

TEKSTİL VE KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDE ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN KULLANIM OLANAKLARI

Mihriban KALKANCI¹
mkalkanci@pau.edu.tr

¹*Pamukkale Üniversitesi, Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Denizli, Türkiye.*

ÖZET

21. yüzyılda başlayan dördüncü endüstri devrimi ile üretimde, bilgi sistemleri ile koordine edilebilen, esnek ve hızlı üretim süreçleri ortaya çıkmaktadır. Günümüzde bu hızlı gelişmelere uyum sağlayan teknolojilerden biri de hızlı prototipleme teknolojisi olarak ortaya çıkan üç boyutlu (3B) yazıcılardır. Özellikle tıp, mimarlık ve görsel sanatlar alanlarında kullanılan bu teknolojilerin; askeriye, otomotiv, uzay araştırmaları, giyim, gıda ve eğitim alanlarında ise kullanımını giderek artmaktadır. Teknik olarak üç boyutlu yazıcılar, dijital ortamdaki bilgisayar destekli tasarım sistemlerini kullanarak somut nesnelere üretebilmektedir. Bu çalışmada tekstil ve hazır giyim alanında üç boyutlu yazıcıların kullanım alanları, avantaj-dezavantajları ve seri üretime uygunluğu araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3 Boyutlu Yazıcılar, Tekstil ve Konfeksiyon, Seri Üretim, İnovasyon.

ABSTRACT

With the fourth industrial revolution that started in the 21st century, flexible and fast production processes, which can be coordinated with information systems, gain great importance in production. Nowadays, one of the technologies that adapt to these rapid developments is the three-dimensional (3D) printers that emerged as rapid prototyping technology. These technologies are used especially in the fields of medicine, architecture and visual arts; military, space research, clothing, food and education. Technically, 3D printers can produce concrete objects using computer-aided design systems in digital media. In this study, the use of three-dimensional printers in textile and ready-to-wear areas, their advantages and disadvantages and their suitability for mass production were investigated.

Key Words: 3D Printers, Textile and Apparel, Mass Production, Innovation.

1. GİRİŞ

“Dijital Çağ” olarak bilinen “Üçüncü Teknoloji Devrimi” ile nükleer, bilgisayar, mikroelektronik, lazer ve genetik gibi alanlar gelişmiştir ve bu devrimin en belirgin özelliği bilişim teknolojilerindeki hızlı gelişmelerdir. Üretimden müşteriye teslim aşamasına kadar her aşamada faaliyet gösteren firmaların üretime odaklanarak daha ucuza, daha kaliteli üretim yapma isteği Endüstri 4.0’ın oluşumuna zemin hazırlamıştır. Sanayileşmenin 4. evresini tanımlamak üzere kullanılan Endüstri 4.0, nesnelere internete bağlanarak iletişim haline geçeceği, bu vesileyle akıllı üretimin gerçekleşeceğini ifade etmektedir. Akıllı üretim sürecine siber fiziksel sistemler, robotlar, 3d yazıcıların girmesiyle eski üretim anlayışı değişecek ve uzun yıllardır tartışılan esnek üretim devreye girecektir (Özsoylu, 2017).

2. ÜÇ BOYUTLU YAZICILAR

Modern dünyada, kişiselleştirilmiş eşyalara duyulan istek, tüm kültürlerde giderek yaygınlaşmaktadır. Ayrıca müşteriler, satın aldıkları ürünlerin üretimini görmeye de ilgi

göstermektedirler. Tekstil endüstrisinde de, modada mevcut trende ve ileri teknolojiye sahip kişisel olarak vücuda uyan giysiler de önem kazanmıştır. Üç boyutlu yazıcılar ve bu teknolojideki güncel gelişmeler, özellikle bir fikirden bitmiş ürüne giden yol oldukça kolay ve hızlı hale geldiğinde, bu gereksinimleri tam olarak karşılayabilecektir.

