



ULUSLARARASI 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ
VE DİJİTAL ENDÜSTRİ DERGİSİ


INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING
TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY

ISSN:2602-3350 (Online)

URL: <https://dergipark.org.tr/ij3dptdi>

ALÇI KALIP İLE SERAMİK OBJE ÜRETİMİNDE ÜÇ BOYUTLU YAZICI KULLANIMI

USAGE OF THREE-DIMENSIONAL PRINTER IN CERAMIC OBJECT PRODUCTION WITH PLASTER MOLD

Yazarlar (Authors): Nazlı Nurcay Turgutoğlu Kaygısız *, Hüseyin Kaygısız 



Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Kaygısız N.N.T., Kaygısız H., “Alçı Kalıp İle Seramik Obje Üretiminde Üç Boyutlu Yazıcı Kullanımı” *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 5(1): 56-64, (2021).

DOI: 10.46519/ij3dptdi.880661

Araştırma Makale/ Research Article

Erişim Linki: (To link to this article): <https://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/archive>

ALÇI KALIP İLE SERAMİK OBJE ÜRETİMİNDE ÜÇ BOYUTLU YAZICI KULLANIMI

Nazlı Nurcay Turgutoğlu Kaygısız ^a *, Hüseyin Kaygısız ^b 

^a Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Geleneksel Türk Sanatları Bölümü, TÜRKİYE

^b İstanbul Gedik Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Makine Programı, TÜRKİYE

*Sorumlu Yazar: nturgutoglu@hotmail.com

(Geliş/Received: 15.02.2021; Düzeltme/Revised: 13.03.2021; Kabul/Accepted: 22.04.2021)

ÖZ

Seramik objelerin üretiminde; alçı kalıp çok yaygın kullanılan bir uygulamadır. Bu uygulamada öncelikle; üretimi yapılmak istenilen objenin ana modeli (çekirdek) oluşturulur. Bir sonraki aşamada ise üretilen ana modelin alçı kalıbı oluşturulur. Alçı kalıp üzerine açılan döküm ağzından, döküm çamuru (sıvı çamur) kalıba dökülür. Alçı kalıp döküm çamurundaki fazla suyu emdiğinde alçı kalıp içindeki döküm çamuru üretimi yapılmak istenilen objeye dönüşür. Bir ya da birden çok parçadan oluşan alçı kalıp, açılarak içindeki obje çıkartılır. Alçı kalıp yöntemi ile üretimi yapılmak istenilen obje elde edilmiş olur. Bu süreçteki en kritik aşamalardan ilki ana modelin üretilmesidir. Bu üretim aşamasının başarılı ya da başarısız olması; ana modeli oluşturan kişinin yetenek ve el işçiliği ile doğru orantılıdır. Günümüzde üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım programları makine tasarımından mimariye birçok sektöre girmiş, tasarım ve üretim süreçlerini ciddi oranda kısaltmıştır. Sanatsal üretim sürecine bu programların dahil olması ile sanatçıların iş gücü ve zaman kayıpları minimuma inecektir. Alçı kalıp üretiminde en önemli aşama olan ana model üretiminin üç boyutlu yazıcı kullanılarak üretilmesi çalışmada özgün bir nitelik taşımaktadır. Sonuç olarak; bu çalışmanın temel amacı günümüzde hızla gelişen üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojileri ile geleneksel seramik obje üretim süreçlerini entegre etmektir. Çalışma kapsamında ana model üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım programlarında tasarlanmış ve üç boyutlu yazıcı ile üretilmiştir. PLA+ malzemeden üretilen objenin alçı kalıbı alınmış, döküm yöntemi ile form başarılı bir şekilde üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alçı Kalıp Ana Model Üretimi. Seramik Objeler Üretimi. Üç Boyutlu Yazıcı

