

ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article)

3B Yazıcıların Tekstil ve Moda Sektöründe Kullanımına Örnek Bir Çalışma

An Example Study on The Use of 3D Printers in The Textile and Fashion Industries

DOI: 10.54976/tjfdm.1433356

Egehan Demir¹,
Orcid: 0009-0002-0759-4588

Selda Kozbekçi Ayrıncı²,
Orcid: 0000-0003-1031-9667

Alınış (Received): 07.02.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 27.02.2024

ÖZ

Teknolojinin gelişimiyle kitlesel olarak özelleştirilmiş ve kişiselleştirilmiş ürünlere artan ilgiyle birlikte 3B yazıcılar pazardaki çeşitli paydaşlardan büyük ilgi görmektedir. Bu teknoloji dünya çapında giderek gelişmekte ve kullanım alanları bu gelişmeyle birlikte yaygınlık kazanmaktadır. Dijital üretim adı verilen yeni bir üretim yöntemi olarak 3B yazıcılar tarım, sağlık, otomotiv ve havacılık endüstrilerinde toplu özelleştirme, her türlü tasarımın üretiminde esneklik, düşük maliyet ve zaman tasarrufu sağlamasından dolayı giderek daha fazla kullanılmaktadır. Çevreye büyük zarar veren sektörlerden olan moda ve tekstil sektöründeki arayışa karşılık gelen 3B yazıcılar sürdürülebilirlik adına bir umut ışığı olarak görülmektedir. 3B yazıcılar, geleneksel üretim yöntemlerine kıyasla önemli avantajlar sunarak moda tasarımında devrim niteliğinde bir değişim sağlamaktadır. Tasarımcılara sınırsız yaratıcılık imkânı sunarken, aynı zamanda geleneksel üretim süreçlerinde karşılaşılan kısıtlamaların ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada 3B yazıcılar ve moda endüstrisinde kullanımı incelenerek örneklerle anlatılmış ve bu teknolojinin moda endüstrisindeki önemi üzerinde durularak bir uygulama çalışmasına yer verilmiştir.

¹MSc Student, Graduate School of Social Sciences, Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye

²Assoc.Prof., Faculty of Fine Arts, Department of Fashion Clothing Design, Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye

Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Egehan DEMİR
egedemr@outlook.com

ABSTRACT

With the increasing interest in mass customized and personalized products with the development of technology, 3D printers are attracting great interest from various stakeholders in the market. This technology is gradually developing worldwide and its areas of use are becoming widespread with this development. As a new production method called digital manufacturing, 3D printers are increasingly used in agriculture, healthcare, automotive and aerospace industries for mass customization, flexibility in the production of all kinds of designs, low cost and time savings. 3D printers are seen as a beacon of hope for sustainability, responding to the search in the fashion and textile sectors, which are among the sectors that cause great damage to the environment. 3D printers provide a revolutionary change in fashion design by offering significant advantages compared to traditional production methods. This provides designers with unlimited creativity, while at the same time eliminating the limitations encountered in traditional production processes. In this study, 3D printers and their use in the fashion industry are examined and explained with examples and an application study is included by emphasizing the importance of this technology in the fashion industry.

Anahtar Kelimeler:

3 Boyutlu Yazıcılar, 3 Boyutlu Modelleme, Giyilebilir Ürünler, 3 Boyutlu Teknoloji, Dijital Moda

Keywords:

3D Printing, 3D Modeling, Wearable Products, 3D Technology, Digital Fashion

Kaynak gösterimi: Demir, E., Kozbekçi Ayrıncı, S. (2024). "3B Yazıcıların Tekstil ve Moda Sektöründe Kullanımına Örnek Bir Çalışma", *Turkish Journal of Fashion Design and Management (TJFDM)*, 2024, 6(1):23-44, doi: 10.54976/tjfdm.1433356

How to cite: Demir, E., Kozbekçi Ayrıncı, S. (2024). "An Example Study on The Use of 3D Printers in The Textile and Fashion Industries", *Turkish Journal of Fashion Design and Management (TJFDM)*, 2024, 6(1):23-44, doi: 10.54976/tjfdm.1433356

Giriş

3B yazıcılar eklemeli üretim olarak da adlandırılan art arda malzeme eklenmesiyle geometrik bir temsilden fiziksel nesnelere oluşturan dijital fabrikasyon teknolojisidir (Shahrubudina, Leea ve Ramlana, 2019). 1970'lerden bu yana 3 boyutlu yazıcıların varlığına dair kanıtlar olmasına rağmen, 2000'li yılların başlarına kadar gelişme göstermemiş, ilk uygulamalar endüstriyel aletlerin hızlı prototiplenmesi ve geleneksel üretimi ile kalmıştı. Ancak 1980'li yıllardan 2000'li yıllara kadar gelişim gösterse de kullanımları yalnızca 3D Systems, Object Geometries ve Stratasys gibi şirketlerin yürüttüğü araştırma ve geliştirme amaçlarıyla sınırlıydı (Chakraborty ve Biswas, 2020).

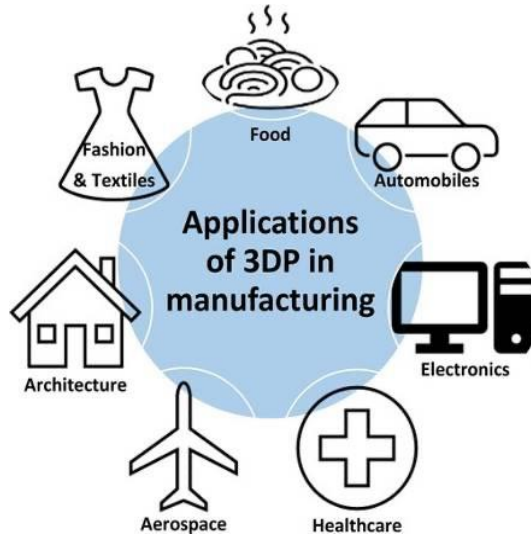
3B baskı teknolojisi, doğrudan bir bilgisayar destekli tasarım (CAD- Computer Aided Design) modelinden, malzemenin katman katman biriktirilmesiyle bir nesne oluşturmaktadır. Modellenen ürünlerin üretiminde genellikle, termoplastikler ve reçineler kullanılmaktadır. Üretimin bitişi ardından, gerek duyulması halinde, üretim desteklerinin sökülmesi, zımparalanması, ısıyla şekil verilmesi, boyanması vb. gibi son işlemler yapılabilmektedir. 3B yazıcılarda karmaşık ürünleri geliştirmek için yalnızca 3B veri dosyalarına ve ham maddelere ihtiyaç duyulduğundan, üretim ve teslimatta daha az zamana ihtiyaç duyulur ve daha az atık oluşur. CAD dosyalarının kullanımı, tasarımların ayarlanmasını daha kolay ve daha verimli hale getirerek, işletmelerin birden çok prototipi hızlı bir şekilde geliştirmesine ve bireyin tasarım ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş ürünler oluşturmaya olanak tanır. Ayrıca, yalnızca talep üzerine istenen üretimin yapılması gerektiğinden, kullanılmayan envanter miktarını azaltarak işletmelere fayda sağlar (Vanderploeg, Lee ve Mamp, 2017). Günümüz toplumunda kitlesel olarak özelleştirilmiş ve kişiselleştirilmiş ürünlere artan ilgiyle birlikte, 3B yazıcılar tarım, sağlık, otomotiv, lokomotif, havacılık, elektronik, mimari modeller ve spor malzemeleri gibi farklı alanlarda kitlesel özelleştirilmiş ürünler oluşturmak adına çeşitli disiplinlerden büyük ilgi görmektedir.

