

**T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SERAMİK ANASANAT DALI**

**ENDÜSTRİYEL SERAMİKTE KULLANILAN ALÇI
MODEL VE KALIPLARIN BİLGİSAYAR DESTEKLİ
TASARIM PROGRAMINDA UYGULAMALARI**

BURCU SUÇAĞLAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN:

DOÇ. DR. SANVER ÖZGÜVEN


KONYA-2024

 KONYA	T.C. NECMETİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN KONYA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
--	--	---

Öğrencinin	Adı Soyadı	BURCU SUÇAĞLAR		
	Numarası	21810271002		
	Ana Bilim / Bilim Dalı	SERAMİK/SERAMİK		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans	X	
		Doktora		
Tezin Adı	ENDÜSTRİYEL SERAMİKTE KULLANILAN ALÇI MODEL VE KALIPLARIN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM PROGRAMINDA UYGULAMALARI			

BİLİMSEL ETİK



Bu tezin hazırlanmasında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

 KONYA	T.C. NECMETİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN KONYA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
--	--	---

Öğrencinin	Adı Soyadı	BURCU SUÇAĞLAR		
	Numarası	21810271002		
	Ana Bilim/Bilim Dalı	SERAMİK/SERAMİK		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans	X	
		Doktora		
	Tez Danışmanı	Doç. Sanver Özgüven		
Tezin Adı	Endüstriyel Seramikte Kullanılan Alçı Model ve Kalıpların Bilgisayar Destekli Tasarım Programında Uygulamaları			

ÖZET

Bu tez çalışmasında, endüstriyel seramikte kullanılan alçı model ve kalıpların bilgisayar destekli tasarım programıyla üç boyutlu yazıcı ile uyumlu hale getirilmesinin sunduğu yenilikçi çözümler ve bu uyumun sektöre sağlayacağı faydalar kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde alçının tanımı, tarihi, özellikleri ve kullanım alanları ele alınmış, ardından seramik alanında kullanılan alçı kalıp çeşitleri incelenmiştir. İkinci bölümde ise bilgisayar destekli tasarımın tanımı ve tarihi yer almaktadır. Üçüncü bölümde kupa, kupa tabağı ve V60 demleme fincanı gibi belirlenen formlar için üç boyutlu çizimler yapılmıştır. Çizim araçları kullanılarak, üç boyutlu modellerin tasarım süreci aşama aşama oluşturulmuştur. Modeller üzerinde boyutlandırma ve oran ayarlama gibi önemli noktalara dikkat edilmiştir. 3Ds Max programında çizilen parçaların üç boyutlu yazıcıdan baskıları alınmış, baskılara alçı döküm yapılarak kalıplar elde edilmiştir. Sonrasında kalıplara döküm yapılarak, tasarlanan modeller seramik form halini kazanmıştır. Son olarak bisküvi ve sırlı pişirimler yapılarak tez çalışmasının uygulama aşaması tamamlanmıştır.

 KONYA	T.C. NECMETİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN KONYA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
---	---	--

Author	Name and Surname	BURCU SUÇAĞLAR		
	Student Number	21810271002		
	Department	CERAMIC		
	Study Programme	Master's Degree (M.A.)	X	
		Doctoral Degree (Ph.D.)		
	Supervisor	Associate Professor Sanver Ozguven		
Title of the Thesis/Dissertation	Applications Of Plaster Models And Molds Used In Industrial Ceramics In Computer Aided Design Program			

ABSTRACT

In this thesis study, the innovative solutions offered by making plaster models and molds used in industrial ceramics compatible with three-dimensional printers through computer-aided design programs and the benefits this compatibility will provide to the industry have been comprehensively addressed. In the first section of the study, the definition, history, properties, and uses of plaster are discussed, followed by an examination of the types of plaster molds used in ceramics. The second section includes the definition and history of computer-aided design. In the third section, three-dimensional drawings for specific forms such as cups, saucer plates, and V60 brewing cups have been created. The design process for these three-dimensional models has been developed step by step using drawing tools, paying attention to important aspects like sizing and proportion adjustments. In the fourth section, parts drawn in the 3Ds Max program have been printed using a 3D printer; then molds were obtained by casting plaster into these prints. Subsequently, ceramic forms were created by casting into these molds. Finally, biscuit and glaze firings were conducted to complete the practical phase of this thesis work.

GİRİŞ

Bu tez çalışması, endüstriyel seramik üretiminde model, model kalıpları ve teksir kalıplarının üretim süreçlerini, bilgisayar destekli tasarım (BDT) programları ve üç boyutlu yazıcıların entegrasyonu ile ele almaktadır. Bu çalışma ile, BDT ve 3B yazıcının seramik alanında birlikte kullanılmasının sunduğu önemli potansiyel faydalar incelenmekte ve yöntemin seramik alanındaki katkıları araştırılmaktadır.

Araştırma Konusu ve Problemi

Bu araştırmanın konusu, endüstriyel seramik üretiminde kullanılan alçı model ve kalıp tasarımının bilgisayar destekli tasarım programları ve üç boyutlu yazıcı ile desteklenerek daha hızlı, daha az maliyetli ve daha hatasız bir şekilde üretilmesini konu almaktadır.

Geleneksel yöntemlerle üretilen alçı model ve kalıplar, zaman alıcı, el işçiliğine dayalı ve hata riski yüksek bir süreçtir. Bu durum, karmaşık tasarımların üretilmesini zorlaştırmakta ve üretim sürecinde verimliliği düşürmektedir. Bilgisayar destekli tasarım programlarının ve üç boyutlu yazıcıların kullanımı, bu problemleri çözmek için önemli bir potansiyele sahiptir.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, sadece endüstriyel seramik üretimini değil, seramik eğitimini de olumlu açıdan desteklemeyi amaçlamıştır. Bilgisayar destekli tasarım programlarının kullanımı, seramik öğrencilerine tasarım becerilerini geliştirme ve karmaşık tasarımları görselleştirme imkânı sağlayacağından, bu sayede öğrenciler yaratıcı, yenilikçi ürünler tasarlayabilecek ve seramik sanatının sınırlarını zorlayabileceklerdir. Üç boyutlu yazıcıların kullanımı model, model kalıp, teksir kalıp üretiminin tüm aşamalarının daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Öğrenciler model ve kalıp tasarımı, üretim teknikleri ve hatayı çözümlene gibi konularda daha donanımlı bilgi sahibi olabileceklerdir.

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK	2
ÖZET	3
ABSTRACT	4
GİRİŞ	5
İÇİNDEKİLER	6
ŞEKİLLER TABLOSU	9
1. BÖLÜM	12
1. ALÇININ TANIMI, TARİHİ VE ÖZELLİKLERİ	12
1.1. Alçının Plastik Sanatlarda Kullanımı	14
1.1.1. Cam Alanında Alçı.....	15
1.1.2. Heykel Alanında Alçı.....	15
1.1.3. Seramik Alanında Alçı.....	16
1.2. Seramik Alanında Kullanılan Alçı Kalıplar	17
1.2.1. Kalıbın Tanımı, Tarihi ve Özellikleri	17
1.2.2. Alçı Kalıp Çeşitleri	20
1.2.3. Çok Parçalı Kalıplar	20
1.2.4. Tek Parçalı Kalıplar	20
1.2.5. Çift Cidarlı Kalıplar	20
1.2.6. Patlatma Kalıpları	21
1.2.7. Dublaj Kalıpları	21
1.2.8. Teksir Kalıplar	21
2. BÖLÜM	22
2. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM	22
2.1. Bilgisayar Destekli Tasarım Tarihsel Gelişimi	23
2.2. Bilgisayar Destekli Tasarımda Tel Örgü Modeli (WireFrame):	25
2.3. Bilgisayar Destekli Tasarımda Yüzey Modelleme (Surface):	26
2.4. Bilgisayar Destekli Tasarımda Katı Modelleme (Solid):	26
3. BÖLÜM	27
3. KİŞİSEL UYGULAMALAR	27

3.1. Tasarım Süreci	28
3.2. Kupa Modelinin Tasarımı	28
3.3. Kupa Modelinin Teksir Kalıp Tasarımı.....	34
3.4. Kulp Model Tasarımı.....	39
3.5. Kulp Modeli Teksir Kalıp Tasarımı	44
3.6. Dripper V60 Modelinin Tasarımı	47
3.7. Dripper V60 Modelinin Teksir Kalıp Tasarımı	50
3.8. Dripper V60 Modeli Oturma Yüzeyi Parçası Teksir Kalıp Tasarımı.....	52
3.9. Kupa Tabağı Model Tasarımı.....	54
3.10. Kupa Tabağı Teksir Kalıp Tasarımı	56
3.11. Üç Boyutlu Yazıcıyla Teksir Kalıpların Üretimi.....	58
3.12. Üç Boyutlu Baskıların Kullanımıyla Alçı Kalıpların Üretimi ve Uygulamaları	62
SONUÇ	74
KAYNAKÇA.....	77
İNTERNET KAYNAKÇASI	79

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, günümüz teknolojisinin sunduğu olanaklar doğrultusunda seramik eğitime yeni bir bakış açısı getiren bilgisayar destekli tasarım (BDT) uygulamalarının incelenmesi amaçlanmıştır. BDT'nin seramik sanatı ve tasarımına kazandırdığı yeni boyutlar, pratik anlamda önemli gelişmelere yol açmıştır. Bilgisayar destekli tasarımın seramik eğitime entegrasyonu, tasarım süreçlerini hızlandırırken, aynı zamanda tasarımcıların yaratıcılıklarını daha özgürce ifade etmelerine imkân tanımaktadır. Bu sayede, geleneksel seramik üretiminin sınırları aşılmış, yenilikçi bir modelleme ve kalıplama yöntemi geliştirilmiştir.

Tez çalışma sürecinde desteğini her zaman hissettiğim kıymetli eşim Hasan Numan Suçağlar'a, varlığıyla bana moral kaynağı olan Alihan Çekli'ye ve çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, bilgilerini deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Sanver Özgüven'e teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER TABLOSU

Şekil 1. Alçı Taşı	12
Şekil 2. Karnak Tapınağı	13
Şekil 3. Knossos Sarayı	13
Şekil 4. Cam alanında alçı kalıp örnekleri.....	15
Şekil 5. George Segal, Bus Passengers, 1997.....	16
Şekil 6. Alçı kalıplar	17
Şekil 7. Pişmiş topraktan yapılmış birbiriyle özdeş iki kalıp parçası	18
Şekil 8. Ivan Sutherland sketchpad programını kullanırken 1964.....	24
Şekil 9. Standard Primitives Penceresi	28
Şekil 10. Silindirin Parametreleri	29
Şekil 11. Silindir Formu	29
Şekil 12. Modifier List.....	30
Şekil 13. Edit Poly Sekmesi	30
Şekil 14. Vertex Komutu	31
Şekil 15. Silindir Formunda Vertex Noktaları.....	31
Şekil 16. Select and Uniform Scale Komutu	32
Şekil 17. Vertex Uygulaması.....	32
Şekil 18. Select and Move Komutu	32
Şekil 19. Silindirin Vertex Noktaları	33
Şekil 20. Torus Nesnesiyle Sır Ayağı Oluşturma.....	33
Şekil 21. Kupa Tasarımı	34
Şekil 22. Silindirin Parametreleri	35
Şekil 23. Silindirin Ölçülendirilmiş Görüntüsü	35
Şekil 24. Boolean Sekmesi	36
Şekil 25. Subtract Operans Uygulaması	36
Şekil 26. Kupa Model Kalıp	37
Şekil 27. Polygon Seçimi.....	37
Şekil 28. Polygon Silme İşlemi	38
Şekil 29. Shell Uygulaması	38
Şekil 30. Silindire Kalınlık Verilmesi	39

Şekil 31. Torus Komutu.....	39
Şekil 32. Torus Parametreleri	40
Şekil 33. Select and Uniform Scale	41
Şekil 34. Torus Nesnesi	41
Şekil 35. Kulp Oluşturma	42
Şekil 36. Subtract Operands Komutu	42
Şekil 37. Kulbun Gövdeyle Kesişim Uygulaması	43
Şekil 38. Kulp Modeli	43
Şekil 39. Cone Komutu	44
Şekil 40. Select and Uniform Scale Komutu Uygulaması.....	44
Şekil 41. Döküm Ağzının Oluşturulması	45
Şekil 42. Döküm Ağzının Kulba Yerleştirilmesi.....	45
Şekil 43. Döküm Ağızlı Kulp Modeli	46
Şekil 44. Kulp Modeli Teksir Kalıbının Bitmiş Hali.....	46
Şekil 45. Kulp Modeli Teksir Kalıbının Bitmiş Parçaları	47
Şekil 46. Cone Komutu	47
Şekil 47. Koninin Parametreleri	48
Şekil 48. Koni	48
Şekil 49. Silindir Parametreleri	48
Şekil 50. Dripper Oturma Zemini Oluşturma	49
Şekil 51. Eksiltme Uygulaması	49
Şekil 52. Dripper Oturma Yüzeyi.....	50
Şekil 53. Box Ölçülendirme	50
Şekil 54. Box Nesnesini Yerleştirme.....	51
Şekil 55. Union Uygulaması.....	51
Şekil 56. Dripper V60 Teksir Kalıp.....	52
Şekil 57. Silindir Çizimi	52
Şekil 58. Silindirin Konumlandırılması.....	53
Şekil 59. Editable Poly Sekmesi.....	53
Şekil 60. Birleştirme	54
Şekil 61. Teksir Kalıbının Bitmiş Parçası	54
Şekil 62. Cylinder Komutu	54

Şekil 63. Cylinder	55
Şekil 64. Cylinder Nesnesi ile Sır Ayağı Yüzeyini Kapama İşlemi	55
Şekil 65. Bitmiş Tabak Modeli	56
Şekil 66. Teksir Kalıp Tasarım Aşaması	57
Şekil 67. Boolean İşlemi.....	57
Şekil 68. Kupa Tabacağı Teksir Kalıp Parçası.....	58
Şekil 69. Ultimaker Cura Yazılımı	59
Şekil 70. Kupa Modelinin Teksir Kalıbı	60
Şekil 71. Kupa Tabacağının Teksir Kalıbı	61
Şekil 72. Kulbun Teksir Kalıpları.....	61
Şekil 73. Dripper Oturma Yüzeyi Parçasının Teksir Kalıbı.....	61
Şekil 74. Dripper Modelinin Teksir Kalıbı.....	62
Şekil 75. Silikon ve Katalizörün Hazırlanması	63
Şekil 76. Silikon Döküm İşlemi	64
Şekil 77. Silikonun Beklemeye Bırakılması.....	64
Şekil 78. Alçı Kalıplar	65
Şekil 79. Kulp Kalıbı.....	65
Şekil 80. Alçı Kalıplar	66
Şekil 81. Kulp Kalıbının Parçaları.....	66
Şekil 82. Kupa Tabacağı Kalıbı	67
Şekil 83. Dripper Oturma Yüzeyinin Parçası Kalıbı	67
Şekil 84. Dökümlerin Rötüşlanması.....	68
Şekil 85. Rötüş İşlemi Sonrası.....	68
Şekil 86. Rötüş Sonrası Dökümleri Fırına Yerleştirme	69
Şekil 87. Bisküvi Pişirimi Sonrası.....	69
Şekil 88. Ürünlerin Bisküvisi	70
Şekil 89. Ürünlerin Sırlanıp Fırınlanması.....	70
Şekil 90. Sırlama Sonrası.....	71
Şekil 91. Sırlama Sonrası.....	71
Şekil 92. Sırlama Sonrası.....	72
Şekil 93. Sırlama Sonrası.....	72
Şekil 94. Sırlama Sonrası.....	73

1. BÖLÜM

1. ALÇININ TANIMI, TARİHİ VE ÖZELLİKLERİ

Jips (alçı taşı), Yunanca 'da “Gyps” sözcüğünden gelen alevli yanan şey anlamına gelmektedir. Latince’de de kalsiyum sülfatın buharlaşması demektir. Kimyasal bir taş olmakla beraber rengi beyaz olan jipse alçı taşı da denmektedir (Erşahin, Karahan, 2016: s. 45).



Şekil 1. Alçı Taşı

Alçı, alçı taşının pişirilip toz haline getirilmesiyle meydana gelir. Öğütülerek meydana gelen alçı suyla bir araya geldiğinde katılaşmakta, sertleşerek su emme özelliğine sahip olmaktadır. Öncelikli olarak seramik sanayii olmak üzere inşaat sektöründe, sanat alanlarında ve çeşitli iş sektörlerinde tercih edilmektedir (Kundul, 2013: s. 8).

Çanak çömlek yapımında kullanılan ilk malzemelerden biri olan alçı ve kireç gibi sıvaların, tesadüfen keşfedildiği düşünülmektedir. Bu malzemeler, çömlükleri pişirmek için kullanılan fırınların yapımında da kullanılmıştır. Pişirim fırınının ısısı, alçıyı hızla toz haline getirmesiyle birlikte; bu tozun çabucak sertleşen yangını söndürmek için közün üzerine su döküldüğünde bir macun oluşturduğu bulunmuştur (Arapoğlu, 2021: s. 2).

Susuz alçı veya anhidrit, kalsiyum sülfat (CaSO_4) kimyasal formülüne sahip bir mineraldir. Adından da anlaşılacağı gibi, su molekülü içermez. Bu özelliği, onu alçı taşından (jips) ayıran en önemli özelliktir. Alçı taşı, anhidritin su alarak oluşturduğu bir mineraldir. Yaklaşık 3400 yıl önce Mısır firavunu Amenhotep II tarafından yapılan Karnak Tapınağı'nın taşları anhidrit ile birleştirilmiş ve aynı yıl Girit'te inşa edilen Knossos Sarayı'nda da anhidrit kullanılmıştır. Susuz alçı günümüzde hala üretilmekte ve kullanılmaktadır (Akman, 2003: s. 33).



Şekil 2. Karnak Tapınağı



Şekil 3. Knossos Sarayı

Alçı taşı, değişen saflık derecelerinde ve farklı yerlerde birikmiş doğal biçimde meydana gelen bir kayadır. Alçı taşı, içerisinde kimyasal olarak bağlanmış yaklaşık

%20 oranında su barındırmaktadır. Suyunun yaklaşık ¾'ünü öğütüldüğünde ve ısıtıldığında kaybederek Plaster of Paris veya kalsine alçı adı verilen bir yapıya evrilmiştir. Kalsine alçı su ile birleşimi sağlanınca sıvı bir maddeye dönüşerek istenilen şekilde kalıplanabilmekte veya şekillendirilebilmektedir. Kalsinasyon aşamasında bünyeden çıkan kristal suyu geri kazandığında sertliğini tekrar kazanmaktadır (Talay, 2012: s. 7).

Alçı yumuşak ve sert olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Yumuşak alçı sert alçılara nazaran su emmesi daha fazla miktarda olup donması daha uzun sürmektedir. Seramik-porselen sanayiinde modellerle kalıplarda kullanılmaktadır. Sert alçının ise su oranına karşılık alçı oranı daha fazla kullanılmaktadır. Alçı kalıp ve alçı modellerin dayanıklılıkları içerilerinde bulunmakta olan su miktarı ile ters orantı yakalamaktadır (Sevim, 1993: s. 6).

Geçmişten günümüze alçının ilk kullanım örneklerine Mısır piramitlerinde rastlanılmıştır. Orta Doęu ve Asya uygarlıklarında derz harcı, duvar sıvası olarak kullanılmasının yanı sıra alçının dekoratif amaçlı da kullanıldığı görülmüştür. Avrupa'da ise orta çağ döneminde yine harç malzemesi amacıyla kullanıldığı görülmektedir. Anadolu ile İran'da kerpiç ve taş mimaride kireçle kullanıldığına dair örnekler mevcuttur (Gürdal, Acun, 2003: s. 63).

1.1. Alçının Plastik Sanatlarda Kullanımı

Alçı taşının (jips) işlenmesiyle meydana gelen alçı suyla karıştırıldığında akışkan bir hal alarak döküm yapıldığı kaptaki reaksiyona girerek sertleşmeye geçer. Donmuş alçı, istenildiği zaman kolay bir şekilde kesilip yontulmaya elverişli bir malzemedir. Ses yalıtımı, aşınma dayanıklılığı, hafiflik, ısı ve yanma dayanımı gibi birçok özelliği barındırması sebebiyle alçı farklı sektörlerde kullanılmaktadır. Başta seramik olmak üzere tıp, dekorasyon, inşaat, ziraat, heykel, boya imalatı sektörlerinde de kullanımı önem taşımaktadır (Arapoğlu, 2021: s. 8).

Özellikle heykel alanında, sanatçılara özgün ve detaylı eserler yaratma imkânı sunan alçı, aynı zamanda plastik sanatların diğer dallarında da önemli bir yer tutmaktadır.

1.1.1. Cam Alanında Alçı

Cam sektöründe alçı kalıp yapımında kullanılmaktadır. Kalıpları hazır hale getirirken, ilk olarak kuru malzemeler bir araya getirilir ardından suya ilave edilir. Kalıpta gözenek oluşmaması ve kalıbın mukavemetini kaybetmemesi için su oranına bağlı kalınmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Elde edilen alçı karışım uygun sertliğe geldiğinde model kalıptan çıkartılmalıdır. Kalıp temizliği yapıldıktan sonra kurutma sürecine geçilmektedir. 130 °C'lik ısıda bekletildikten sonra kalıp nemini atar ardından fırının sıcaklığı belirli aralıklarla 860 °C'ye kadar çıkarılmaktadır. Son aşama olarak cam ergitme tankından alınarak topuz veya çelik kepçe kullanılarak kalıba dökülmektedir. Ön pişirim yapılmasının sebebi, kalıbın döküm esnasında çatlama ihtimalini ortadan kaldırmak için uygulanan bir tekniktir (Küçükbiçmen, 2015: s. 33).



