



3B Baskı İle Üretilen Seramik Vazolar

Sanver ÖZGÜVEN¹

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Meram/KONYA

Öz

Bu çalışmada farklı geometrik biçimlerden yola çıkılarak tasarlanan ve üç boyutlu seramik yazıcı ile üretilen seramik vazoların tasarım ve üretim süreçleri incelenmektedir. Çalışmalar tasarlanırken, çıkış noktası olarak çokgenler ve parabolik biçimlerden yararlanılmıştır. Bilgisayar ortamında üç boyutlu hale getirilen bu biçimler, seramik malzemenin yapısal özellikleri de dikkate alınarak oluşturulmuştur. FDM yöntemi ile delta model üç boyutlu seramik yazıcıda üretilen bu tasarımlarda, farklı oranlarda renklendirilmiş porselen bünyeler ve %25 şamot içeren yüksek dereceli kil kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, seramik bir malzemenin tasarımında yaşanan sınırlılıklara değinilmiş ve baskı sırasında, malzemeden kaynaklı hatalara yer verilmiştir. Tasarım sürecinde kullanılan komutların, seramik yüzeylerde oluşturduğu farklı etkiler, ayrıca bilinçli ve bilinçsiz olarak ortaya çıkan hatalar, seramik formların karakteristik özelliklerinin ön plana çıkarılmasında oldukça önemlidir ve malzemenin plastik yapısını ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca seramiğin baskı sırasındaki davranışı göz önüne alınarak, bilinçli olarak yapılan tasarımsal hataların, yüzeyde oluşturduğu etkiler incelenmiştir. Bunun yanında seramik vazoların taban kısımlarının ve yüzeylerinin üretiminde uygulanan farklı yöntemler araştırma kapsamında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Makale Bilgisi

Başvuru: 11/05/2018
 Düzeltme: 25/12/2018
 Kabul: 13/01/2019

Anahtar Kelimeler

3B Yazıcı
 Seramik
 Dijital Sanat
 3B Baskı

Keywords

3D Printer
 Ceramics
 Digital Art
 3D Printing

3D Printed Ceramic Vases

Abstract

In this study, design and production processes of ceramic vases inspired with different geometrical shapes and produced with three-dimensional printers have been examined. When ceramics are being designed, polygons and parabolic forms were used as a starting point. These forms which are designed in three dimensions in a computer are formed taking into account the structural characteristics of ceramic materials. In these designs printed by delta model three dimensional ceramic printer with FDM method, colored porcelain in different amount and high fired clay which contains 25% of chamotte has been used. Within the scope of the study, the limitations of the design of a ceramic material and mistakes caused by the material were mentioned. The different effects of commands on ceramic surfaces in the design process, as well as conscious and unconscious mistakes are very important to bring the characteristics and plastic features of ceramic forms to the foreground. In addition, considering the behavior of ceramic in the printing process, the effects of design mistakes made consciously on the surface have been investigated. In addition to this, the different methods in the production of the bottom parts and surfaces of the ceramic vases were evaluated comparatively in the scope of the study.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

