

TASARIMDA ve ÜRETİMDE ÜÇ BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİSİNİN SERAMİK ALANINDA KULLANIM OLANAKLARI

İmre Deniz Işıktaş¹

ÖZ

İnsanoğlu varoluşundan itibaren yaşamını sürdürmek için çeşitli ürünler tasarlamış ve üretmiştir. Bu üretimler her disiplin için kendi geleneksel süreci içerisinde, zamanla geliştirilerek bugünkü haline ulaşmıştır. 3 Boyutlu Baskı üretimi ise, günümüz teknolojisini kullanarak hem tasarıma hem de üretime yeni bir bakış açısı sunmaktadır. Bu makalede 3B baskının tarihsel gelişiminden kısaca bahsedilerek çeşitli örnekler verilmiştir. 3B baskı teknolojisinin kullanım olanakları ve yöntemlerinin yanı sıra, kullanılan makineler ve malzemeler anlatılarak bu teknolojinin süreçleri açıklanmıştır. Özellikle seramik alanında yapılan araştırmalar ele alınmış, bu sayede 3B baskı teknolojisinde kullanılan şekillendirme yöntemleri ve makinelerden söz edilmiştir. Günümüzde seramik, kendine özgü geleneksel üretim şekline sahip bir disiplin olarak, 3B baskı teknolojisine güncel uygulamalarla adapte edilebilmekte ve bu sayede yeni tasarım ve üretim önerilerine açık görülmektedir. Makale, ileriye dönük kullanım olanakları düşünüldüğünde, seramik alanında 3B baskının, var olan geleneksel yöntemlere ve malzemelere eklenerek bu disipline yeni bir perspektiften bakılmasını öngörmektedir.

Anahtar Kelimeler: 3B Baskı, Seramik, Sanat, 3B Yazıcı, Açık Kaynak

¹ Arş. Gör. Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, imredeniz(at)hotmail.com

USAGE POSSIBILITIES OF THREE DIMENSIONAL PRINTING TECHNOLOGY IN DESIGN AND PRODUCTION IN CERAMICS

ABSTRACT

From the moment of its existence, human beings have designed and produced various products to sustain their lives. These productions, for each discipline in their traditional process, over time, have been developed to the present day. 3D printing production offers a new perspective to both design and production by using today's technology. This article briefly discusses the historical development of 3D printing and gives several examples. The processes of this technology are explained by mentioning the possibilities and methods of 3D printing technology as well as the machines and materials used. In particular, researches in the field of ceramics have been addressed, thus the forming methods and machines used in 3D printing technology have been mentioned. Today, ceramics as a discipline with its distinctive traditional form of production can be adapted to 3D printing technology with up-to-date applications and is open to new design and production proposals. Considering the possibilities of its future use, the article suggests that the usage of 3D printing in the field of ceramics to be integrated to the traditional methods and materials, offering a new perspective to the discipline.

Keywords: 3D Printing, Ceramics, Art, 3D Printer, Open Source

Giriş

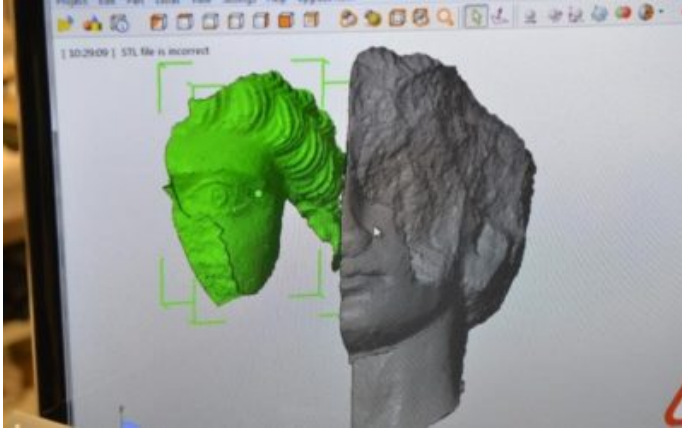
İnsanoğlu binlerce yıldır yaşamını sürdürmek, hayatını kolaylaştırmak üzere çeşitli tasarımlar yapmış, bunları üreterek kullanılabilir hale getirmiştir. İnsan, her önemli üretim sonucunda, bambaşka bir yaşayış şekli belirlemiştir. Üretimle yaşam biçimi karşılıklı bir ilişkiye evrilmiş ve birbirini geliştirmiştir. Üretim adına her yüzyılda farklı gelişmeler öne çıkmışsa da Endüstri Devrimi, yüksek hızda seri üretimin çoğaldığı, yaygınlaştığı dönem olmuştur. Son kırk yıldır, artık yeni bir tasarım ve üretim yöntemi olarak üç boyutlu baskı bir adım önde durmaktadır ve eski teknolojilere farklı bir önerme sunmaktadır. Yeni bir endüstri devrimi olarak tanımlamak şimdilik çok zor görünse de potansiyel gelişmeler gösteriyor ki önümüzdeki günlerde, kişiler kendi tasarımlarını bilgisayar üzerinde yaparak, ellerinin altındaki 3B yazıcılarda kısa sürede basabileceklerdir. Bu öngörüden yola çıkarak, tasarım ve üretimin sıradan kullanıcı için de yaygınlaşacağı ve herkes tarafından yapılabileceği düşünülebilmektedir.

