırayı tarar. Böylelikle birer milimetrelik adımlarla tüm yüzey kopyalanır. Prof Ferit Özşen uygulaması, Koçho Tsaydam, Moğolistan 2001.¹¹⁰

¹¹⁰ B. Çınar, *Heykelde Büyütme Teknikleri ve Bilgisayar Destekli Uygulamalar*, (Yayımlanmamış Sanatta Yeterlilik Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul 2002, 46



Resim 3.2. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi ¹¹¹



Resim 3.3. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi ¹¹²

¹¹¹ Çınar, 47.

¹¹² Çınar, 47.



Resim 3.4. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi ¹¹³



Resim 3.5. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi ¹¹⁴

¹¹³ Çınar, 47.

¹¹⁴ Çınar, 47.



Resim 3.6. Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmasının ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi ¹¹⁵



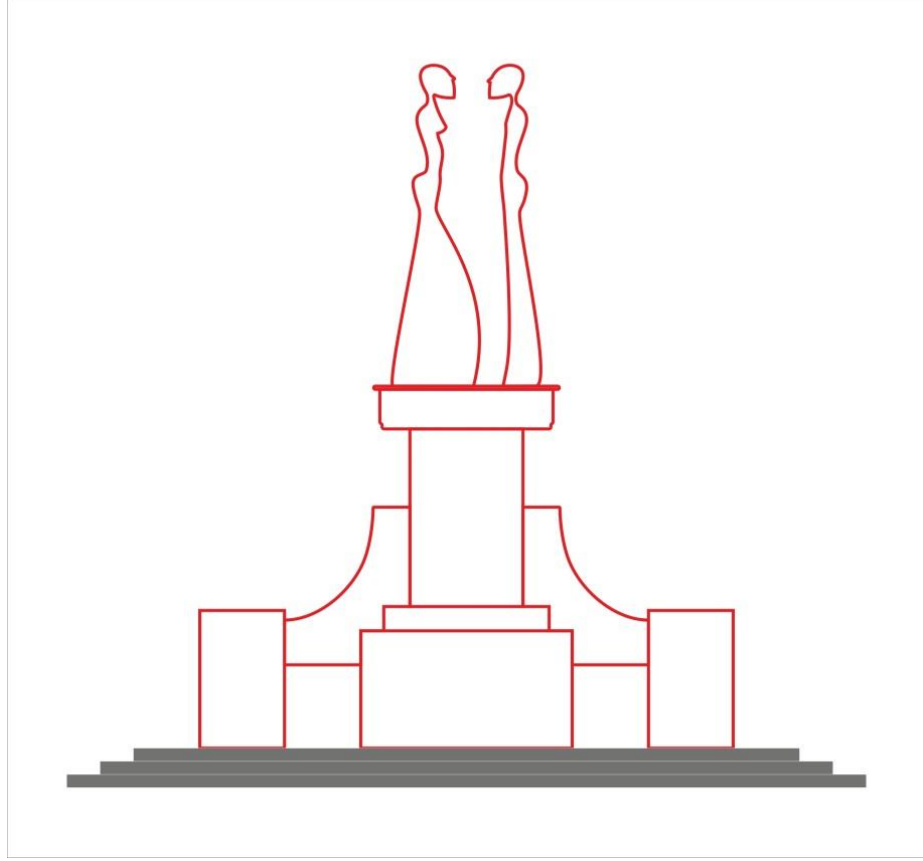
Resim 3.7. Rölyef tasarımının CNC makine tezgahında kopyalanması ¹¹⁶

¹¹⁵ Çınar, 47.

¹¹⁶ Bulat, "Bilgisayar Ortamında Üç Boyutlu Tasarım ve Kopyalama", 565.

3.1. KİŞİSEL YAKLAŞIM

Üç boyutlu bilgisayar programlarında heykel tasarımı ve mekana uygulama konusunda çalışma yapılmıştır.