3B yazıcı teknolojisinin güçlü gelişimi, tekstil ve moda endüstrilerinde de daha yenilikçi ve özelleştirilmiş tasarımların önünü açarak çok sayıda moda perakendecisi ve tasarımcının prototipler, özel ürünler ve sanatsal parçalar ortaya koymasına imkan sağlamaktadır (Vanderploeg, Lee ve Mamp, 2017). Günden güne yaşanan teknolojik gelişmeler ile birlikte, yeni nesil malzemeler ve üretim anlayışları ortaya çıkmıştır. Bu noktada, 3B yazıcılar, tasarım sınırsızlığı ve üretim kolaylığı bakımından büyük bir önem kazanmıştır. Tekstil ve moda sektörlerinde bir devrim yaratan bu teknoloji sayesinde, giyim ürünlerinin tasarım ve üretim süreçleri daha hızlı ve verimli hale gelmiş, tasarımlardaki geleneksel yöntem kalıpları yıkılmıştır. Bununla birlikte, 3B yazıcılar sayesinde moda endüstrisi sürdürülebilirlik açısından da büyük bir adım atmaktadır. Geleneksel üretim yöntemleri, atık üretimine, fazla enerji tüketimine ve kaynak israfına yol açarken, 3B yazıcılarla üretim yapıldığında malzeme israfı minimuma inmekte ve üretim sürecindeki enerji tüketimi azalmaktadır. Bu çalışmada, 3B yazıcıların tekstil ve moda tasarımı arasındaki ilişki incelenmiş ve bu teknolojinin moda endüstrisindeki önemi üzerinde durularak örnek bir çalışma hazırlanmıştır.

Moda Endüstrisinde Kullanılan 3B Baskı Yöntemleri

Üç boyutlu baskı (3BB), üretim alanındaki modern yaklaşımlardan biridir. Bu süreç oldukça uzun zamandır bilinmesine rağmen, yeni gelişmeler farklı imalat sektörlerindeki uygulama potansiyelini ortaya çıkarmıştır (Dip et al., 2021).

3B baskı teknolojisi maliyet verimliliği, sürdürülebilirlik, atık iyileştirme ve malzeme seçimleri ve tasarıma yeniliğin dahil edilmesi olmak üzere ürün tasarımına yönelik avantajlar sağlayan eklemeli üretim olarak da tanımlanmaktadır (Chakraborty ve Biswas, 2020). 3B yazıcıların kullanımı, moda endüstrisi de dahil olmak üzere bir dizi endüstride artmaktadır. 3B baskı teknolojisi, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) teknolojisinin birleşiminin gelişmiş bir şeklidir. Sıvı veya katı maddeler kullanılarak dijitalleştirilmiş bir model katmanlar halinde işlenerek son ürün veya bunun bir parçası haline alır (Chakraborty ve Biswas, 2020). Bugün 3B yazıcılar, tıbbi ve dişçilik parçaları, elektronik ve ev aletleri için yedek parçalar, mimari modeller ve spor ekipmanları gibi kitlesel olarak özelleştirilmiş ürünler için kullanılmaktadır (Şekil 1.).



Şekil 1. 3BY'nın endüstriyel uygulamaları

Figure 1. Industrial applications of 3DP (Dip et al., 2021).

Moda eğilimlerindeki hızlı değişim ve müşteri çeşitliliğine göre özelleştirilmiş ürünlere yönelik talebin yüksek olması nedeniyle, 3B yazıcı teknolojisiyle tekstil üretimindeki araştırmalar daha da önemli hale gelmiştir. 3B yazıcılardan elde edilen tekstiller, çeşitli 3B baskı teknolojilerine veya malzemelerine bağlı olarak farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Bununla birlikte, esneklik, giyilebilirlik, çekme mukavemeti ve aşınma direnci gibi giysi taleplerini karşılayan 3B baskı tekstilleri üretmek zordur. Bu nedenle moda endüstrisindeki 3B yazıcılarının diğer endüstrilerle karşılaştırıldığında nispeten dar bir uygulama yelpazesi vardır (Kim & Kim, 2018). Ancak geleneksel üretim süreçlerine kıyasla tasarım sürecinin kısalması, depolama, paketleme ve nakliyye ortaya çıkan düşük maliyetler avantaj olarak ön plana çıkmaktadır (Vanderploeg, & Mamp, 2017). Giysiler geleneksel olarak kumaş panellerin kesilmesi ve dikilmesi de dahil olmak üzere işlemlerin bir kombinasyonu yoluyla yapılır (Tyler, 2019). Günümüzde 3B

yazıcıların gelişmesiyle 'kes ve dik' işlemini uygulama ihtiyacını ortadan kaldıran komple giysiler yapılabilmektedir. Örneğin, bir giysinin 3 boyutlu parçaları özel bir 3B yazıcıda basılabilir ve daha sonra tam bir elbise oluşturacak şekilde birleştirilebilir (Spahiu et al., 2020).

3B yazıcılar, moda endüstrisinde tüketicilere etkileşimli bir seçim odaklı deneyim sağlayan prototipler, özel tasarım eserler ve özelleştirilebilir ürünler geliştirmek için kullanılır. Yaygın olarak kullanılan 3B yazıcı malzemeleri arasında cam, seramik, metaller, mum, kum, polimerler ve reçineler bulunur. Kullanılan 3B baskı yöntemine bağlı olarak, bu malzemeler sıvı, katı, toz veya gaz formlarında kullanılabilir. Pamuk, naylon polimerler ve deriler dahil olmak üzere doğal ve sentetik liflerden yapılmış 3B yazıcı malzemeleri de mevcuttur.

3B yazıcı malzeme bilimi ilerledikçe, tekstil elyaflarından yapılan malzemelerin artarak tanıtımlarının da yapılacağı tahmin edilmektedir. Örneğin, tekstil şirketi TamiCare, doğal lateks, silikon, poliüretan ve Teflon dahil olmak üzere sıvı polimerlerin yanı sıra pamuk, suni ipek ve poliamid dahil olmak üzere tekstil liflerini kullanarak kumaşlara baskı yapan Cosyflex™ adlı bir 3B yazıcı teknolojisi geliştirmiştir. Moda ürünlerine en uygun 5 olası 3B baskı yöntemi arasında SL, SLS, FDM, PolyJet ve binder püskürtme yer almaktadır (Şekil 2.). Tasarımcıların göz önünde bulundurması gereken her yöntemle ilgili avantajlar ve dezavantajlar da vardır (Vanderploeg, Lee ve Mamp, 2017).



Şekil 2. ASTM Standardı F2792'ye göre 3B baskı tekniklerinin yedi ana kategorisi (Dip et al., 2021)

Figure 2. Seven principal categories of 3DP techniques according to the ASTM Standard F2792

Anlaşılabacağı üzere günümüzde laboratuvar ölçeğinde çok çeşitli 3B yazıcılar mevcut olup bunların büyük çoğunluğu boyutları ve baskı alanı küçük olan 3B yazıcılar ve büyük ölçekli üretim uygulamaları için ticari kullanıma yöneliktir. 3B baskılı giysilerin üretiminde en sık kullanılanlar FDM, SLS ve PolyJet'tir; bunun temel nedeni, izin verilen girdi malzemelerinin basılı öğelere iyi bir esneklik sağlayabilmesidir. Çünkü esneklik, giyilebilir giysilerin en önemli yönlerinden biri olan giysinin giyim rahatlığıyla doğrudan ilgilidir. Malzeme olarak ise daha hafif ve harekete izin verecek şekilde esnek olması nedeniyle ağırlıklı olarak polimerler veya polimer kompozitler kullanılmaktadır (Sun & Valtasa, 2019).