3 boyutlu baskı teknolojisi fikrinin ilk ortaya atıldığı tarihler 1970'li yıllara kadar gitmiş olsa da 80'li yıllarda patentlerin alınması, bu teknolojinin ticarileştirilmesini sağlamıştır. Charles Hull 1984 yılında, SLA (Stereolithography) yöntemi kullanan 3B yazıcının patent başvurusunu yapmıştır. Başvurunun iki yıl sonra kabul edilmesi ile 3D Systems Corporation şirketini kurmuştur. 1986 yılında Carl Deckard ise ilk SLS teknolojisinin patentini almak üzere başvurmuş ve Desktop Manufacturing şirketini kurmuştur. Bu gelişmelerden iki yıl sonra Scott Crump FDM teknolojisini kullanmış ve bugün de adından sıklıkla söz ettiren Stratasys şirketini kurmuştur. Böylelikle on yıl içinde ana etkenleri gelişen 3 boyutlu baskı sistemi ortaya çıkmıştır. Bu sürecin ardından, diğer 3B baskı teknolojileri de geliştirilmiş, yeni malzemeler ve makineler de kullanılmaya başlanmıştır.

Alınmış olan patentlerin sürelerinin dolması ile 2004 yılında RepRap açık kaynak projesi ile 3B baskı sıradan kullanıcılar için ulaşılabilir olmuştur. Günümüze uzanan süreçte bir çok topluluk tasarımlarını, yöntemlerini, bilgi ve deneyimlerini internet ortamından paylaşarak 3B baskının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bugünlerde bir ürün yaratmak istenirse, ürünün bilgisayarda modellenmesinden, 3B yazıcılarda basılmasına kadar tüm süreci belirli bir ücret karşılığında gerçekleştiren şirketler bulunabilmektedir, ayrıca internet üzerinden çeşitli yazıcı parçaları alınarak, kişisel yazıcıların monte edilmesi ile tasarımların basılabilmesi mümkün görülmektedir. Açık kaynak erişimi günümüzde öyle bir noktada kullanılmaktadır ki Güney Kore, kültürel mirasını küresel olarak tanıtmak ve sürdürülebilir olmasını sağlamak adına, müze koleksiyonlarındaki bazı tarihi seramiklerinin ve sanat eserlerinin basılabilir ürün haline gelecek dosyalarını (<http://www.3dupndown.com>) web sitesi üzerinden paylaşımına açmıştır. İki bin parçanın üzerinde heykel, seramik ve tarihi eserin çoğu,

ücretsiz olarak 3B baskıya hazır halde açık erişimde sunulmuştur. Bu sayede, Güney Kore'nin tarihi eserleri, dünyanın her yerinden, ulaşılabilir duruma gelmiştir.

3B baskı farklı disiplinlerde farklı işlemlere hizmet etmesi ile, üretim adına çeşitliliğe katkı sağlamaktadır ve her geçen gün yeni bir disiplin bu teknolojiyi kendi sistemlerine adapte ederek kullanmaktadır. İtalya'nın Roma kentinde Institute for Conservation and Restoration (ICR) adlı kuruluş, Suriye'de bulunan Palmyra kenti yıkıntılarından kurtarılmış, iki hasarlı büstün onarımında 3B baskı kullanmıştır. Tablo-1 ve Tablo-2 de görüldüğü üzere, tahrip edilmiş parçanın, 3B tarayıcılarla taranarak ardından eksik kısmının 3B yazıcılarla yazdırılması ile restorasyonu yapılan iki eser ilerleyen dönemde, savaşın sona ermesi umuduyla Suriye'ye yeniden gönderilmek için hazırlanmıştır.