USAGE OF THREE-DIMENSIONAL PRINTER IN CERAMIC OBJECT PRODUCTION WITH PLASTER MOLD

ABSTRACT

In the production of ceramic objects; plaster mold is a widely used application. In this application, firstly; the main model (core) of the desired object to be produced is formed. In the next stage, the plaster mold of the produced main model is formed. Casting mud (liquid mud) is poured into the mold from the casting mouth opened on the plaster mold. When the plaster mold absorbs the excess water in the casting mud, the casting mud in the plaster mold turns into the desired object to be produced. The plaster mold consisting of one or more parts is opened and the object inside is removed. With the plaster mold method, the desired object to be produced is obtained. The first of the most critical stages in this process is the production of the main model. The success or failure of this production stage is directly proportional to the skill and craftsmanship of the person who created the main model. Nowadays, 3D computer-aided design programs have entered many sectors from machine design to architecture and as a result, they have significantly shortened the design and production processes. With the inclusion of these programs in the artistic production process, the workforce and time losses of the artists will be minimized. Core production, which is the most important stage in plaster mold production, is produced by using a three-dimensional printer, has a unique feature in the study. As a result; The main purpose of this study is to integrate the rapidly developing 3D computer-aided design and production technologies with traditional ceramic object production processes. In the scope of the

study, the main model was designed in three-dimensional computer-aided design programs and produced with a three-dimensional printer. The plaster mold of the object produced from PLA + material was taken and the form was successfully produced by the casting method.

Keywords: Plaster Mold Main Model Production. Ceramic Object Production. Three Dimensional Printer.

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi kadar eski olan seramik farklı yöntemler kullanılarak şekillendirilmektedir. En yaygın şekillendirme yöntemlerinden biri alçı kalıp yöntemidir. 1982 yılında Gazze şeridinde yapılan kazılarda bulunan ve M.Ö. 1300'lü yıllara tarihlendirilen birbiri ile özdeş iki kalıp parçası örneği bu yöntemin ne kadar eski olduğunu ve günümüze kadar değişmeden ulaştığını göstermektedir [1]. Döküm kalıp yöntemi, diğer yöntemlerle üretilmeyen karmaşık, içi boş ya da dolu ürünlerin yapımında tercih edilen bir çamur biçimlendirme yöntemidir. Teferruatlı biblolar, kulplu vazolar, kupalar, sofrta takımları, vitrifiye, sağlık gereçleri, ileri teknoloji seramiklerin üretiminde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [2].

Günümüzdeki teknolojik gelişmeler, imalat süreçlerinde ciddi değişimlere sebep olmuştur [3]. Bu değişim, tasarım ve sanat dalları için de geçerlidir [4]. Geleneksel imalat yöntemlerinin yerini yavaş yavaş bilgisayar kontrollü süreçler almaktadır [5]. Geleneksel ve endüstriyel üretim yöntemleri ile üretimi zor olan seramik formların üretilmesi, el işçiliği ile uzun zamanda üretilen formların hatasız ve hızlı çoğaltılabilmesi ve seri imalata geçmeden önce gerçek malzeme ile prototip üretimini mümkün kılmaktadır [6]. Tasarımı yapılan seramik formun modeli, geleneksel modelleme yöntemi ile modellendiğinde tasarım ile prototip arasında bazı biçim ve ölçü gibi farklılıkları olma olasılığı söz konusudur. Üç boyutlu yazıcı ile oluşturulmuş prototipte bu farklılıklar olmamaktadır. Çünkü yazıcı üç boyutlu çizimi esas alarak, birebir modelleme yapacaktır. Yazıcı modellemeyi çok daha kısa sürede yapacağından, model üretim aşamasında gözlem ve müdahale etme şansı vardır. Ayrıca geleneksel üretim yöntemleri ile yapımı zor olan seramik tasarımları kolaylıkla yapabileme imkanı vermesi, tasarımcıya daha özgür düşünebilme ve yaratabilme imkanı vermektedir [7].

Bu çalışma kapsamında, üç boyutlu tasarım ve üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin seramik obje üretiminde kullanılan alçı kalıp yönteminde uygulanabilirliği üzerine örnek çalışma anlatılacaktır. Öncelikle üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin ne olduğu ve gelişim süreçlerine bakacak olursak üç boyutlu yazıcılar, sanal ortamda tasarlanmış üç boyutlu nesnelere, katı formda somut nesnelere dönüştüren makinelerdir. Hızlı prototipleme yöntemi olarak gelişmeye başlayan bu sistemler, artan çalışmalar ve gelişen teknoloji ile günümüzde alternatif bir imalat yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır [8].