Üç boyutlu baskı, 1983 yılında Amerika’da Chuck Hull tarafından geliştirilmiştir. Üç boyutlu yazıcılar artık endüstriyel ve profesyonel kullanımın yanı sıra hobi sektörü için de kullanılabilir (Hausman ve Horne, 2014). 3 boyutlu baskı teknolojisi, yazıcıya gönderilen tasarım verilerine göre, katıların çeşitli şekillerde yapımına izin verir. Üç boyutlu bir nesneyi basmak için, yapısal veriler yazıcı için standart bir biçimde hazırlanmalıdır. Yapısal veriler, eğer orijinal nesne varsa üç boyutlu tarama prosedüründen veya söz konusu nesne gerçekte mevcut değilse, CAD programlarını kullanan tasarım programlarından elde edilebilmektedir (Gibson ve ark., 2015).

Üç boyutlu yazıcılarda “eklemeli üretim” yöntemleri kullanılmakta ve üretilmek istenen parça, malzemenin birbirine eklenmesiyle elde edilmektedir. Üç boyutlu yazıcılarda tasarım ve üretim aşamaları Şekil 1’de görülmektedir. Malzemenin katmanlar halinde üst üste yığılmasıyla, sıfırdan son ürünün ortaya çıkması sağlanmaktadır. Bu şekilde gerçekleştirilen üretime, üç boyutlu yazdırma denilmektedir. İstenen model, bilgisayar destekli bir tasarım (CAD) programı ile çizilebileceği gibi, üç boyutlu tarayıcılar vasıtasıyla, yazdırılacak objenin şeklini bilgisayarın anlayabildiği bir veri türüne tercüme ederek de oluşturulabilmektedir. Ardından bu model, yine bilgisayar ortamında ince, “dijital” katmanlar haline getirilir. Sonrasında bir platform üzerine, en alttaki katmandan başlayarak, adım adım, sıvı, toz, ya da ince yaprak yapısındaki malzemeler üst üste, kesitler halinde yığılarak parçanın ortaya çıkması sağlanır. Son olarak, CAD programındaki modelin dijital kesitlerine denk gelen bu katmanlar birbirlerine eklenerek, ya da yığma esnasında kaynaştırılarak parçanın son haline ulaşılır.

(<https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-uretiminde-cigir-acan-teknolojiler-uc-boyutlu-3d-yazicilar/1820>)



Şekil 1. Üç boyutlu nesne üretim süreci (Hopkinson ve ark., 2006).

Üç boyutlu yazıcılarda kullanılan yöntemler; Birleştirmeli yığma modeli – FDM (Fused Deposition Modelling), Poly Jet modeli (Eklemeli üretim – Additive modelling), Seçici Lazer Sinterleme - SLS (Selective Laser Sintering), Tarayarak Işıklı Kürleme Tekniği-SLA (Stereo

Lithography Apparatus), Tabakalı Yapıştırırmalı Parça İmalatı (LOM, Laminated Object Manufacturing) ve Bağlayıcı püskürtme tekniği (Binder Jet)'dir. Üç boyutlu yazılarda üretim süreci ise, modelleme, dilimleme, baskı ve üretim, baskı sonrası işlemler olarak sıralanmaktadır (Şahin ve Turan, 2018).