Resim 3.8 Heykel Projesi Kaide Çizimi İki Boyut

Yukarıda Resim 3.8’de bir heykel projesi tasarımı iki boyutlu olarak çizgisel olarak tasarlanmıştır. Geleneksel yöntemde tasarım kağıda el çizimi ile aktarılır ve pastel boya, sulu boya vs. malzemelerle renklendirilirdi. Bilgisayar teknolojisinde daha hızlı renklendirme yapılabilmektedir. Bu çizim teknik çizim olarak ta kullanılabilir. Teknolojinin sağladığı kolaylık sayesinde büyük heykel projelerinin küçük ölçekli maketleri dijital ortamda hazırlanabilir ve üç boyutlu çıktısı alınabilmektedir. Resim.... de stilize edilmiş kadın ve erkek figürleri bulunmaktadır. İnce uzun tasarlanmış formlar dikdörtgen formundaki kaide üzerine yerleştirilmiştir. Heykel kaide ilişkisi dikdörtgen form üzerinde kurulmuştur. Figür tasarımları çelik malzemeye uyum sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrılık ve birleşim konusu işlenmiş heykel - kaide ilişkisinde az görülen

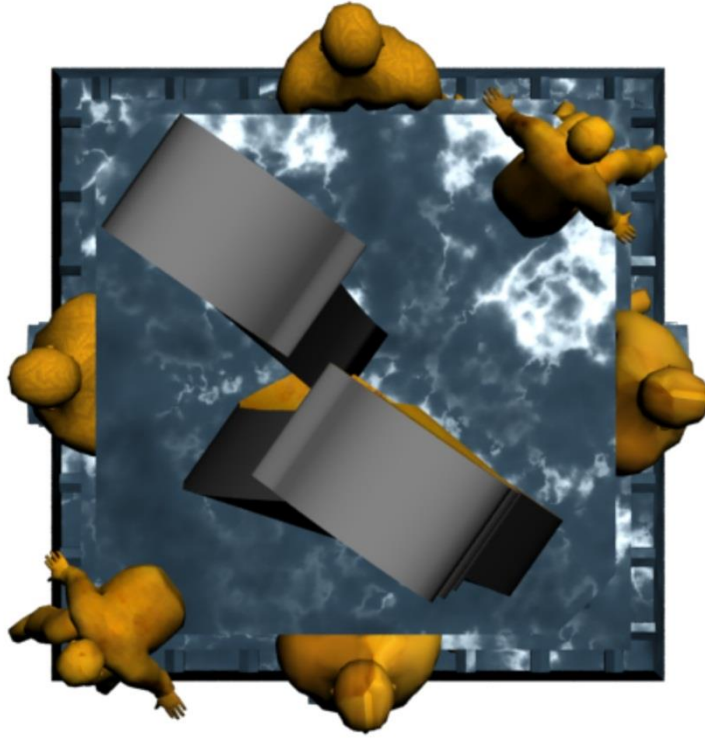
açıklıklar kütleler arasında yer alan boşluklar enerji sel bir çağrışım oluşturmaktadır. Estetik yönden ince formlar kullanılmıştır ayrıca keskin ve yumuşak hatlar bir arada uyum oluşturmıştır. Heykelin ağırlık merkezi figürlere verilmiştir. Kadın ve erkek figürleri bir forma sahiptir, bir gerçeği veya bir hayali yansıtır.