3B baskı teknolojisi ve ilgili uygulama alanları, moda endüstrilerinde hızlı bir büyüme göstermekte ve benzer operasyonlar için kullanılan diğer süreçlerle karşılaştırıldığında bazı açılardan üstün çıktılar sağlamaktadır (Kuhn & Minuzzi, 2015). 3B yazıcılar, prototiplerin ve küçük numunelerin üretiminde önemli gelişmeler sağlayabilir aynı zamanda geniş tasarım

çeşitliliğine içinde karmaşık modeller oluşturma kapasitesine de sahiptir. Ayrıca mümkün olan en az atıkla karmaşık konfigürasyonlar üretme yeteneği nedeniyle geleneksel imalat süreçlerinde fark yaratabilmektedir (Tekinalp vd., 2014). 3B yazıcılarla üretilmek istenen bir ürünün ne kadar sürede ve maliyette üretilebileceği, henüz üretim başlanmadan hesaplanabilmekte ve tasarlanan ürünün ayrıntılı, ayrıntısız ya da karmaşık olması fark etmeksizin, net bir basım elde edilebilmektedir. Böylece üretim öncesinde, üretici ve tasarımcı arasında net bir maliyet ile işleme başlanabilmektedir (Sönmez, Kesen ve Dalgıç, 2018). Geleneksel tekstil üretimiyle karşılaştırıldığında baskı hızının yavaş olduğu düşünülürken, tekstil üretim süreci zinciri uzunluğunun radikal bir şekilde azaltılması, ticari 3B yazıcıların mevcut düşük hız sorununun bir miktar telafi edilmesini sağlayabilir. Ayrıca ulaşım ihtiyaçlarında ve fikir ile ürün arasında geçen sürede azalma sağlanmakta ve enerji maliyetleri minimumda tutulmaktadır (Partsch vd., 2015). Pahalı makineler, karmaşık iş akışı, yüksek işgücü girdileri ve önemli miktarda kaynak ve malzeme israfı gibi geleneksel süreçlerde sıklıkla karşılaşılan bazı kısıtlamaların önemli ölçüde azaltılması, bu dönüştürücü teknolojinin en ilgi çekici özelliği olarak düşünülebilir (Sun & Lu, 2015).

Ancak bütün bu ve benzeri avantajlarına rağmen var olan eksiklikler nedeniyle teknolojinin de bazı dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin çift yüz ve zigzag gibi yüzeyler de olduğu gibi tüm yüzey yapılarının 3B yazıcılar için uygun olduğu düşünülmemektedir. Ayrıca baskı hızının geleneksel tekstil üretim ekipmanlarına göre çok daha yavaş olması, hammaddenin yazıcıyla uyumsuzluğu da önemli bir dezavantaj olarak değerlendirilmektedir (Xiao & Kan, 2022). Geleneksel tekstillerle karşılaştırıldığında yetersiz esneklik, konfor, mukavemetin yanı sıra yumuşaklık, elastikiyet, nem ve ısı kontrol edilebilirliğinin olmaması oldukça zorlayıcıdır (Dip et al., 2021). “Malzeme, renk ve yüzey özellikleri açısından çeşitliliğin sınırlı olması, üretilen objelerin sıcaklık, nem ve kırılabilirlik açısından dayanımının az olması, yazdırılacak ürün boyutu büyüdükçe maliyetin katlanarak artması, diğer üretim/fabrikasyon tekniklerine göre daha düşük hassasiyet göstermesi bu teknolojinin dezavantajları olarak öne çıkmaktadır” (Şahin ve Turan, 2018). Dezavantajlara rağmen 3B yazıcıların ve yazıcılarda kullanılan hammaddelerin genellikle biyoplastik ve dönüştürülebilir özellikte çeşitliliğinin artması gelecek için oldukça umut vericidir.

Moda Sektöründe 3B Baskı Teknolojisi

İnsan bedenine uyum sağlayan geleneksel giyim tekstil malzemeleri ve üretim süreçleri modanın estetik tasarım yeniliğini belli ölçülerde sınırlayabilmektedir. Bununla birlikte, 3B baskı teknolojisi, moda endüstrisinde geleneksel iki boyutlu tasarımı üç boyuta çıkarmakta bu da tasarımcıların daha cesur ve yenilikçi tasarım konseptlerini oluşturmaya olanak sağlamaktadır. Ayrıca bu teknoloji moda ve sanatın entegrasyonunu sağlamak için doğadan kaynaklanan daha dinamik ve yapısal farklılığa sahip doğal estetik tasarımın yenilikçi bir şekilde gerçekleşmesine olanak vermektedir (Fanglan ve Kaifa, 2018). Giysilerin yapısal tasarımı, tasarım ilhamını sanat eserine dönüştürmek için gerekli bir bağlantıdır. Tasarımcılar, üç boyutlu yapısal tasarım, yapısal modelleme ve noktalar, çizgiler ve yüzeyler arasında yeniden yapılandırmada bilgisayar yazılımlarının avantajlarını kullanarak insan vücut yapısına

uygun giysi şekilleri oluşturabilirler (Vanderploeg, Lee & Mamp, 2017).

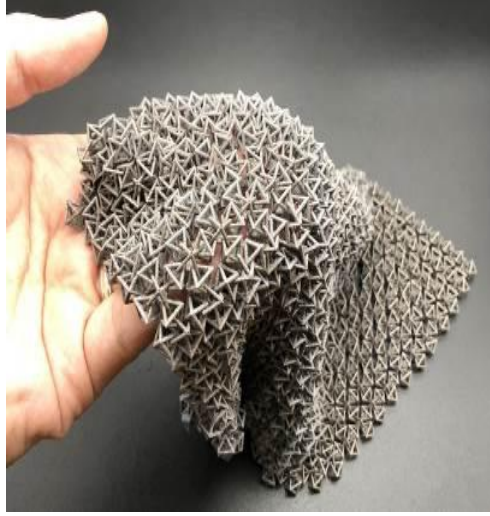
3B yazıcılar prototip oluşturma aşamasında biçim ve uyum için görselleştirme ve test etme aracı olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Tasarım açısından, 3B yazıcılar geleneksel fabrikasyon teknikleri kullanılarak imal edilmesi çok zor veya imkânsız olan ürünleri yapmak için daha fazla tasarım özgürlüğü sunmaktadır. Tasarımcılar bu yeni teknolojiyi kullanarak, yaratıcılıklarında herhangi bir kısıtlama olmaksızın, kullanıma hazır tasarımlarını hayata geçirme şansı bulabilmektedirler. Bu, tasarım ve yaratıcılığın iki temel prensip olduğu sanat ve moda endüstrisi için oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Buna ek olarak, 3B yazıcı kullanımı, ısmarlama giyim ve mücevherat için yüksek pazar talebini karşılamak üzere nihai ürünün yüksek kalitesiyle eşleştirilmiş kişiselleştirme için yeni bir platform sunmaktadır (Yap & Yeong; 2014).

Bugün çeşitli 3B modelleme yazılımları mevcuttur ve modayla ilgili ürün tasarımlarında yaygın olarak kullanılanlar şunlardır: MAYA, Rhinoceros (Rhino), AutoCAD, Sketchup, Zbrush ve 3Ds MAX. 3B yazıcılar kullanarak giyilebilir moda ürünleri yaratabilmek için ürün tasarımcılarının ve geliştiricilerinin bu 3 boyutlu modelleme programlarından en az birine aşina olması büyük önem taşımaktadır (Kwon, Lee & Kim; 2017). 3B baskı süreci, Rhino gibi tipik bir 3B modelleme programı olan CAD yazılımı kullanılarak ürünün tasarlanmasıyla başlar. Hesaplamalı algoritmaların ayarlanması yoluyla, iyileştirmeler yapmak veya bireysel tüketiciler için belirli boyut parametrelerini dahil etmek için tasarımlar değiştirilebilir. Rhino gibi programlar, özellikle kod yazma konusunda deneyimli olmayan tasarımcılar için faydalı olan parametrik tasarım araçları içerir. Parametrik tasarım araçları, tek bir kodla bir tasarımın birden fazla varyasyonunu oluşturulabildiğinden verimlilik ve kolaylık da sunar (Vanderploeg, Lee & Mamp, 2017).