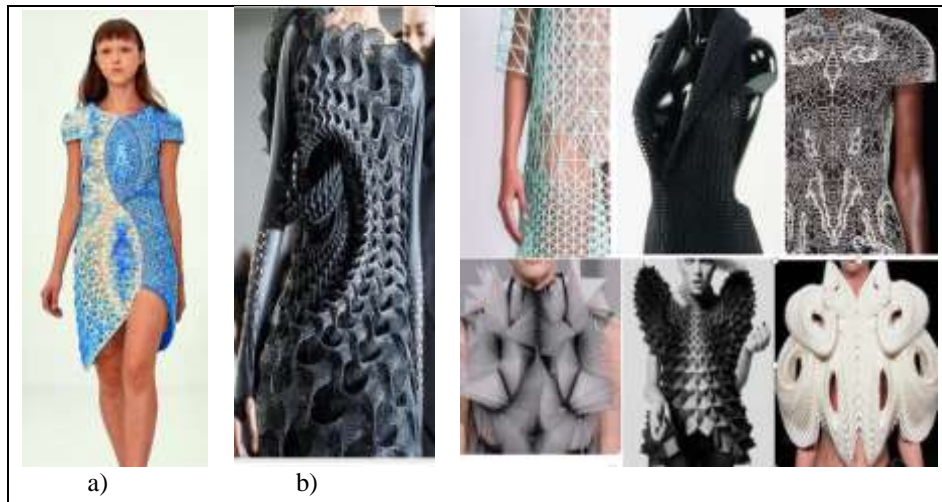
3. ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN KULLANIM ALANLARI

Dünyada üç boyutla ilgili çalışmalar eğitim, tıp, askeriye vb. hemen hemen her her alanda hızla ilerlemektedir. Yapılan bazı çalışmalarda yiyecek üretmeye başlayan yazıcılar vanilya, nane, elma, vişne ve kavun tatlarını şeker ve çikolatayla birleştirebilen ürünler üretmiştir. Tıp alanında da üç boyutlu yazıcılar ile yapay organ üretimi çalışmaları da sürdürülmektedir. (<http://www.dunya.com/3-boyutlu-yazici-gelistirdi-simdi-urununu-cinliler-satiyor-h.htm>)

Askeri alanda ise bakım onarım sırasında, bozulan ve kırılan parçaların yerine, üç boyutlu yazıcılardan çıkan parçaların kullanılabilmedir. Savaş alanına götürülecek bir üç boyutlu yazıcı, acil parça değişimlerini yapabilmekte ve hatta askerler için silahlar üretebilmektedir. Üç boyutlu yazıcılar, kişiye özel aksesuar üretimi, takı tasarımı gibi hobi alanlarında da kullanılmaktadır. (<http://www.dunya.com/savulun-uc-boyutlu-girisimciler-geliyor-htm>)

4. ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN TEKSTİL VE HAZIR GİYİM SEKTÖRÜNDE KULLANIM OLANAKLARI

Literatürde üretim yöntemlerine, kullanılan hammaddeye göre farklı sınıflandırmalar yapılsa da, temel olarak moda ve tekstil tasarımında bu yazıcıların kullanımı iki amaçla/şekilde olmaktadır. İlk olarak *giysi bütün olarak* bu yöntemle üretilebilmekte (Şekil 2, Şekil 3), ikinci olarak da tekstil yüzeyinde temel teşkil eden dokuma veya örme ile oluşturulmuş yüzeylere alternatif olabilecek, farklı bağlantı şekilleriyle bilinen *dokuma ve örme kumaşlara alternatif yüzeyler* (Şekil 4) elde edilebilmektedir (Yıldırım, 2017). Şekil 2'de üç boyutlu yazıcılarla üretilmiş ve farklı defilelerde sergilenmiş bütün giysi modelleri görülmektedir.