Bu sistemlerin tarihsel gelişim süreçlerine baktığımızda çok eski teknolojiler olmadığını görürüz. Ticari olarak ilk makinenin kullanılması 1987'de başlamıştır ve bu zamana kadar çok hızlı bir gelişme yaşanmıştır [9,10]. Bu teknolojinin temel amacı üretim süreçlerinin kısılmasıdır ve bugünkü kullanımına baktığımızda gerçekten bu amaç için etkin şekilde kullanıldığını görmekteyiz [11,12]. Üç boyutlu yazıcıların çok kısa zaman içerisinde kâğıt baskı almak için kullandığımız şu anki masaüstü yazıcıları gibi kişisel üretim işlerinde kullanılacağını da öngörebiliriz [13]. Teknolojinin şu anki hızlı ilerleyişi göz önüne alındığında bu hayal sayılmaz. Yaklaşık 30 senelik bir teknoloji olmasına rağmen üç boyutlu yazıcı sistemleri üzerine çok farklı teknikler geliştirilmiştir [14].

Bu çalışma kapsamında seramik olarak üretilmek istenen obje bilgisayar ortamında tasarlanmıştır, alçı kalıp üretimi için kullanılacak ana model oluşturulmuştur, üretim için gerekli kodlar elde edilmiş ve bu kodlar sayesinde ana model FDM (Fused Deposition Modeling) teknolojisi ile çalışan US Pro Box üç boyutlu yazıcı ile üretilmiştir. Elde edilen ana modelin alçı kalıbı alınmıştır, döküm kalıp yöntemi gerçekleştirilmiş ve seramik obje başarı ile üretilmiştir.

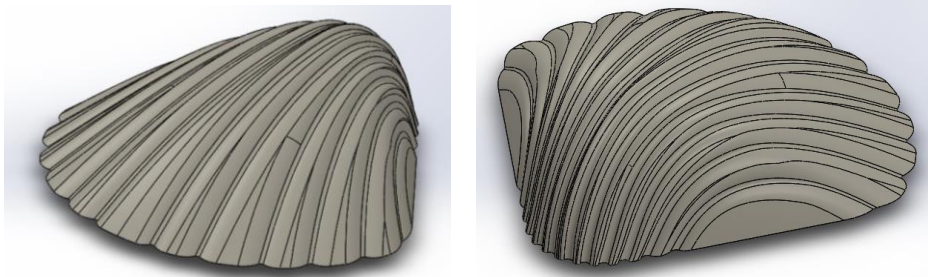
Makalenin 2.bölümünde obje tasarımı ve üretim kodlarının oluşturulması, makine özellikleri ve ana modelin baskısının alınması, alçı kalıp üretimi ve döküm yoluyla üretilen seramik objenin üretim aşamaları anlatılmıştır. 3.bölümde bulgular ve değerlendirme 4.bölümde ise sonuçlara yer verilmiştir.

2.GELİŞTİRİLEN SİSTEM

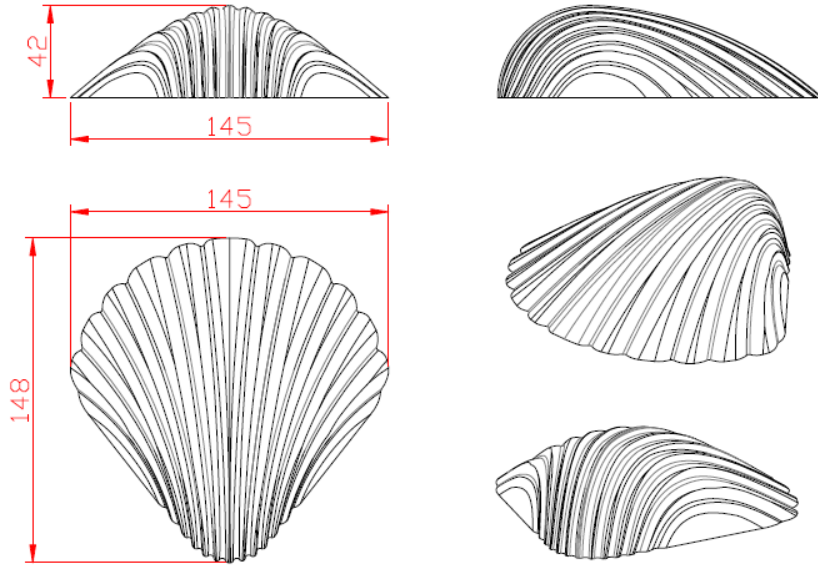
Bu çalışma kapsamında, bilgisayar ortamında ana model tasarlanmış, üretim kodları oluşturulmuş ve bu kodlar FDM olarak isimlendirilen yığın biriktirme yöntemi ile çalışan US Pro Box üç boyutlu yazıcı ile üretilmiştir. Bu metodun temelinde, filament halindeki bir polimerin eritilerek ince bir uçtan akıtılması ve bu eriyik malzemenin oda sıcaklığında hemen donarak katmanların oluşturulması mantığı yatmaktadır [15]. Bu yöntemde, farklı malzemeler kullanılmakla beraber en yaygın kullanılan malzemeler PLA, ABS ve PET gibi polimerlerdir [16]. Çalışmamızda basılan parçalar PLA+ malzemeden üretilmiştir. Çalışmanın detayı ve aşamaları aşağıda anlatılmıştır.