Şekil 4. Cam alanında alçı kalıp örnekleri

1.1.2. Heykel Alanında Alçı

Heykel sanatının gelişiminde, farklı malzemelerin kullanımıyla ortaya çıkan çeşitli teknikler, sanatçıların ifade biçimlerini zenginleştirmiştir. Bu malzemelerden biri olan alçı, kolay işlenebilirliği, hızlı kuruma süresi ve düşük maliyeti sayesinde

heykel sanatında yaygın olarak tercih edilmiştir. Özellikle Rönesans dönemi itibarıyla, alçı, heykeltıraşların çalışmalarında modelleme, kalıp alma ve rölyef gibi farklı tekniklerde kullanılmaya başlanmıştır.

Konuya materyal odaklı bakıldığında modelleme malzemesi olarak bilinen ahşap ve karton parçalarından faydalanan heykel alanında, genellikle hareketsiz heykellerde kil, polyester ve alçının kullanıldığı görülmektedir (Boyras, Dolunay, 2014: s.74).

1970'lerde Pop Art'ın canlanmasıyla figüratif heykeller, canlı modellerin bire bir ölçüde kalıplanması ile dönemin barındırdığı kültürel sembolleri de içinde taşımaktadır. Çıplak ve kıyafetli modellerden alçılı bantlarla kalıplar alan George Segal'in ilk çalışmaları, kalıpladığı figürleri ham biçimde sergilediğinden dolayı alçı rengini almışlardır (Yüksel, 2010: s.183-184).



Şekil 5. George Segal, Bus Passengers, 1997

1.1.3. Seramik Alanında Alçı

Alçı, yapısından dolayı suyu emebilen ve havaya maruz kaldığında ise muhafaza ettiği suyu salabilen malzemedir. Diğer minerallere göre, kullanıcının istek ve koşullarına bağlı olarak gözeneklilik, emilme ve dayanıklılık gibi özellikler

gösterebilen alçıyla yapılan kalıplar, seramik ürünleri doğrudan etkilemektedir. Bu özellikler sebebi ile alçı seramik endüstrisinde kalıp yapımı için tercih edilen bir malzeme haline gelmiştir (Aydın İpekçi, 2009: s.26).



Şekil 6. Alçı kalıplar

1.2. Seramik Alanında Kullanılan Alçı Kalıplar

Seramik, geçmişten günümüze pek çok alanda önemli bir yeri olan değerli bir malzemedir. Kil malzemelerin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesiyle elde edilen seramikler, insanlara dayanıklı ve kullanışlı kaplar sunmuştur. Bu keşif, insanların çevrelerini şekillendirme ve ihtiyaçlarına yönelik çözümler üretme yeteneklerini geliştirerek teknolojik ilerlemeye katkı sağlamıştır. Yüzyıllarca süregelen seramik; yiyecek saklama sebebiyle üretilen amforalardan, çanak çömleğe, aydınlatma için değerlendirilen kandillerden, mezar amacıyla kullanılan “pithoslar” gibi farklı işlevleri olan birçok ürüne hizmet ettiği görülmüştür. Kalıpların olmadığı dönemlerde el ile şekillendirme ve çömlekçi çarkı kullanılarak üretilen ürünler, ihtiyacın oluşmasıyla beraber kalıp kullanımına geçilmiş, bu sayede ürünler çoğaltılarak üretilmeye başlanmıştır (Ural, 2017: s.1).

1.2.1. Kalıbın Tanımı, Tarihi ve Özellikleri

TDK'ye göre kalıp, bir şeye şekil vermek ya da eski şeklini korumak için kullanılan bir alet anlamına gelmektedir. Çeşitli maddelerden oluşturulabilen bir kalıp, üç boyutlu bir parçanın kopyasını oluşturmak için değerlendirilmektedir.

Gereksinimlerden dolayı ortaya çıkmış olan kalıp, seramik üretiminde kullanılmaktadır. Başlangıçta çanak çömlekler elle şekillendirilerek üretilmekteydi sonrasında kalıpların kullanıma başlanmasıyla birlikte seri üretime başlanılmış ve kademeli bir şekilde üretim artarak devam etmiştir (Olca, Yüksel, 2020: s. 220).



Şekil 7. Pişmiş topraktan yapılmış birbiriyle özdeş iki kalıp parçası

İlk tarihsel kayıt, 1545'te yayınlanan Piccolpasso'nun, 16. yüzyılın ortalarında İtalyan çömlekçiler tarafından alçı kalıpların nasıl yapıldığını “Three Books of the Potters Art” adlı kitabında anlatmaktadır. Kalıpcılıkla ilgili tüm bilgileri Signor Vannuccio Beringuccio'nun 1540 yılında Venedik'te yayınlanan Pirotechnia'dan almaktadır. Pirotechnia'da birtakım nesnelere nasıl kalıplanması gerektiğine ve alçının nasıl oluşturulduğuna dair bilgiler aktarılmaktadır. Piccolpasso alçı kalıp uygulamalarının yeni bir şey olmayıp, rutin uygulanan bir yöntem olduğundan bahsetmektedir (Frith, 1985, s.16).

Alçı kalıp, akışkan haldeki çamurun kalıba döküm tekniğiyle uygulanması halinde, ürünün en küçük detaylarına kadar aktarılmasını sağlayarak seramik alanında yaygın bir şekilde kullanılmakta ve uygun bir kalıp malzemesi olarak bilinmektedir. Düşük değerde genleşme ile ürünün ölçüsünde değişiklikler yaratmaması, mali açıdan hesaplı olması, ayrı bir pişirim gerektirmemesi, mukavemetli ve dokusuz olması, alçı kalıpların en önemli özellikleri arasında sayılmaktadır (Aydın İpekçi, Aköz, 2010: s. 253).

Seramik endüstrisinde, genellikle sofa ve porselen ürünlerinden ağır kil bileşimleriyle üretilen seramiklere kadar alçı kalıp, üretimde önemli bir araçtır. Alçı kalıba döküm yapılırken, kullanılan çamur yüzeye temas ederek tutunur ve kalıbın şeklini almaya başlar. Çamurdaki suyun, kalıp tarafından emilmesi ile üretilmek istenen ürün belirli bir sürenin sonunda kalınlık kazanır. Ürün kalıptan çıkarıldığında zarar görmemesi ve deformasyona uğramaması için suyun büyük oranda çıkarılması sağlanır. Böylelikle dökümü alınan üründe deformasyon oluşumu en aza indirilmektedir (Uludağ, 1999: s.24-25).

Eski dönemlerden itibaren farklı yöntemlerle değerlendirilen kalıp, bir ürünün üretimi sağlanması veya çoğaltılması için uygulanan bir tekniktir. Arkeolojik kazılarda, insanların uzun yıllar boyunca günlük yaşamlarında kullandığı tahmin edilen çeşitli kalıp ve aletlere rastlanmıştır. Ana malzemesi toprak ve kumdan oluşan kalıplarda ise uygulama aşamasında kalıntıları kalmamasından kaynaklı günümüze pişmiş topraktan yapılan kalıp örneklerinin ulaştığı görülmektedir. Ahşap ve taşın yontulmasıyla oluşturulmuş kalıplar da seramiklerin üretimine katkı sağlamıştır. Günümüzde kalıp malzemesi olarak en yaygın kullanıma sahip olan Paris alçısının, eski dönemlerden itibaren kullanıldığı öne sürülmektedir. Cavaliere Cipriano Piccopolso tarafından yazılan bir belgede, kilin pres yöntemiyle kalıplanmasında alçının kullanımından bahsedilmektedir. Paris alçısı, 160 C° ısı görmesiyle ya da kaynatılıp hazırlanmasıyla oluşmamış bir kalsiyum sülfattır. Belirli miktarda su ile bir araya getirip homojenleşip döküldükten sonra sert bir kıvam almaktadır. Alçı haznesindeki suyu kurutularak üzerinden atmakta ve çamurda bulunan suyu bünyesine çekmektedir. Farklı dönemlere ait birçok dekoratif desenlere ilgisi olan çoğu insan, bunların kalıplanmış değil, sadece el yapımı olduğunu düşünmektedirler. Ancak deneyimli bir göz, karakterlerin üzerindeki kalıp kesişim yerlerinin varlığını kolayca algılayabilir. Fırınlamadan önce dikkatli bir şekilde rötuşlanmasına rağmen kesişim izleri kolayca görülebilmektedir. Bu kesişim çizgileri ne tür bir kalıplama sisteminin uygulandığını belli etmektedir (Sevim, 1993: s. 4-5).

1.2.2. Alçı Kalıp Çeşitleri

Kullanım amaçlarına yönelik olarak iki ana dala ayrılan alçı kalıplar, üretim amacına göre teksir ve iş kalıpları, uygulama alanına göre ise pres, torna ve döküm kalıpları olarak isimlendirilmektedir. Tasarımı yapılan ürünün formu, hatları ve türü göz önünde bulundurularak oluşturulacak kalıp; kapalı döküm kalıbı, açık döküm kalıbı, kombine kalıp veya pres kalıpları gibi pek çok farklı yöntemle uygulanabilmektedir (Aydın İpekçi, 2009: s.19).

1.2.3. Çok Parçalı Kalıplar

Bu teknik, organik form ve hatlardan oluşan modelleri kalıplamak için kullanılmaktadır. Alçı tornasında şekillendirilmiş bir modelin kalıplanması, serbest hatlardan meydana gelen bir modele göre çok daha kolay olmaktadır. Yüzeyinde organik hatların bulunduğu modellerde ise kalıpların ayırım yerlerinin belirlenmesi ve kalıplama aşaması daha uzun bir süreci kapsamaktadır (Aydın, 2016: s.42).

1.2.4. Tek Parçalı Kalıplar

Bu yöntem, ters açısı bulunmayan modellerde uygulanan bir kalıplama tekniğidir. Alçı tornada ya da elle şekillendirme yöntemiyle yapılmış silindir, yarım küre, konik formlar gibi modellerin tek parçalı kalıp sistemine uygun olduğu görülmektedir. Tek parçalı kalıplarda açık döküm sistemi uygulandığından, dökümde et kalınlığı kazanan modelin ters çevrilip fazla çamurun süzülmesi esnasında iç yüzeyde dalgalanmalar oluşmaktadır. Bu durum, üretilen ürünün rötuş aşamasında birtakım sıkıntılar oluşturmaya neden olmaktadır (Yılmazer, 2008: s.54)

1.2.5. Çift Cidarlı Kalıplar

Çift cidarlı kalıplarda ürünün et kalınlığı istenilen ölçüde sınırlanmaktadır. Açık döküm kalıp yönteminde uygulanan beklemeye bağlı et kalınlığının artması, bu yöntemde gerçekleşmemektedir. Özellikle seramik sağlık gereçleri (klozet, pisuvar, lavabo vb.) ve sofraya eşyalarının üretiminde açık döküm yöntemi ile kullanılmaktadır (Yılmazer, 2008: s.54).

1.2.6. Patlatma Kalıpları

Seri üretim gerektirmeyen ürünler üzerinde uygulaması daha uygun ve kolay olan bir yöntemdir. Kalıbı alınacak modelin üzerine kalın bir tabaka halinde alçı dökülerek sertleşmesi beklenir. Ardından, modelin kalıptan ayrılacağı kesitler testere ile çok derine inmeden kesilir. Kesilen kesitler, sistirelerle çatlatılarak kalıp ayrımları oluşturulur. Patlatılan kalıbın kırılan yüzeyleri pim vazifesi gördüğünden, ayrıca pim oluşturulmasına gerek yoktur. Patlatma işlemini doğru şekilde yapmak zor bir işlemdir. Patlatma kalıplarda, önlenemeyen kırılmalar nedeniyle döküm aşamasında çamurun kalıp parçaları arasından sızdırması başlıca problemlerden biridir (Yılmaz, 2008: s.54).

1.2.7. Dublaj Kalıpları

Malzemesi alçı olmayan herhangi bir ürünün kalıbının alınıp alçı modele çevrilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Dublaj kalıplar yalnızca modelin alçıya çevrilmesinde kullanılmakta olup, diğer kalıp çeşitleri gibi bu kalıplara döküm işlemi yapılamamaktadır. Kalıp alınması için modelin üzerine alçının donma aşamasındayken elle sıvanması gerekmektedir. Ardından alçı sertleştikten sonra belirlenen yerlerinden parçalarına ayrılarak kalıp işlemi tamamlanmış olur (Sevim, 1993: s.6).

1.2.8. Teksir Kalıplar

Genelde malzemesi alçı olan teksir kalıpları, günümüzde silikon, reçine, polyester gibi birçok farklı malzemelerle uygulanabilir hale gelmiştir. Bu kalıpların üretiminde kullanılan alçı türü, model ve iş kalıbı yapımında kullanılan türden farklıdır. Teksir kalıplarında özel katkı alçı ya da Alfa alçı kullanılmaktadır. Bu kalıplarda dökümle alakalı bir uygulama söz konusu olmadığından su emme gibi bir özellik aranmamakta, bunun yerine sağlamlık ve dayanıklılık aranmaktadır. Yüzey sertliği yüksek, genişleme oranı düşük olmalıdır. Eski dönemlerde tek tip alçı kullanılarak iş kalıbı ve modeller tek tip alçı cinsinden yapılmaktaydı. Teksir kalıplarının yapım aşamasında karışımın içine belirli oranda çimento ilave edilirdi. Sofra ve süs eşyalarının teksir kalıplarında bu karışım uygun görülmekteydi. Teksir

kalıpları ilk zamanlarda kütle şeklinde bütün halde uygulanırdı. İş kalıplarının pozitif parçaları kalıptan çıkarılması esnasında çok zordu. Pozitif parçanın dışa doğru genleşmesi, yüzeye baskı yaparak parçanın teksir kalıbından çıkarılmasını zorlaştırmaktaydı. Bu sorunun çözümü için sonrasında teksir kalıplarının iç bükey parçaları birden fazla parça ile oluşturularak uygulamaya geçildi. Bu sayede parçaların kolaylıkla kalıplardan çıkarılabilmesi sağlandı. Parçalı teksir kalıbının dezavantajı, kalıp parça izlerinin iş kalıbı yüzeyinde kesişim çizgileri oluşturmasıdır. Bu kalıp kesişim çizgileri çok iyi rötuşlanmazsa elde edilen dökümlerin yüzeylerinde hatalar ve et kalınlığında değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Malzemesi alçı olan teksir kalıplarının kullanım süreleri maksimum 3-4 ay ya da alınan döküm sayısına bağlıdır. Detaylı olmayan modellerin 150-200 dökümden sonra kalıp ömrünü doldurduğu kabul edilmektedir. Detaylı modellerin teksir kalıplarının ömrü ise çok daha kısadır, kullanım şekli de ayrıca süreci etkilemektedir (Kundul, 2013: s.179-180).

2. BÖLÜM

2. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM

Bilgisayar destekli tasarım, bir mühendislik tasarımını geliştirmek, analiz etmek veya değiştirmek için bilgisayardan yararlanan her türlü tasarım faaliyetini içerir. Modern CAD sistemleri etkileşimli bilgisayar grafiklerine (ICG) dayanmaktadır. Etkileşimli bilgisayar grafikleri, bilgisayarın verileri resim veya sembol biçiminde oluşturmak, dönüştürmek ve görüntülemek için kullanıldığı kullanıcı odaklı bir sistemi ifade eder. Bilgisayar grafik tasarım sistemindeki kullanıcı, çeşitli giriş aygıtlarından herhangi biri aracılığıyla bilgisayara veri ve komutlar ileten tasarımcıdır. Bilgisayar, kullanıcı ile bir katot ışın tüpü (CRT) aracılığıyla iletişim kurar. Tasarımcı, bilgisayarda istenen yazılım alt programlarını çağırmak için komutlar girerek CRT ekranında bir görüntü oluşturur. Çoğu sistemde görüntü, noktalar, çizgiler, daireler vb. gibi temel geometrik öğelerden oluşturulur. Tasarımcının komutlarına göre değiştirilebilir, büyütülebilir, küçültülebilir, ekranda başka bir yere taşınabilir, döndürülebilir ve diğer dönüşümler yapılabilir. Bu çeşitli manipülasyonlar yoluyla görüntünün gerekli detayları formüle edilir. Tipik ICG sistemi, donanım ve yazılımın bir birleşimidir. Donanım, bir merkezi işlem birimi, bir veya daha fazla iş istasyonu (grafik ekran terminalleri dahil) ve

yazıcılar, çiziciler ve çizim ekipmanı gibi çevresel aygıtları içerir. Yazılım, sistemde grafik işlemeyi uygulamak için gereken bilgisayar programlarından oluşur. Yazılım ayrıca tipik olarak, kullanıcı şirketin gerektirdiği belirli mühendislik işlevlerini yerine getirmek için ek özel uygulama programları içerir. ICG sistemi, bilgisayar destekli tasarım sisteminin bir bileşenidir. Diğer ana bileşen tasarımcıdır. Etkileşimli bilgisayar grafikleri, tasarımcı tarafından bir tasarım problemini çözmek için kullanılan bir araçtır. ICG sistemi tasarımcının yetkilerini büyütür. Buna sinerjistik etki denir. Tasarımcı, tasarım sürecinin insanın entelektüel becerilerine en uygun kısmını gerçekleştirir, bilgisayar kendi yeteneklerine en uygun görevi gerçekleştirir ve ortaya çıkan sistem, bileşenlerinin toplamını aşar (Narayan vd., 2008: s.3-4).

2.1. Bilgisayar Destekli Tasarım Tarihsel Gelişimi

Geçmişten günümüze bilgisayarların gelişimi küçük çaplı işlemler yapabilen makinelerden adım adım gelişim gösteren bilgisayarlara kadar uzanmıştır. Milattan önce Miken, Girit ve Çin'de ilk defa abaküs ismini almış bir alet kullanılarak aritmetik hesaplar yapılmaktaydı. Bu yöntem sayesinde insanlar hem matematiksel hesaplamalar hem de sayısal anlamda işlemler yapabilmekteydiler. Zaman geçtikçe bu alanda gelişim gösterilerek adımlar atılmış ve mekanik hesap makinesini 1642 senesinde Pascal isimli bir bilim adamı bulmuştur. “Boole Cebiri” ismi verilen 1850 yılında bir yöntem bulunarak gelişimsel açıdan bilgisayarlar önem kazanmıştır. Ardından 1890 yılında ise delikli kartlar bulunarak verilerin karşıya aktarılabilceği ve bu veriler üzerinde oynamaların yapılabileceği elektromekanik bir alet tasarlanmıştır. Vannevar Bush aracılığıyla 1931 senesinde ilk analog bilgisayar geliştirilmiştir. 1939'da George Stibiz tarafından ilk sayısal bilgisayar tasarlanıp, üretilmiştir. 1945'li yıllarda 18.000 elektronik tüpten oluşan “Eniac” adında ilk elektronik olan bilgisayar tasarlanmıştır. Ağırlığı tonlarca olan bu bilgisayarın ardından çeşitli sistemlere sahip olan bilgisayarlarda üretime sokulmuştur (Özgüven, 2010: s.10-11). 1957'de bilgisayar destekli tasarımın öncüsü olarak bilinen Dr. Patrick J. Hanratty'nin PRONTO adındaki ilk ticari nümerik kontrol program sistemi bilgisayar destekli tasarıma ve üretime büyük bir katkıda bulunmuştur. Dijital tasarım teriminin ilk seviyesi sketchpad projesi Massachusetts Institute of Technology

(MIT)'de Ivan Sutherland'ın katkılarıyla uygulamaya geçirilmesi sağlanmıştır. Amerikan ordusunun da katkı sağladığı çalışmalarda dijital tasarım kavramı gerek teknik gerek ticari açıdan çok hızlı bir şekilde yol almıştır (Türkel, 2008: s.27).



Şekil 8. Ivan Sutherland sketchpad programını kullanırken 1964

1957'de ayrıca veriyi depolama amacıyla teyplerden elde edilmiş bir yöntem de bulunmuştur. Bu buluş sayesinde çok daha fazla veri depolama işlemi uygulanabilir ve gelişmiş programların kullanımına geçildi. Bilgisayarlarda kullanılan vakum tüplerinin yerini hacim olarak daha az yer kaplayan transistör ismindeki parçalar aldı. Bu değişim bilgisayar tarihinde önemi büyük olan bir gelişme olmuştur. Bu yenilik sayesinde bilgisayarlar hem boyut hem de ağırlık durumlarından dolayı daha aza indirilerek üretimleri sağlanabilecekti. Entegre devre adı verilen sistem ise 1965'te oluşturularak uygulamasına geçilmiştir. Bu sistemde silikondan oluşan malzemelerle birlikte değerlendirilerek transistörlerin yerine kullanıldı. Senelerdir üzerinde çalışılan bilgisayarlar bu gelişmelerle hem parasal anlamda hem ergonomik anlamda gelişim kazanıp hızlı şekilde işlemler yapılabilecek duruma getirilmiştir (Özgüven, 2010: s.10-11).