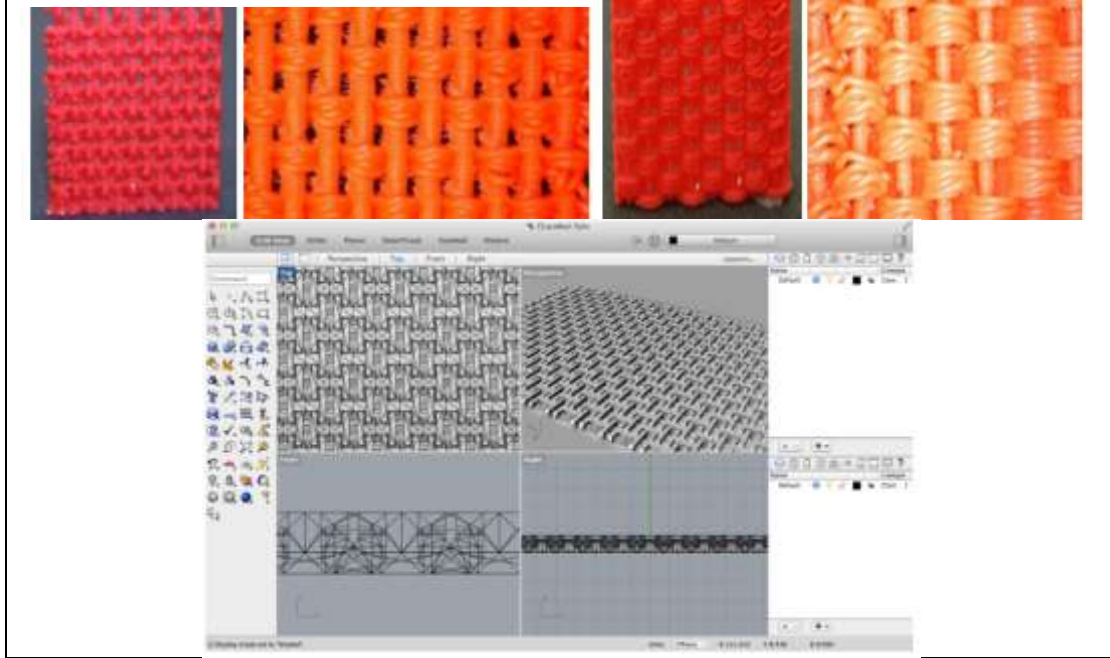


Şekil 2. Travis Fitch tarafından tasarlanan New York Moda Haftası İlkbahar / Yaz 2017 "Quantum Vibrations" koleksiyonunda sergilenen üç boyutlu elbiseler "Oscillation"(a) ve "Pangolin"(b).

(<http://blog.stratasys.com/2016/09/15/3d-printed-dress-oscillation-new-york-fashion-week/>)

Geleneksel olarak üç boyutlu baskı ile bir araya getirilen modeller katı bir davranış sergilemektedir, ancak yeni projeler nesnelerin şekline ve hareketine uyum sağlayan esnek yapılar yaratmayı amaçlamaktadır. Sonuçlar, gevşek zincir benzeri yapılar veya katı tekstil

görünümlü yapılarıdır (Melnikova ve ark., 2014). Son zamanlarda yapılan bir araştırma, bir lazer sinterleme (SLS) ile üç boyutlu yazıcıda esnek atkı örme yapılar oluşturmanın mümkün olduğunu bildirmiştir (Timmermans ve ark., 2015). Shankar College mezuniyet defilesinde sunduğu, FDM tipi üç boyutlu yazıcılarla poliamid kullanarak yaptığı giysilerde esnek yüzeyler elde etmeyi başarmıştır (Mariott, 2015). Şekil 3’te dokuma ve örme yüzeylere alternatif olarak tasarlanmış yüzey örnekleri ve dijital ortamda tasarım çalışmaları görülmektedir.



Şekil 3. Dokuma veya örme ile oluşturulmuş yüzeylere alternatif üç boyutlu yapı örnekleri (Partsch ve ark., 2015, <http://fabtextiles.org/category/3d-print/>)

Üç boyutlu yazıcılar için kullanılan hammaddeler metal, seramik tozu, fotopolimer sentetik maddeler, termoplastik sentetik polimerler, PLA (Polilaktik Asit), ABS (Akrilonitril Butadin Stiren) ve son zamanlarda da naylondur. Bu tür yazıcılar, termoplastik polimerleri, bir düze boyunca baskı yerine eriterek ve ekstrüzyon yaparak dizeler halinde işler. Endüstriyel yazıcılarda, termoset işleme uygun malzemelerin yanı sıra metal, seramik veya fosil reçineleri kullanmak da mümkündür. Tekstil ve hazır giyim sektöründe de benzer malzemeler kullanılmakta olup Tablo 1’de kullanılan hammaddeler ve üretim yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

Tablo 1. Üç boyutlu yazıcılarda üretilmiş giysilerde kullanılan çeşitli hammaddeler ve üretim yöntemleri (Yap, 2014; Yıldırım 2016).