Görsel 1. Hasarlı Büstün Bilgisayar Destekli Tasarımı

(<https://3dprint.com/165423/3d-technology-syrian-artifacts/>)



Görsel 2. Hasarlı Büstün Restore Edilmiş Hali (<https://3dprint.com/165423/3d-technology-syrian-artifacts/>)

3 Boyutlu Baskı Üretim Süreçleri

Üç boyutlu baskı, (3D Printing) bilgisayar aracılığı ile tasarlanan ve modellenen bir nesnenin 3 boyutlu yazıcılar aracılığıyla basılması işlemine denilmektedir. Bilgisayar destekli tasarım CAD (Computer Aided Design), Bilgisayar destekli üretim CAM (Computer Aided Manufacturing) her biri, üç boyutlu baskı için gerekli süreçleri ifade eden tanımlardır.

3 boyutlu yazıcıların çalışma prensibi günümüze kadar kullanılan sistemden biraz daha farklı işlemektedir. Bu güne dek üretimde kullanılan yöntem, “Çıkarmalı Üretim” (Subtractive Manufacturing) yani; katı bir malzemeyi oyma, yontma, kesme, delme vb. şekillerde eksiltmek, tasarlanan parçayı ortaya çıkartma olarak tanımlanmıştır. 1970’li yıllardan beri tasarımcılar “Eklemeli Üretim” (Additive Manufacturing) yöntemi üzerine çalışmalar yapmakta ve iyi sonuçlar almaktadırlar. Eklemeli üretim, üç boyutlu yazıcılarla yapılan üretimi tanımlamak için genel bir terim olarak karşımıza çıkmakta ve kimi zaman 3B baskı yerine kullanılabilir. Bu yöntem; toz, köpük, sıvı gibi çeşitli malzemeleri farklı şekillerde, katmanlar halinde birbirine ekleyerek, üst üste yığarak, ardından malzemeyi çeşitli yöntemlerle katılaştırılarak veya sinterleştirerek, fiziksel objenin inşa edilmesi ile yapılmaktadır.

“Hızlı prototipleme, (Rapid Prototyping) üç boyutlu bilgisayar modellerinin, elle tutulur gerçek nesnelere dönüştürülmesinde kullanılan yöntemlerin genel

adıdır.” (Özkol, 2009: 106). Tıpkı eklemeli üretim ve 3 boyutlu baskı gibi, hızlı prototipleme bu yeni üretim teknolojisinden bahsederken kullanılan bir diğer terimdir. Hızlı prototipleme yöntemleri çok çeşitlidir ve her biri farklı isimlerle anılırlar. SLA (Stereolithography), SLS (Selective Laser Sintering), LOM (Laminated Object Manufacturing), İnkjet Powder Printing, FDM (Fused Deposition Modeling), Paste Extrusion, Polyjet. Tüm bu saydığımız yöntemlerde, hem basılan malzemeler, hem de yığılma sistemleri birbirinden farklıdır. Kimisi toz malzemeyi ısıyla sertleştirirken kimisi de sıvı materyali UV ışınıyla sinterleyerek süreci sonlandırır. Harç yığılan sistemler ise, (FDM, Paste Extrusion ve Polyjet) macun kıvamındaki materyali bir uç yardımıyla üst üste püskürterek ve yığarak formu ortaya çıkarır. Herhangi bir tasarımın 3 boyutlu yazıcı ile basılabilmesi için ilgili programda, tasarımın modellenmesi gerekmektedir. STL ve bunun gibi uzantılarla oluşturulan dosyalarda tasarım yapıldıktan sonra tasarımın katmanlara bölünerek yazıcıya yollanması gerekmektedir. Son yıllarda 3B yazıcılar için kişiler kendi modellerini gerekli programlarda oluşturabildikleri gibi aynı zamanda hazır bir modeli veya var olan bir nesneyi de 3 boyutlu tarayıcılar vasıtası ile basılabılır ürün haline dönüştürebilmektedir. Günümüzde 3B tarayıcılarla, her türlü nesneden insana kadar tarama ve aktarma yapılabilmektedir.