1980'li yıllarda ise Adobe Systems tasarımcıların palete sahip olabilecekleri ve kişisel anlamda kullanabilecekleri bilgisayarları satışa sundular. Bu atılım sayesinde bilgisayarlara erişebilmek daha rahat ve ulaşılabilir oldu. Piyasaya çıkarılan bu bilgisayarlar sayesinde tasarımcılar, istedikleri şekilde uygulamalar yapmaya yöneliyorlardı. Günümüzdeki gelişmeler ile tasarımcılar kişisel çalışma ortamlarında

görüntü kalitesi oldukça yüksek görseller üretebilmektedir. Paint programı 1986 senesinden sonra programlama hakkında bilgi sahibi olmayan tasarımcılar için uyarlamaya sokuldu ve kullanımı kolaylaştırıldı. Bir sene sonra 1987 yılında bilgisayar üzerinde üretim sağlayan tasarımcılar için fazlasıyla yetkili olabilecek Thomas Knoll tarafından Photoshop programında geliştirildi. 1990'lardan sonra bilgisayar destekli tasarım programlarını kullanan tasarımcı ve sanatçıların sayıları giderek artmıştır. İki boyutlu, üç boyutlu hareketli görüntüler ve görsel tasarımlar da dijital ortamda var olmaya başlamıştır. Döneminde dijital sanat müze ve galeriler açısından olumlu bakılmasa da internet ve yazılım sanatı gibi dallar bu gibi yerlerde yerlerini almıştır. 1990'lı senelerin ortasında internetin hızlı bir gelişim göstermesi büyük bir reform yaratmıştır. İnternetin gelişmesi ile kültürlerin birbirleriyle temas halinde olmaları farklı yöntemleri de meydana getirmiştir (Bozan, 2011: s. 7-8).

2.2. Bilgisayar Destekli Tasarımda Tel Örgü Modeli (WireFrame):

1960'lı yıllara dayanan geometrik modellerin oluşturduğu erken dönem örnekleri tel örgü modellerdendir. Tel örgü modellerin köşe çizgileriyle beraber modelin yüzeyinde bulunan noktalarla gösterilmektedir. Bu görüntü şekli çizilen nesnenin bir nevi iskeleti olarak algılanabilir. Bu yöntemde tasarımı yapılan modelin yüzeyleri doğrudan görünmeyebilir. Modelin biçimini noktalar ve çizgilerden algılayabiliriz. Tel örgü modeller katı bir form halinde gözükmez, izlenmeleri açısından kolay ve akıcıdır. Kısıtlı görüntülerine nazaran, başka bir yönden fazlasıyla kullanışlı olabilmektedirler. Bilgisayarların günümüzdeki kadar gelişim göstermediği dönemde bu yöntem en fazla kullanılan modelleme şekli olarak değerlendirilmiştir. Modelin tellerle örülmüş gibi durmasından kaynaklı olarak adını bu şekilde almıştır (Türkel, 2008: s.55).

2.3. Bilgisayar Destekli Tasarımda Yüzey Modelleme (Surface):

Bu modelleme yönteminde obje duvarlarıyla görüntülenmektedir. Tasarımı yapılacak objenin çizgileri bir araya gelerek formun oluşmasını sağlar. Modellemede tel çerçeveden dolayı ortaya çıkabilecek düzensizliklerin yüzey modelleme yöntemi ile önlenmektedir. Bu yöntemle modellenen objelerin yapısı ve hacmi ortaya çıkmakla birlikte objenin iç bölümü dolu olmamaktadır. Objenin yüzeylerinde problem yaşanmaması için ise düzlemler doğrultusunda herhangi bir çizgi ya da nokta bulunmamalıdır. Bu yöntem sayesinde obje üzerinde uzatma, döndürme, hareket ettirme gibi uygulamalar yapılabilmektedir. Objenin duvarları arasında meydana gelen açıklıkları için ise farklı yöntemlerin uygulanması ile bağlantı kurularak giderilmesine yardımcı olmaktadır. Oluşturulan objenin yüzeyleri herhangi bir yerinden kapanmaması halinde form katı halde ve üç boyutlu obje olarak sayılmamaktadır (Erdem, 2018: s.26-27).

2.4. Bilgisayar Destekli Tasarımda Katı Modelleme (Solid):

Katı modelleme, bir nesnenin hacimsel özelliklerini tam olarak tanımlayan bir üç boyutlu modelleme yöntemidir. Bu yöntemde, nesne kenarlar, yüzler ve bu kenarlar ve yüzlerin nasıl bir araya geldiğiyle tanımlanır. Katı modelleme, diğer modelleme tekniklerinden önemli avantajlar sunar. Örneğin, katı modeller, nesnelerin iç ve dış geometrisini doğru bir şekilde temsil eder. Bu, tasarım hatalarını önlemeye ve montaj ve üretim için doğru ölçümleri sağlamaya yardımcı olur. Ayrıca, katı modeller, nesnelerin kütsel özelliklerini hesaplamak için kullanılabilir. Bu, ağırlık, ağırlık merkezi ve hacim gibi bilgileri elde etmek için önemlidir. Katı modelleme paketleri, temel elemanlar (primitifler) veya süpürme yöntemi kullanarak modeller oluşturmak için çeşitli araçlar sağlar. Temel elemanlar, küp, silindir, prizma ve koni gibi basit şekillerdir. Süpürme yöntemi ise, bir yüzeyin başka bir yüzey boyunca hareket ettirilmesiyle bir model oluşturma sürecini ifade eder. Başka bir deyişle, katı modelleme, bir nesnenin gerçek dünyadaki gibi üç boyutlu bir temsilini oluşturma sürecidir. Bu yöntem, tasarım, üretim ve analiz için yaygın olarak kullanılmaktadır (Yardımcı, 2015: s.452-453).

3. BÖLÜM

3. KİŞİSEL UYGULAMALAR

Tasarım, bir ürün veya hizmetin işlevini, estetik değerini ve kullanılabilirliğini iyileştirmek için yapılan bir süreçtir. Bu süreç, yeni bir ürün veya hizmetin sıfırdan oluşturulmasından, var olan bir ürünün geliştirilmesine kadar her alanı kapsayabilir.

Endüstriyel seramik kupa ve fincanlar, günlük yaşamda sıklıkla kullanılan ürünlerdir. Bu ürünlerin işlevselliği ve estetik değeri, kullanıcıların memnuniyetini doğrudan etkiler. Bu çalışmada, kupa ve fincan tasarımlarının biçim ve fonksiyonunu geliştirmeye yönelik, ergonomik ve yaratıcı tasarımlar oluşturulması amaçlanmıştır.

Tasarımlarda kullanılan program 3ds Max, Autodesk tarafından geliştirilen bir üç boyutlu modelleme, görselleştirme ve animasyon yazılımıdır. Film, animasyon, oyun, mimarlık, mühendislik ve üretim gibi çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. 3ds Max, kullanıcılara karmaşık üç boyutlu modeller, sahneler ve animasyonlar oluşturmak için güçlü araçlar sunar. Bu araçlar arasında temel şekiller ve nesnelere karmaşık karakterlere ve simülasyonlara kadar her şeyi oluşturmak için kullanılabilen modelleme araçları, sahneleri ve karakterleri hareket ettirmek ve etkileşime sokmak için kullanılan animasyon araçları ve sahnelerin gerçekçi görünümünü oluşturmak için kullanılan görselleştirme araçları bulunmaktadır.

Tasarlanan seramik modeller, basit geometrik biçimlerden yola çıkılarak oluşturulmuştur. Bu sade formlar, seramik üretiminde üç boyutlu yazıcı teknolojisinin olanaklarını görmek amacıyla tasarlanmıştır. Üç boyutlu yazıcıda yapılan modellerin seramik üretiminde nasıl kullanılabileceğini ve bu teknolojinin sunduğu yenilikçi çözümleri test etmek için bu yaklaşıma gidilmiştir. Basit ve sade tasarımlar, üretim sürecinin her aşamasında işlevsellik ve estetik açıdan değerlendirilmeye alınmıştır.

Endüstriyel seramik üretiminde, tasarım ve alçı kalıp üretiminde kullanılan el işçiliği, maliyeti ve süresini artıran önemli bir faktördür. Bu çalışmada, bu el işçiliğini ortadan kaldırarak üretim süreçlerini kolaylaştırmak amaçlanmaktadır.

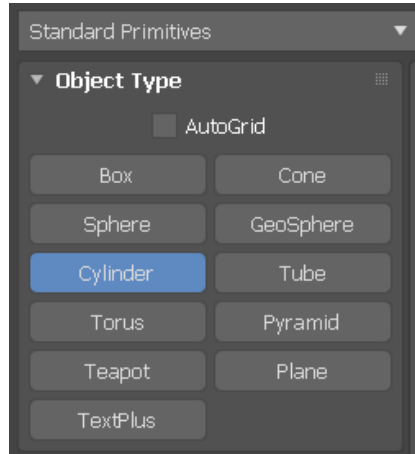
Bu amaçla, tasarım sürecinde bilgisayar destekli tasarım (BDT) yazılımları kullanılmıştır. Prototip model ve teksir kalıpların üretiminde ise üç boyutlu yazıcılar kullanılacaktır. BDT yazılımları, tasarımcıların daha hızlı ve kolay bir şekilde tasarımlar oluşturmasına olanak tanımakta olup, 3D yazıcılar aracılığıyla ise teksir kalıpları hızlı ve pratik bir şekilde üretilebilmektedir.

3.1. Tasarım Süreci

Bu bölümde, Autodesk 3ds Max programı kullanılarak minimalist formlardan oluşan üç boyutlu modellerin tasarlanma süreci ele alınacaktır. Tasarım süreci, modelleme, modifikatörlerin kullanımı göz önünde bulundurularak aşamalı bir şekilde gösterilecektir.

3.2. Kupa Modelinin Tasarımı

Kupa modelinin üç boyutlu tasarım aşamaları adım adım anlatılacaktır. Çalışmalarda, minimal formlardan oluşacak modeller üretilmesi hedeflenmiştir. Modellemeye hazır silindir parça üzerinden çeşitli komutlar uygulanarak başlanacaktır.



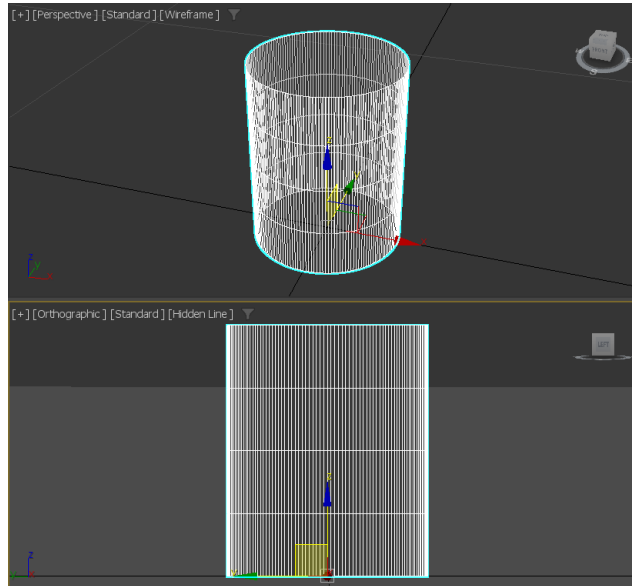
Şekil 9. Standard Primitives Penceresi

Görseldeki “Standard Primitives” penceresi, 3ds Max’ta temel geometrik şekilleri oluşturmak için kullanılan komutları içerir. “Cylinder” komutu, bir silindir oluşturmak için kullanılır. İlk adım olarak bir silindir çizilmiştir.



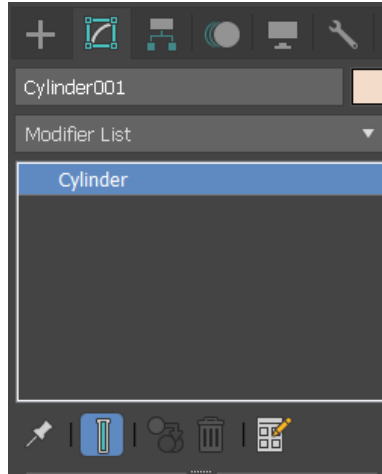
Şekil 10. Silindirin Parametreleri

Yukarıdaki görsel bir silindir oluşturmak için kullanılan “Cylinder” komutunun parametre penceresini göstermektedir. Bu pencerede, silindirin yüksekliği, çapı, kenar sayısı ve diğer özellikleri ayarlanabilir. Modellemede silindirin yüksekliği 10 cm, çapı ise 8 cm olarak belirlenmiştir.



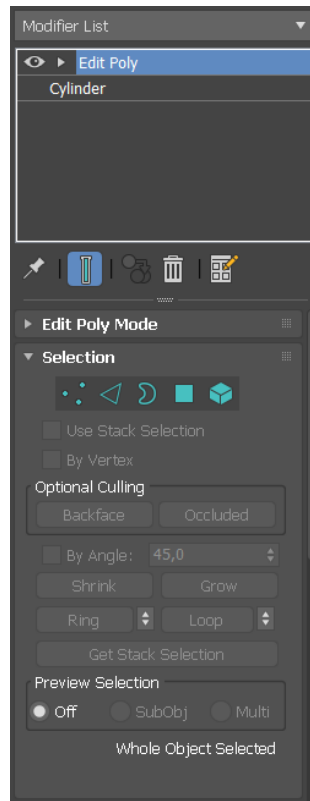
Şekil 11. Silindir Formu

Belirtilen ölçülere göre çizilmiş olan silindir formu ortaya çıkmıştır.



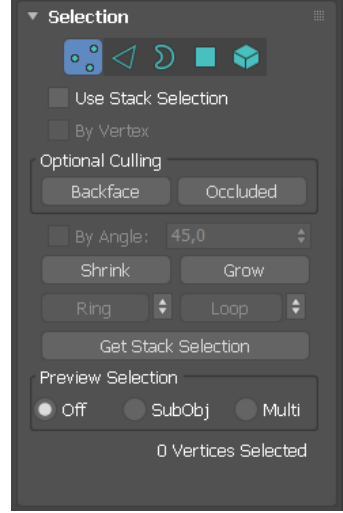
Şekil 12. Modifier List

“Modifier List”, bir nesneye uygulanan tüm modifikatörleri gösterir. Modifikatörler bir nesnenin şeklini, boyutunu veya görünümünü değiştirmek için kullanılmaktadır. Modifier listesinde, modifikatörlerin adı, tipi ve ayarları gösterilir. Modifikatörün adını seçerek, çeşitli ayarları değiştirilebilmektedir.



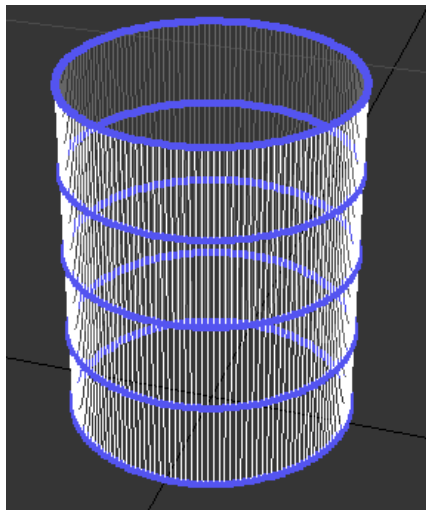
Şekil 13. Edit Poly Sekmesi

“Edit Poly” komutu, bir nesnenin poligonlarını düzenlemek için kullanılan en güçlü modifikatörlerden biridir. Bu komut, bir nesnenin şeklini, boyutunu ve görünümünü değiştirmek için çeşitli araçlar sunmaktadır.



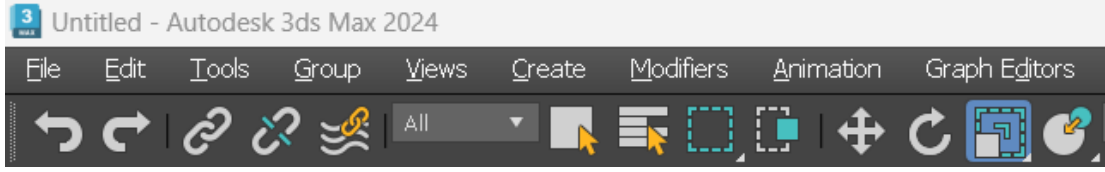
Şekil 14. Vertex Komutu

“Edit Poly” bölümünde bulunan görselde seçilen “Vertex” komutu ile bir nesnenin köşe ve kenarları düzenlenmektedir. Edit Poly’de bulunan bu araçlar, bir nesnenin şeklini ve boyutunu değiştirmek için de kullanılmaktadır. Örneğin, bir nesnenin boyutunu küçültmek için köşeleri uzaklaştırabilir veya şeklini değiştirmek için kenarların yönü değiştirilebilmektedir.



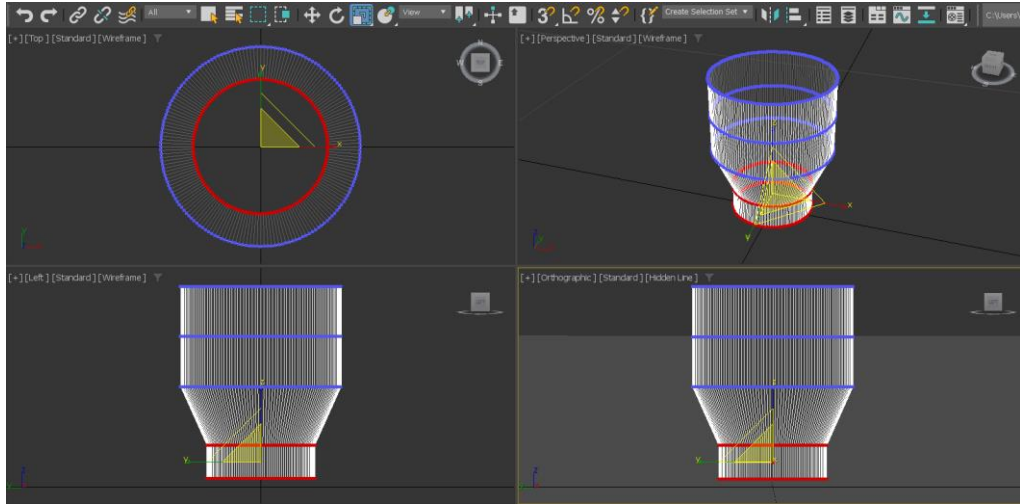
Şekil 15. Silindir Formunda Vertex Noktaları

Silindirin üzerinde değişiklikler yapmak için “Vertex” komutunun nesnede seçili hali görülmektedir.



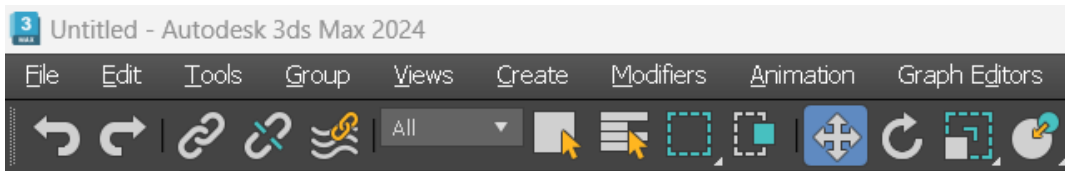
Şekil 16. Select and Uniform Scale Komutu

“Vertex” modu açık haldeyken aynı zamanda görseldeki “Select and Uniform Scale” komutu seçildiğinde, belirlenen vertexlerin ölçeğini eşit olarak küçültmek ya da büyötmek için kullanılmaktadır.



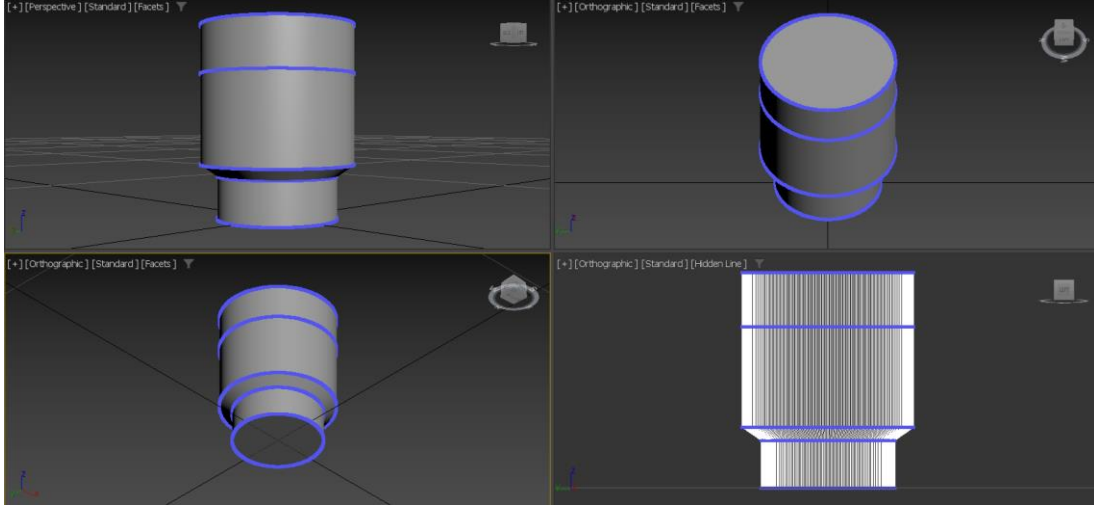
Şekil 17. Vertex Uygulaması

Kupayı oluşturacak silindirin taban köşeleri belirtilen komutlar sayesinde değiştirilmiştir. Köşeler, silindir şeklini değiştirmek için hareket ettirilmiştir. Taban kenarlarını, daraltmak için “Bevel” komutu uygulanmıştır.