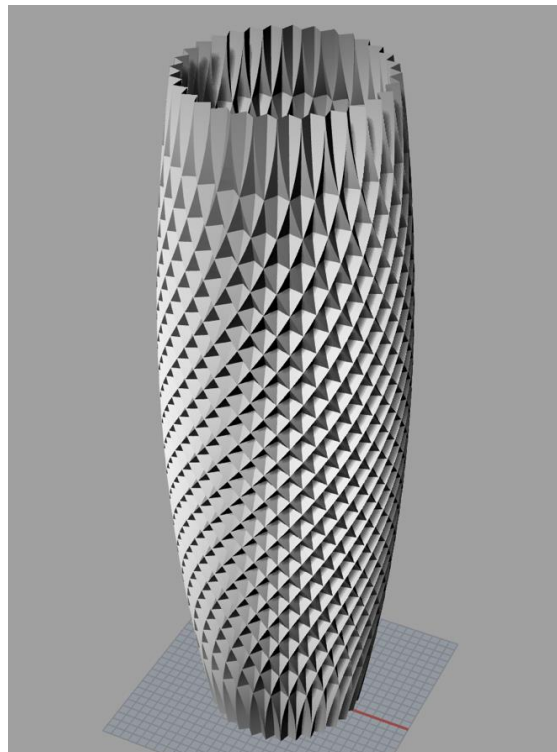
Malzemesi kil olan, farklı yöntemler ile şekillendirilebilen, pişirildiği zaman mukavemeti artan inorganik malzemelere genel olarak seramik adı verilir [1]. Seramik plastik yapısı sebebiyle elle kolay şekillendirilebilen bir yapıdadır. Aynı zamanda özellikle endüstriyel üretimlerde kalıpla şekillendirme yöntemi de uygulanmaktadır. Üç boyutlu yazıcı teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte tasarım ve el sanatları gibi alanlarda kullanılan kesme, birleştirme vb. geleneksel yöntem ve teknikler eskimiş hale gelebilir [2]. Son yıllarda gelişim gösteren bu teknolojilerle birlikte seramik objeler de üç boyutlu yazıcılar kullanılarak üretilebilmekte ve birçok atölye ve sanatçı bu teknolojiyi geliştirme anlamında çalışmalar yapmakta ve projeler geliştirmektedir. Belli merkezlerde sürdürülen bu araştırmalar, alanında öncü nitelikte üretimlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Hala üzerinde çalışılmaya devam edilen bu

projelerin bazıları üniversitelerde akademik olarak sürdürülürken, bazıları da bağımsız araştırma grupları tarafından yönetilmektedir [3].

Seramik vazolar elle şekillendirme, kalıpla şekillendirme veya çamur tornasında şekillendirme gibi farklı teknikler kullanılarak da üretilmektedir. Elle şekillendirme ve çamur tornasında şekillendirme tekniklerinde doğrudan seramik kili kullanılarak şekillendirme yapılırken, alçı kalıp ve döküm yöntemi kullanılırken, öncelikle alçı modelin üretimi gerçekleştirilir. Sonrasında kalıp içine döküm yapılarak, istenilen, seramik vazo elde edilmektedir. Bu çalışma kapsamında üç boyutlu yazıcı ile üretilen seramik vazoların üretim süreçleri incelenmiştir. Süreç boyunca farklı yapıda ve pişirim aralığında seramik killeri kullanılarak, yine farklı derecelerde pişirimleri yapılmıştır. Bu objeler bilgisayar ortamında tasarlanırken, geometrik biçimler çıkış noktasını oluşturmuştur. Yer yer yapılan deformasyonlarda yine bu doğrultuda oluşturulan poligonların azaltılması ile farklı biçimler elde edilmiştir. Bunun yanında bazı seramik vazolar tasarlanırken, malzemenin plastik yapısını ortaya çıkarmak için belirli bir düzende ilerleyen, tasarımsal hatalar planlanmıştır. Ayrıca farklı oranda pigmentler ile renklendirilen porselen kili ile üç boyutlu baskı çalışmaları da yapılmıştır.