Resim 3.9. Heykelin Renklendirme Aşaması



Resim 3.10. Heykelin Boyutlandırılmış Renderi



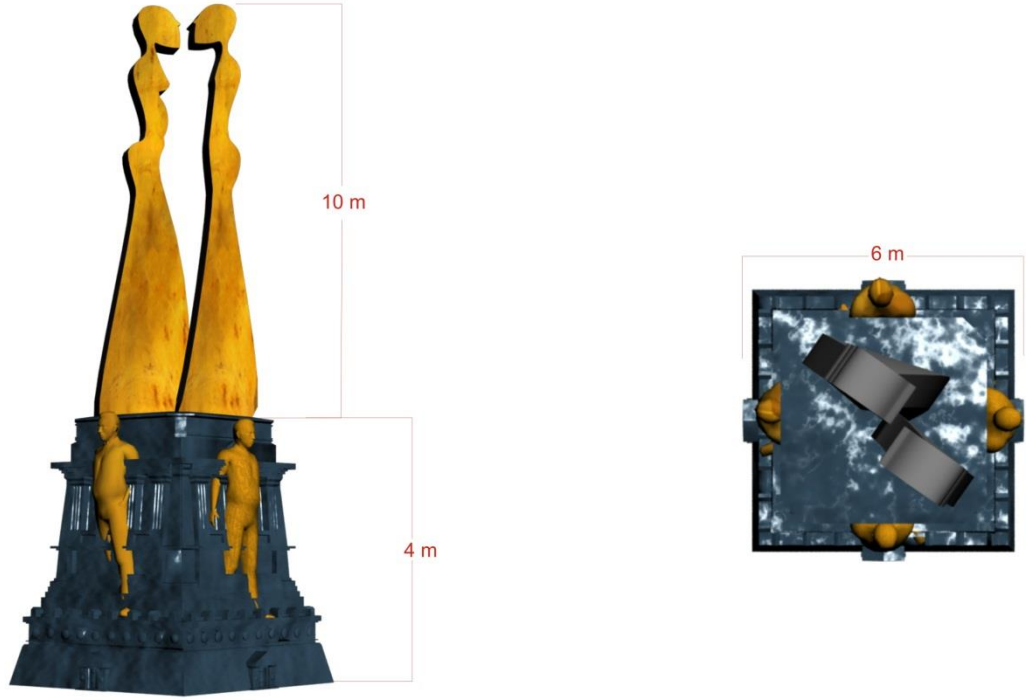
Resim 3.11. Renderin Üstten Görünümü



Resim 3.12. Heykelin Mekana Uygulanmış Hali



Resim 3.13. Mekana Uygulanan Heykelin Gece Görünümü



Resim 3.14. Projenin Ölçeklendirilmiş Hali

SONUÇ

Teknolojik gelişmeler ışığında sanat, üç boyutlu tasarımların bilgisayar teknolojisinde uygulanabilmesi konusunda ivme kazanmış ve dijital ortam, heykel sanatı için yeni olanaklar ve koşullar sağlamıştır. Bu olanaklar arasında bilgisayar ve donanımları, dijital bir heykel atölyesi haline gelmiştir. Heykeltıraşlar arasında üç boyutlu modelleme programları yaygınlaşmaktadır. Bu gelişmelerle birlikte heykeltıraşlar form ve tasarım bilgileriyle avantajlı bir konuma sahiptirler.

Modelleme süreci, heykeltıraşların çalışmalarının emek ve zaman yönünden alternatif denemelerine olanak tanımamaktadır. Bilgisayar teknolojisi ile heykeltıraş, zamanı zorlayabilmekte ve form oluşturma aşamasında çalışmalarına birçok alternatif olanağı sağlayabilmektedir. Bu bağlamda üç boyutlu yazılım programları, heykeltıraşlara gelenekselde gerçekleştiremeyeceği formları deneme ve üretebilme şansı tanımaktadır.

Geleneksel prototip atölye ve malzeme sınırlılıklarıyla, dijital heykel atölyesinde denemeler yapan bir heykeltıraş, bilgisayar teknolojisinin getirilerinin ona sağladığı çeşitlilik, zaman tasarrufu, alternatif üretebilme vs. gibi kolaylıkların farkındalığını yaşayabilmektedir. Zira Sanatçılar tasarımlarını ve fikirlerini görselleştirerek zaman sorunu olmadan aktarabilir hale gelmiştir.

Gelişen teknolojiler Heykel Sanatında da değişmelere yol açmıştır. Geçmişten günümüze kadar olan süreçte heykeltıraşlar tasarımlarını, çalışmalarını ve deneme yöntemlerini değiştirmiş ve geliştirmiştir.