Görsel 3. 3B yazıcı ile tarama yapılırken (<https://cdg.uk.com/3d/einscan-pro-3d-scanners/2352-einscan-pro-3d-scanner-shining3d.html>)

3 boyutlu tarayıcının genel işlevi, var olan bir nesneyi lazer teknolojisi kullanarak taramasıdır. Bu işlem bilgisayar ortamına, taranan nesnenin sayısal koordinatlarını kopyalaması şeklinde düşünülebilir. Tablo-3 de görüldüğü üzere tarayıcı, nesnenin dış hatlarını ve iç detaylarını, nokta bulutu şeklinde veri haline getirir ve bilgisayara aktarır. Bilgisayar ortamında belli bir programa aktarılan model üzerinde oynama yapılabilmektedir. İstenilen yerde istenilen şekilde değişiklik yapma olanağı sağlayan programlar, modelleme işlemi bittiğinde katmanlara ayrılıp, 3B yazıcılarda basılabilmektedir.

Tüm bu işlemlere, Tersine Mühendislik (Reverse Engineering) yani bir nesneyi kopyalamak, geliştirmek için parçalara bölmek süreci de denilmektedir ve 3B tarayıcılar tersine mühendisliğin bir adımı olarak görülmektedir. Bu sistem, ürünü hiç yoktan tasarlamak ve geliştirmek yerine var olanı en iyi haline dönüştürmek için uygun bir yöntem olarak benimsenmektedir. “Tersine mühendislik, bir sistemi sürekliliğini arttırmak amacıyla yeniden tasarlamak veya sistemin orijinal tasarım bilgilerine ulaşılmadan o sistemi kopyalamak için de kullanılır.” (Şahin, 2018:7). Bu yöntem içerisinde, sıfırdan bir ürün ortaya çıkarmanın maliyetlerinden kısılarak, daha verimli ve hızlı bir süreç elde edilir.

3B tasarım teknolojisinin avantajları şu şekilde özetlenebilir: son derece karmaşık, elle veya makinelerle üretilmeyecek grift biçimdeki obje veya nesnelerin üretimi, bu makinelerle mümkün olabilmektedir. Kalıpla üretilmeyecek formlar yazıcı ile basılarak üretilebilir hale gelmektedir veya geleneksel yöntemlerle el işçiliğiyle çok uzun sürede üretilmiş bir ürünü 3B tarayıcı ile tarayarak ardından da 3B yazıcı vasıtasıyla basarak, hem ürünün gelişim aşamaları incelenebilmekte hem de bu çok zahmet gerektiren ve şu anda üretimi mümkün olmayan formlar kısa süre içerisinde basılabilmektedir. Baskının alınacağı makine ve malzeme burada büyük önem taşımakla birlikte gün geçtikçe hem biçimlendirmede kullanılan malzemeler hem de baskıda kullanılacak makineler çeşitlenerek daha hızlı ve gelişmiş şekilde ürünler ortaya konulabilmektedir.

Teknolojinin imkan verdiği ölçüde son derece detaylı aktarımlara fırsat veren bu tarayıcılar ve yazıcılar; sanayi üretimi, otomotiv, müzecilik, restorasyon, yedek parça sektörü, ürün tasarımı, hediyeelik eşya, tıp, sağlık gereçleri ve protez, sanat, mimarlık ve yapı endüstrisi, oyun teknolojileri vb. gibi bir çok disiplin için vazgeçilmez bir hale gelmektedir.

Seramik Üretiminde 3 Boyutlu Baskı Kullanım Olanakları

3B baskı üretiminde yaygın kullanılan; polimer, metal, reçine vb. baskı malzemelerine uygun baskı makineleri, birçok sektör için şimdiden kolaylıkla ulaşılabilir olmuştur. Seramik alanında 3B baskı teknolojisinde, malzemenin özelleştirilmesi ve bu malzemeyi basabilecek makinelerin malzemeye adapte edilebilmesi sürecinin, çok hızlı bir ivme gösterdiği söylenemese de yeni üretim sistemleri ve malzemelerin geliştirilmesi adına son derece yenilikçi yapıya sahip bir sektör oluşturulmaktadır. Aynı zamanda, gelenekselleşmiş üretim yöntemlerinin daha ucuz ve kolay yapılabilmesine sağlayacağı katkı açısından da önem taşımaktadır.