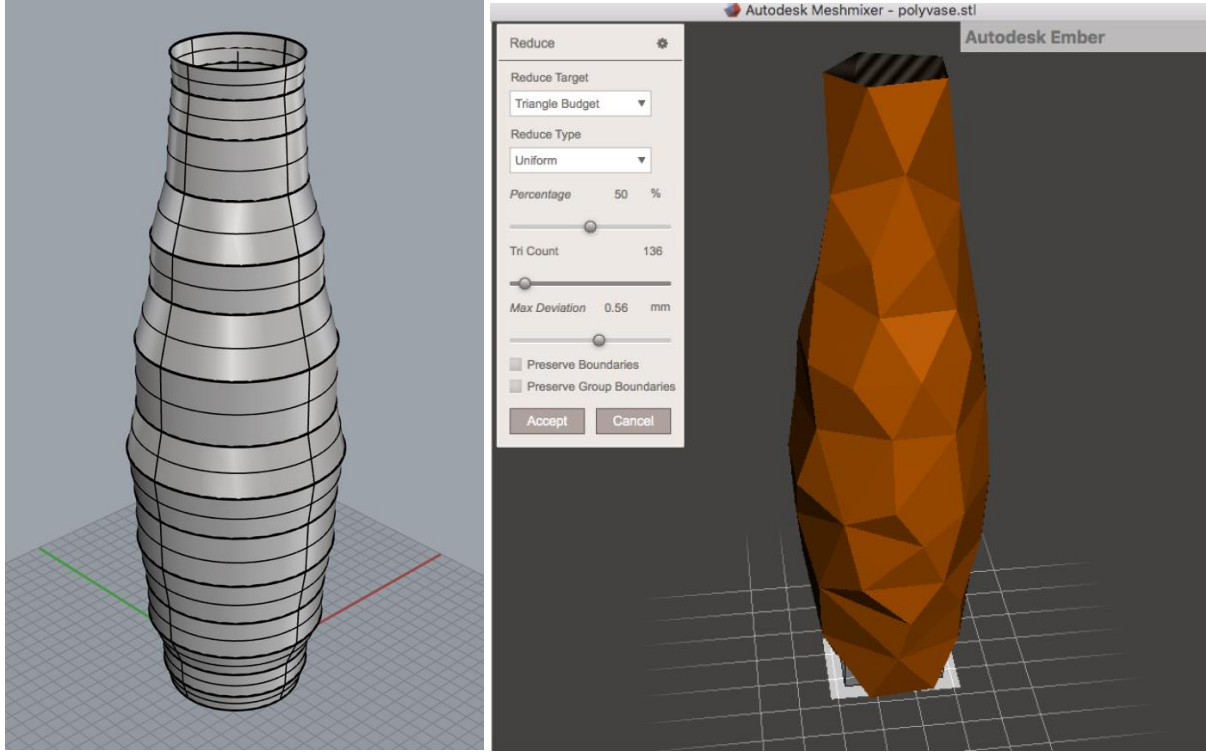
2. TASARIM (DESIGN)

Seramik vazoların tasarımında Rhinoceros 3D yazılımı kullanılmıştır. Vazoların taban kısımları için farklı çokgen biçimler kullanılmış ve “Extrcv” komutu ile katı hale getirilmiştir. 35 cm ve 40 cm uzunluğunda, farklı boylarda olan çalışmaların tabanları da 80 cm ile 100 cm çapında tasarlanmıştır. Son olarak “Twist” komutu uygulanıp, parça 45 derecelik açılarla deforme edilerek birbirinden farklı görüntüde seramik vazoların tasarımları tamamlanmıştır. Şekil 1’de görüldüğü gibi, tamamlanan çalışmalar STL uzantısında kaydedilmiş ve katman oluşturma işlemine geçilmiştir.



Şekil 1. Rhinoceros'ta yapılan seramik vazo tasarımı

Bazı seramik vazolarda Rhinoceros 3D ile katı model oluşturulduktan sonra Meshmizer yazılımı kullanılarak yüzey üzerinde deformasyon yapılmıştır. Şekil 2’de görüldüğü gibi, Rhinoceros’tan alınan STL uzantısı Meshmizer’da açılarak “Reduce Mesh” komutu uygulanmış, farklı yüzde değerleri verilerek vazonun yüzeyi deforme edilmiştir.