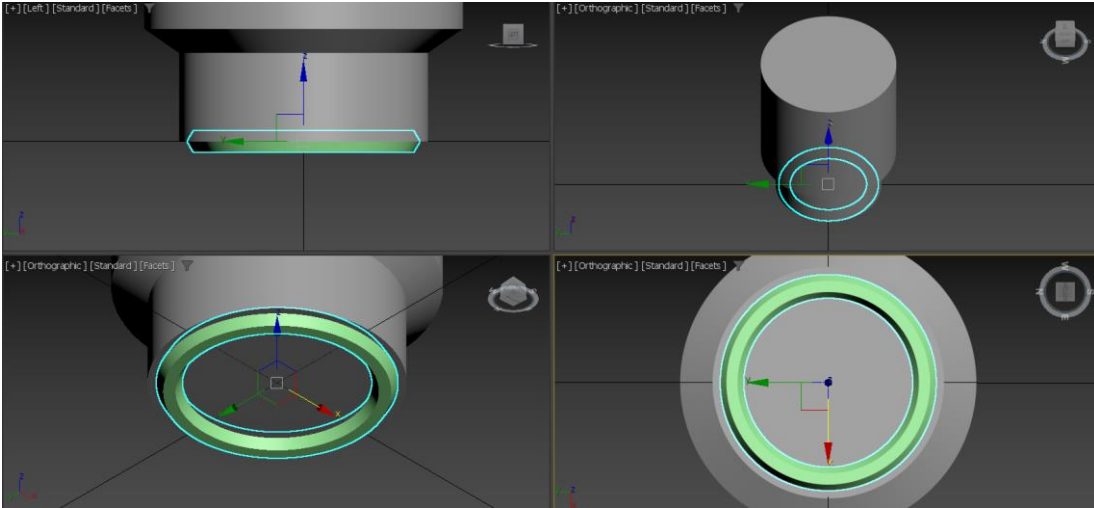
Şekil 18. Select and Move Komutu

“Vertex” komutunda görselde işaretli olan “Select and Move” komutu, seçili olan vertexlerin konumunu değiştirmek için kullanılmaktadır. Bu komut, bir nesnenin şeklini ve boyutunu değiştirmek için kullanılmaktadır.



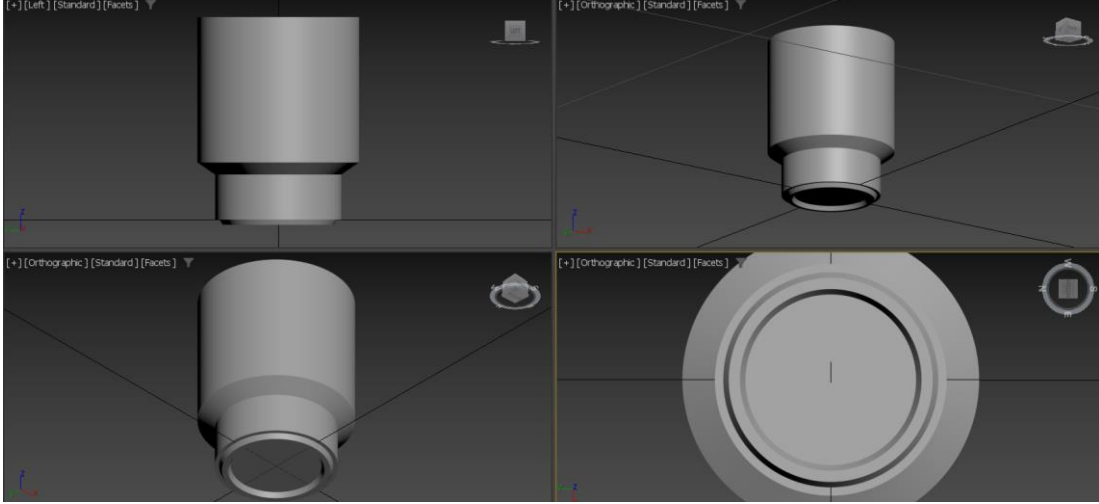
Şekil 19. Silindirin Vertex Noktaları

Yukarıda anlatılan komutların kullanılarak silindir form üzerinde değişiklikler yapılmıştır. Bu değişikliklerin sonunda bir kupa formu oluşturulmuştur. Bu işlem sırasında yüzeydeki belirlenen düzlemler uzatılmış ve kısaltılarak daraltılmıştır.



Şekil 20. Torus Nesnesiyle Sır Ayağı Oluşturma

“Torus” nesnesi kullanılarak kupa tabanına uygun ölçülerde bir sır ayağı tasarlanmıştır. “Torus” nesnesi seçilerek yarıçapı ve kalınlığı kupa tabanının boyutuna göre ayarlanarak tabanın altına gelecek şekilde konumlandırılmıştır. “Move” ve “Scale” araçları kullanılarak nesnenin tabanının merkezine oturacak şekilde konumlandırılması sağlanmıştır.



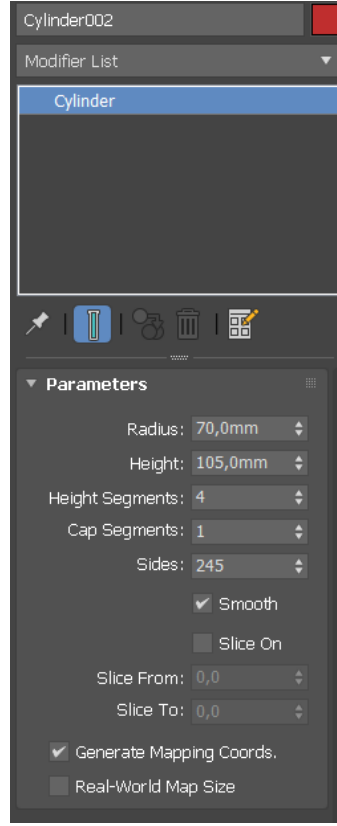
Şekil 21. Kupa Tasarımı

“Modifier List” panelinden “Editable Poly” modifikatörü aktif hale getirilmiştir. Birleştirmek istenilen sır ayağı “Attach” komutu uygulanarak tek parça haline getirilmiştir.

Görselde, üç boyutlu modelleme yazılımında “Vertex” komutu kullanılarak oluşturulmuş bir kupa tasarımının son hali gösterilmektedir. Bu tasarımda, silindir formu üzerinde çeşitli hareketler uygulanarak bardağın şekli değiştirilmiştir. Bu hareketler sonucunda, kupanın üst kısmı daha uzun ve alt kısmı ise daha ince hale gelmiştir.

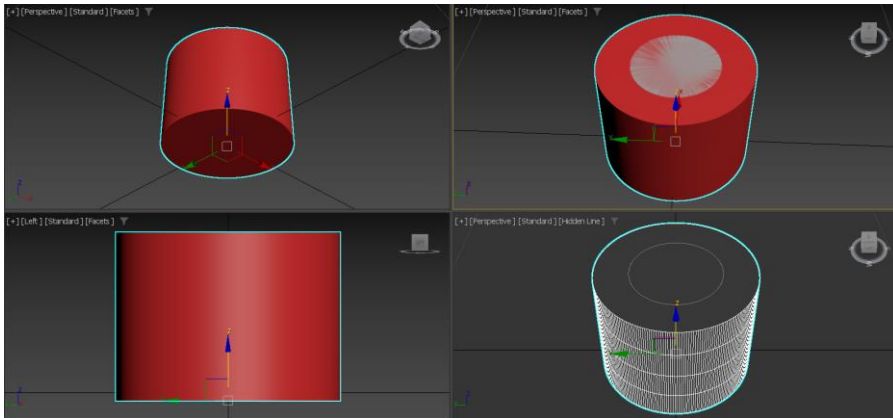
3.3.Kupa Modelinin Teksir Kalıp Tasarımı

Kupa modelinin tasarımı tamamlandıktan sonra model kalıp aşamasına geçilmiştir. Model kalıp tasarımında öncelikle “Standart Temel Nesnelere” penceresinde yer alan seçeneklerden “Cylinder” komutu ile kupa modelini kaplayacak bir silindir oluşturulmuştur.



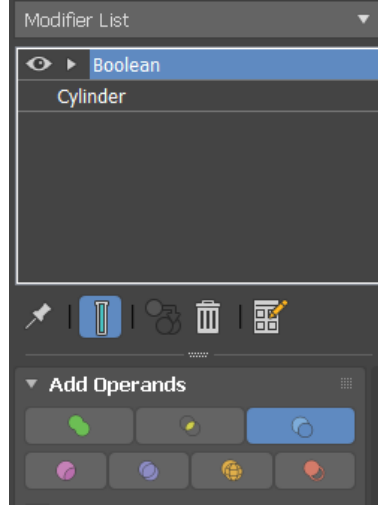
Şekil 22. Silindirin Parametreleri

Pencerenin sağ kısmında, nesne parametrelerini ayarlamak için kullanılan bir dizi düğme ve metin kutusu bulunur. Bu parametreler, silindirin boyutunu, şeklini ve diğer özelliklerini belirlememizi sağlamaktadır. Silindirin yarı çapı 70 mm, yüksekliği ise 105 mm olacak şekilde ölçülandırılmıştır.



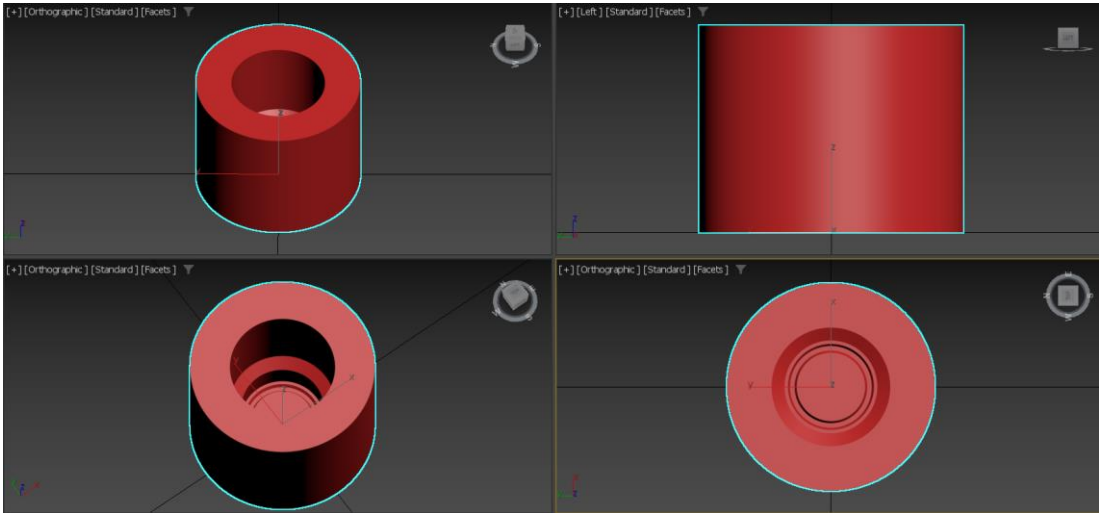
Şekil 23. Silindirin Ölçülandırılmış Görüntüsü

Silindirin boyutları belirlendikten sonra, kupa modeli silindirin tam ortasına yerleştirilmiştir.



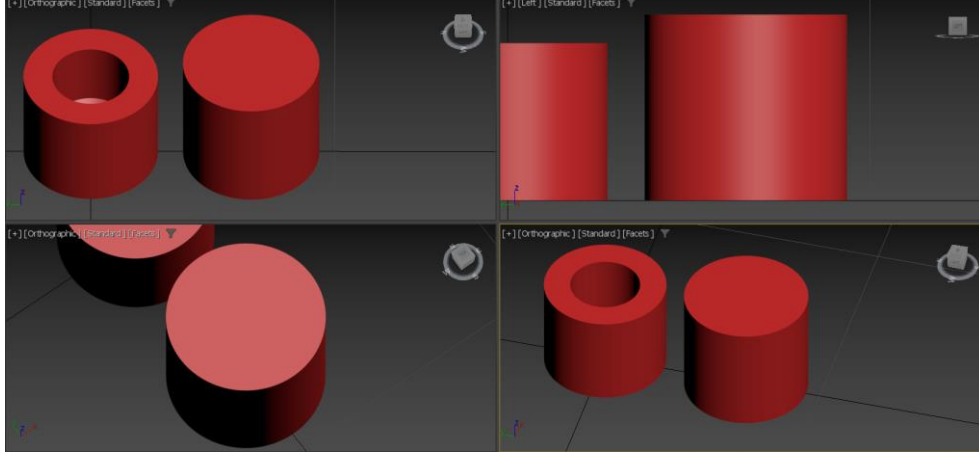
Şekil 24. Boolean Sekmesi

“Boolean” komutu, iki veya daha fazla üç boyutlu nesnenin geometrisini birleştirmek veya kesmek için kullanılan bir dizi işlemdir. Bu işlemler, bir nesnenin bir başka nesnenin içine veya dışına kesilmesi, iki nesnenin birleşmesi veya iki nesnenin kesişiminin alınmasını içerir.



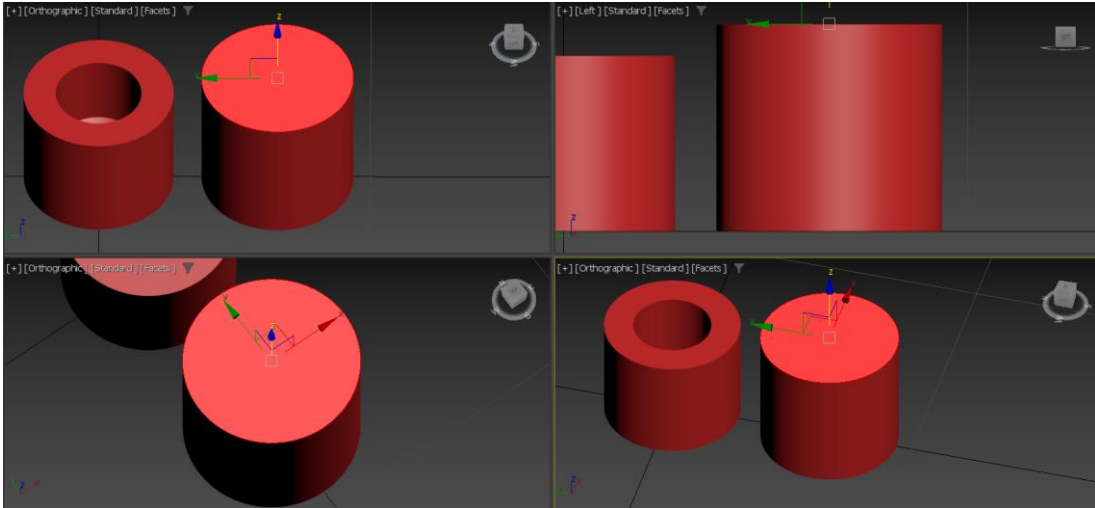
Şekil 25. Subtract Operans Uygulaması

“Subtract Operans” komutunu kullanmak için, önce nesneye “Boolean” modülü uygulanmalıdır. Bunu yapmak için, nesneyi seçip ardından “Modifier List” panelinden “Boolean” modülü seçilmelidir. “Boolean” modülü uygulandıktan sonra, “Subtract Operans” komutu kullanılarak eksiltilecek nesne seçilmiştir. Bu komutların uygulanması sonucunda bardağın model kalıbı elde edilmiştir.



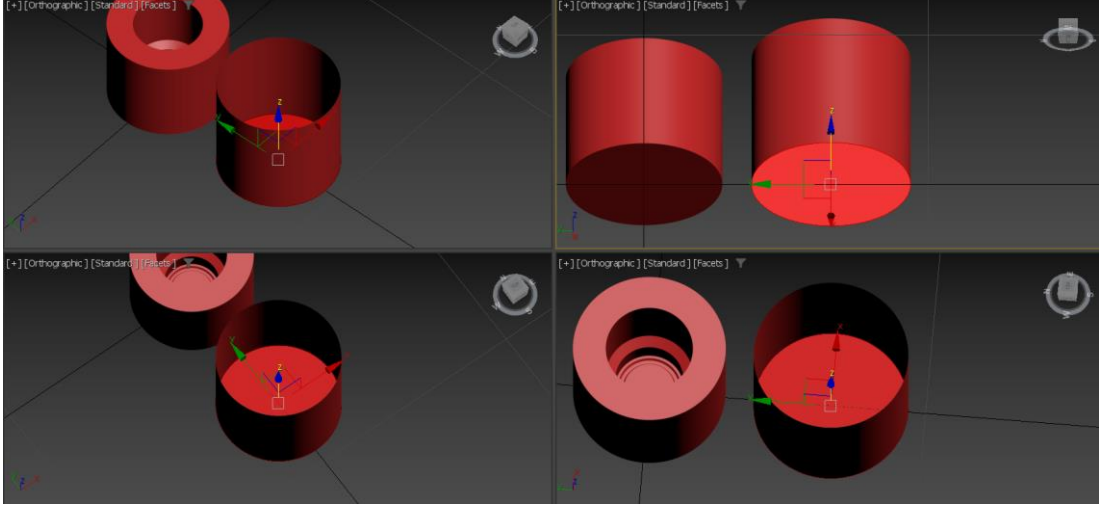
Şekil 26. Kupa Model Kalıp

Kupa kalıbına silikon döküm tekniği uygulanacağından dolayı, kalıbın dış kısmına silikonun akmasını engelleyecek bir parça yapılmıştır. Bunun için kalıbın dışına oturacak uygun ölçülerde bir silindir çizilmiştir.



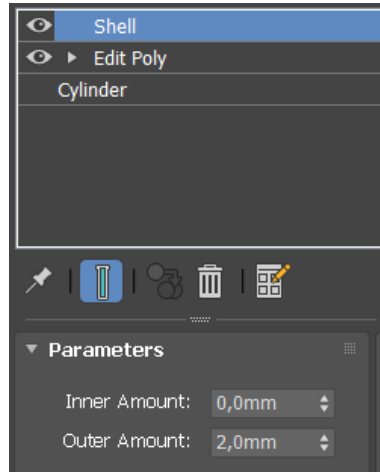
Şekil 27. Polygon Seçimi

“Edit Poly” bölümünde, “Polygon” komutu kullanılarak silindirin üst yüzeydeki poligon seçilmiştir.



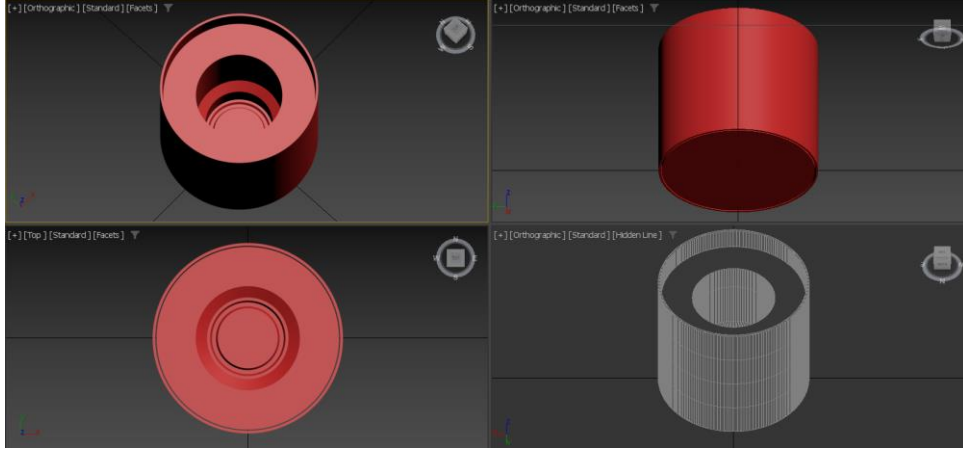
Şekil 28. Polygon Silme İşlemi

Silindirin üst yüzeyinde bulunan seçili poligona “Delete” komutu uygulanarak ortadan kaldırılıp, tabanda bulunan poligonda seçilerek silinmiştir.



Şekil 29. Shell Uygulaması

“Shell” modülü, bir nesnenin iç ve dış duvar kalınlığının ayarlanmasına olanak tanımaktadır. Silindirin dış duvar kalınlığı 2 milimetre kalınlık olarak ayarlanmıştır.

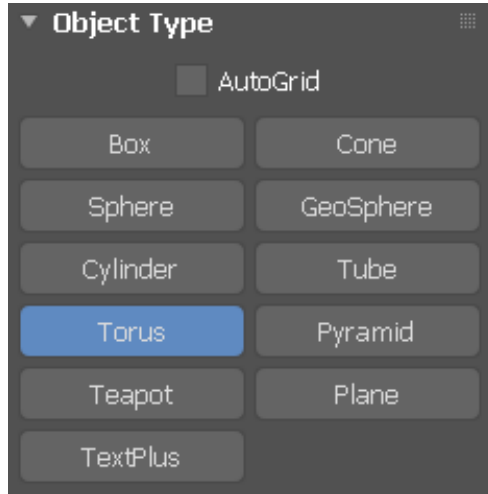


Şekil 30. Silindire Kalınlık Verilmesi

Silindire kalınlık verilerek kalıbın dışına yerleştirilmiş hali görselde verilmektedir. Bu silindir, silikon malzemenin dökümü aşamasında çerçeve görevi görecektir.