Bu araştırmanın amacı, üç boyutlu tarımların bilgisayar teknolojisindeki yerini incelemek ve heykeltıraşların prototip atölye ile dijital atölye eğilimini araştırmaktır. Bu bağlamda heykeltıraşların, tasarım sürecinde fikirsellikten somut görselliğe geçiş yöntemleri ve bilgisayar teknolojisinin sağladığı kolaylık ile üç boyutlu tasarımların ve bilgisayar teknolojisindeki üç boyutlu modellemenin rol oynadığı iletişim süreci tanımlanmaya çalışılmıştır.

Günümüz teknolojik gelişmelerinin ışığı ve hızı göz önüne alındığında, üç boyutlu bilgisayar teknolojilerinin gelecekte Heykel sanatına sağlayacağı yeni vaatleri olduğu kanısına varılabilir.

Türkiye’de altyapı sorunlarını çözmüş, kurumsallaşma ve marka değerini arttırmış olan güzel sanatlar fakültelerinde, ders müfredatlarında bu alana yatırım yapılmaya başlanmıştır.

KAYNAKÇA

- Angeles, P. A., *The Harper Collins Dictionary of Philosophy*, Harper, New York 1992.
- Antmen, A., *20. Yüzyıl Batı Sanatında Akımlar*, Sel Yayıncılık, İstanbul, 2008.
- Baudrillard, J., *Simülakrlar ve Simülasyon*. (4. Baskı). (Çev.: Oğuz Adanır), Doğubatı Yayınları, Ankara 2008.
- Bayazıt, N., “Tasarım Araştırmaları”, *Endüstriyel Tasarım Eğitimi: İTÜ Endüstriyel Tasarım Toplantıları 1998 ve 1999 Bildirileri*, İstanbul 2004.
- Bayazıt, N., “Türkiye’de Tasarımı Tartışmak”, *III. Ulusal Tasarım Kongresi Bildiri Kitabı*, İstanbul 2006, 11.
- Bayrakçı, O., *Çağdaş İletişim Kuramları Açısından Tasarımda İletişimsel Modeller*, (1. Baskı), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul 2004, 1.
- Bedworth D.D. and Henderson M.R., *Computer Integrated Design and Manufacturing* McGraw Hill Inc. 1991
- Berger, J., *Sanat ve Devrim*, (Çev. Bige Berker) Agora Kitaplığı, İstanbul 2007.
- Bernhard, B. E., *Design History Theory and Practice of Product Design*, Birkhauser 2005.
- Bulat, M., “Bilgisayar Ortamında Üç Boyutlu Tasarım ve Kopyalama”, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 2, Sayı: 8, Aralık 2014, 563.
- Bulat, M., *Antik Çağdan Günümüze Yontu ve Kopya Teknikleri*, Erzurum 2014.
- Ceyson, B., Bresc-Bautier G., Fagiolo dell’Arco M. ve Souchal, F., *Sculpture From the Renaissance to the Presentday*, (3. Baskı). Taschen Verlag GmbH. Köln 1999, 10-37.
- Collins, J., *Sculpture Today*. Phaidon Pres Inc., New York 2007.
- Çağdaş, G., “Enformasyon Teknolojilerindeki Evrimsel Sürecin Mimari Tasarım Eğitime Yansımaları”, *Stüdyo Tasarım Kuram Eleştiri Dergisi*, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Bina Bilgisi Anabilim Dalı, Sayı 2, İstanbul 2005.
- Çalikoğlu, Levent, *Çağdaş Sanat Konuşmaları*, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul 2005.