Eklemeli Üretim Tekniği	Mekanizma	Hammadde	Giysi Örnekleri
Eriyik bütünleşmeli /eklemeli tip üç boyutlu yazıcılar (FDM)	Termoplastik materyal eritilerek düze başlığından katman olarak önceki katmanın üzerine eklenir.	1.ABS 2.PLA 3.Esnek PLA	Uluslararası Singapur üç boyutlu yazıcı yarışmasını kazanan çalışma (2013)
Lazer Sinterleme (SLS)	Toz materyal içerisinde katmanlar lazer ile eritilerek birleştirilir.	1.Poliamid	1. Freedom of Creativity tarafından tasarlanmış üç boyutlu yazıcı ile üretilmiş ilk elbise (2000) 2.Iris Van Herpen, “Cristalyzation” ve “Escapism” (2010-2011) 3. Iris Van Herpen, “Voltage: Balck Dress”(2013)

PolyJet	İnce bir tabaka	1.Farklı sertlik değerlerinde multi-materyaller	1. Iris Van Herpen, “Voltage: Cape and skirt”(2013)
---------	-----------------	---	---

Üç boyutlu yazıcılarla hazır giyim ürünleri üreten diğer bir marka da; İskoçya markası Pringle of Scotland'dır. (Şekil 4). Marka Kreatif Direktörü Massimo Nicosia, mimar ve materyal bilimci Richard Beckett ile Sonbahar/Kış 2014 hazır giyim koleksiyonu için üç boyutlu yazıcılarla kumaşlar üretmek için işbirliği yaparak bir çalışma başlatmıştır. Bu çalışmada amaç geleneksel dokuma kumaş gibi akıcı hareket edecek bir kumaş oluşturmaktır. Kumaşlar EOS Formiga P100 SLS tipi yazıcı kullanılarak poliamid'den üretilmiştir (Yıldıran, 2016; Beckett, 2014).



Şekil 4. Üç boyutlu yazıcı ile üretilen yüzey örnekleri ve giysi uygulamaları (Pringle of Scotland, Sonbahar /Kış 2014 Hazır Giyim Koleksiyonu)

Üç boyutlu yazıcılarla üretilen tasarımlar (Şekil 5), giysinin tamamında kullanılabilirdiği gibi *süsleme amaçlı ya da aksesuar* olarak da kullanılabilir. Aynı zamanda bu üretimler, ayakkabı ve takı alanlarında da kullanılmaktadır. Özellikle ayakkabıda kişisel tarama ile ayağa tam uyan ayakkabı ve ayakkabı tabanları üretilmektedir. 2013'ün en iyi inovasyonları ödülünü alan New Balance, bu teknoloji ile sporcuların gereksinimlerini en üst düzeyde karşılamak için, firmanın araştırma laboratuvarında her sporcunun biyomekanik verisini (azami güç, ayak basıncı gibi) kaydetmiş ve atletlerin verdiği geri bildirimleri birleştirip üç boyutlu yazıcı kullanarak krampon plakasını plastikten katman katman basarak üretmiştir (Karahaneler, 2014).