Markalar, 3B yazıcıların müşteri talebi üzerine ürünler üretmelerine ve kişiselleştirme için yeni yollar yaratmalarına nasıl yardımcı olabileceğini araştırmaktadırlar. Profesyonel giyim markası Minister of Supply, yalnızca 90 dakikada kişiye özel bir blazer üretebilen mağaza içi 3B yazıcıyı tanıtarak giysilerin basılmasının, üretimdeki kumaş israfını yaklaşık %35 oranında azalttığını bildirmiştir. Adidas ayrıca geleneksel model ve prototip ihtiyacını ortadan kaldırarak Futurecraft spor ayakkabıları için 3B baskılı tabanlar oluşturmak üzere Carbon ile New Balance da, taranan biyometrik verilere dayanarak kişiselleştirilmiş tabanlıklar için Ocak 2020'de HP ile iş birliği yapmıştır (URL 1). Moda şirketi threeASFOUR (New York, NY, ABD), giyim ürünleri yaratmak için modern teknolojiyi geleneksel işçilikle birleştirerek 2005 yılında üç sanatçı Gabriel Asfour, Angela Donhauser ve Adi Gil tarafından kurulmuştur (ThreeASFOUR, 2020). Giysilerde doğal morfolojilerin, biyolojik formların ve karmaşık geometrinin 3B yazıcılarla nasıl kopyalanacağını araştırarak Bahai elbisesi, Harmonograf elbisesi, Salınım elbisesi ve Pangolin elbisesi gibi bazı örnekler sunmuşlardır (Pearson, 2020; Dip et al., 2021).

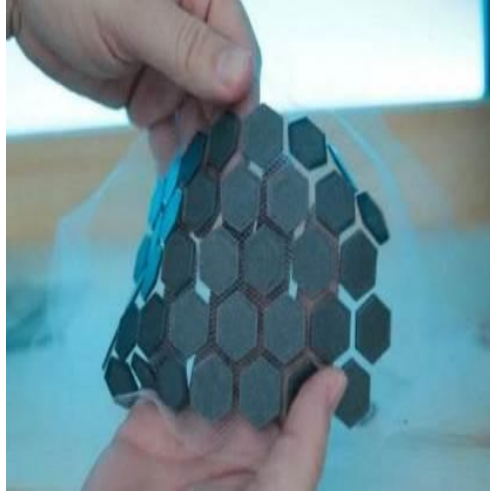
Tekstil ve moda sektörü, teknolojiyle doğru orantılı bir şekilde gelişmekte ve çeşitli yenilikleri kendi bünyesine eklemektedir. 3B yazıcıların bu sektörde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte ürünün tam boyutunda ya da büyük parçalar halinde ya da dokuma/örme gibi temel yüzey çalışmaları halinde üretilmesi gibi farklı üretim şekillerinden sonuç alınmaktadır (Şekil 3.) (Yıldırım, 2017). Buna ek olarak var olan bir kumaş yüzeyi üzerine 3B baskı yapmak da

mümkün olmaktadır (Şekil 4.).



Şekil 3. Dokuma ve örme yüzeylere alternatif 3B baskı yüzey örneği

Figure 3. An example of an alternative 3D printing surface to woven and knitted surfaces
(<https://www.innovationintextiles.com/3dprinted-fabric-can-be-soft-or-hard/>)



Şekil 4. Tül kumaş üzerine 3B baskı örneği

Figure 4. 3D printing example on tulle fabric
(<https://www.geeky-gadgets.com/3d-printing-on-fabric-14-02-2018/>)

3B yazıcı teknolojisinin güçlü gelişimi, moda endüstrisine daha yenilikçi tasarım potansiyeli getirmiştir. 3B yazıcılar, tüketicilere etkileşimli seçim odaklı deneyim sağlayan prototipler, özel tasarım eserler ve özelleştirilebilir ürünler geliştirmek için kullanılmaya başlanmıştır. Nike'nin 3B yazıcılarla prototip oluşturma ve üretim süresini yarı yarıya indirmeyi başardığı bilinmektedir (Vanderploeg, Lee & Mamp, 2017). Hollandalı tasarımcı olan Iris van Herpen tarafından tasarlanan 3B baskılı giysiler moda tasarımının yeni eğilimine öncülük etmektedir (Şekil 5.). 2011 yılında Amsterdam Moda Haftasında İlkbahar/Yaz Koleksiyonunu sunan Herpen'in, 3B yazıcılarla üretilen "crystal in water", "bionic spiral", "White skeleton", "transparent crystal" tasarımları halkın geleneksel giyim algısını değiştirmiştir (Fanglan ve Kaifa, 2020).



Şekil 5. Iris van Herpen, “crystal in water”, “White skeleton”.

Figure 5. Iris van Herpen, “crystal in water”, “White skeleton” (<https://www.irisvanherpen.com/>)

3B yazıcıların moda sektöründe kullanımının öncü isimlerinden olan Iris Van Herpen, sektör ile tanıştırdığı bu teknoloji ile birçok ikonik koleksiyona imza atmıştır. Herpen, teknoloji ve hassas işçiliği birleştirerek elbiselerinin ve parçalarının hacimli formlardaki ayrıntılarına ve bütünlüğüne hakim olmuştur (Kozbekçi Ayrancınar, Erdem, İşmal ve Tufan 2021). Voltage 2013 koleksiyonunda yaratıcılığıyla birlikte 3B yazıcı teknolojisinin avantajlarını da kullanarak oluşturduğu tasarımlarında yüzeyden dışa doğru uzayarak bedeni saran hava katmanıyla bütünleşen vücudun etkileşimini görselleştirmektedir. (Şekil 6), (Acar ve Sünerli, 2019). Herpen modayı daha akıllıca şekillendirmeye, kadınları güçlendirmeye ve moda yaratma mantığını derinleştirmeye, modayı sanat, mimarlık, mühendislik, biyoloji alanlarıyla birleştirerek odaklanmaya yardımcı olma hedefinde olduklarını ifade etmektedir. Doğal kadınlık, insan bedeninin akışkanlığından doğan dönüştürücü güç, üzerinde sıvılaştıran kumaş katmanlarının dokusal ve kavramsal sanat eserlerine dönüşen koleksiyonları 3B yazıcılarla desteklenmiştir (URL 2).



Şekil 6. Iris van Herpen Voltage 2013 Koleksiyonu

Figure 6. Iris van Herpen, 2013 Collection, Voltage (<https://www.irisvanherpen.com/>)

3B baskı teknolojisi, tasarımlarda dinamik estetik etkilere ulaşmaya imkan vererek tasarımcıların sınırları zorlamalarına olanak sağlamaktadır. Bu sayede tasarımcıların daha önce de suyu ve içindeki yaşamı ilham almalarına karşın Herpen tasarımlarında renkten çok yapıya odaklanmış ve 3B baskı teknolojisi kullanarak su sıçramalarının farklı formlardaki kristal berraklığını, suyun doğal dinamik güzelliği ile birlikte izleyiciye sunarak oldukça özgür bir görsel etki yaratmıştır (Şekil 7). Su unsurunun dinamik güzelliğini moda tasarımına dahil etmek giysiye yalnızca doğal bir üç boyut duygusu vermekle kalmamış aynı zamanda tasarımcının benzersiz tasarım konseptini ve doğanın canlılığına olan hayranlığını da aktarmıştır (Fanglan & Kaifa, 2020).



Şekil 7. Iris van Herpen, Crystallisation 2011

Figure 7. Iris van Herpen, Crystallisation 2011

(<https://www.vogue.com/fashion-shows/spring-2011-ready-to-wear/iris-van-herpen>)

Bilgisayarda üç boyutlu modelleme yazılımının yardımıyla giyim tasarımcıları, düzgün eğriler ve daha sanatsal yeniliklerle katmanlı üç boyutlu çizimler tasarlayabilirler. 3B baskı teknolojisinin kullanımı sayesinde geleneksel kumaşların elde edemediği sert destekli giysiler üretilebilir. Böylece heykelsi giysiler üretmenin ötesinde, giyilebilir ortamdaki yeni vizyonlar ve algılar yaratabilirler (Fanglan ve Kaifa, 2020).