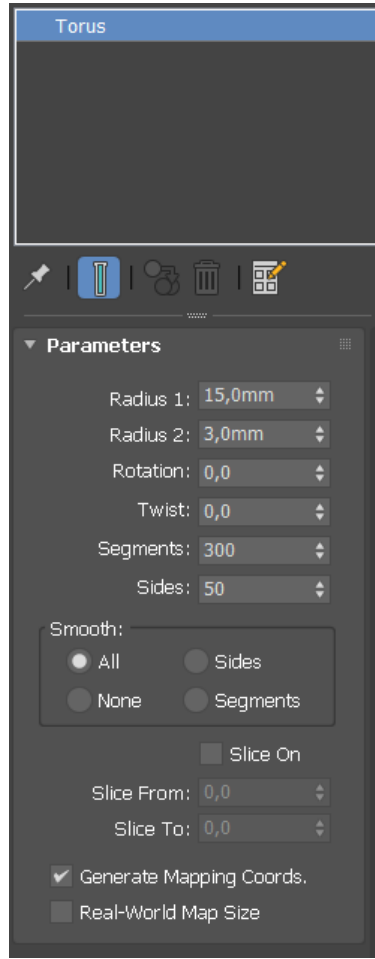
3.4. Kulp Model Tasarımı

Bu kısımda, kupa modeline ait bir kulp modeli tasarım adımları ele alınacaktır.



Şekil 31. Torus Komutu

“Torus” komutu, 3ds Max'te halka şeklinde bir nesne oluşturmak için kullanılmaktadır. “Torus”, bir dairenin sabit bir eksen etrafında döndürülmesiyle oluşturulan bir geometrik şekildir. Simit veya halka şeklindeki bir nesneye benzeyen bir türdür. Yarıçapı ve kalınlığı ayarlayarak istenilen boyutta bir halka oluşturulabilmektedir. Burada “Torus” komutu bardağın kulp bölümünü tasarlamak için kullanılmıştır.



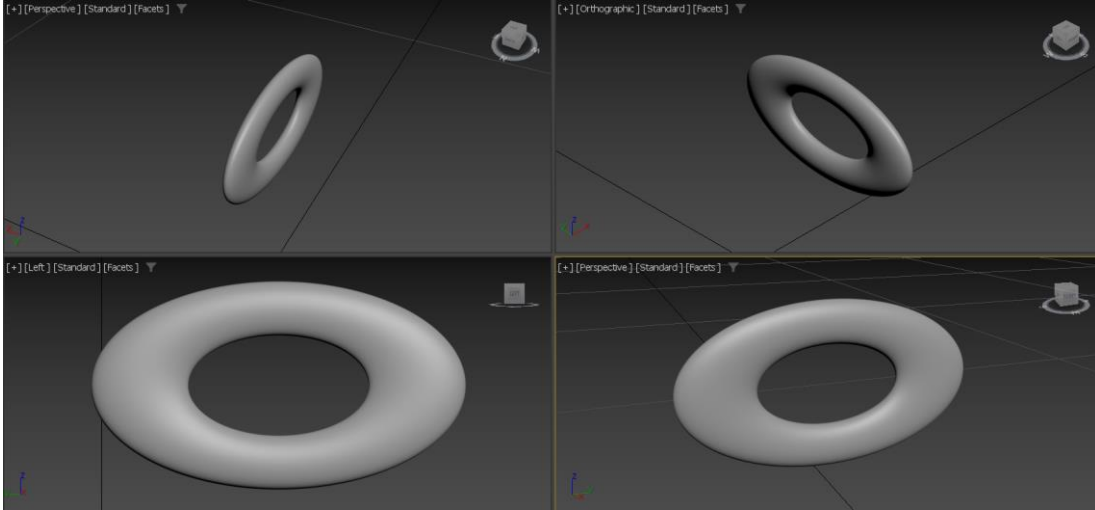
Şekil 32. Torus Parametreleri

“Parameters” bölümü, nesnelerin geometrik ve fiziksel özelliklerini detaylı bir şekilde kontrol edilmesine imkân tanıyan bir araçtır. Bu bölüm, nesnenin şeklini, boyutunu, konumunu, dönüşünü, malzeme özelliklerini ve diğer birçok parametresini ayarlamak için kullanılabilir. “Torus” nesnesinin özellikleri yukarıda bulunan görselde belirtilmektedir.



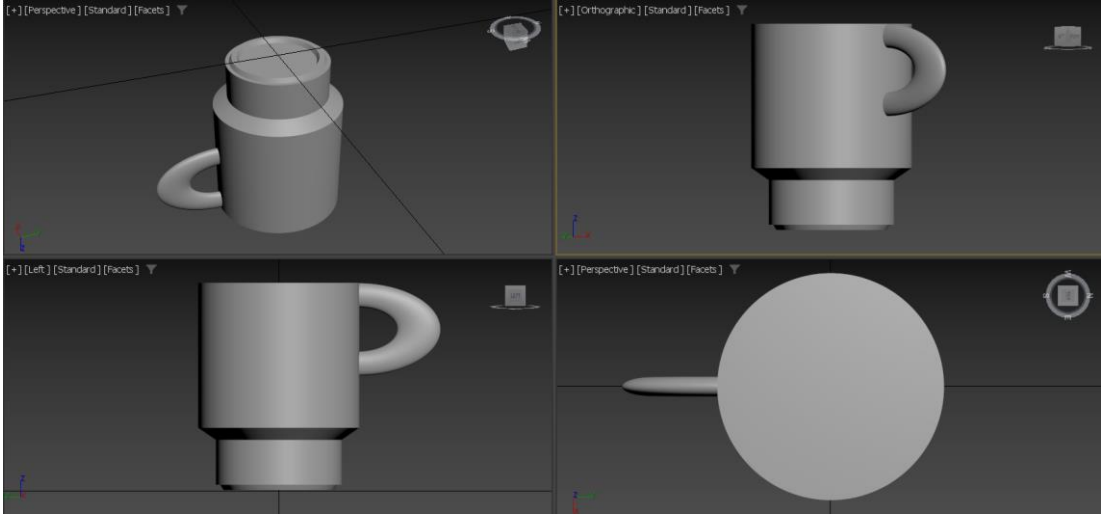
Şekil 33. Select and Uniform Scale

“Select and Uniform Scale” komutu, seçilen nesneleri oransal olarak büyütmek veya küçültmek için kullanılmaktadır. Bu komut, nesnelerin boyutlarını tek bir merkezden eşit şekilde değiştirmenize olanak tanır. “Select and Uniform Scale” komutunu çalıştırdıktan sonra, nesnelerin boyutlarını tek bir merkezden eşit şekilde büyütmek veya küçültmek için fare kullanılmalıdır. Fareyi yukarı doğru sürüklemek nesneleri büyütmekte, aşağı doğru sürüklemek ise küçültmektedir.



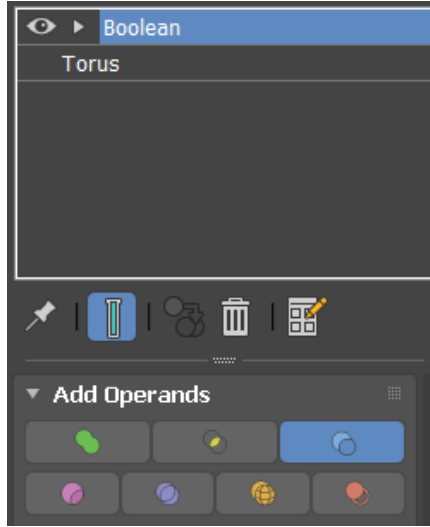
Şekil 34. Torus Nesnesi

“Select and Uniform Scale” komutu seçilerek, “Torus” nesnesinin boyutu gövdeye uygun ölçüde ayarlanmıştır.



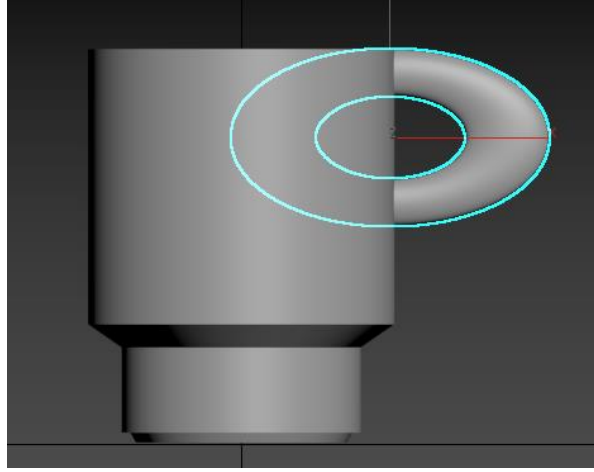
Şekil 35. Kulp Oluşturma

Oluşturulan kulp parçası, kupa modeline “Select and Move” komutu kullanılarak uygun noktada konumlandırılması sağlanmıştır.



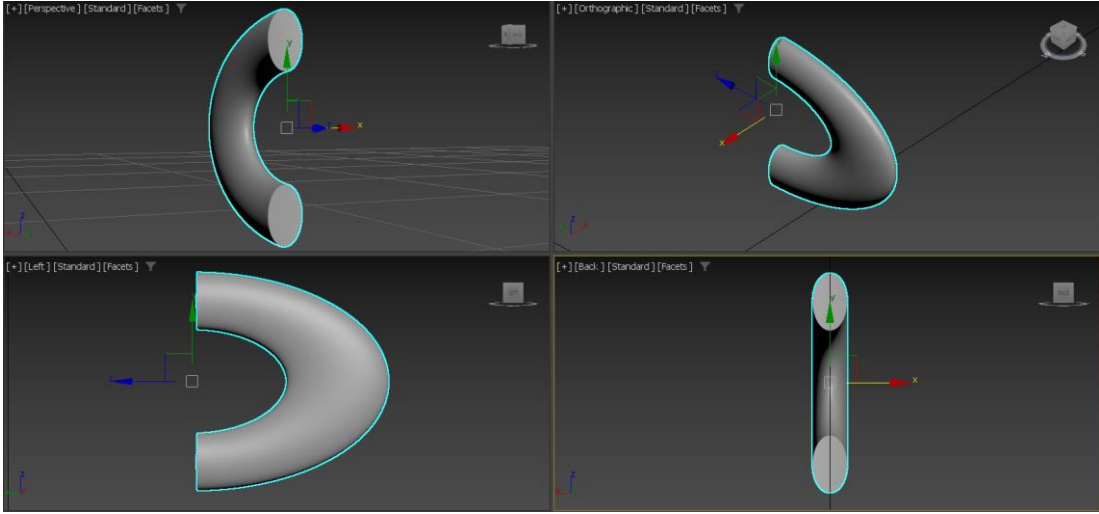
Şekil 36. Subtract Operands Komutu

Görselde seçili bulunan “Subtract Operands” komutu, ikinci nesnenin birinci nesneden kesilmesini sağlamaktadır.



Şekil 37. Kulbun Gövdeyle Kesişim Uygulaması

“Subtract Operands” komutunun kullanımıyla, birinci nesnenin ikinci nesneden kesildiği yerden kesilerek yeni bir nesne oluşturulur ve kesilen parçalar silinmektedir.

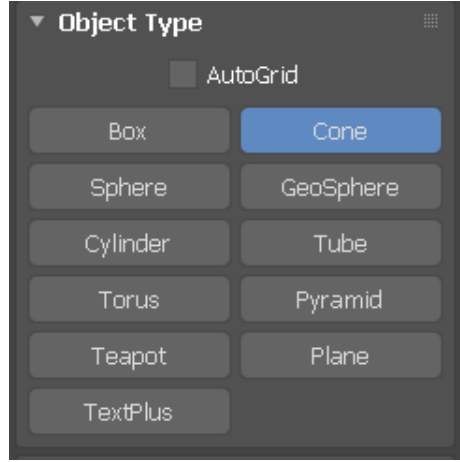


Şekil 38. Kulp Modeli

Bütün komutların “Torus” nesnesi üzerinde uygulanmasıyla kulp formunun son hali üstteki görselde verilmiştir.

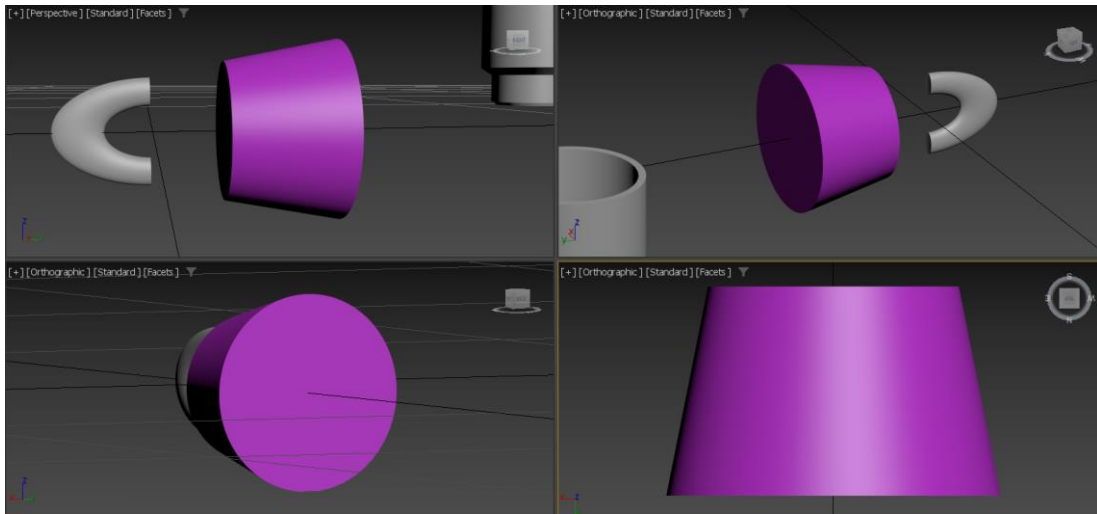
3.5. Kulp Modeli Teksir Kalıp Tasarımı

Tasarlanan kulp modelinin üç boyutlu teksir kalıp çizimi bu bölümde anlatılacaktır.



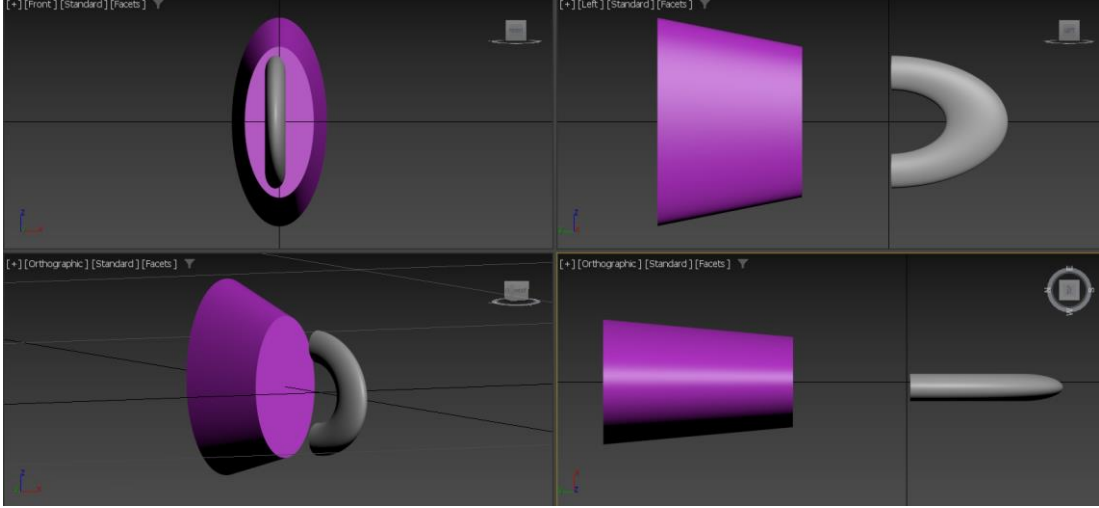
Şekil 39. Cone Komutu

“Cone” nesnesi, dairesel bir taban ve bir tepe noktasına sahip olan üç boyutlu bir nesnedir. Koniler, çeşitli nesnelere oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu aşamada oluşturulacak parça kupa kulbunun döküm ağız bölümünü oluşturacaktır. “Cone” nesnesini kullanmak için, “Object Type” sekmesinde “Cone” seçeneği seçilip ardından koninin özelliklerini özelleştirmek için “Parameters” paneli kullanılmaktadır.



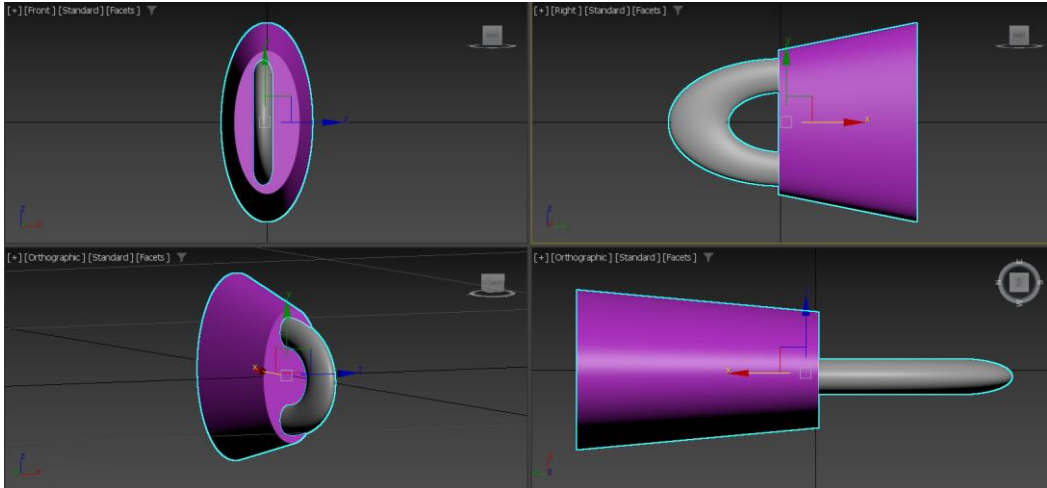
Şekil 40. Select and Uniform Scale Komutu Uygulaması

Seçili olan “Select and Uniform Scale” komutu, 3ds Max'te nesnelerin boyutunu düzenlemede çok kullanılan araçlardan biridir. Bu komut, tek bir tıklamayla bir veya birden fazla nesneyi seçmenize ve ardından bunların boyutlarını orantılı olarak istenilen her yönde ve eşit şekilde değiştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu aşamada döküm ağız işlevini görecek parça X ekseninde genişletilmiştir.



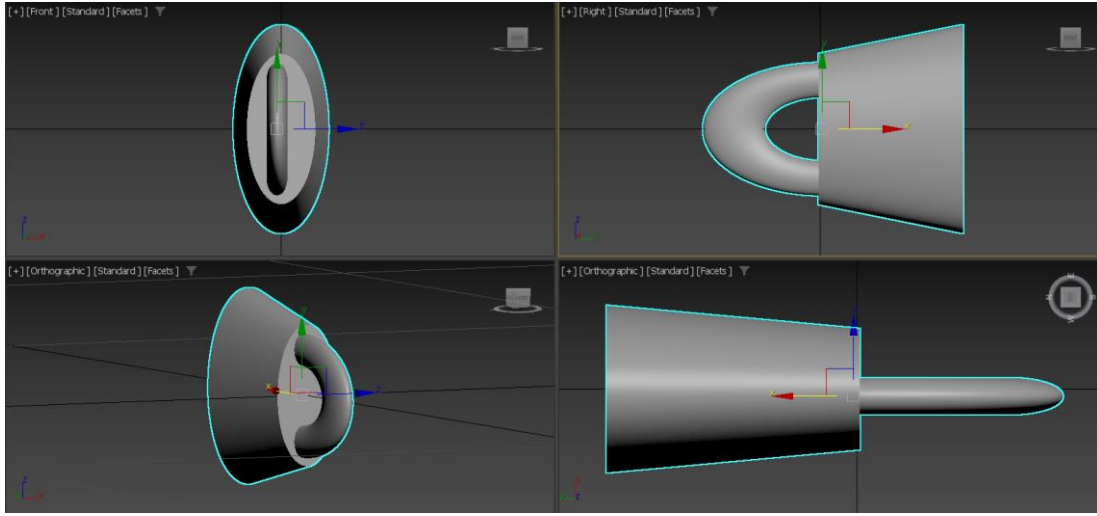
Şekil 41. Döküm Ağızının Oluşturulması

Oluşturulan koni nesnesi, kulp parçasının uç kısımlarına tam oturacak şekilde boyutlandırılmıştır.



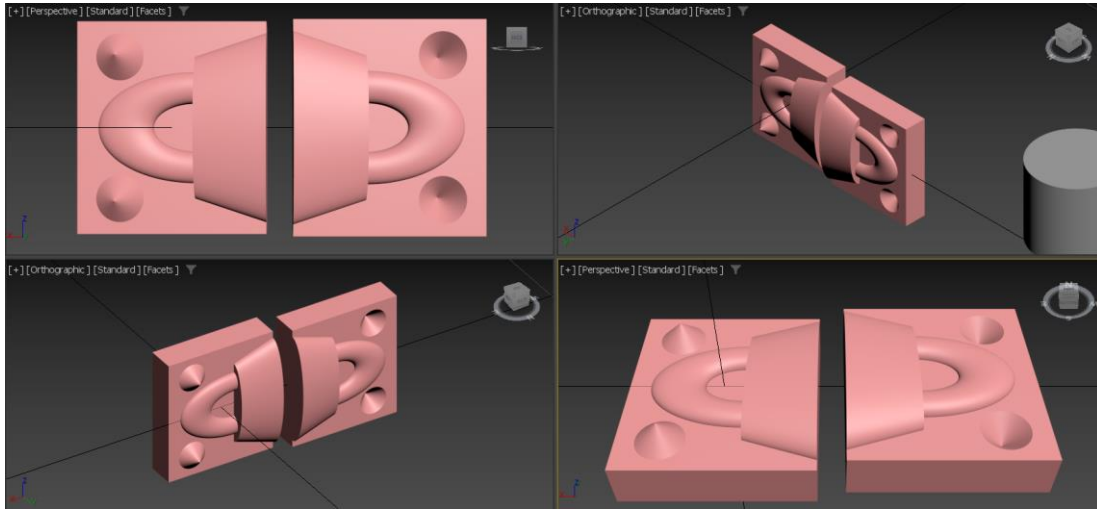
Şekil 42. Döküm Ağızının Kulba Yerleştirilmesi

“Select and Move” komutu aracılığıyla taşınarak yerleştirilmiştir.