- Çınar, B., *Heykelde Büyütme Teknikleri ve Bilgisayar Destekli Uygulamalar*, (Yayımlanmamış Sanatta Yeterlilik Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul 2002.
- Çınar, K., *Temel Tasar*, (2. Baskı), Ders Notları Yayın No:30, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Konya 1999.
- Danaher S., *Digital 3D Design*. Thomson Course Technology, 2004.
- De Mozota B., *Tasarım Yönetimi*. (Çev.: Kaçamak Sibel) MediaCat, 2005.
- Dedeal, M., *İletişim Tasarımı ve Çoklu Ortam*, Pusula, İstanbul 2003.
- Demirkol, C. V., Batı Sanatında Modernizm ve Postmodernizm, Evrensel Basım Yayın. İstanbul 2008.
- Ertürk, S., “Tasarımda Görsel Modelleme: Tarihi Geri Bakış”, *Arkitekt Dergisi*, Sayı: 2, İstanbul 2006, 4-5.
- Gibbs, D., *CNC ile İşlemeye Giriş*, (Çev. Goktay Ediz), M.E. B. Yayınları, Eskişehir 1994.
- Gibson, Kathleen R., *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*.: Cambridge University Press, Cambridge 1993.
- Gökaydın, N., *Temel Sanat Eğitimi*, Bireysel ve Toplumsal Yaratıcılık Merkezi, İstanbul 2010.
- Gümüş, E., *Tasarım Süreci ve Bilgisayar*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul 2007.
- Güngör, İ. H., *Temel Tasar (Basic Design)*, D. K. 729 + 731 + 741 + 745 + 747 + 751 + 752, Afa Matbaacılık İstanbul 1983.
- Hançerlioğlu, Orhan, *Felsefe Ansiklopedisi*, Remzi Kitabevi, İstanbul 2000.
- Hans, M. W., *Das Bauhaus*, Berlin 1919, 37.
- Ilgın, D., “Tasarım Maceralı Bir Yolculuktur”, *İç Hacim Tasarımı Ders Notları* Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, İstanbul 200.
- İlbeyi Demir, *Kiç ve Plastik Sanatlar Üzerine*. Ütopya Yayınevi, Ankara 2009.
- İnan, N. K., *Dijital Ortamda Heykel Tasarımı ve Uygulamalar*, (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin 2010.
- Kahraman, H. B., *Sanatsal Gerçeklikler, Olgular ve Öteleri*. (3. Baskı), Agora Kitaplığı, İstanbul 2005.

- Kalapakjian, *Manufacturing Engineering and Technology Addison Wesley*, Publising Company, 1990, 3-5
- Kıbaroğlu, M.A., *Tasarım Sürecinde Üç Boyutlu Modellemenin Rolü Ve Cad/Cam Programlarının Sınıflandırılması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 2006.
- Kilmer, R., Kilmer, W. O., *Designing Interiors*, Madison Üniversitesi, Wisconsin 1992.
- Kusiak, A., *Intelligent Manufacturing System Prentice*, Hall Int. Ltd., Canada 1990, 180
- Nalbant, M., *AutoCAD ile Çizim Teknikleri ve Modelleme*, Beta Yayınevi, İstanbul 1996.
- Plowman, J., *The Sculptor's Bible*, Quarto Publishing, London 2005.
- Sayre, H. M., *A World of Art*, (4. Baskı), Pearson & Prentice Hall, New Jersey 2004.
- Slater, Phil, *Frankfurt Okulu*, Kabalcı Yayınevi, İstanbul 1998.
- Şahiner, R., *Sanatta Postmodern Kırılmalar ya da Modernin Yapıbozumu*, Yeni İnsan Yayınevi. İstanbul 2008.
- Şatır, S., "Endüstri Tasarımı Eğitiminde Yaratıcılık Endüstriyel Tasarım Eğitimi", *İTÜ Endüstriyel Tasarım Toplantıları 1998 ve 1999 Bildirileri*, İstanbul 2004.
- Tanilli, Server, *İnsanlığı Nasıl Bir Gelecek Bekliyor?*, Adam Yayınları, İstanbul 2001.
- Toker B., *Tasarımı Anlatmak*, CAD İstanbul Devlet Güzel Sanatlar Akademisi Yayını No:88, İstanbul 1994.
- Tuhan, Ö., "Bilgisayar Teknolojilerinin Heykel Sanatına Sağladığı Yeni Olanaklar, Dijital Heykel", (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul 2006.
- Tunalı, İsmail, *Estetik*, Remzi Kitabevi, İstanbul 1989.
- Tunalı, İsmail, *Marksist Estetik*, Kaynak Yayınları, İstanbul 2003.
- Tunalı, İsmail, *Tasarım Felsefesine Giriş*, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul 2002.
- Türker, İ. & Sabahat, N. S., "İmgeden Sayısala, Sayısaldan Gerçeğe Heykel". *Sanat ve Tasarım Dergisi*, Sayı VU., 2011, 147
- Uzun, A., *Günümüz Ürün Geliştirme Sürecinde Bilgisayar Tabanlı Üçboyutlu Modelleme*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul 2001.