2.1.Obje Tasarımı ve Üretim Kodlarının Oluşturulması

Solidworks programında üç boyutlu model olarak aşağıdaki kabuk form tasarlanmıştır. Şekil 1’de tasarlanan kabuk form, Şekil 2’de tasarlanan formun ölçüleri görülmektedir.



Şekil 1. Solidworks Programında Tasarlanan Kabuk Form



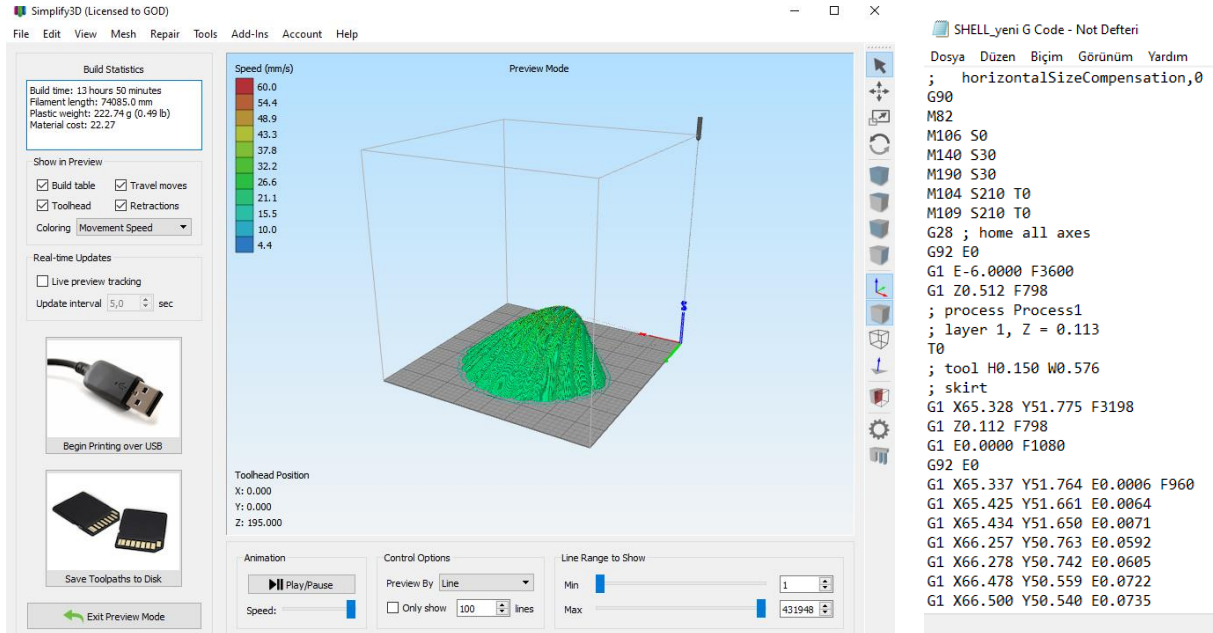
Şekil 2. Tasarlanan Kabuk Formun Ölçüleri (mm)

Solidworks programında tasarlanan kabuk form, STL formatında kaydedilerek, Simplify3D programına aktararak üretim kodları (G Code) oluşturulmuştur. Kod çıkartılırken kullanılan temel baskı parametreleri, Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Temel Baskı Parametreleri