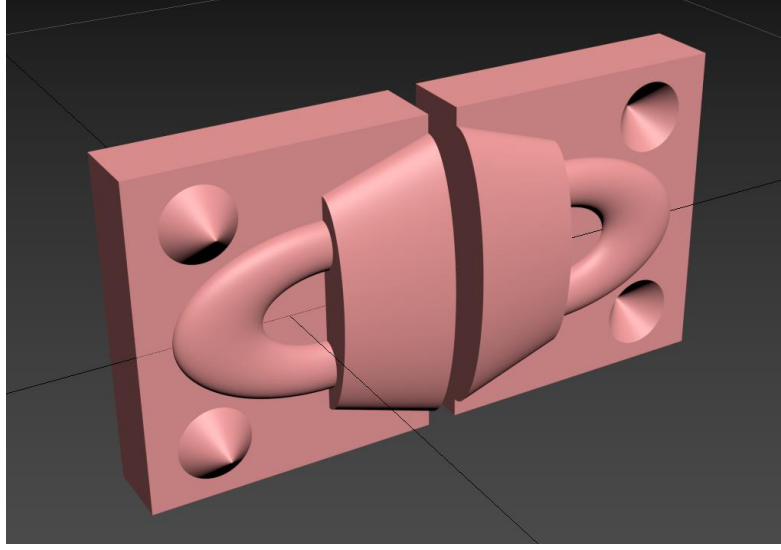
Şekil 43. Döküm Ağızlı Kulp Modeli

Döküm ağızlarının uygun konumlandırılmalarının ardından “Boolean” sekmesinin yardımıyla parçaların tek bir parça haline getirilmiştir.



Şekil 44. Kulp Modeli Teksir Kalıbının Bitmiş Hali

Bu aşamanın ardından “Box” komutu kullanılarak bir kutu oluşturulmuş ve kutunun ölçüleri kulbu içine alacak şekilde tasarlanmıştır. Modelin yarısını içine alacak ölçüde kutunun yerleştirilmesinden sonra kalıbın kilitleri oluşturulmuştur. Koni çizilerek kalıbın yüzeyine oturtulmasının ardından kopyalama işlemi ile aynı eksen ve düzlemde taşınarak iki adet kilit yüzeye konumlandırılmıştır. Bütün parçaların “Boolean” sekmesinde bulunan “Select to Add Union” komutu sayesinde teksir kalıbının bitmiş hali üstteki görselde gösterilmektedir.

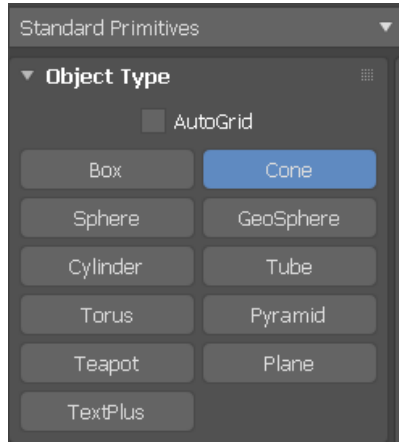


Şekil 45. Kulp Modeli Teksir Kalıbının Bitmiş Parçaları

Kulp modelinin teksir kalıbının bitmiş parçaları yukarıdaki görselde verilmiştir.

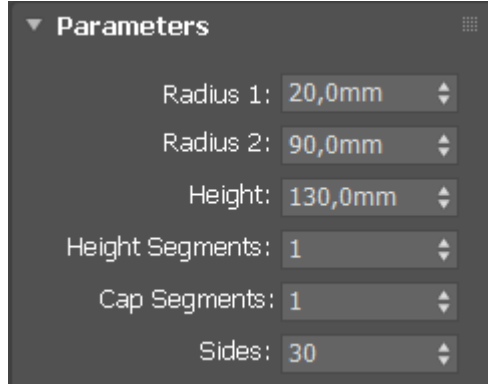
3.6. Dripper V60 Modelinin Tasarımı

V60, “Pour Over” olarak da bilinen “Üzerine Dökmek” anlamına gelen İngilizce bir terimdir ve kahve demleme yöntemini ifade etmektedir. Bu yöntemde, koni şeklinde özel bir demleme ekipmanı kullanılır. Bu ekipmana da V60 adı verilmiştir. Bu bölümde ise tasarımı yapılacak olan bardağın ağız kısmına oturacak iki parçalı dripper modeli tasarlanacaktır.



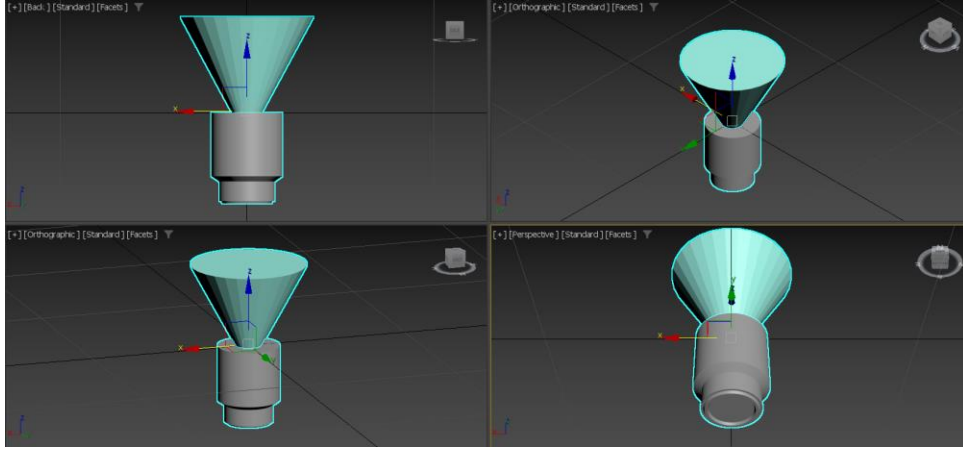
Şekil 46. Cone Komutu

Dripper V60 modelinin gövde parçası için “Cone” komutu kullanılmıştır.



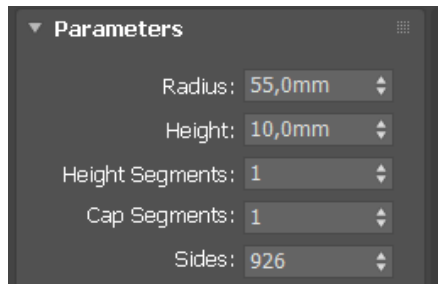
Şekil 47. Koninin Parametreleri

Koninin Radius 1 20 mm, Radius 2 90 mm yüksekliği ise 130 mm olarak belirlenmiştir.



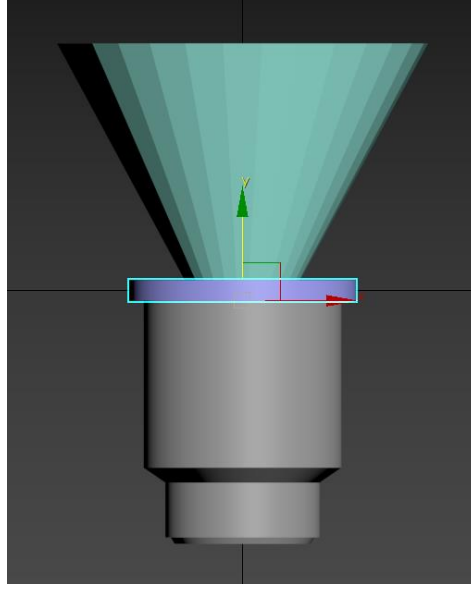
Şekil 48. Koni

Verilen parametreler doğrultusunda oluşturulan koni formu üstte görüntülenmektedir.



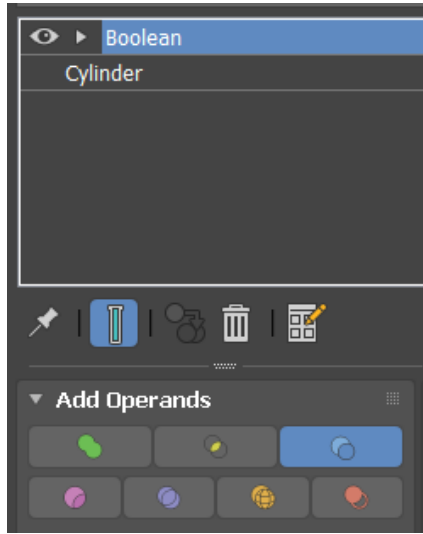
Şekil 49. Silindir Parametreleri

Dripper'ın bardağın ağız kısmına oturmasını sağlayan zemin, silindirik bir formda olacaktır. 55 mm yarıçap ve 10 mm yükseklik ile tasarlanan bu zemin, dripper modelinin dengeli bir şekilde yerleştirilmesine olanak tanıyacaktır.



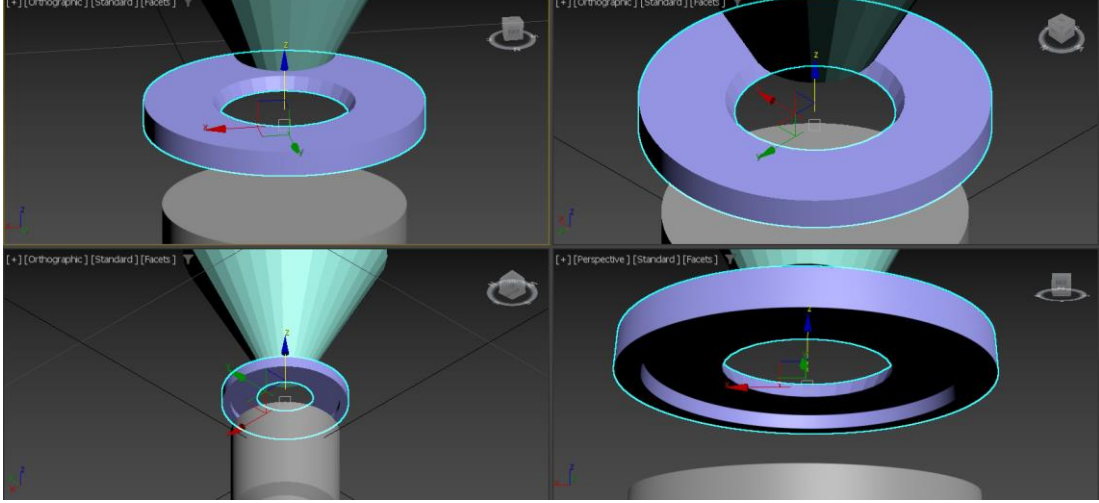
Şekil 50. Dripper Oturma Zemini Oluşturma

Koni formu, silindir yüzeyinin merkezine yerleştirilerek “Boolean- Select to add Subject Operands” işlemi uygulanmıştır. Bu sayede dripper modelinin oturabileceği bir zemin oluşturulmuştur.



Şekil 51. Eksiltme Uygulaması

Bu bölümde dripper modelinin silindirden oluşturulmuş yüzeye oturması için alan açılmıştır.

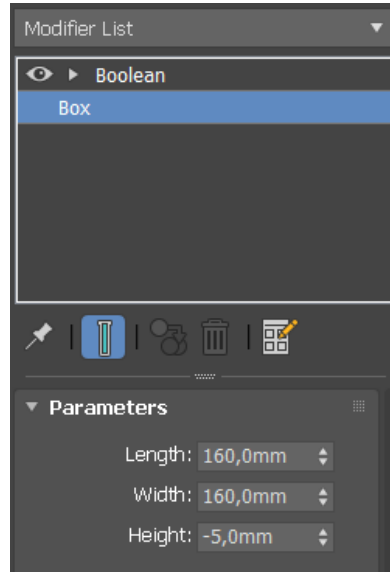


Şekil 52. Dripper Oturma Yüzeyi

Dripper modelinin oturacağı parça oluşturulmuştur.

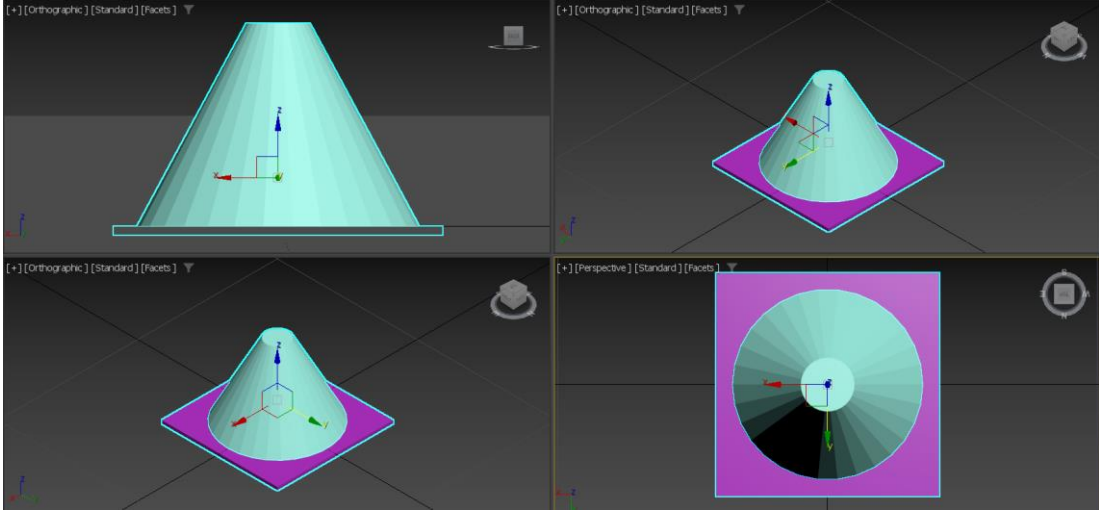
3.7. Dripper V60 Modelinin Teksir Kalıp Tasarımı

Dripper modelinin tasarımı tamamlandıktan sonra teksir kalıbının çizimine geçilmiştir.



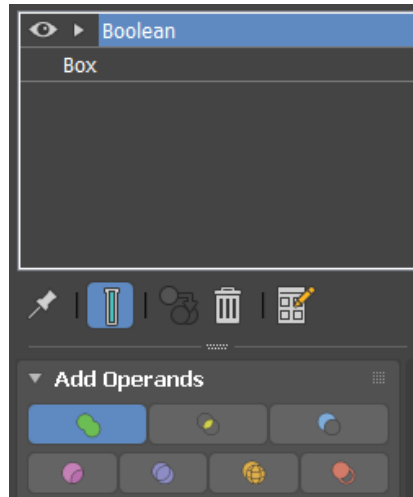
Şekil 53. Box Ölçülendirme

“Standard Primitives” sekmesinde bulunan “Box” komutu seçilerek 160 mm uzunluk, 160 mm genişlik ve 5 mm yükseklik ölçüleri verilip bir kutu oluşturulmuştur. Bu aşamada çizilen kutu nesnesi, tasarlanan model için teksir kalıbının oluşturulmasında yardımcı olacaktır.



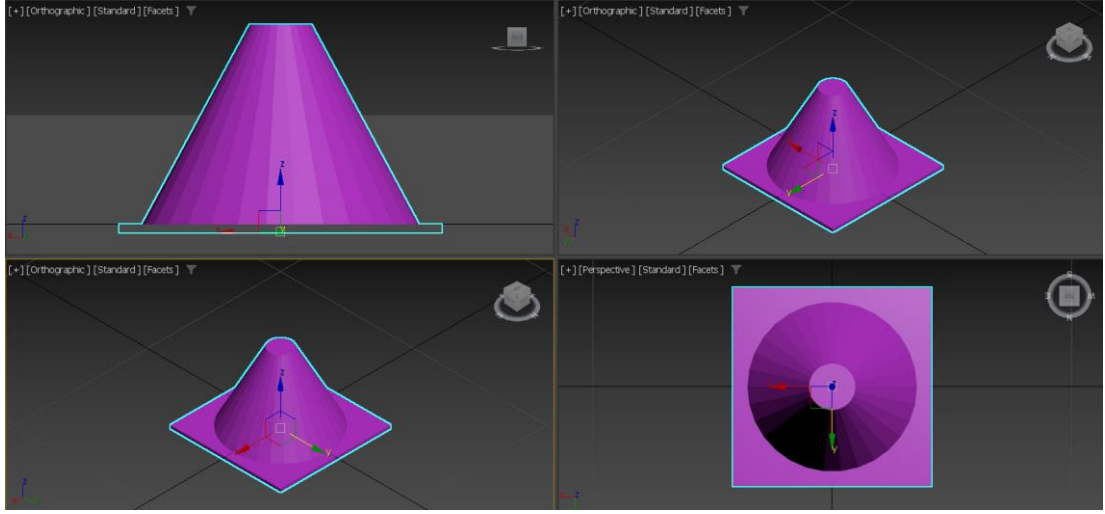
Şekil 54. Box Nesnesini Yerleştirme

Çizilen kutu nesnesi, “Select and Move” komutu seçilerek dripper modelinin merkez noktasına yerleştirilmiştir.



Şekil 55. Union Uygulaması

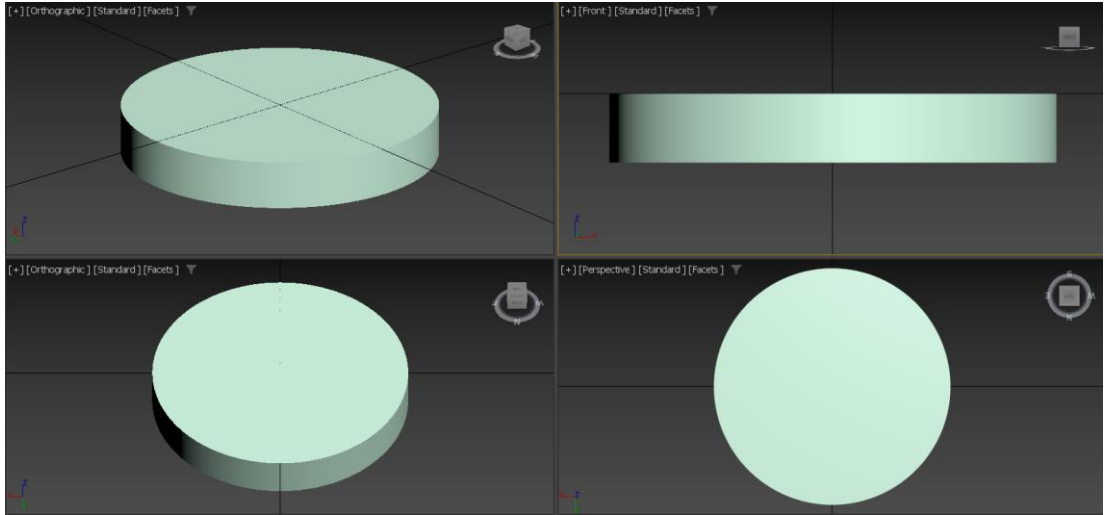
Dripper modelini oluşturan koni ve teksir kalıbının tabanını oluşturan box nesnesi bir bütün haline getirilecektir.



Şekil 56. Dripper V60 Teksir Kalıp

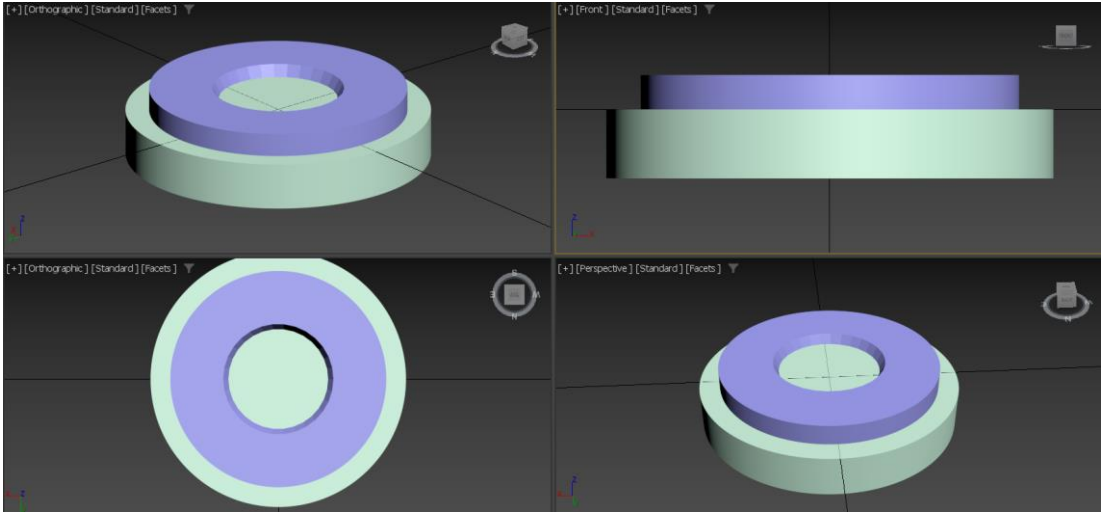
Birleştirmek istenilen iki parça seçilmiş ve “Union” komutu açılarak tek parça halini almıştır.