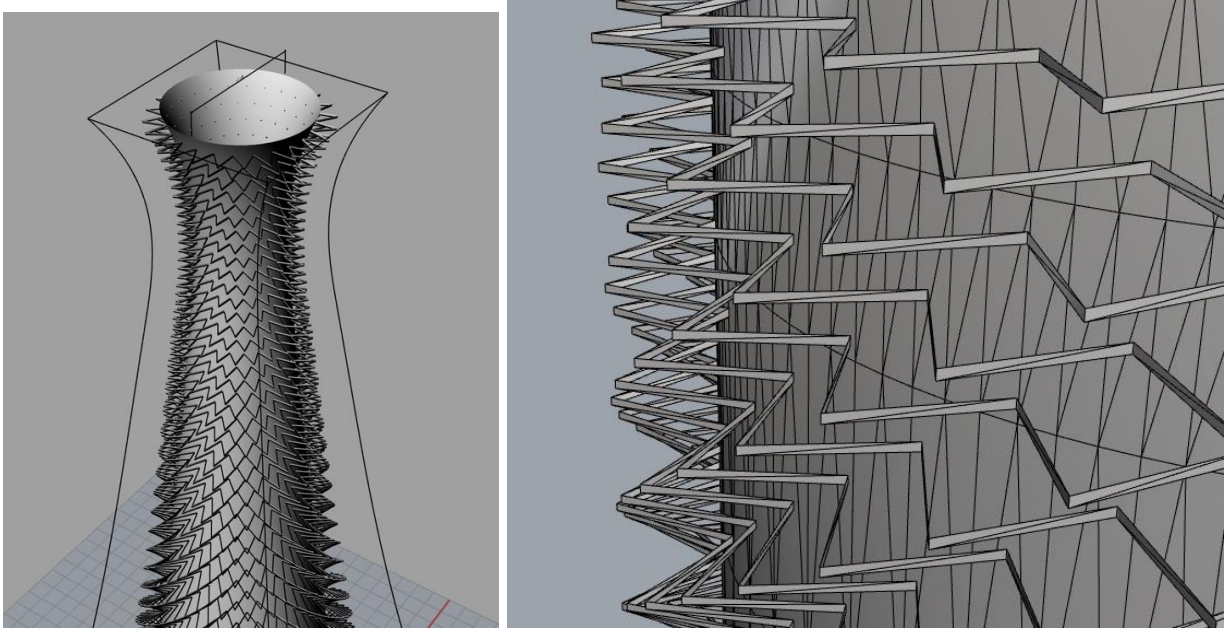
(a)

(b)

Şekil 2. Tasarımın deforme edilmesi a) Rhinoceros’ta yapılan seramik vazo tasarımı

b) Meshmizer’de poligonların azaltılması işlemi

Seramik vazoların tasarımında yüzey üzerinde farklı etkiler oluşturabilmek için, tasarım esnasında bilinçli olarak bazı hatalar uygulanmıştır. Bu tür hatalar seramik malzemenin baskı sırasındaki davranışlarının bilinmesinden nozulün istenilen yere gönderilmesini sağlamaktadır. Şekil 3’te görülebilen çalışmada yüzey üzerine çizilen üçgenler vazonun en alt kısmında 1 cm olarak belirlenmiş ve yukarı çıkıldıkça parçanın eğimi ile birlikte daraltılmıştır. Bu hareketler sürekli ve düzgün bir biçimde tekrarlandığında yüzey üzerinde uyumlu bir desen oluşturmaktadır. Gerek baskı öncesi tasarım aşamasında, gerekse baskı sırasında bu tür müdahaleler yüzey üzerinde farklı etkiler yaratmaktadır. Bazı çalışmalarda yazıcının çalışması sırasında ekstrüdere veya tablaya müdahale edilerek, bilgisayarda yapılmış olan tasarımdan ve birbirinden farklı seramik çalışmalar ortaya konabilir. Ayrıca baskı esnasında kullanılan sesler ile ritmik hareketler oluşturularak, yazıcıya bu şekilde de müdahale edilebilmektedir [4]. Bunun dışında baskı esnasında, tasarımcının kontrolü dışında oluşan hatalarla da karşılaşılabilir. Bu tür hatalar veya “mutlu kazalar” yeni ilham kaynakları veya farklı yaratıcı düşünceleri ortaya çıkartabilir [5].