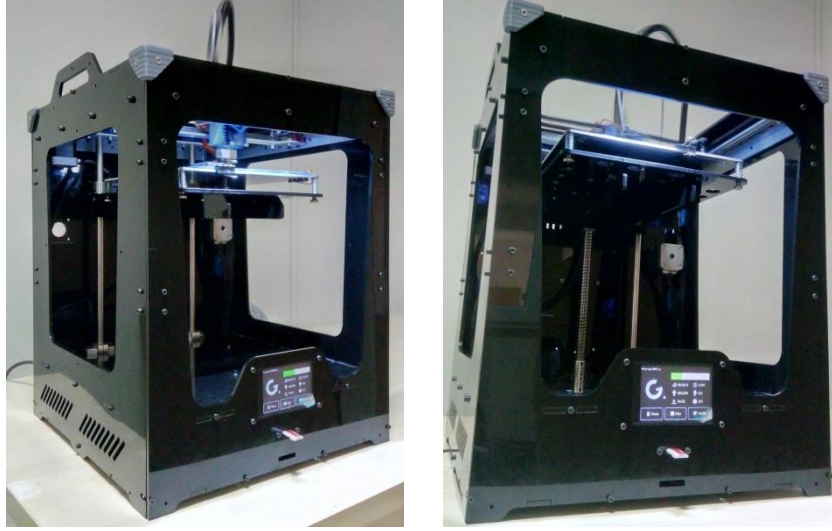
Özellik	Açıklama
Baskı Hacmi	145x148x42 mm
Baskı Teknolojisi	FDM
Katman Kalınlığı	0.15 mm
Filament Çapı	1.75 mm
Nozzle Çapı	0.4 mm
Doluluk Oranı	%50
Hammadde	PLA
Baskı Hızı	60 mm/s
Tabla Sıcaklığı	50°C
Extruder Sıcaklığı	210°C
Yazdırma Yazılımı	Simplfy3D

Yukarıdaki parametrelere göre oluşturulan takım yolları ve üretim kodları, aşağıda Şekil 3'de görülmektedir.

**Şekil 3. Oluşturulan Takım Yolları ve Üretim Kodları**

2.2. Makine Özellikleri ve Baskı

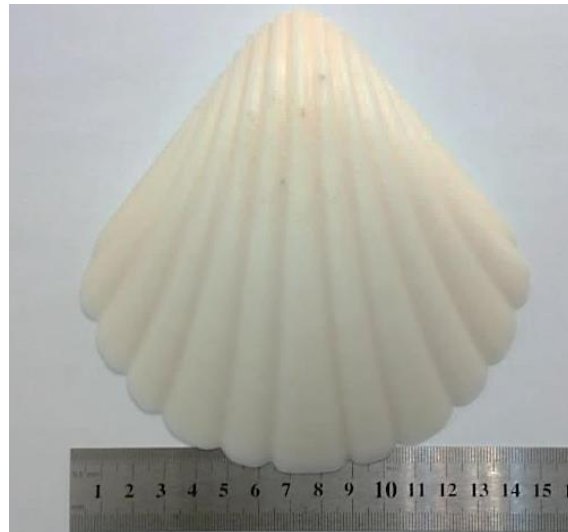
Yukarıda oluşturulan üretim kodları, Us Mekatronik firmasının ürettiği Us Pro Box model üç boyutlu yazıcı ile üretilmiştir. Kullanılan üç boyutlu yazıcının fotoğrafları Şekil 4'de, özellikleri ise Çizelge 2'de görülmektedir. Ana modelin basımında beyaz PLA+ filament kullanılmıştır. Filament kataloğunda belirtilen üretim parametreleri: Çap 1,75 mm, önerilen tabla ısısı 55 – 65 C⁰, önerilen nozzle ısısı 170 – 210 C⁰, baskı hızı 60 – 100 mm / saat bilgilerini içermektedir. Bu bilgilere göre baskı işlemi gerçekleştirilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen kalıp çekirdeği, Şekil 5'de görülmektedir.