3.8. Dripper V60 Modeli Oturma Yüzeyi Parçası Teksir Kalıp Tasarımı



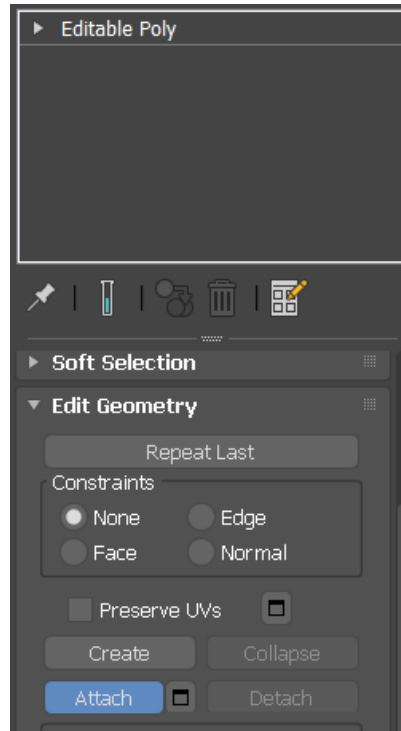
Şekil 57. Silindir Çizimi

Dripper’ın diğer parçasının teksir kalıbı için öncelikle bir silindir oluşturulmuştur.



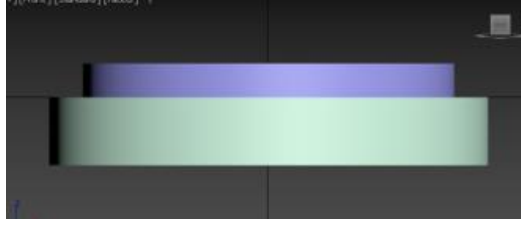
Şekil 58. Silindirin Konumlandırılması

Silindirler, modelin merkez noktası baz alınarak konumlandırılmıştır.



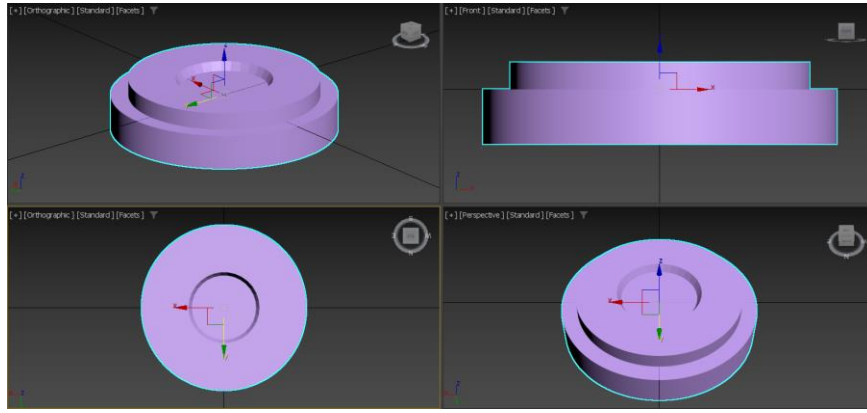
Şekil 59. Editable Poly Sekmesi

“Editable Poly” sekmesinde bulunan “Attach” komutu, var olan iki veya daha fazla üç boyutlu objeyi birleştirmek için kullanılan bir yöntemdir.



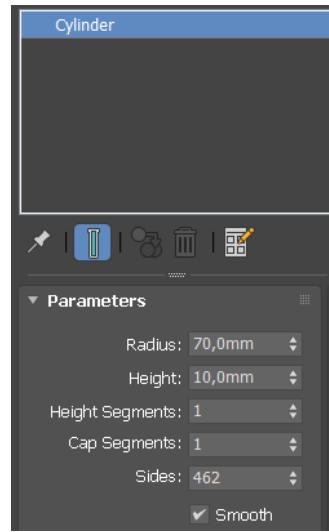
Şekil 60. Birleştirme

Birleştirmek istenilen nesneler seçilip “Attach” komutu açılarak tek parça halini almaktadır.



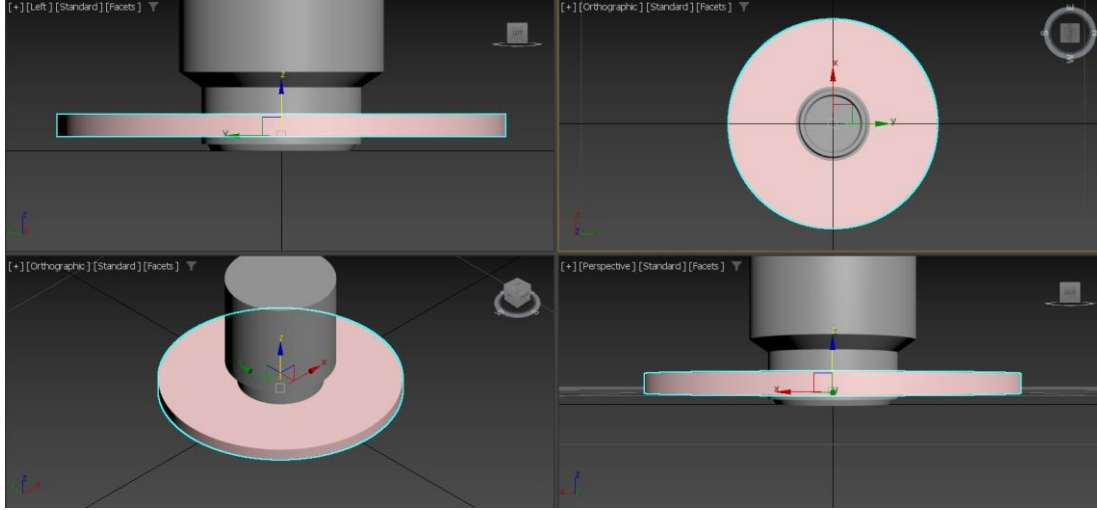
Şekil 61. Teksir Kalıbının Bitmiş Parçası

3.9. Kupa Tabacağı Model Tasarımı



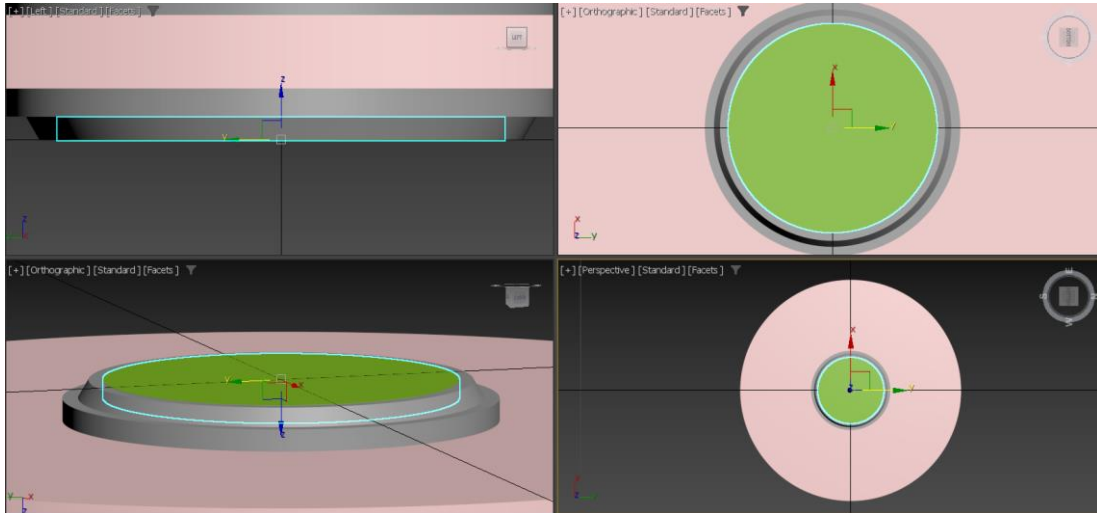
Şekil 62. Cylinder Komutu

Kupanın tabağı için bir silindir kullanmıştır. Yarıçapı 105 mm ve yüksekliği 10 mm olarak ölçülandırılmıştır. Silindirin 1 yükseklik segmenti, 1 kapak segmenti olacak şekilde ayarlanmıştır.



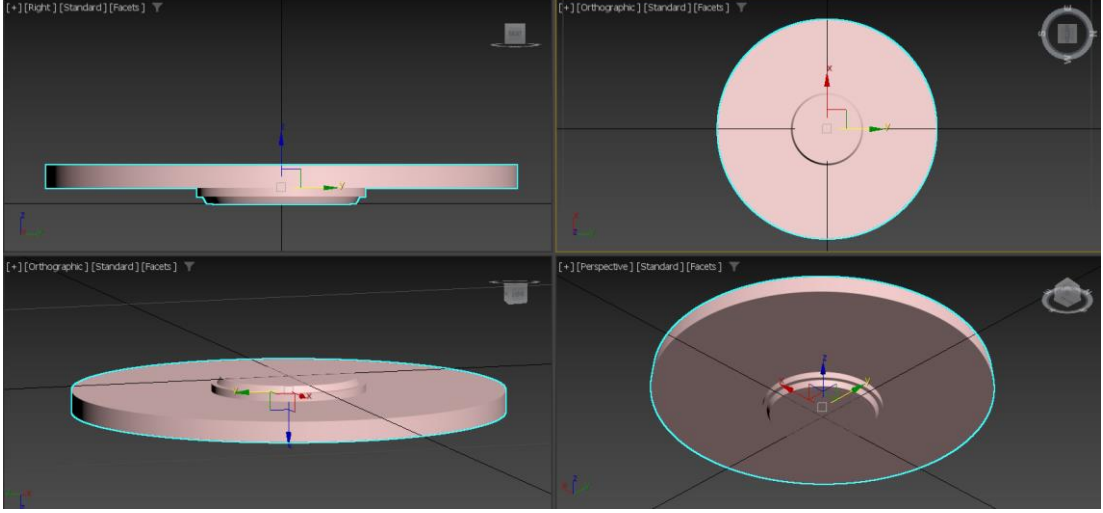
Şekil 63. Cylinder

Verilen ölçüler doğrultusunda ortaya çıkan silindirin görüntüsü üstte verilmiştir.



Şekil 64. Cylinder Nesnesi ile Sır Ayağı Yüzeyini Kapama İşlemi

“Cylinder” nesnesi kullanılarak, kupanın sır ayağı tabanına oturacak şekilde bir silindir tasarlanmıştır. Silindirin tabanının ölçülerine göre ayarlanan yarıçap ve kalınlık, sır ayağının düzlenmesini sağlamıştır. “Move” ve “Scale” araçları ile konumlandırılmıştır. Ardından tüm parçalar birleştirilerek, kupa modelinin dışarıda kalan kısmına da eksiltme işlemi uygulanarak kupa tabağı modeli ortaya çıkmıştır.

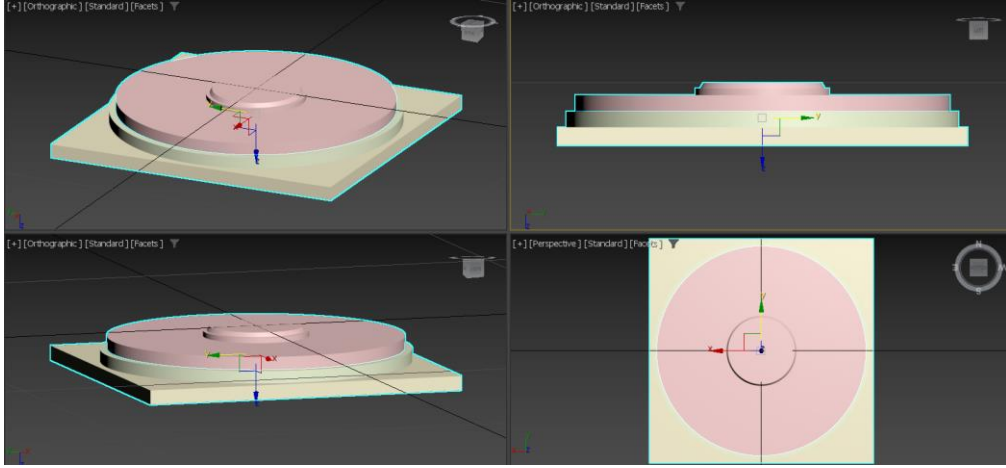


Şekil 65. Bitmiş Tabak Modeli

Parçaların birleştirilmesi ile tabak formunun tek parça halindeki görüntüsü üstte verilmiştir.

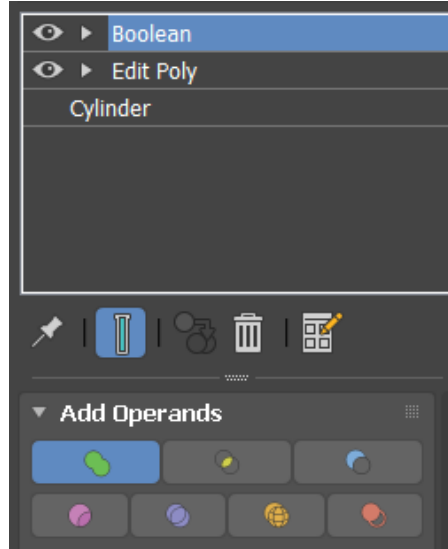
3.10. Kupa Tabağı Teksir Kalıp Tasarımı

Kupa tabağı model çizimi tamamlandıktan sonra bu bölümde teksir kalıbının çizimi yapılmıştır.



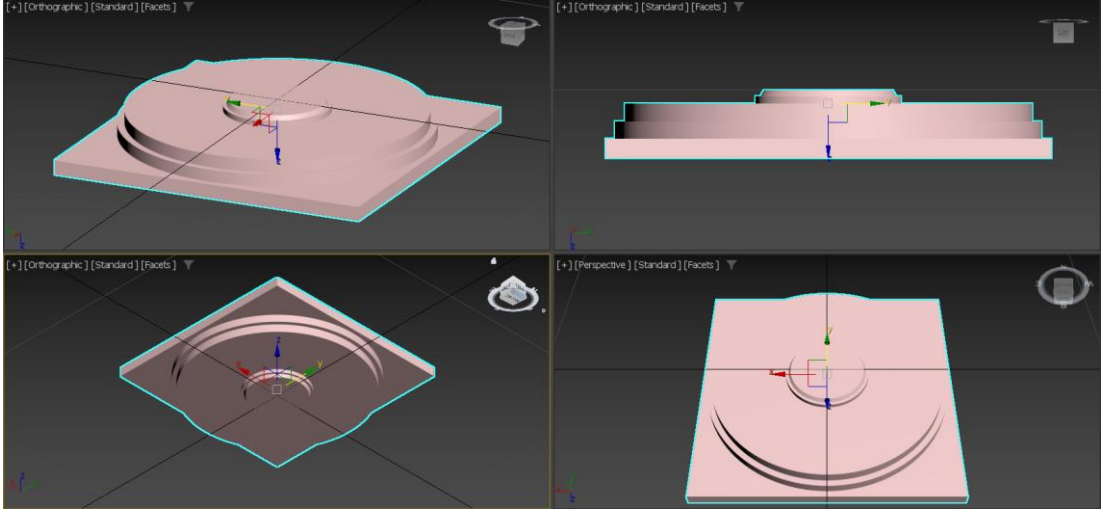
Şekil 66. Teksir Kalıp Tasarım Aşaması

Teksir kalıp aşaması için bir silindir çizilip modelin merkezine konumlandırılmıştır. Ardından bir kutu çizilmiştir. Çizilen silindir ve kutu nesnelere tabak modelinin üzerine sırayla konumlandırılmıştır.



Şekil 67. Boolean İşlemi

Aynı merkezde bulunan nesnelere, “Boolean” sekmesindeki “Select to add Union Operands” komutu ile tek bir parça haline getirilmiştir.



Şekil 68. Kupa Tabağı Teksir Kalıp Parçası

Teksir kalıbının tamamlanmış hali üstte gözükmektedir.

3.11. Üç Boyutlu Yazıcıyla Teksir Kalıpların Üretimi

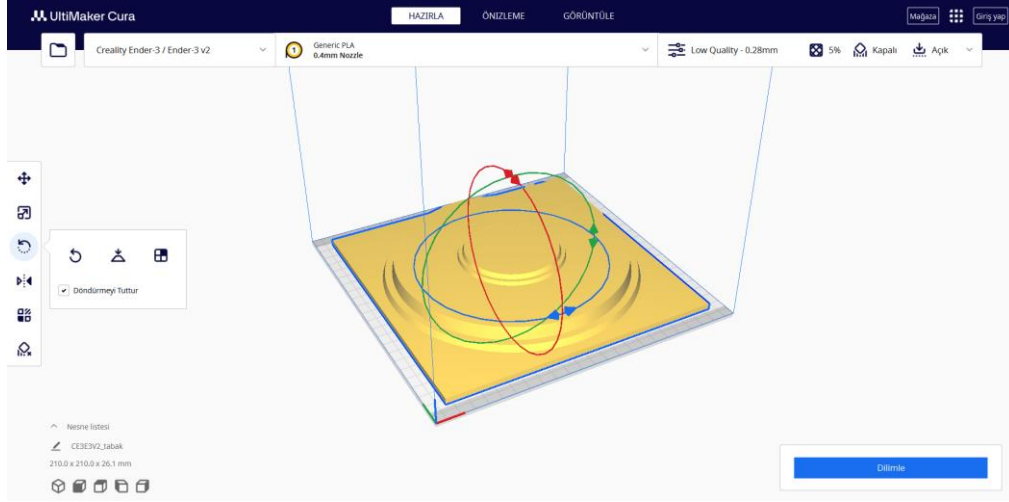
Üç boyutlu yazıcılar, katmanlı üretim veya eklemeli üretim olarak da bilinen teknolojilerden yararlanarak dijital üç boyutlu modelleri somut nesnelere dönüştüren cihazlardır. Plastik, metal, seramik gibi geniş bir yelpazede malzemeyi kullanabilmeleri sayesinde, karmaşık geometrilere sahip nesnelere bile üretebilme yeteneğine sahiptirler.

Teksir kalıplar ise model kalıbının kalıbı olarak nitelendirilen ve üretim için önem taşıyan kalıplardır. Bu kalıplar, özgün bir modelin şeklini alarak kopyalanabilir ve seri üretimde kullanılabilir kalıplar üretmek için kullanılmaktadır. Teksir kalıplar seri üretim yoluyla özgün tasarımların çoğaltılmasına olanak tanımaktadır.

Geleneksel yöntemlerle teksir kalıp yapımı, zahmetli ve zaman alıcı bir süreçtir. El yapımı kalıplar, deneyim gerektirmekte ve karmaşık geometrilere sahip modellerde hata riski yüksektir. Bu durum, üretim sürecinde gecikmelere ve maliyet artışlarına yol açabilmektedir.

Ancak üç boyutlu yazıcılar, dijital üç boyutlu modellerden doğrudan teksir kalıp üretimi mümkün hale geldiğinden, karmaşık geometrilere sahip modellerin kalıpları bile kısa sürede ve kolaylıkla hazırlanabilmektedir.

3ds Max programında tasarlanan teksir kalıpları, “Ultimaker Cura” programı aracılığıyla üç boyutlu yazıcıya aktarılmıştır.



Şekil 69. Ultimaker Cura Yazılımı

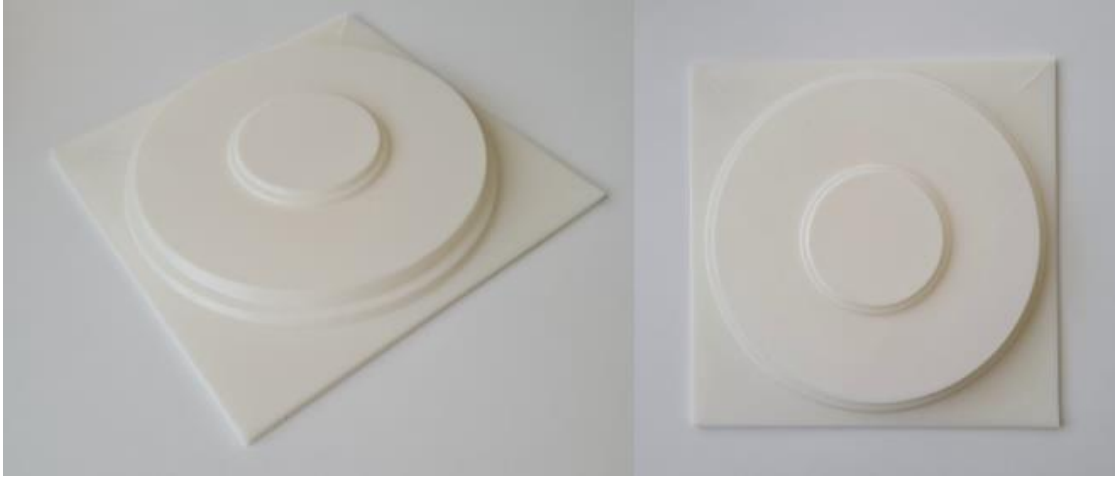
Görselde, “Ultimaker Cura” programının bir ekran görüntüsü gösterilmektedir. Ekranın sol tarafında, model seçimi, model manipülasyonu ve görüntüleme araçları gibi araçlar yer almaktadır. Sağ üst bölümde ise model önizlemesi, slayt görünümü, sıcaklık grafikleri, yazdırma süresi tahmini ve malzeme bilgisi gibi bölmeler yer almaktadır.