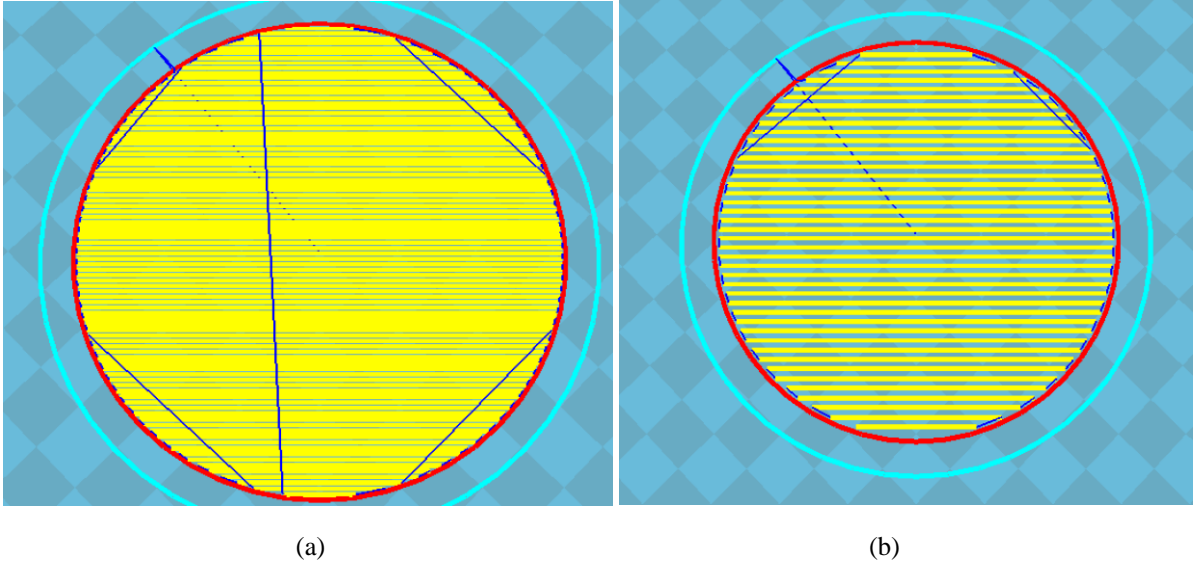


Şekil 3. Kontrollü hataların tasarımı

3. KATMANLARIN OLUŞTURULMASI (CREATING LAYERS)

Katman oluşturma işlemlerinde Cura yazılımı kullanılmıştır. Kullanılan seramik baskılarda katmanlar arası mesafe en fazla 1 mm, en az 0.6 mm olarak belirlenmiştir. Baskı hızı bütün baskılar için 30 mm/s olarak belirlenmiştir. Vazoların taban kısımlarında 3 katman olacak şekilde değer girilmiştir. Daha önce yapılan uygulamalarda, 1 veya 2 katman şeklinde yapılan tabanların seramik malzeme için uygun olmadığı görülmüş, baskıdan sonra kuruma aşamasında taban kısımlarında çatlama ve dökülmeler gözlemlenmiştir. 4 veya 5 katman olarak yapılan taban baskılarında ise, pişme öncesi ve sonrası, herhangi bir çatlama ve dökülme görülmemiştir. Fakat hem baskının daha kısa sürede bitirilmesi, hem de fazla kalınlık oluşturmaması için 3 katmanlı bir tabanın seramik baskılarda yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. 1.8 mm çapındaki nozül ile, taban kısmı 3 katman olarak yapılan baskılarda pişme öncesi ve sonrası, seramik malzemenin özelliklerinden kaynaklanan herhangi bir hata görülmemiştir. Şekil 4’de farklı değerlerde oluşturulan katmanlar görülebilir.