Şekil 4. Us Pro Box Üç Boyutlu Yazıcı

Çizelge 2. Us Pro Box Üç Boyutlu Yazıcı Teknik Özellikler

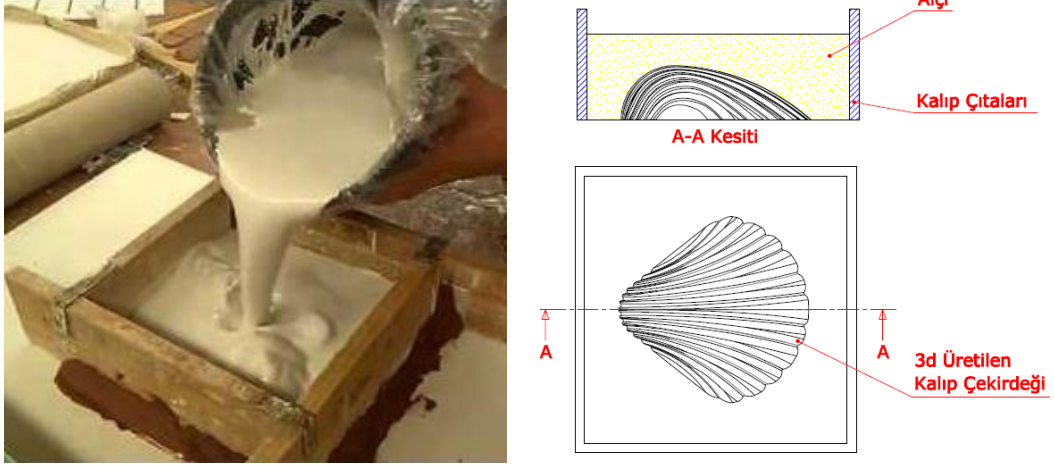
Özellik	Açıklama
Baskı Hacmi	200x200x200mm
Baskı Teknolojisi	FDM
Katman Çözünürlüğü	0.05 – 0.4mm
Filament Çapı	1.75mm
Nozzle Çapı	0.4mm
Baskı Hızı	20-60mm/s
Yazdırma Yazılımı	Simplify3D
Bağlantı Şekli	SD Kart – USB
Tabla Sıcaklığı	100°C Maks
Extruder Sıcaklığı	260°C Maks
Giriş Gerilimi	110V / 220VAC – 50 / 60Hz
Yazıcı Boyutları	330x350x410mm
Ağırlık	10 Kg



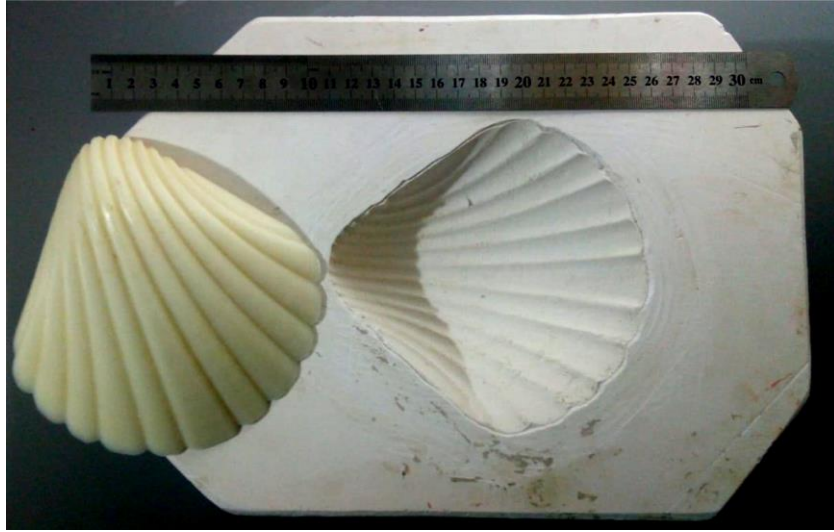
Şekil 5. Üç Boyutlu Üretimi Gerçekleştirilen Kalıp Çekirdeđi

2.3. Alçı Kalıp Üretimi ve Döküm

Bu aşamada, alçı kalıp üretimi için dikkat edilmesi gereken ön hazırlıklar (sabunlama, çamur sıvama vb.) yapılmıştır. Daha sonra ahşap kalıbın içine yerleştirilen çekirdeğin üzerine, yaklaşık 5cm olacak şekilde (Şekil 6) alçı karışım dökülmüş ve kuruması beklenmiştir. Kuruyan alçı kalıptan, ana model dikkatlice çıkarılmıştır. Kalıbın rötuş işlemleri (zımpara vb.) yapılarak alçı kalıba döküm öncesi son şekli verilmiştir. Alçı kalıp iyice kuruduktan sonra döküm işlemi yapılmaya başlanmıştır. Şekil 7’de, üretilen kalıp görülmektedir.