Tarihsel, bilimsel, sanatsal ve fütüristik referanslarla mesaj veren Van Herpen yepyeni formlarla sanatsal bir ifade biçimi ortaya koymuş olduğu Shift Souls koleksiyonunda parçalara ayrılmış ve çoklu katmanlardan oluşan hacimli tasarımlara yer vermiştir (Şekil 8.).



Şekil 8. Iris van Herpen, Shift Souls 2019 koleksiyonu

Figure 8. Iris van Herpen, 2019 collection, Shift Souls (<https://www.irisvanherpen.com/>)

İngiliz tasarımcı Catherine Wales, Hollanda'daki Arnhem Mode Bienali'nde 3B baskılı korseler, maskeler ve kasklardan oluşan Project DNA koleksiyonunu sergilemiş, karmaşık birleşimleri geliştirmek için mühendislik programlarının bir kombinasyonunu ve heykelsi formlar ortaya koymak adına yaratıcı tasarım yazılımları kullanmıştır. Moda, teknoloji ve bilimi bir araya getirerek geleneksel giysi yapımı yöntemlerini yeniden değerlendirmekte ve lüks pazarda dijital imalatın sınırlarını zorlamaktadır. Wales ayrıca koleksiyonunda yer alan aksesuarları tüketicilerin kullanımına sunmuş ve talep üzerine bir 3B vücut tarayıcı kullanarak her bireyin vücut ölçülerine göre 3B yazıcılarda basılmasını sağlamıştır (Fanglan ve Kaifa, 2018). İnsan kromozomlarının kimliğinden ve görsel yapısından ilham alan Project DNA, çeşitli yönlerde inşa edilmesine olanak tanıyan bireysel ve değiştirilebilir bileşenlerinden oluşmaktadır (Şekil 9.). 3B yazıcı kullanılarak üretilen sekiz parçalı koleksiyon, iskelet bir korse, tüylü bir omuz parçası ve yüzün önemli bir kısmını örten maske ile tamamlanan bir bel aksesuarından oluşmaktadır. Wales'in fütüristik koleksiyonu hem editoryal olarak kavramsal düşünmeyi teşvik etmekte hem de 3 boyutlu alanda lüks moda prototipleme olanaklarını gözler önüne sermektedir (URL 3).



Şekil 9. Catherine Wales, "Project DNA" 3B Aksesuar

Figure 9. Catherine Wales, "Project DNA" 3D accessories

(<https://www.dezeen.com/2013/06/27/project-dna-3d-printed-accessories-by-catherine-wales/>)

3B baskı teknolojisi ve giyim modası birlikteliğine verilebilecek bir diğer örnek tasarımcı ise Zac Posen' dir. Zac Posen, New York Metropolitan Sanat Müzesi'nde düzenlenen yıllık Met Gala için 3B yazıcı ile bir koleksiyon tasarlamıştır. İki firma işbirliği ile ortaya çıkan koleksiyonda SLA baskı yöntemi ile basılmış ve sonucunda, dev gül yapraklarının titanyum çerçeveye monte edilmesi ile oluşan bir elbise, ayrıca 4 bütün parça şeklinde 3B baskısı alınan yarı saydam bir elbise ve çeşitli aksesuarlar bulunmaktadır (Şekil 10.).



Şekil 10. 3B yazıcı ile oluşturulan 2019 Met Gala koleksiyonu Zac Posen
Figure 10. Zac Posen's 2019 Met Gala collection created with a 3D printer
(<https://settingmind.com/3d-printed-gowns-created-by-zac-posen-for-met-gala-2019/>)

Giysilerin yapısal tasarımı, tasarım ilhamını sanat eserine dönüştürmek için gerekli bir bağlantı olarak düşünülebilir. Tasarımcılar, üç boyutlu yapısal tasarım, yapısal modelleme, noktalar, çizgiler ve yüzeyler arasında yeniden yapılandırmada bilgisayar yazılımlarının avantajlarını kullanarak insan vücut yapısına uygun giysi şekilleri oluşturabilirler. Belirgin yapısal estetik tasarımına sahip giysi modellemesinde, 3B baskı teknolojisinin desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Moda tasarımında yapısal estetiğin ilhamı, doğadaki nesnelerin yapısal özelliklerinden alınabilir ve daha sonraki dönemde tasarımcının yenilikçi rekonstrüksiyonu yoluyla, yapısal sanat anlayışına sahip bir giysi çalışması izleyicilere sunulabilir (Fanglan & Kaifa, 2020).

Her tarihsel dönemin, kişinin görünüşünü tanıması ve etiketlemesi için kendine ait ortak bir toplumsal kodu olduğunu düşünülerek modanın aynı zamanda “egemen bir gelenek, güncel bir kullanım” anlamına da geldiği söylenebilir (Giglio, Paoletti ve Conti, 2020). " The Future of Fashion: From Design to Merchandising, How Tech Is Reshaping the Industry 2020" raporuna göre; Tasarım süreci açısından dijitalleşme, ürünün kitlesel olarak kişiselleştirilmesine doğru ilerlemeyi sağlayacak, üretim sürecinde hızlı moda markaları için sezonluk giyim fikrinin üstesinden gelecek, 3B baskı gibi yeni üretim süreçlerinin entegrasyonunu kolaylaştıracak ve tamamen moda için uygun giysilerin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu aynı zamanda daha performanslı ve daha sürdürülebilir ipliklerin araştırılmasına da olanak tanıyacaktır. Bu nedenle 3B tekstillerin moda tasarımında uygulanmasına yönelik incelemeler, malzeme performansı ve optimizasyon sürecine odaklanan araştırmalar da dikkate alınmaktadır (URL 1).

3B Yazıcı ile Bir Giyim Ürünü Tasarımı ve Üretimi

3B yazıcıların kullanılması görsel olarak etkileyici, olağanüstü tasarımlar yaratmak için moda dünyasının sınırlarını zorlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde geliştirilen bazı giysiler başka bir üretim yöntemiyle üretilmeyecek kadar karmaşık ve pahalı olmasına karşın bugün birçok marka ve tasarımcı günlük giyim koleksiyonları geliştirmek için güncel bir üretim yöntemi olarak 3B yazıcıları kullanmaktadır. 3B yazıcı teknolojileri artık sadece haute couture koleksiyonlar için bir üretim yöntemi değil aynı zamanda geleneksel tekstil özelliklerinin yeni teknolojilerle harmanlanmasına, daha uzun süre dayanacak ve rahatlıkla kullanılacak giysiler yaratmanın yeni bir yöntemi olarak kabul görmeye başlamıştır. 3B tasarımlar üzerindeki çalışmaların en önemli uygulamalardan biri 3B yazıcı teknolojisinin ürünü örgü cekettir (Şekil 11.). Malzemesi vücudun hareketlerine cevap verecek şekilde esnektir. Ministry of supply tarafından geliştirilmiş bu örgü ceketin parçaları vücuda ve hareketlere daha uyumlu daha konforlu ve dayanıklı olarak geleneksel giysiler gibi giyilebilir hale getirilmiş bir örnektir (URL 4).



Şekil 11. Ministry of supply tarafından geliştirilmiş 3B baskı örgü ceket

Figure 11. 3D printed knit jacket developed by Ministry of Supply

(<https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/applications-of-3d-printing/3d-printed-clothes/>)

Tasarım süreçleri, imalat metodolojileri ve son teknoloji malzemeler, tüm endüstriyel devrimlerin yeniliklerinin sonucunda olduğu gibi 4. sanayi devrimini yaşadığımız ve her yerde hazır bilgi, dijitalin yapısal çevremize eksiksiz ve kusursuz entegrasyonunu getirdiği paradigma değişikliğine tanık olduğumuz bu dönemde de 3B baskı tekstil ve moda tasarım keşifleri uygulama alanlarını genişleten çeşitli başarılarından etkilenmektedir (Giglio, Paoletti ve Conti, 2022).