Şekil 5. Üç boyutlu yazıcılarda üretilmiş giysi ve kumaş deseni örnekleri

Konfeksiyon ve hazır giyim sektöründe; *üç boyutlu simülasyon sistemleri ve üç boyutlu yazıcıların kombinasyonu ile yapılan çalışmalar* da önem kazanmaktadır. Genellikle üretim aşamasından önce beden ölçülerinin üç boyutlu tarama sistemleri ile belirlenmesi ve bedene

uyan avatarların üç boyutlu yazıcılar vasıtasıyla çıkarılarak tasarlanan modelin denemesi bu avatar üzerinde yapılmaktadır (Spahiu ve ark., 2016). Giysinin gerçek model üzerine ve ölçeklendirilmiş üç boyutlu baskılı gövde modeline önden ve arkadan görünümüne göre test edilmesi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Gerçek beden modeli ve ölçekli üç boyutlu baskılı gövde modeli ön ve arka görünümü (Spahiu ve ark., 2016).

Giysi simülasyonu için kullanılan üç boyutlu gövdeli modeller, üç boyutlu lazer tarama sistemi ile üretilmiştir (Spahiu, 2014). Taranan kişinin üç boyutlu minyatürünü oluşturmak için üç boyutlu yazıcı kullanılır. Giysi uyum değerlendirmesi sanal ve gerçek beden modelinde yapılır. Konfeksiyonun gerçek, sanal ve ölçeklendirilmiş üç boyutlu baskılı modellere göre değerlendirilmesi ve karşılaştırılması, sanal giysi simülasyonunun güvenilirliğini ve üç boyutlu baskı teknolojisinin hazır giyim endüstrisinde olası kullanımına örnek oluşturmaktadır.

Üç boyutlu gövdede sanal giysi tasarımı, simülasyon ve kumaş ile ilgili sorunların hızla kontrol edilmesine ve giysinin uygunluğunun değerlendirilmesine yardımcı olur. Bu, üç boyutlu pencereye (Spahiu, 2014) yansıyan kalıp değişiklikleri arasındaki sürenin kısaltılmasına da yardımcı olur. Moda endüstrisinde kullanılan yeni bir teknoloji olarak üç boyutlu baskı teknolojisi, tasarımcının üretilmediği zaman bile bir kıyafeti neredeyse gerçekleştirmesini ve göstermesini sağlar. Aynı zamanda hazır giyim modellerinin üç boyutlu vücut modellerine göre sanal uygunluğu değerlendirilebilmekte ve hazır giyim uyumunu iyileştirmek için değişiklikler yapılabilmektedir (Jovanova, 2015). Giysilerin uygunluğunu değerlendirmek için prototip üretimi zaman alıcıdır ve yüksek maliyetlidir. Antropometrik verilerin dijital olarak çıkartılması avatar kişiselleştirme ve giysi uyumunun test edilmesi için kullanılabilir (Spahiu, 2015).

Moda tasarımcılarının, gerçek giysi üretiminden önce giysinin uygunluğunu test etmek için üç boyutlu baskılı ölçekli gövde modellerini kullanması farklı bir kullanım olanağıdır.

5. SONUÇLAR

21. yüzyılın üretim tekniği olarak tanımlanan üç boyutlu yazıcılar ile tekstil, moda ve hazır giyim sektöründe dokuma, örme ve dokusuz yüzey tekniklerine alternatif olarak karmaşık yüzeylerin elde edilmesi mümkündür. Günümüzde kullanım alanlarına göre, üç boyutlu yazıcıların aşağıdaki şekillerde uygulamaları giderek yaygınlaşmaktadır.