Şekil 6. Alçı Kalıp Üretimi



Şekil 7. Ana Model ve Alçı Kalıp

Alçı kalıp hazırlandıktan sonra seramik üretim süreci başlamıştır. Öncelikle kalıp içerisine döküm çamuru dökülmüştür. Şekil 8’de, döküm çamurunun kalıba dökülüşü görülmektedir. Bu aşamadan sonra sıvı çamurun suyunun alçı kalıp tarafından çekmesi (Şekil 9) ve belli bir et kalınlığına ulaşması beklenmiştir. Kalıbın içinde sıvı halde bulunan fazla çamur boşaltılmıştır. Kalıbın şeklini alan, su kaybettikçe küçülen form, mukavemet kazanmış ve kalıptan çıkması kolaylaşmıştır.



Şekil 8. Üretilen Alçı Kalıba Döküm Çamuru Dökülmesi

Alçı kalıptan çıkarılan kabuk formun, rötuşu yapıldıktan sonra yaklaşık dört gün oda sıcaklığında kontrollü bir şekilde (çatlama vb. gibi kurutma hatalarına engel olunarak) kuruması beklenmiştir. Form kuruduktan sonra fırınlama aşamasına geçilmiş, 900 C⁰ de fırınlama işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 9. Alçı Kalıpta Fazla Suyun Çekilmesini Bekleyen Döküm Çamuru

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada kabuk formu tasarımı yapıldıktan sonra üç boyutlu yazıcıda baskısını aldığımız ana modelin (Şekil 10-a), alçı kalıbı yapılmıştır. Yapılan alçı kalıptan döküm çamuru kullanılarak, seramik obje üretimi gerçekleştirilmiştir. Alçı kalıp döküm yönteminde önemli rolü olan ana modelin üç boyutlu yazıcı ile üretiminde geleneksel alçı kalıp döküm yöntemine kıyasla, insan kaynaklı (yetenek ve el işçiliği) hata payının minimuma inmesi açısından, başarılı bir sonuç elde edilmiş ve üretim çok daha hızlı gerçekleşmiştir. Ayrıca ana model bilgisayar ortamında tasarlandığı için kalıp üretim öncesi ve sonrası müdahale şansı daha kolay ve kontrol edilebilir, değiştirilebilir olmuştur. Kalıptan çıkan ve deri sertliğine gelen form, Şekil 10-b'de görülmektedir. Fırından çıkan form, pişirim sonrası artık bisküvi (Şekil 10-c) olmuştur. Son olarak bisküviye, bakır matı sır uygulaması yapılarak bir kez daha pişirim yapılmıştır. Bakır matı sır uygulaması sonucu oluşan seramik obje, Şekil 10-d'de görülmektedir. Bu çalışmada tercih edilen bakır matı sır pişirim tekniği uygulamasının, özel bir nedeni yoktur. Bisküvi üzerine uyguladığımız sır dışında (bakır matı) farklı sır ve teknikler de uygulanabilir.