Bu süreçte, tasarlanan teksir kalıplarının “Ultimaker Cura” yazılımı aracılığıyla üç boyutlu yazıcıya aktarım işlemi, 3ds Max’te kalıpların STL formatında kaydedilmesiyle başlamıştır. Ardından Ultimaker Cura’da STL dosyaları yüklenerek, baskı ayarları malzemenin ve yazıcının özelliklerine göre özelleştirilir. Yazdırma önizlemesi ile kalıpların doğru şekilde konumlandırılması ve baskı sonrası görünümü kontrol edilir. Son olarak, “Yazdır” komutu ile teksir kalıpları üç boyutlu yazıcıya aktarılır ve üretim süreci başlatılır.

Bu aktarım sürecinin her aşaması, modellerin ölçeği, yönü ve STL formatında kaydedilme detayları, baskı kalitesini doğrudan etkilemektedir. Ultimaker Cura'daki yazdırma ayarları kalıpların sağlamlığı, pürüzsüzlüğü ve üretim süresi gibi faktörleri belirlemektedir. Bu nedenle, model ve kullanılan yazıcı için en uygun ayarların titizlikle belirlenmesi gerekmektedir. Bu sayede, üretilen teksir kalıpları yüksek kalitede ve hatasız bir şekilde tamamlanarak, seramik ürünlerin kusursuz bir şekilde üretilmesine katkıda bulunmaktadır. Baskı malzemesi olarak PLA filament kullanılmıştır. Diğer filament türlerine kıyasla daha düşük bir yazdırma sıcaklığı gerektirir ve daha az deformasyona eğilimlidir.



Şekil 70. Kupa Modelinin Teksir Kalıbı



Şekil 71. Kupa Tabağının Teksir Kalıbı



Şekil 72. Kulbun Teksir Kalıpları



Şekil 73. Dripper Oturma Yüzeyi Parçasının Teksir Kalıbı



Şekil 74. Dripper Modelinin Teksir Kalıbı

Üstte verilen görsellerde malzeme olarak PLA filament tercih edilmiştir. PLA filament, kullanımı kolaylığı ve sağlamlığı ile üç boyutlu yazıcılarda en çok tercih edilen filamentlerden biridir. Bu filament iyi bir baskı kalitesinde yazdırılabilmesi için nozzle ve yatak sıcaklıklarının dikkatli bir şekilde ayarlanması gerekmektedir.

PLA filament için genel nozzle sıcaklığı aralığı 180°C ile 230°C arasındadır. Daha yüksek sıcaklıklar, daha iyi katman yapışması sağlayabilirken, filamentin aşırı yanmasına ve kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir. Daha düşük sıcaklıklarda ise katman ayrılması ve yapışmama riski artmaktadır. Bu sebeplerden ötürü üç boyutlu yazıcıdan baskı alma aşamasında nozzle sıcaklığı 220°C olarak ayarlanmıştır.

Yatak sıcaklığı aralığı 50°C ile 70°C arasında olması önerilmektedir. Daha yüksek yatak sıcaklıkları, ilk katmanın yatağa yapışmama riskini azaltır. Düşük yatak sıcaklıkları ise yapışmama problemine yol açabilmektedir. Uygulamalar aşamasında yatak sıcaklığı 65°C olarak belirlenmiştir.

3.12. Üç Boyutlu Baskıların Kullanımıyla Alçı Kalıpların Üretimi ve Uygulamaları

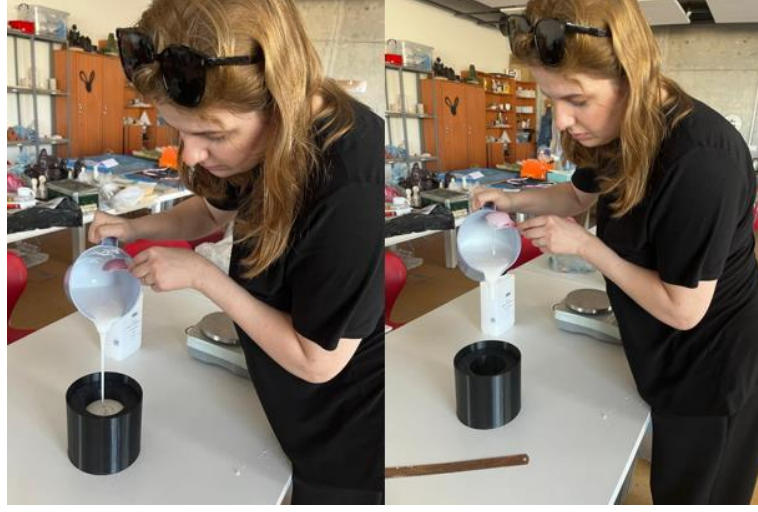
Üretim endüstrisinde hızlı prototipleme ve seri üretim süreçlerinde önemli bir yere sahip olan üç boyutlu baskı teknolojileri, geleneksel kalıp üretim yöntemlerinde de gelişmelere öncülük etmektedir.

Bu bölümde, alçı kalıp üretim süreçlerine üç boyutlu baskının entegrasyonu detaylı bir şekilde incelenmiştir. Üç boyutlu baskı tekniklerinin alçı kalıpların üretimine uygunluğu ve bu yöntemin endüstriyel uygulamalardaki potansiyeli gibi konulara odaklanılmış ayrıca üç boyutlu baskının alçı kalıp üretim süreçlerindeki verimliliği artırarak tasarım özgürlüğünü genişlettiği akademik bir çerçevede değerlendirilmiştir.



Şekil 75. Silikon ve Katalizörün Hazırlanması

RTV-2 kalıp silikonu, genellikle iki bileşenli bir polimer sistem olup, baz ve katalizör adı verilen iki farklı sıvının belirli oranlarda karıştırılmasıyla aktif hale gelmektedir. Karıştırma işlemi sırasında, katalizörün tetikleyici etkisiyle polimerizasyon reaksiyonu başlamakta ve sıvı haldeki silikon, elastik bir katıya dönüşmektedir. Bu dönüşüm süreci, karışım sıcaklığı, karıştırma hızı ve çevresel faktörler gibi çeşitli parametrelerden etkilenmektedir. Karışımın homojen olması ve hava kabarcıklarının oluşmaması için dikkatli bir karıştırma işlemi gerekmektedir. Hazırlanan karışım, önceden hazırlanan teksir kalıbına dökülmüş ve 24 saat içerisinde sertleşmeye bırakılmıştır. Bu sayede kupa kalıbının silikondan bir teksir kalıbı meydana gelmiştir.



Şekil 76. Silikon Döküm İşlemi



Şekil 77. Silikonun Beklemeye Bırakılması

Üstte verilen görsellerde, bir kupa kalıbının silikon kullanılarak üretim süreci adım adım gösterilmektedir. İlk olarak, üç boyutlu yazıcıyla PLA malzemesinden kupa kalıbı modeli oluşturulmuştur. Daha sonra bu model üzerine, silikon karışımı dökülerek model oluşturulmuştur. Silikonun tamamen sertleşmesi için yaklaşık 24 saat beklenmiştir. Sertleşen silikon model, PLA modelden dikkatlice ayrılmış ve içine alçı dökülerek kupa model kalıbı elde edilmiştir. Silikon kalıplar, uygun koşullarda saklandığında daha uzun ömürlü olduğundan dolayı birçok döküm işlemine dayanabilmekte ve şeklini koruyabilmektedir.



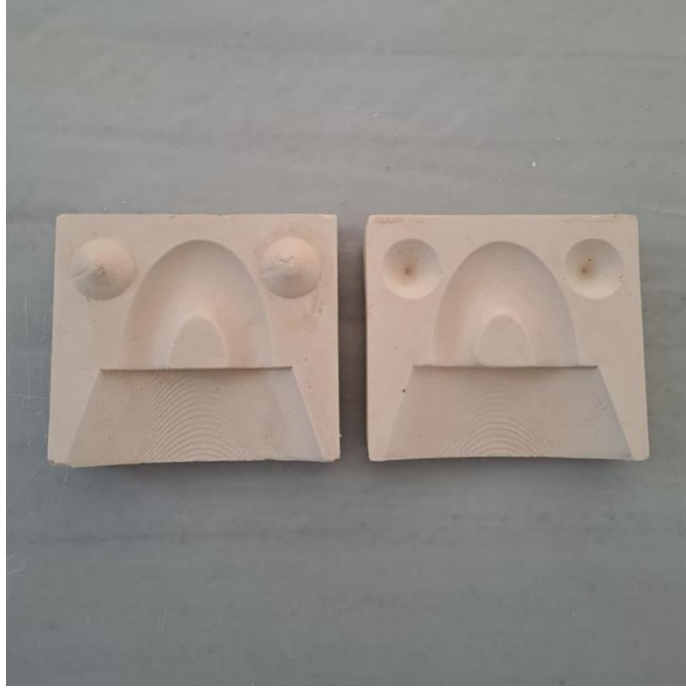
Şekil 78. Alçı Kalıplar



Şekil 79. Kulp Kalıbı



Şekil 80. Alçı Kalıplar



Şekil 81. Kulp Kalıbının Parçaları



Şekil 82. Kupa Tabacağı Kalıbı



Şekil 83. Dripper Oturma Yüzeyinin Parçası Kalıbı

Üç boyutlu baskı teknolojisinin imkanlarıyla üretilen teksir kalıplar, geleneksel yöntemlere göre daha hızlı ve hassas bir şekilde alçıya dökülerek yeni kalıplar elde edilmiştir. Bu süreçte, dijital tasarımın fiziksel bir ürüne dönüşümü, 3 boyutlu baskı ve alçı döküm aşamalarından geçerek tamamlanmıştır.



Şekil 84. Dökümlerin Rötüşlanması

Kalıplara döküm işlemi yapıldıktan sonra çıkarılan modeller kurumaya bırakılmıştır. Kuruma aşamasının ardından dökümlerin yüzeyi zımparalanarak ve nemli süngerle istenen düzgünlüğe getirilerek rötuş işlemleri tamamlanmıştır.



Şekil 85. Rötüş İşlemi Sonrası



Şekil 86. Rötüş Sonrası Dökümleri Fırına Yerleştirme

Döküm yöntemiyle üretilen modeller, 980°C sıcaklıkta bisküvi pişirme işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem, parçaların iç yapısındaki suyu tamamen uzaklaştırarak, gözeneksiz ve dayanıklı bir yapıya kavuşmalarını sağlamıştır. Bisküvi pişirimi, modellerin sırlama işlemi için hazır hale getirilmesini sağlamıştır.



Şekil 87. Bisküvi Pişirimi Sonrası



Şekil 88. Ürünlerin Bisküvisi



Şekil 89. Ürünlerin Sırlanıp Fırınlanması

Bisküvi pişiriminden sonra sır, ürünlerin yüzeyine fırça uygulanmış ve ürünler birbirlerine temas etmeyecek şekilde fırına yerleştirilmiştir. Ardından 1050°C'de sır pişirimi gerçekleştirilip son hallerini almışlardır.



Şekil 90. Sırlama Sonrası



Şekil 91. Sırlama Sonrası



Şekil 92. Sırlama Sonrası



Şekil 93. Sırlama Sonrası



Şekil 94. Sırlama Sonrası

SONUÇ

Bu tez çalışmasında, endüstriyel seramikte kullanılan model, model kalıp ve teksir kalıplarının bilgisayar destekli tasarım programında ve üç boyutlu yazıcı ile üretim süreçleri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Tez çalışması, CAD programları ve üç boyutlu yazıcıların seramik alanında birlikte kullanımını ve bu kullanımın sunduğu önemli potansiyel faydaları incelemiştir.

Bilgisayar destekli tasarım (BDT) programları, günümüzde birçok farklı alanda tasarım ve üretim süreçlerinin temelini oluşturmaktadır. Mimariden mühendisliğe, ürün tasarımından grafik tasarıma kadar geniş bir yelpazede kullanılan BDT programları, tasarımcılara ve mühendislere karmaşık ve özgün tasarımlar oluşturma, üretim süreçlerini optimize etme, ürün kalitesini artırma, esneklik ve yenilikçiliği geliştirme, hata riskini azaltma, ürün geliştirme sürelerini kısaltma ve rekabet gücünü artırma gibi birçok önemli avantaj sağlamaktadır. Kullanım kolaylığı, veri paylaşımı kolaylığı, maliyet avantajı gibi sunduğu diğer kolaylıklar da BDT programlarını günümüzün vazgeçilmez araçlarından biri haline getirmektedir.

Üç boyutlu yazıcılar ise son yıllarda birçok farklı disiplinde üretim ve tasarım süreçlerini dönüştürerek akademik araştırmalarda da önemli bir yer edinmiştir. Kişiselleştirme ve prototipleme imkanları sunarak tıbbi implantlar, protez uzuvlar, oyuncaklar ve mücevherler gibi alanlarda kişiye özel ürünler geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Karmaşık ve ince detaylı tasarımları kolayca üreterek mühendislik ve tasarım alanlarında yenilikçi ürün geliştirme sürecini hızlandırmaktadır. Hızlı üretim imkânı sağlayarak üretim maliyetlerini düşürmekte önemli bir rol oynamaktadır. Eğitim ve araştırma alanlarında ise karmaşık kavramların somutlaştırılması, yeni ürünlerin prototiplenmesi ve araştırma süreçlerinin hızlanması gibi birçok fayda sunmaktadır.

Günümüz eğitim ortamında, öğrencilere aktif katılım ve uygulama imkânı sunan, yenilikçi yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, bilgisayar destekli tasarım (BDT) programları ve üç boyutlu modelleme teknolojileri, seramik eğitiminde önemli yenilikler getirme potansiyeline sahiptir. Bu yenilikler özellikle bir seramik ürünün tasarım sürecinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Günümüzde üç boyutlu yazıcıların kullanımı ile alçı model, kalıp ve teksir kalıpları da bilgisayar ortamında yapılmakta ve üç boyutlu yazıcılar ile üretilebilmektedir. Bu gelişmeleri yakalamak adına, seramik eğitimi içerisine bu teknolojilerin dahil edilmesi önemlidir. Bu tez çalışmasının bir eğitim materyali olarak bu ihtiyaca katkıda bulunması hedeflenmektedir.

BDT programları, öğrencilerin hayal güçlerini somutlaştırmalarına ve karmaşık tasarımları kolayca oluşturmalarına imkân tanımaktadır. Üç boyutlu modelleme ise bu tasarımları canlandırır, öğrencilerin farklı açılardan görselleştirmelerine ve olası hataları önceden tespit etmelerine yardımcı olur. Bu sayede, öğrenciler tasarım becerilerini geliştirir, problem çözme yeteneklerini güçlendirir ve yaratıcı düşünme becerilerini pekiştirir.

BDT programları sadece tasarımla sınırlı kalmaz, aynı zamanda üretim sürecinde de önemli rol oynar. Üretilen üç boyutlu modeller, farklı üretim tekniklerine kolaylıkla uyarlanabilir ve bu sayede farklı malzemeler ve üretim yöntemleri kullanılarak prototipler ve ürünler üretilebilir. Bu durum, öğrencilerin üretim becerilerini geliştirmelerine, farklı üretim tekniklerini öğrenmelerine ve problem çözme becerilerini pratikte uygulama imkânı bulmalarına olanak tanır.

Seramik Bölümlerinde bilgisayar destekli tasarım programlarının ve üç boyutlu yazıcı uygulamalarının etkin kullanımı için bazı altyapı ve eğitim materyallerinin eksiklikleri mevcut olduğu düşünülmektedir. Seramik ve BDT alanlarını kapsayan güncel ve kapsamlı eğitim materyallerinin hazırlanması gerekmektedir. Seramik atölyelerinde ve laboratuvarlarda BDT programlarının ve 3B yazıcıların yaygınlaştırılması ve bu teknolojilerin kullanımı için gerekli eğitimin verilmesi gerekmektedir. Hem seramik hem de BDT alanında bilgili ve yetkin uzmanların yetiştirilmesi ve bu uzmanların seramik eğitiminde görev almaları gerekmektedir.

Sonuç olarak, bilgisayar destekli tasarımıın seramik eğitiminde kullanımı, seramik sanatı ve tasarımıının gelişmesi için önemli bir fırsat sunmaktadır. Gerekli altyapının ve eğitim materyallerinin oluşturulması ve bu alanda uzman yetiştirilmesi ile seramik eğitiminde BDT'in etkin kullanımı, seramik sektörünün gelişmesine ve yenilikçi ürünlerin üretilmesine katkıda bulunacaktır.

KAYNAKÇA

Akman, M. S. (2003). Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi. **TMH- Türkiye Mühendislik Haberleri**, 426, 30-36. İstanbul.

Arapoğlu, İ. (2023). *Endüstriyel Üretimde Kullanılan Alçı Kalıpların Seramik Sanatındaki Yeri.* (Yüksek lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi.

Aydın İpekçi, C. (2009). *Seramiklerin Şekillendirilmesinde Kullanılan Kalıp Alçısı Özelliklerinin İyileştirilmesi.* (Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi.

Aydın İpekçi, C., & Aköz, F. (2010). Seramik ve Seramiklerin Şekillendirilmesinde Kullanılan Kalıp Alçısının Özellikleri. **Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi**, 34(1), 147-162.

Aydın, M. S. (2016). Seramik Üretimi Teknolojisi. T.C. Kültür Bakanlığı.

Boyras, M., & Dolunay, E. (2014). Alçı Levhaların Yangına Karşı Davranışı. **Yapı Malzemeleri Dergisi**, 28(1), 63-74.

Bozan, A. (2011). *Dijital Teknolojinin Plastik Sanatlara Sağladığı Olanaklar.* (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi.

Erdem, İ. Ö. (2018). *Rölyefli Seramik Karoların Bilgisayar Destekli Tasarım Programlarıyla Modellenmesi ve Üretilmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi.

Frith, S. (1985). Art and pleasure. Methuen.

Gürdal, E., & Acun, S. (2003). Alçı Malzemenin Taşıyıcılık Özellikleri. **Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi**, 63-70.

Karahan, G., & Erşahin, S. (2016). Jips: Özellikleri, Çevresel Davranışları ve Toprak Islah Maddesi Olarak Kullanımı. **Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi**, 2(1-2), 45-53.

Kundul, M. (2013). *Endüstriyel Seramikte Alçı ve Çamur Şekillendirme Yöntemleri*, Biltur Basım Yayın ve Hizmet A.Ş. İstanbul.

Küçükbiçmen, E. (2015). *Cam Şekillendirme Yöntemleri ve Kişisel Yorumlar.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi.

Olca, Ö., & Yüksel, İ. (2023). Seramik Sanatında Endüstriyel Kalıplama Yöntemlerinin Kullanımı. **Kalemişi Dergisi**, 16(3), 23-40.

Özgülven, S. (2010). *Seramik Formların Bilgisayar Destekli Tasarım Programlarıyla Tasarlanması.* (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.

Sarkar, M. M. M., Mallikarjuna Rao, K., Lalit Narayan, K. (2008). **Computer Aided Design and Manufacturing.** Pearson Education India.

Sevim, K. (1993). *Endüstriyel Seramik Tasarımında Kullanılan Kalıplama Sistemleri.* (Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi.

Talay, Ş. (2012). *Alçı Hidratasyonunda Morfolojiye Etki Eden Faktörler.* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi.

Türkel, E. (2008). *Bilgisayar Destekli Tasarım Programlarıyla Seramik Ürünlerin Modellenmesi ve Bir Pisuar Uygulaması.* (Sanatta Yeterlilik Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi.

Uludağ, M. (1999). *Döküm Çamuru Katkı Maddelerinin Alçı Kalıba Etkileri.* (Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi.

Ural, M. (2017). *Vitrifiye Üretiminde Oluşan Deformasyonlar ve Giderilmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi.

Yılmaz, Y. (2008). Alçı Şekillendirme Model Kalıp ve Seramik Döküm Teknikleri. **Türkiye Seramik Federasyonu**

Yüksel, M. (2010). *Günümüz Figüratif Heykelinde Gerçeklik Olgusunun Simulakr Gerçekliğiyle Yansıması.* **Sanat ve Tasarım Dergisi**, 1(5), 181-191.

İNTERNET KAYNAKÇASI

<https://www.grinding-medias.com/wp-content/uploads/2021/08/Figure-3Physical-Properties-of-Raw-Gypsum.jpg> (Erişim Tarihi: 10.12.2022)

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Karnak.jpg> (Erişim Tarihi: 05.01.2023)

https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Knossos_r5.jpg (Erişim Tarihi: 05.01.2023)

<https://artsandculture.google.com/asset/augustine-sackett-portrait-anne-murray/bAEhM5crpa7yOQ> (Erişim Tarihi: 10.01.2023)

https://dza2a2ql7zktf.cloudfront.net/binaries-cdn/dqzqucf9/image/fetch/w_auto,c_fill,q_auto,dpr_1.0,f_auto,h_545/https://d2u3kfwd92fzu7.cloudfront.net/catalog/artwork/gallery/1451/SEGAL_Bus_Passengers_1997-2.jpg (Erişim Tarihi: 13.01.2023)

<https://www.wconline.com/articles/92213-history-of-veneer-plastering> (Erişim Tarihi: 02.02.2023)

https://www.researchgate.net/profile/Cahide_Aydin_Ipekci2/publication/320757516/figure/fig1/AS:631631111012368@1527604000375/figure-fig1.png (Erişim Tarihi: 02.02.2023)

<https://sigma.yildiz.edu.tr/storage/upload/pdfs/1636117092-tr.pdf> (Erişim Tarihi: 03.02.2023)

<https://www.researchgate.net/profile/Olivier-Balet/publication/288977556/figure/fig2/AS:654357867528196@1533022481560/Ivan-Sutherland-devant-la-console-du-TX2-Figure-5-Detail-de-la-console-du-TX2.png> (Erişim Tarihi: 07.02.2023)