Taban kısımların üç boyutlu baskısı yapılırken, katman sayıları doğru ayarlanırsa da baskı esnasında bazı problemler yaşanabilmektedir. Üç boyutlu baskıda kullanılan seramik killerin elle şekillendirme ile kullanılan killerden daha yumuşak olması nedeniyle bu hatalar görülebilmektedir. Bu problem daha sert ve plastik kıvamdaki kili itebilecek güçte bir ekstrüder ile çözülebileceği gibi, Cura yazılımında yapılan ayarlamalar ile de çözülebilmektedir. Cura’nın Basic bölümünde standart olarak bulunan değerler olan, Kabuk Kalınlığı (Shell Thickness) 1 mm ve Akış (Flow) %100, 1.8 mm çapındaki nozül ile birlikte uygulandığında, kabuk aralıkları çok yakın olmakta ve bir üst katmana geçildiğinde baskı bozulmaya başlamaktadır.



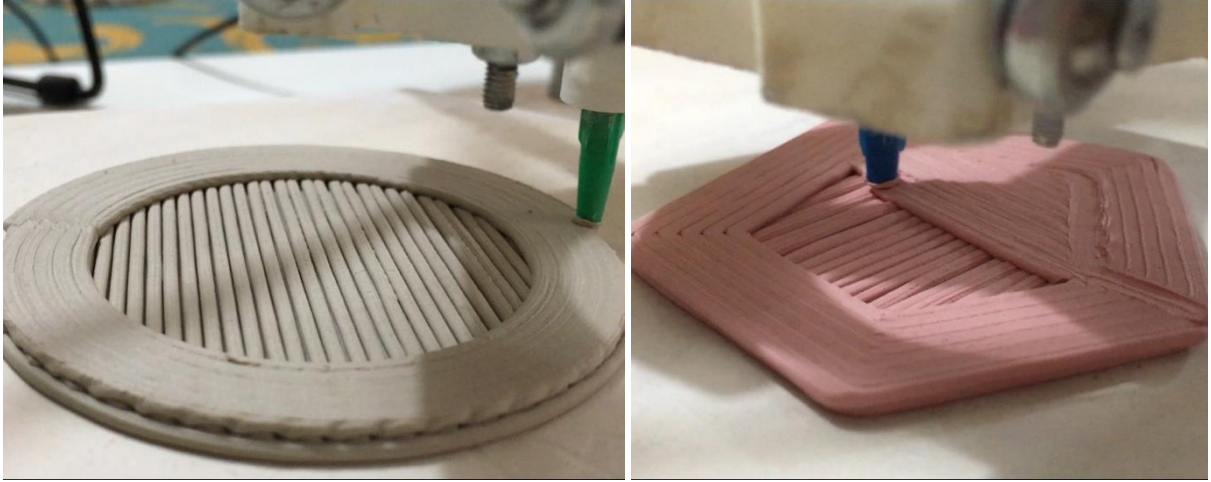
(a)

(b)

Şekil 4. Taban katmanlarının oluşturulması

a) Shell Thickness 1 mm b) Shell Thickness 2 mm

Çalışma kapsamında yapılan 3 boyutlu seramik baskılarda Kabuk Kalınlığı (Shell Thickness) 2 mm ve Akış (Flow) %60 olarak belirlenmiştir ve yukarıda belirtildiği gibi, en az 3 katman olarak taban kısmı basılmıştır. Bu değerlerde yapılan baskılarda iki çamur türü denenmiştir. Limoges porselen kili ve yüzde 25 oranında, 0-0.2 mm kalınlığında şamot içeren, Goerg&Schneider yüksek derece şamotlu kil ile yapılan çalışmalarda, taban kısımların baskısında herhangi bir problemle karşılaşılmanış ve başarılı sonuçlar alınmıştır.



(a)

(b)

Şekil 5. Taban katmanlarının üç boyutlu baskısı

a) Şamotlu kil b) Renkli porselen kil

4. ÜÇ BOYUTLU BASKI (THREE DIMENSIONAL PRINTING)

Baskılar üç boyutlu delta seramik yazıcı ile gerçekleştirilmiştir. Her bir seramik vazo için baskı süreleri, çalışmanın boyutuna bağlı olarak 1.5 – 2 saatte tamamlanabilmektedir. Hazırlanan çamur yoğunluğuna ve türüne bağlı olarak genellikle 2 – 4 bar arası bir basınçla, yazıcının ekstrüderi kil ile beslenmektedir.