Seramik üretimi ele alındığında, yüzlerce yıldır belirli ve standart bir üretim yöntemine sahip seramiğin malzemesi kildir. Kil, su ile karıştırılarak belirli bir yumuşaklığa ulaştıktan sonra çeşitli yöntemlerle şekillendirilir ve ardından çamurun belirli bir dirence kavuşacağı bisküvi pişirimi yapılır. Sırlandıktan sonra yeniden pişirilen seramik, hem maliyetli hem de kendine özel detaylı bir üretime sürecine sahiptir. Bu özelleşmiş üretim akışı dikkate alındığında, seramik alanında 3B yazıcıların kullanılmasının en önemli avantajı son derece karmaşık formları kısa sürede basabilmesi olsa da aslında çok köklü bir tasarım ve üretim geleneğine, yeni malzeme çeşitleri ve şekillendirme yöntemleri katmış olmasıdır.

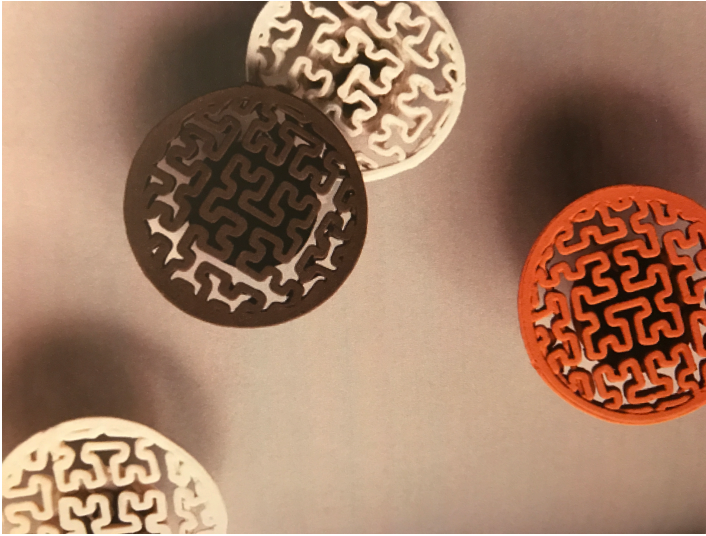
Günümüzde seramik endüstrisinde seri üretim adına henüz yaygın kullanılmayan 3B baskı teknolojisinin, seramikte kullanım olanakları üzerine birçok üniversite ve araştırma kurumunda çalışmalar halen sürdürülmektedir. Örneğin Hollanda'da bulunan Design Academy Eindhoven, Dutch Design Week kapsamında mezun öğrencilerinin projelerini sunmakla birlikte bunlar arasında 2015 yılında, bugünlerde 3B baskı teknolojisi alanında adını sıklıkla duyduğumuz Olivier Van Herpt'in "Functional 3D Printed Ceramics" projesini sergilemiştir. Bu proje, büyük boyutlu seramiklerin 3b baskı yöntemiyle basılmasında önemli bir rol oynamış ve 3B baskının seramik alanında adını duyurmasında öncülük etmiştir. Yine 2002 yılında kurulan, Unfold Tasarım Stüdyosu da ekibe ait yerel imalat birimlerinin küresel düzlemde ilişkilendirilmesi ve üç boyutlu baskı yöntemiyle seramik tasarımı ve üretimi üzerinde uygulama yaptığı "Stratigraphic Manufactory" projesini ilk kez İstanbul Bienalinde gerçekleştirmiştir. Sanatsal üretim ve tasarım konuları üzerine yoğunlaşan stüdyolar ve oluşumlar, çeşitli işbirliği toplulukları oluşturmakta ve projelerini, deneyimlerini, üretim yöntemlerini, küresel paylaşım ağları üzerinden paylaşmaktadır. Seramik üretiminin, bu tür deneysel inisiyatifler tarafından kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Seramik alanında 3B baskı üretiminde, üç çeşit yazıcı genel olarak kullanılmaktadır. İlki SLS yani Selective Laser Sintering adı verilen yazıcılardır. Bu makineler, pudra gibi toz halinde