- Üç boyutlu yazıcıdan elde edilmiş bütün giysi tasarımı
- Üç boyutlu yazıcıdan elde edilmiş ürünün aksesuar ve yardımcı malzeme olarak kullanılması
- Spor teknik tekstilleri gibi özel ürünlerde kişiye özel parçaların üretilmesi

- Dokuma ve örme kumaşlara alternatif olarak yeni karmaşık kumaş yüzeyleri elde edilmesi
- Konfeksiyon sektöründe üç boyutlu yazıcıdan elde edilmiş avatarların birebir ölçekli gövde şeklinde çıkarılarak tasarlanan modelin uygunluğunun denenmesi

Üç boyutlu yazıcıların en büyük avantajı, tekstil ve hazır giyim sektöründeki yüksek emek yoğun ihtiyacın ve uzun üretim süreçlerinin azalmasıdır. Aynı zamanda üç boyutlu baskı teknolojisi, maliyet azaltma ve daha geniş bir teknoloji yelpazesıyla, tasarımcıların yenilikçi parçalar yaratması için bir araç olma eğilimindedir. Önümüzdeki günlerde üç boyutlu yazıcılar ile üretilmiş giysilerdeki sertlik, rijitlik ve konfor, gibi problemler çözüldüğünde geleneksel kumaşlara ve yöntemlere alternatif yüzeyler ve hızlı üretim süreci ile avantajlar elde edilecektir. Üç boyutlu yazıcılarla uygulamalardaki bir sorun kullanılan hammaddelerdir. Genellikle sentetik bazlı materyallerden üretilen üç boyutlu ürünler geleneksel hammaddelerden beklenen özellikleri karşılayamamaktadır. Bu sorunların çözümü için son zamanlarda yeni teknolojik çalışmalar yapılmaktadır.

Son yıllarda, giyim sektöründe dijital baskı ve lazer kesim teknolojisi gibi teknoloji kullanımı ve bu tekniklerden üretilen giysi ve ürünler giderek artmaktadır. Bunun gibi üç boyutlu yazıcılar endüstriyel olarak yayıldıkça tekstil, hazır giyim ve moda tasarımında yeni uygulamalar giysi, çanta ve ayakkabı gibi aksesuarlarda karşımıza daha sık çıkacaktır. Yıllar geçtikçe, üç boyutlu yazıcıdan üretilen giysiler, 2000'deki Black Drape Dress'ten bu yana, birçok değişikliğe uğramıştır. Bu yöntemle elde edilen ürünlerdeki konfor ve rahatlık açısından giyilebilir ürünlerin elde edilmesi ve bu ürünlerde esneklik, hareket, dokunsal ve görsel farklılık gibi özellikleri belirleyen teknolojik yenilikler gerçekleşecektir. Özellikle üç boyutlu yazıcıdan elde edilen teknik tekstiller ile entegre edilmiş ürünler tekstil teknolojisinde yenilikçi ürünler olarak karşımıza çıkacaktır.

REFERANSLAR

Gibson, I. & Rosen, D. & Stucker B.: Additive Manufacturing Technologies, Springer, ISBN 978-1-49392112-6, New York, (2015)

Hausman, K. & Horne, R.: 3D Printing For Dummies, John Wiley & Sons, Inc., ISBN 978-1-118-66075-1, Hoboken, (2014)

Hopkinson, N., Hague, R., & Dickens, P. (Eds.). (2006). Rapid Manufacturing: An industrial Revolution for the Digital Age. John Wiley & Sons.

Jovanova, B. P. M. P. F. , "The Role of Interoperability in Virtual Worlds, Analysis of the Specific Cases of Avatars," Journal of Virtual Worlds Research- Interoperability in VWs , vol. 2, no. 3, 2009.

Karahanlar, Ü. (2014). Dokuma ve Örme Tekstiller Üzerinde Akıllı Uygulamalar, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kemal ŞAHİN, B. Onur TURAN, Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Analizi, Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, Volume 2 Issue 2, July 2018.

Melnikova, R. & Ehrmann A. & Finsterbusch K.: 3D Printing of Textile-based Structures by Fused Deposition Modelling (FDM) with Different Polymer Materials, (2014) Global Conference on Polymer and Composite Materials (PCM 2014) IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 62 (2014) 012018 doi:10.1088/1757-899X/62/1/012018

Özsoylu, A.F., 2017, Endüstri 4.0, Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 21(1),41-64.