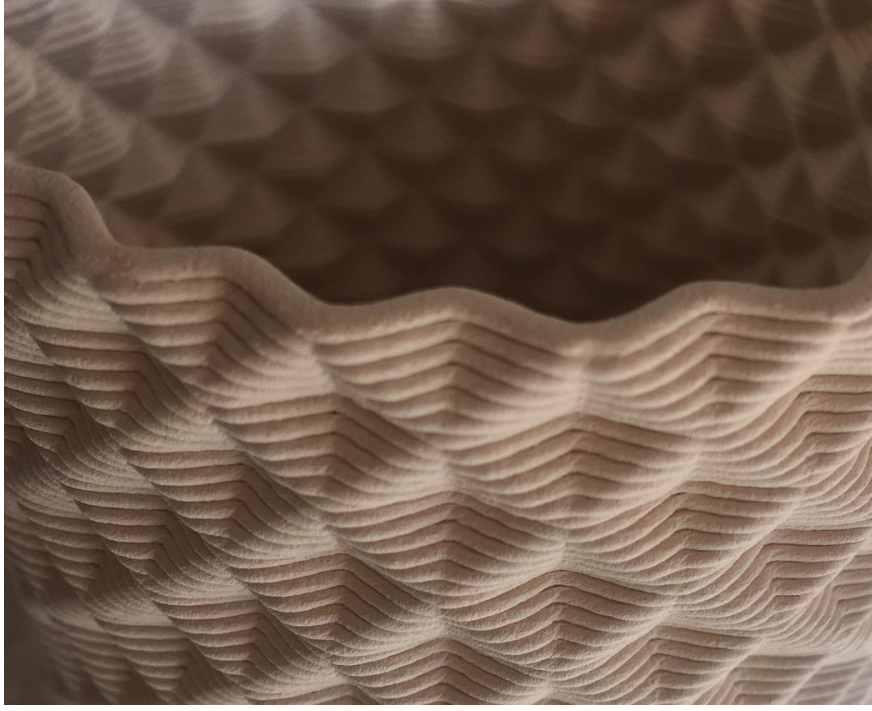
Şekil 6. Üç boyutlu baskı süreçleri



Şekil 7. Üç boyutlu baskı süreçleri

Üç boyutlu seramik yazıcılar gün geçtikçe daha güvenilir sonuçlar vermekle birlikte hala deneysel özelliklerini de korumaktadır. Bu baskılarda genellikle ana problem yerçekiminin etkilerinden kaynaklanmaktadır. Kili oluşturan dış kenarlar, kendi ağırlıklarının üst üste gelmesi sonucunda çökebilmektedir. Fakat bu tür problemler, kontrollü bir biçimde tasarlanıp uygulandığında, deneysel çalışmalara da olanak sağlamaktadır [6]. Bunun yanında kilin çok yumuşak olmaması da bu tür deformasyonları önlemektedir.

Şekil 6'da görülebildiği üzere, baskı boyunca üç taraftan fan yardımı ile kurutma yapılmış ve çamurun yumuşak kıvamından dolayı oluşabilecek deformasyonlar önlenmiştir. Üretilen üç boyutlu obje yükseldikçe daha iyi bir kurutma yapılabilmesi için, kurutucular da yükseltiyle kurutma işlemi üç boyutlu baskı süreci boyunca devam etmiştir. Kurutma işlemi Şekil 7'de görülen renklendirilmiş porselen ile yapılan baskı çalışmaları için de uygulanmıştır. Tasarım aşamasında Cura yazılımı ile oluşturulan katman aralıklarının seramik yüzeydeki etkisi Şekil 8'deki fotoğrafta detaylı olarak görülebilir. Renklendirilmiş porselen ve şamotlu kil ile yapılan baskılardan sonra vazolar kurumaya bırakılmıştır. (Şekil 9)