bulunan seramik malzemesini, lazer ile tarayarak katmanlar halinde sertleştirir. Bu işlem, bir üretim yatağı içinde ilk katmanı sertleştirdikten sonra yatağın aşağı çekilerek üstüne yeni toz materyalin serilip, yine hedef alınan bölgenin sertleştirilmesi ve katmanların üst üste binerek ürünü ortaya çıkarması ile gerçekleşmektedir. Kanada’da bulunan Medalta, tarihi sit alanı, müze ve eğitim çalışmaları yapan bir organizasyon olarak, çeşitli etkinliklerde SLS yazıcısını kullanmakta ve 3B baskının yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Tablo-4’de Medalta’nın çeşitli organizasyonlarında 3B baskı makineleriyle ortaya çıkardığı grift seramik form görülmektedir. Geleneksel üretim yöntemleri ile seramikten üretilmesi imkansız olan formu, 2013 yılında sanatçı, tasarımcı ve araştırmacılarla üç hafta süren bir etkinlikte SLS yazıcısı ile üretmişlerdir. Medalta’nın çeşitli organizasyonlarda ortaya çıkardıkları çalışmalara dair görüntü kayıtları, röportajları ve dönütleri bu konuyu merak eden araştırmacıların internet üzerinde sıkça karşılaştığı bir referans haline gelmiştir.



Görsel 4. 3B SLS yazıcı ile Medalta etkinliğinde basılan form
(<http://www.editingluke.net/2013/05/3d-ceramic-printer-at-medalta.html>)

Yine Medalta gibi Aalto Üniversitesi de “Ceramics and Its Dimentions Shaping the Future” isimli bir projeye farklı sanatçıları bir araya getirerek 3B baskı üzerine deneyimlerini paylaşmışlardır. Projenin basılan kitapçığında, sergiler bölümünde yer alan Hilda Nilsson, “Hilbert Curve” ismini verdiği çalışmasında, Hilbert eğrisi ile oluşturulan yedi ayrı test baskısından, farklı malzemeler kullanarak karmaşık bir deseni basmanın mümkün olup olmadığını deneyimlemek için seramik malzeme araştırması yapmış ve sonuçları sergilemiştir (Makela, 2016:166).



Görsel 5. Hilbert Curve, Ceramics and Dimentions : Shaping the Future

(<https://drive.google.com/file/d/1XTewMPQDFKgei3U02U-LB-SWaMQyQuqn/view>)

Günümüzde 3B yazıcılarla seramik malzemenin en çok şekillendirildiği bir diğer yöntem FDM yani Fused Depozition Modelling, (Harç Yığılma) yöntemidir. Bu yöntemde, macun kıvamındaki çamurun bir başlıktan çıkarak üst üste yığılması ile formun katmanlar halinde ortaya çıkması sağlanmaktadır. Gerek seramik çamurunun yapısı, gerekse de üretim ve malzeme maliyetinin düşük olması açısından bu yöntem birçok kişi tarafından uygulanmaktadır. Stephen Hoskins, “3D Printing” kitabında, 3B baskının geçmişi ve görsel sanatlarla ilgili açıklamaları arasında, FDM

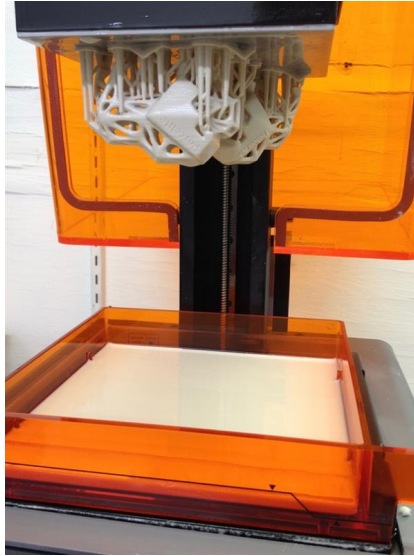
yazıcılarının, aslında seramikte elle şekillendirme yöntemlerinden biri olan Fitol (Coiling) tekniği ile çok yakından bağlantılı olduğundan bahsetmektedir. Fitol yöntemi seramiğin şekillendirilmesinde neolitik dönemden günümüze kadar en sık kullanılan tekniklerden biridir. FDM sistemi ile bu yöntem, modern bir uygulamaya dönüşmektedir (Hoskins, 2013: 15).