Yıldırım, M. T., “Mimari Tasarımda Biçimlendirme Yaklaşımları ile Bilgisayar Yazılımları İlişkisi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1), 2004.

İNTERNET KAYNAĞI

<http://tuxdeluxe.org/node/155>(06.06.2014)

http://en.wikipedia.org/wiki/Schwarz_minimal_surface : “Schwarz D (Diamond)”
(06.05.2014)

<http://www.tdk.org.tr> (05.06.2014)

<http://www.sayisigrafik.com.tr/index2.html?urunler/autocad>. (09.06.2014)

<https://www.sanalogretim.com/AutoCAD-2015/36/SetDetay> (06.06.2015)

<https://www.behance.net/gallery/3838963/Frictionless-Modeling-Environment-in-AutoCAD> (06.06.2014)

<https://usa.autodesk.com/adsk/servelet/index?id=5659302&siteID=123112> (05.04.2014)

<http://www.weebakademi.com/3ds-max-komutlari-arayuz-dersi.aspx> (09.06.2015)

<http://www.sayisigrafik.com.tr/index2.html?urunler/max>. (09.06.2014)

<http://3dsmaxwithstellalystia.blogspot.com.tr/2012/09/project-1-sculpture.html>(09.06.2015)

<http://www.adobe.com/>(09.06.2014)

<https://softwaretutor.files.wordpress.com/2010/01/adobe-photoshop1.jpg> (01.01.2010)

<http://docs.pixologic.com/user-guide/tips-tricks/marco-menco/> (05.05.2014)

<http://anetematvejeva3d.blogspot.com.tr/2013/10/reflecting-on-good-modeling-for.html>
(10.10.2013)

<http://www.designperest.com/wp-content/uploads/d2.jpg> (10.05.2014)

<http://www.tr3d.com/dersler/ders/br/> (06.05.20014)

<http://www.tr3d.comderslerders46>(06.05.20014)

<http://www.tr3d.comderslerders46>(06.05.20014)

https://en.wikipedia.org/wiki/B-spline#/media/File:B-spline_curve.svg (06.05.20014)

<https://3dsinifi.wordpress.com/category/maya-2> (06.05.20014)

<http://www.tr3d.com/galeri/proje/2411/> (03.04.2015)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Abdullah GÜMÜŞ
Doğum Yeri ve Tarihi	Konya, 1986
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	Selçuk Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Heykel Bölümü
Y. Lisans Öğrenimi	Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce
Bilimsel Faaliyetleri	Sergiler 2011 Selçuk Üniversitesi Süleyman Demirel Kültür Merkezi Karma Heykel Sergisi, Konya 2013 Selçuk Üniversitesi Süleyman Demirel Kültür Merkezi Karma Heykel Sergisi, Konya 2013 Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Heykelsi Takılar Sergisi, Erzurum Sertifika Ege Taş Heykel Akademisi 2013 Heykel Kurs Programı
İş Deneyimi	
Stajlar	
Projeler	
Çalıştığı Kurumlar	
İletişim	
E-Posta Adresi	
Tarih	