Şekil 8. Üç boyutlu baskı sonrası seramik yüzey



Şekil 9. Üç boyutlu baskısı tamamlanan çalışmalar

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Seramik baskılar kuruduktan sonra taban ve ağız kısımlarına nemli sünger ile rötuş yapılarak baskı sırasına oluşan ufak hatalar giderilmiştir. Daha sonra 980 °C derecede bisküvi pişirimi yapılmıştır. Şekil 10'da görüldüğü gibi bisküvi pişiriminden sonra, vazunun dış yüzeylerine fırça ile beyaz renkli sır uygulanmış ve 1230 °C derecede tekrar pişirilmiştir.



Şekil 10. Sır pişirimi yapılmış vazo, 30 cm x 8 cm

Üç boyutlu seramik baskıda kilin renklendirilmesi ile farklı renkte baskılar alınabilir. Bunun için öncelikle farklı oranlarda pigmentlerin bünye ile karıştırılması gerekmektedir. Renkli olarak üç boyutlu baskıları yapılan porselenlerde %2 oranında mavi ve kırmızı, %1 oranında da siyah pigment kullanılmıştır. 40 cm yüksekliğinde tasarlanıp, üç boyutlu baskıları gerçekleştirilmiştir. Şekil 11'de görüldüğü gibi, bisküvi pişiriminden sonra herhangi bir sır uygulaması yapılmadan 1230 °C derecede ikinci pişirimleri yapılmıştır.

Diğer bir üç boyutlu baskıda, çalışma üzerinde nozülün farklı hareketler yapması için tasarımda bazı değişiklikler yapılmıştır. Şekil 12'de görüldüğü gibi, ilk başlarda yazıcının yaptığı bir hata olarak görünen bu hareketler belirli bir düzen içerisinde devam ettirilerek, yüzey üzerinde bir desen oluşturulması sağlanmıştır.



Şekil 11. Pişirimleri yapılmış porselen vazolar, 30 cm x 10 cm

Yüzey üzerine uygulanan kontrollü hatalar, porselen kilin plastik yapısı düşünülerek tasarlanmıştır. Vazonun en alt kısmında yapılan çıkıntılarının mesafesi fazla olduğu için, çamur yüzey üzerine sarkmış, yukarı kısımlarda mesafe daraldığı için daha farklı etkiler oluşmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda, seramik yüzeyler üzerinde farklı dokular elde etmek için sadece tasarımda yapılan farklılıklar değil, aynı zamanda katmanların oluşturulması sırasında yapılan sayısal değişiklikler de etkili olmuştur.



Şekil 12. Pişirimleri yapılmış porselen vazo, 30 cm x 12 cm

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Arcasoy, A. (1983). “Seramik Teknolojisi”, 1983, M.Ü., G.S.F.; Seramik Bölümü Yayınları No:1, İstanbul.
- [2] Özgündođdu, A. F. (2014). Ceramics Technical. May-Oct 2015, Issue 40, p8-15. 8p.
- [3] Martinez, E. H. V., Can, Emre. (2016). Bilgisayar Destekli Seramik Üretim Yöntemi Olarak Üç Boyutlu Yazıcılar ve Günümüz Koşullarında Uygulama Örneđi. Anadolu Üniversitesi Sanat & Tasarım Dergisi, 6(1),1-15.
- [4] <https://3dprint.com/119446/3d-printed-ceramic-sound/>
- [5] Davendorf, L. , Ryokai, K. “Being the Machine: Reconfiguring Agency and Control in Hybrid Fabrication”
Digital & Materials Fabrication, CHI 2015, Crossings, Seoul, Korea.
- [6] Ceramics Monthly. Feb2013, Vol. 61 Issue 2, p62-63. 2p.

The third International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry (3D-PTC2018) kongremizde sunulmuştur ve özet basılmıştır