Partsch L. N., S. Vassiliadis And P. Papageorgas, 3d Printed Textile Fabrics Structures, 5th International Istanbul Textile Congress 2015: Innovative Technologies “Inspire to Innovate” September, 11th -12th 2015, Istanbul, Turkey.

Spahiu, T., N. Grimmelsmann, A. Ehrmann, E. Shehi and E. Piperi, On the Possible Use of 3D Printing for Clothing and Shoe Manufacture, 7th International Conference of Textile, 10-11 November 2016, Tirana, Albania.

Spahiu, T., E. Shehi and E. Piperi, "Extracting Body Dimensions from 3D Body Scanning," in 6th International Conference of Textile, Tirana, Albania, 2014.

Spahiu, T., E. Shehi and E. Piperi, "Advanced CAD/CAM Systems for Garment Design and Simulation," in 6th International Conference of Textile, Tirana, Albania, 2014.

Spahiu, T., E. Shehi and E. Piperi, "Personalized avatars for virtual garment design and simulation", International Journal of Education, Science, Technology, Innovation, Health and Environment, Vol. 01, no. 03, pp. 56-63, 2015.

Timmermans, M., Grevinga, Th.; Brinks, G. J.: Towards 3D Printed Textiles, Proceedings of 15th Autex World Textile Conference, Bucharest Romania, June 2015

Yap, Y. L. (2014), Additive Manufacture Of Fashion And Jewellery Products: A Mini Review: This Paper Provides An Insight Into The Future of 3D Printing Industries for Fashion and Jewellery Products, Virtual and Physical Prototyping, Vol. 9, No. 3.

Yıldırım, M., Moda Giyim Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcılarla Tasarım ve Üretim, Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Hakemli Dergisi ART-E Mayıs-Haziran'16 Sayı:17, ISSN 1308-2698.

Yıldırım, Mine. Üç Boyutlu Yazıcılar İle Moda Ürünlerine Yönelik Yüze Tasarımları. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniv. GSE, Antalya. 2017.

İnternet Kaynakları

[https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-uretiminde-cigir-acan-teknolojiler-uc-boyutlu-\[3d\]-yazicilar/1820](https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-uretiminde-cigir-acan-teknolojiler-uc-boyutlu-[3d]-yazicilar/1820)(erişim tarihi: 21.04.2019)

<http://blog.stratasys.com/2016/09/15/3d-printed-dress-oscillation-new-york-fashion-week/>erişim tarihi: 21.04.2019)

<http://blog.stratasys.com/2014/08/28/noa-raviv-3d-printing-fashion/> (erişim tarihi: 21.04.2019)

Beckett, R.,(2014). 3D-printed fabrics by Richard Beckett Woven into Pringle of Scotland's Ready to Wear Garments, <http://www.dezeen.com/2014/02/17/3d-printed-fabrics-byrichard-beckett-woven-into-pringle-of-scotlands-ready-to-wear-garments/>, Dezeen magazine, (Erişim tarihi: 21.05.2019).

“Dünya Gazetesi”, “3 boyutlu yazıcı geliştirdi şimdi ürününü Çinliler satıyor” <http://www.dunya.com/3-boyutlu-yazici-gelistirdi-simdi-urununu-cinliler-satiyor-220159h.htm> (erişim tarihi: 21.04.2019)

“Dünya Gazetesi”, “Savulun 3D Girişimciler” <http://www.dunya.com/savulun-uc-boyutlu-girisimciler-geliyor-222827h.htm> (erişim tarihi: 21.04.2019)

<http://fabtextiles.org/category/3d-print/>

Mariott, H., (2015), Are We Ready to 3D Print Our Own Clothes?, <http://www.theguardian.com/fashion/2015/jul/28/are-we-ready-to-print-our-own-3dclothes> (Erişim tarihi: 21.04.2019).