FDM yazıcısını, seramik şekillendirme konusunda ilk kez deneyimleyen ve en önemli sanatçılardan biri Jonatan Keep'dir. Keep, bir FDM yazıcısını alıp malzeme olarak seramik çamuru kullanmaya uygun hale getirmiştir. Kullandığı yöntemin aşamalarını ve kullandığı malzemeleri paylaşarak, 3B yazıcılarla seramik üretimi konusunda öncü olmuştur. Printing Things (2014)'de bahsedildiği üzere; sanatçı "Icebergs Series" isimli çalışmalarında, tıpkı doğadaki gibi görünürde rastlantısal olan formları, aslında bir çeşit algoritma kullanarak 3B yazıcılarla basmıştır. Sanatçı bu algoritmayı, her seferinde farklı formlar oluşturacak şekilde tasarlamış ve üretmiştir (Warnier vd. 2014:146).



Görsel 6. Jonathan Keep Icebergs Series (http://www.keep-art.co.uk/digital_icebergs.html)

Seramiğin 3B yazıcılar ile basılmasında kullanılan en yeni ve dikkat çeken yöntem ise SLA (Stereolithography)'dir. Bu yöntemde diğer iki yöntemden farklı olarak sıvı malzeme kullanılmaktadır. Üretim yatağına konulan sıvı malzeme, yatağın her katmanda aşağı inmesiyle yansıtılan ultraviyole ışığıyla katman katman basılmaktadır. Bu yöntem daha hassas basılmış çıktı çözünürlüğü ve uygulama sonrası fazladan düzeltme gerektirmediği için seramik alanı açısından önemli bir yeniliktir.



Görsel 7. SLA 3B yazıcı ile seramik basma işlemi yapılırken
(<http://www.3ders.org/articles/20160202-tethon-3d-releases-porcelite-ceramic-3d-printing-resin-for-sla-dlp-3d-printers.html>)

Son yıllarda 3B baskı yönteminin geliştirilmesi ile, malzeme mühendisleri 3B yazıcılar için sıvı reçineler geliştirmiştir. Bu reçinelerin bir çoğu SLA makinelerinde şekillendirildikten sonra pişirildiğinde seramiğe dönüşmektedir. Tethon 3D firmasının geliştirdiği “Porcelite” reçine ise şekillendirildikten sonra yüksek derecede pişirilerek porselene dönüşmektedir. SLA makinelerinde kullanılan bu reçinelerin en önemli avantajı daha iyi çözünürlükte baskı imkanı sağlamasıdır. Halen bu reçine kompozisyonları birkaç firma tarafından ticari olarak üretilmiş ve satışa sunulmuş durumdadır. Yeni malzemeler üzerine yapılan değerlendirmeler, her

birinin içeriğinin farklı olduğu bu kompozisyonların kullanım alanları arttıkça seri üretim için çığır açıcı olabileceği yönündedir.

SONUÇ

Geçmiş 1970'li yıllara dayanan ve çok da uzun bir süredir hayatımızda var olmayan bu teknoloji henüz keşif ve yaygın alanlarda geliştirilme aşamasında olmasına rağmen, hemen hemen her alanda kullanılabilir hale gelmiştir ve geleneksel üretime alternatif çeşitli yenilikler sunmaktadır. Baskı için kullanılan makineler, bu teknolojiye uygun kendi özel malzemelerini gerektirmektedir. Bu malzemelerin kompozisyonları ve formları, henüz her geleneksel alanda kullanım açısından uygun olmayabilir. Tüm bunlara rağmen, malzeme mühendisliği alanında materyallerin ileri teknolojiye uyumlu hale getirilmesi için çalışılmakta, her geçen gün yeni ürünler piyasaya sürülmekte ya da ticari olmayan özel malzemeler üretilmektedir. İlerleyen süreçte makine ve baskı malzemelerinin fiyatlarının düşmesi ve baskı süresinin kısalması ile bu yeni üretimin, seri üretim teknolojileri açısından daha kullanılabilir hale gelebilmesi mümkün görülmektedir. Tasarım ve sanat alanlarında teknolojinin sunduğu yenilikleri sergileyen başarılı işler yapılmakla beraber, gelecek günlerde bu sistemin daha da geliştirilmesi ve endüstri üretiminde yer alabileceği öngörülmektedir. Şimdiden Unfold, Emerging Objects gibi stüdyo ve tasarımcı kolektifleri 3B baskı ürünleri ile adlarını duyurmaktadırlar. 3B baskı, seramik alanında gerek malzeme gerekse de şekillendirme yöntemleri açısından bakıldığında büyük yeniliklere açık görünmektedir. Seramik, malzemeyle birebir ilişki kurulan bir sanat dalı olarak, 3B baskının bu disiplinde kullanılması ile bu ilişki farklı bir yöne evrilmektedir. Son yıllarda birçok serbest sanatçı veya topluluk bu teknolojiyi kullanmakta ve özgün ifade olanakları elde etmektedir.