Başta tasarımcılar olmak üzere moda sektörü, 3B baskı teknolojisini kullanarak moda ürünleri yaratmanın amacının mevcut ürünleri kopyalamak değil, müşterilere kişiselleştirilmiş ve benzersiz ürünler sunarak ürün tasarımını geliştirmek olduğuna inanmaktadır. Bu teknolojiyi kullanılarak ürün geliştirmenin avantajları, ürünün talep üzerine kişiye özel uyum sağlaması ve

şekillendirilmesidir (Shahrubudina, Leea ve Ramlana, 2019). Son zamanlarda moda disiplindeki akademik araştırmacılar da bu teknoloji hareketine katılarak modada 3B baskı teknolojisinin gözden geçirilmesi, 3B yazıcıların türleri ve özellikleri, 3B yazıcılarla çeşitli nesne üretimi yöntemleri, 3B baskı malzemeleri, 3B yazıcı kullanımı, moda endüstrisindeki mevcut trendler, 3B baskılı giysilere ilişkin tüketici algıları da dahil olmak üzere 3B baskı ve modadaki uygulaması üzerine yapılan çalışmalar tüm hızıyla devam etmektedir (Kwon, Lee ve Kim, 2017).

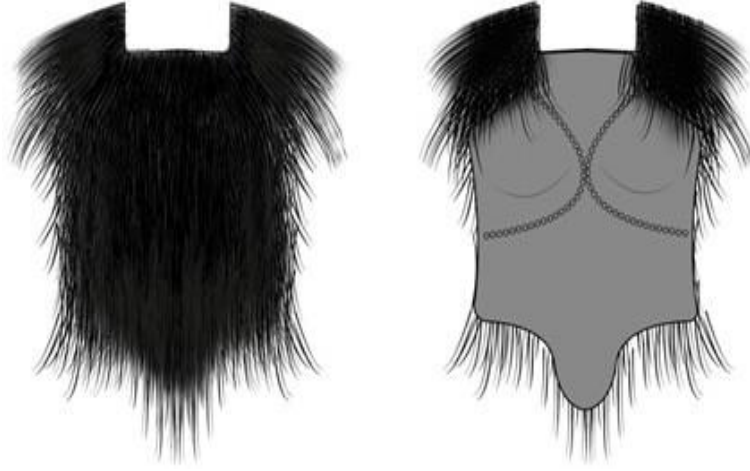
Moda tasarımı ile 3B baskı arasındaki bağlantı geliştikçe üretim daha da hassaslaşmakta bununla birlikte aynı zamanda yeni malzemeler ve yeni uygulamalar da çeşitlenmektedir. İlk etapta sanatsal bir dokunuş için kullanılan 3B teknolojisinin artık moda endüstrisi içinde giyilebilir giysilere yönelik projeler de geliştirmesi dikkate alınarak 3B yazıcı kullanılarak bir giyim ürününün tasarımı ve üretim süreci deneyimlenmiştir. Örnek çalışma için yazılı ve görsel kaynaklar araştırılarak tüylü yüzey çalışması üzerine yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda tüylü yüzey çalışması olarak moda sektöründe Iris Van Herpen'in Voltage ve Biopiracy koleksiyonları incelenmiştir. Yapılmak istenilen ürün çalışmasının farklılık arz etmesi için uygulamanın tamamıyla tüylü bir yüzey oluşturularak kürk görünümlü 3B baskı bir üst giyim parçası olmasına karar verilmiştir.

3B yazıcı ile üretimi planlanan giyim ürününün tasarım aşamasında, hem farklı bedenlere uyumluluğu göz önüne alınarak hem de maliyetin iyileştirilmesi bakımından ön bedene ağırlık vererek çalışılmıştır (Şekil 12.). Ön beden omuzlardan itibaren bel çizgisine kadar belirlenen form ile tamamlanmış, arka beden açık bırakılarak zincir ile sağlanan kapanış sayesinde tek beden algısından uzaklaşarak fonksiyonel bir giyim ürünü tasarımı hedeflenmiştir (Şekil 13.).



Şekil 12. 3B yazıcı ile üretimi planlanan giyim ürününün tasarımı (Egehan DEMİR)

Figure 12. Design of the clothing with a 3D printer (Egehan DEMİR)



Şekil 13. Tasarıma ait ön - arka teknik çizimleri (Egehan DEMİR)
Figure 13. Front and back technical drawings of the design (Egehan DEMİR)

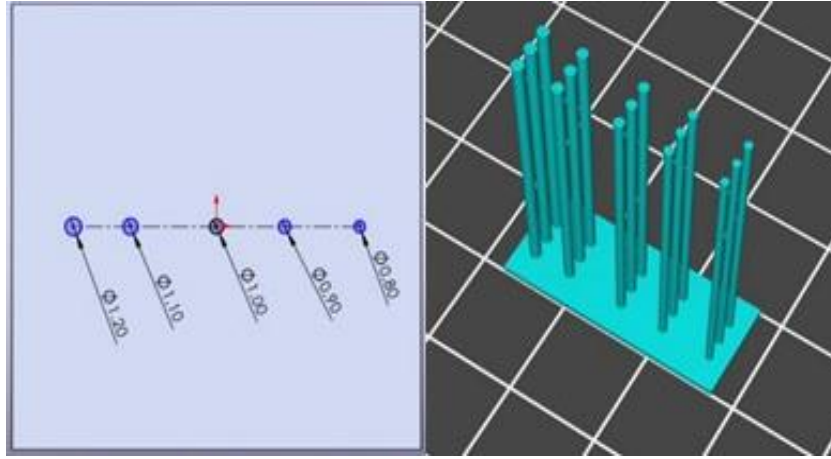
Materyal

Üretimi hedeflenen giyim ürünü için birçok malzeme arayışına gidilmiş ve kullanılacak malzemenin esneklik, şekil verilebilirlik, en ince tüy görünümü gibi özelliklere sahip olması göz önüne alınmıştır. Malzeme incelemeleri sonucunda maksimum esneklik ile sıvı flex reçine, ekonomik ve esnekliği sağlayabilecek TPU flexible filament, en ince tüy basımını sağlayabilecek ve yeteri kadar da esnekliğe sahip PLA filament olmak üzere 3 temel malzeme ile deneme numuneleri alınmıştır.