(a) Üç Boyutlu Üretilen Ana Model

(b) Alçı Kalıptan Çıkan Form



(c) Fırınlama Sonrası Bisküvi Form

(d) Bakır Mat Sır Pişirimi Seramik Objje

Şekil 10. Üretilen Seramik Objeler

4. SONUÇLAR

Sanatçıların bir kısmı, üretim süreçlerinde geleneksel üretim yöntemlerine bağlı kalmakta ısrar ederken, diğer pek çok sanatçı, eserlerinde yaşadığı dönemin sağladığı üretim olanaklarını, bilimsel ve teknolojik gelişmelerden yararlanarak, disiplinler arası çalışmalarla, başka boyutlara taşımaktadır. Günümüzde üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım programlarının makine, mimari gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmasıyla tasarım ve üretim süreçleri ciddi oranda kısalmıştır. Aynı şekilde sanatsal üretim sürecine bu programların dahil olması ile iş gücünden ve zamandan tasarruf edilmesi sağlanabilir. Özellikle çok daha girift objelerin alçı kalıbını alırken, öncelikle üretimini gerçekleştirmemiz gereken ana modelin, üç boyutlu yazıcı kullanımıyla hazırlanması; tasarım, uygulama ve üretim aşamalarında hata payını minimuma indirmektedir. Yapılan incelemelerde, mevcut çalışma kapsamında önerilen metot ile ana modelin katmanlı imal edilmesi durumu literatürde henüz kullanılmamıştır. Bu nedenle çalışmada önerilen metot özgün bir protokol olup, metot bünyesinde bahsedilen optimize edilmiş üretim parametreleri kullanılarak tüm seramik objelerin üretimi mümkündür.

KAYNAKLAR

1. Frith, D. E., "Mold Making For Ceramics", Chilton Book Company Radnor,Pennsylvania, U.S.A., 1985
2. Ayık Yücel, F., Türk Sanatları "Seramik", Türk Kültürüne Hizmet Vakfı Yayınları, Sayfa 134, İstanbul, 2016.
3. Yerden, A.U., Akkus, N., "Virtual Reality Remote Access Laboratory for Teaching Programmable Logic Controller Topics", International Journal Of Engineering Education, Cilt 36, Sayı 5, Sayfa 1708-1720, 2020.
4. Aytepe, B., "Using Computer Numerical Control (CNC) Robots As a Design Tool In Ceramics And Graphics Education", Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, Cilt 1, Sayı 1, Sayfa 239-253, 2012.
5. Kaygısız, H., Çetinkaya, K., "CNC Freze Eğitim Seti Tasarımı ve Uygulaması", Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi Cilt 2, Sayı 3, Sayfa 53-71, 2010.
6. Arcasoy, A., Başkırgan, H., "Seramik Teknolojisi", Literatür Yayıncılık, Sayfa 113-114, İstanbul, 2020.
7. Sevim, S.S., Tutaş V., "Üç Boyutlu Yazıcıların Çağdaş Seramik Sanatına Yansıması", Sanat ve Tasarım Dergisi, Cilt 1,Sayı 26, Sayfa 636, 2020.
8. Aydın L., Küçük A.ve Kenar A., "Design and Construction of a Novel Micro-Extrusion System for Bio-printing Applications", International Journal of Applied Mathematics Electronics and Computers, Cilt 1, Sayı 1, Sayfa 52-56, 2016.
9. Hull, Charles W., "Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography" U.S. Patents No. 4: 75,330, 11 Mar. 1986.
10. Chua, C.K., Chou S.M., Wong T.S., "A Study of State of the art Rapid Prototyping Technologies", International Journal of Advanced Manufacturing Technologies, Cilt 1, Sayı 14, Sayfa 146-152, 1998.
11. İncekar, E., Kaygısız, H., Babur, S., "Dimensional Accuracy Analysis of Samples Printed in Delta and Cartesian Kinematic Three Dimensional Printers". Politeknik Dergisi, Cilt1, Sayı 1, Sayfa 1, 2021
12. Waterman N.A., Dickens P., "Rapid Product Development in The USA, Europe And Japan", World Class Design To Manufactur., 1994
13. Çetinkaya, K., Demirciođlu, P., Özsoy, K., Duman, B., "Sanayi 4.0 Teknolojik Alanları ve Uygulamaları", Sayfa 183-201, Pegem Yayınları, Ankara, 2020.
14. Özsoy, K , Duman, B . "Eklemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği". International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, Cilt 1, Sayı 1, Sayfa 36-48, 2017.
15. Reddy B. V.; Reddy N. V.; Ghosh A., "Fused Deposition Modeling Using Direct Extrusion", Virtual and Physical Prototyping, Cilt 2, No. 1, Sayfa 51-60, 2007.
16. Çelik B., Şener B., Serin G., Unver H., "Ergiyik Filament Fabrikasyonu, 3B Yazıcılar İçin Kompozit Filament Ekstrüder Makinesi Geliştirilmesi", Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, Cilt 2, Sayı 17, Sayfa 65-75. 2020.