3B baskı, tasarımın, modellemenin veya son müdahalelerin sanatçı tarafından yapılabilmesine açıktır. Dolayısıyla geleneksel üretim şekli olan seramiğin, dijital süreçlerinde, sanatçı ve tasarımcı her zaman etkin figürdür. Teknoloji tasarımı ve Ar-Ge tartışmalarının yapıldığı pek çok zeminde, öngörüler 3B baskı teknolojisinin gelecekte bireysel kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayacağı yönündedir. “Teknolojiyi yaratanlar toplumun ihtiyaç duyduğundan fazlasını yaratan hayalperestlerdir.” (Bayazit, 2011:81). Sanat ve tasarım perspektifinden bakıldığında ise bu teknoloji, tasarım ve üretim anlamında yeni bir kültür önermekte, demokratik bir fırsat sunmaktadır. Dijital çağ ile birlikte günümüzde internet küresel bir kültür biçimleyicisidir ve kısa süre içinde bugünkü yaygın kullanım işlevine sahip olmuştur. 3B baskı teknolojisini, yalnızca bir üretim biçiminden ziyade, yeni bir kültür tasarımı ve yeni bir formasyon işlevi olarak görmek gerekmektedir. İnsanlık kültürünün biçimlenmesinde en primitif köklere sahip seramik geleneğinin, bu güncel uygulamalar ve fütüristik öngörüler arasında yeni ufuklar öneriyor olması,

seramiğin teknolojik, sanatsal ve gündelik anlam ve işlevlerini yeniden değerlendirmek ve kullanmak açısından bizlere yeni perspektifler sunmaktadır.

KAYNAKLAR

Bayazıt, Nigan. (2011). *Endüstri Tasarımı Temel Kavramları*. İstanbul:İdeal Kültür Yayıncılık.

Hoskins, Stephen. (2013). *3d Printing For Artists, Designers And Makers*. Birleşik Krallık: Bloomsbury Publishing Plc.

Makela, Maarit. (2016). *Ceramics and its Dimentions: Shaping the Future*, Finlandiya: Aalto University Publication Series.

Özkol, Emre. (2009). İleri Seramik Malzemeler İçin Yeni Bir Üretim Tekniği Olarak Mürekkep Püskürtmeli Doğrudan Baskı Yöntemi. *Bilim-Teknoloji/Science-Technology*. No:26.

Şahin, Osman. (2018). *Tersine Mühendislik Yöntemi Plastik ile Enjeksiyon Kalıp Tasarımı ve Kalıp Dolum Parametrelerinin İncelenmesi*. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya.

Warnier, Verbruggen. (2014). Ehman, Klanten. *Printing Things: Visions and Essentials for 3D Printing*. Almanya: Gestalten Plc.

EK KAYNAKÇA:

Gramazio, Kohler, Langenberg, Verlag. (2014). *Fabricate: Negotiating Design & Making*. İsviçre: Deutsche Nationalbibliothek.

<http://www.3ders.org/articles/20170217-preserving-syrias-heritage-3d-printing-helps-restore-palmyra-busts-destroyed-by-isis.html> Erişim Tarihi- 01-05-2017

<http://www.3ders.org/articles/20160202-tethon-3d-releases-porcelite-ceramic-3d-printing-resin-for-sla-dlp-3d-printers.html> Erişim Tarihi- 07-05-2017

<http://www.edingluke.net/2013/05/3d-ceramic-printer-at-medalta.html> Erişim Tarihi- 07-11-2017

<http://unfold.be/pages/stratigraphic-manufactory> Erişim Tarihi-20-01-2018

<https://www.designboom.com/design/olivier-van-herpt-3d-printed-ceramics-design-academy-eindhoven-eat-shit-milan-design-week-04-28-2015/> Erişim Tarihi-25-01-2018