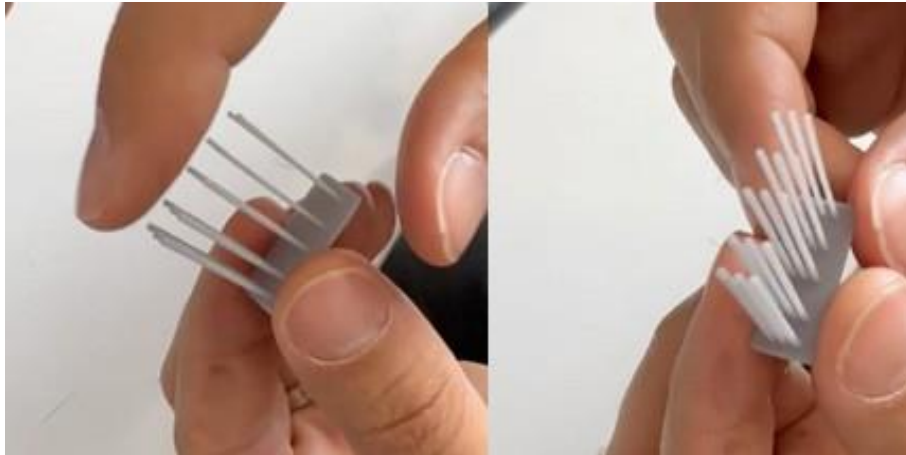
Sıvı flexible reçine ile modellenen tasarımın yazıcıya yüklenmesi ile başlayan süreçte, UV ışığının reçineyi sertleştirilmesi sonucunda ürün ortaya çıkmaktadır. Ancak sıvı flexible reçine ile standart 3B yazıcı anlayışıyla üretim yapılmadığından örnek tasarımın ürüne dönüşmesi bu malzeme ile mümkün olmamıştır. TPU flexible filament ile ürün, standart 3B yazıcı üretim anlayışı ile üretilmektedir. Diğer filamentler ile arasındaki fark tamamen esnek bir filament olmasıdır. Bu sayede üretilen ürün eğilip bükülebilir bir hale gelmektedir. Denemeler sonucunda projelendirilen tasarıma ve tasarımın üretimine uygun olduğu görülmüştür. PLA filament ise diğer 2 malzeme türüne göre daha ekonomik ve piyasada en çok tercih edilen filament türlerindedir. Hammaddesi doğal içerikli olduğu için insan sağlığına herhangi bir zararı da bulunmamaktadır. Esnekliği diğer bahsi geçen malzemelere oranla daha düşük olsa da ısı ile şekillendirilebilmesi, ekonomik olması ve çok daha ince baskı sağlanabilmesi bakımından tasarlanan ürünün üretiminde kullanılması tercih sebebi olmuştur.

Yöntem

Tasarlanan ürünün nasıl üretilebileceği konusunda farklı denemeler yapılmıştır. Denemeler sonucunda 20x20cm ölçülerinde plakaların üretilerek, elde edilen bu plakaların birleştirilmesiyle bir giyim ürünü oluşturulmasına karar verilmiştir. Çeşitli firmalar ile görüşülmüş ve kullanılacak hammadde, üretim şekli, plaka ve tüylerin uzunluğu gibi bilgiler toplanmıştır. Görüşme yapılan firmaların bazıları yapamayacaklarına dair olumsuz yönde geri bildirimde bulunmuştur. Azınlık bir kısmın olumlu yanıtları üzerine üretebilecek potansiyeldeki firmalar ile bir iş birliğine girilmiştir. İlk anlaşılan firma tarafından tüy inceliğinin ve esnekliğinin sağlanabilmesi için sıvı flexible reçine kullanılarak basılması önerilmiştir. Ne kadar ince basılabileceğini öğrenmek adına, küçük bir plaka üzerine, aralıklı ve farklı kalınlıklarda tüy örneklerinin basılmasına karar verilmiştir. Bu ön çözümler sonrasında, 0,8mm'den 1,2mm'ye kadar olan incelikte tüy sıralaması bilgisayar ortamında modellenmiş ve bu modelleme sonrası sıvı reçine ile numune örneği alınmıştır (Şekil 14., Şekil 15.).



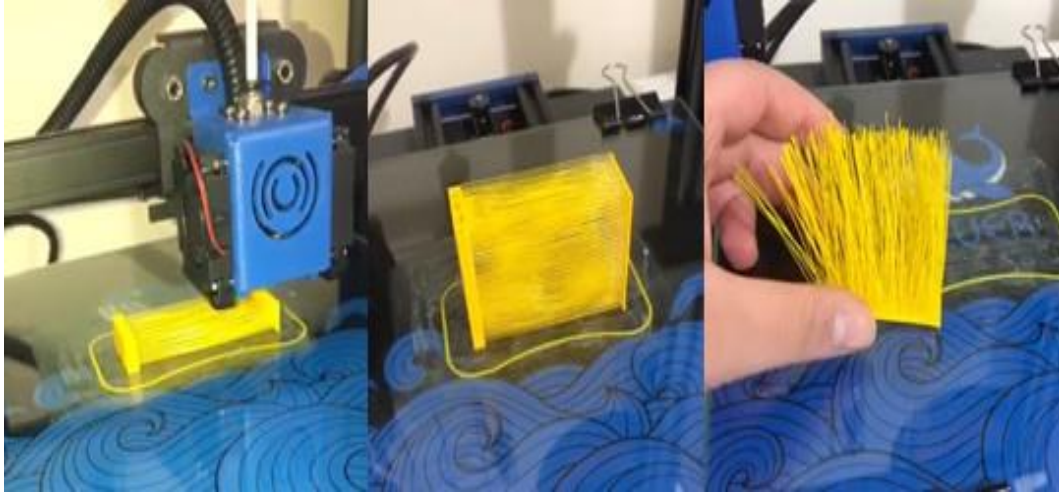
Şekil 14. 0,8mm'den 1,2mm'ye kadar modellenen tüy plakası
Figure 14. Feather plate modeled from 0.8mm to 1.2mm



Şekil 15. Sıvı flexible reçine ile basılan tüy plakası numunesi
Figure 15. Feather plate printed with liquid flexible resin

Numune üretimi sonrası gerçekleşen görüşmede 3B ürün elde edilmek istenen esneklik açısından olumlu bir sonuç vermiştir. Esneklik, ürünün kullanıcıya rahat bir deneyim sunabilmesi ve geniş bir kullanım alanı yaratması açısından önemli rol almaktadır. Ancak bu olumlu sonuca rağmen, karar verme aşamasında bazı zorluklarla karşılaşmıştır. Üretilmek istenen giyim ürününün ekonomik ve ulaşılabilirlik konusu, sıvı flexible reçine ile ters düşmektedir. Bu durum, ürünün geniş bir kitle tarafından edinilebilir olma hedefine ulaşmasını zorlaştırmaktadır. Numune üzerindeki inceleme sırasında ortaya çıkan bir diğer önemli faktör ise tüylerin en ince basılabilir hali olan 0,8mm'nin, numunenin genel estetiğini desteklemediği yönündedir. Tüy görünümü, ürünün istenilen özelliklerini taşıma konusunda eksik kalmıştır. Sonuç olarak, elde edilen olumlu esnekliğe rağmen, ekonomik ve estetik faktörlerdeki zorluklar nedeniyle projeye sıvı flexible reçine ile devam edilmeme kararı alınmıştır.

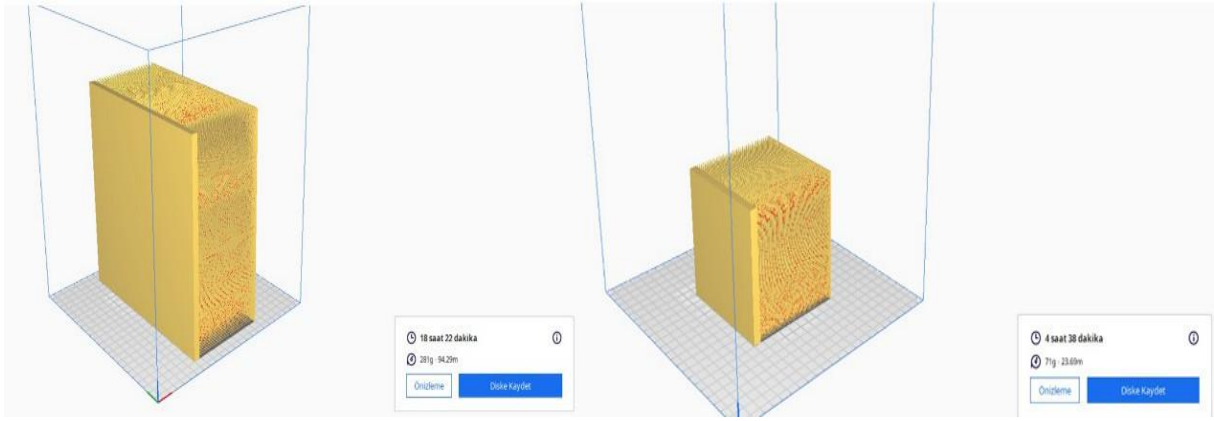
Bu süreçte ilk üretici ile yaşanan olumsuzluklar üzerine başka bir üretici ile iletişime geçilmiş ve yeni bir numune için işleme başlanmıştır. İkinci üretici tarafından alınan numune PLA filamenti kullanılarak üretilmiştir. Teknik detaylara odaklanarak yapılan iyileştirmeler ile ürünün genel performansının artırılması hedeflenmiştir. İlk olarak tüy inceliği 0,1mm'ye kadar düşürülmüştür. Bu, numunenin daha ince ve detaylı bir dokuya sahip olmasını sağlamıştır. Ayrıca tüyleri desteklemesi ve sağlıklı bir basım elde etmek amacıyla tüylerin ucu düz bir yüzeye destekli basılmıştır. Basım sonrası destek yüzey çıkartılmış (Şekil 16.).



Şekil 16. Numunenin destekli bir plaka ile basımı
Figure 16. Printing of the sample with a supported plate

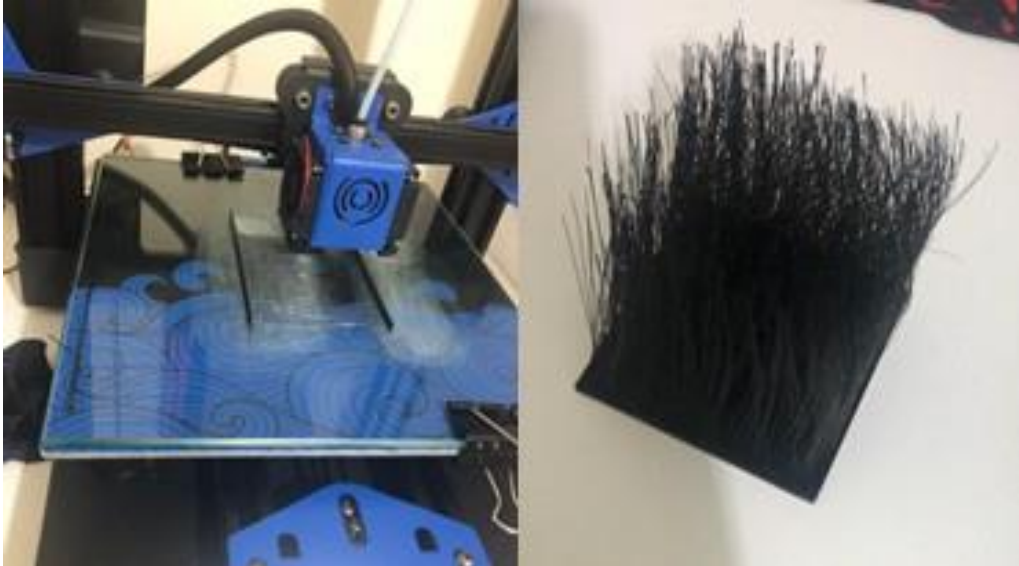
Numune sonrası yapılan görüşmede istenilen esneklik seviyesine ulaşılmış olmasına rağmen, giyim ürünü olarak kullanılacak olması nedeniyle alt plakanın daha fazla esneklik gerektirdiği belirlenmiştir. Bu ihtiyacı karşılamak ve daha esnek bir alt plaka elde etmek adına üretici tarafından TPU flexible filament kullanımı önerilmiştir. Bu öneri, esneklik ve dayanıklılık, konfor, üretim sürecine uygunluk gibi projenin gereksinimlerini daha iyi karşılamak üzere düşünülmüştür. Öneri sonrasında 500gr'lık bobin işleme alınmış fakat kullanılan 3B yazıcının TPU filamentini desteklememesi üzerine bu çözüm arayışı olumsuz sonuçlanmıştır. Sonrasında PLA filament bir çözüm önerisi olarak düşünülmüştür. Yüksek çekme ve darbe dayanımı, yüksek hızda baskılanabilme, iyi oranda yüzey kalitesi ve yenilenebilir doğal hammadde

özellikleri nedeniyle 1,75 mmlık Porima Tough Siyah PLA filament tercih edilmiştir ve asıl ürünün üretimi için sürece tekrar başlanmıştır. 20x20cm boyutundaki plaka için basım süresi 18 saat 22 dakika sürmüştür. Bunun üzerine ilk olarak 20x20cm olarak belirlenen alt plaka boyutu üretim süresinin fazla olması ve bunun sonucunda maliyetin artması nedeniyle ölçü 10x10cm boyutuna düşürülmüştür. 10x10cm boyutundaki plaka için basım süresi ise 4 saat 38 dakika (Şekil 17) olmuştur. PLA filamenti ile devam edilmeye karar verilen üretim için plakaların boyutu ve boyutlarına oranla basım süreleri hesaplanınca üretim hızı ve kullanılabilirliğinin daha kolay olması adına 10x10cm plakaların üretilmesinin uygun olacağına karar verilmiştir.



Şekil 17. 20x20cm plaka ve 10x10cm plaka (Egehan DEMİR)
Figure 17. 20x20cm plate and 10x10cm plate (Egehan DEMİR)

10x10cm zemin üstüne, farklı tüy uzunluklarında olacak şekilde toplam 20 adet plaka üretilmiştir. Üretilen plakaların, destek yüzeyleri bisturi ile kesilerek asıl hallerine getirilmiştir (Şekil 18-19). Plakaların üretimi için 500grlık 3,5 adet PLA filamenti kullanılmıştır.



Şekil 18. Plaka basımı ve plaka desteklerinin çıkarılması
Figure 18. Plate printing and removal of plate supports



Şekil 19. Üretimi biten ve destek yüzeyi temizlenen plakalar

Figure 19. Plates with cleaned support surface

Kesilen plakaların giyim ürünü formunu alması için drapaj mankeni üzerinde tasarımın kalıbı alınmış (Şekil 20) ardından plakaları birbirine bağlayacak olan zemin kumaş kalıba göre dikilmiştir. Manken üzerinde rahatça şekillendirilebilmesi için plakalar şerit halinde kesilerek hazırlanmış, kesilen plakalar, zemin kumaş üzerine yapıştırılarak monte edilmiştir (Şekil 21.).



Şekil 20. Şerit halinde kesilen plakalar zemin kumaş üzerine monte edilir (Egehan DEMİR)

Figure 20. Plates cut into strips are mounted on the ground fabric



Şekil 21. Şerit plakaların zemin kalıba monte edilmiş görünümü (Egehan DEMİR)

Figure 21. View of strip plates mounted on floor formwork

Monte edilen tüy şeritler ile tamamlanan yüzey çalışmasının ardından görüntünün daha gerçekçi olması için ısı yardımıyla şekil verilerek uygulama tamamlanmıştır (Şekil 22.).



Şekil 22. Isı yardımıyla şekil verilir (Egehan DEMİR)

Figure 22. It is shaped by heat



Şekil 23: 3B baskı tüy görünümü

Figure 23. 3D printed feather appearance



Şekil 24. Tasarım Uygulama (Egehan DEMİR)

Figure 24. Design Application



Şekil 25. Tasarım Detay (Egehan DEMİR)
Figure 25. Design Detail

Sonuç

Bugün sürdürülebilirliğin ve döngüselliğin odak noktası olduğu sektörlerden biri olan moda endüstrisi 3B yazıcılar sayesinde önemli adımlar ve teknolojik bir dönüşümü beraberinde getirmektedir. Bu teknolojik gelişmelerle birlikte, geleneksel tekstil üretiminde kullanılan detaylandırma işlemleri olan dokuma, örme, baskı ve işleme gibi yöntemlerin, 3B yazıcılarla üretilen giyim ürünlerine entegrasyonu mümkün kılınmaktadır. Ancak, bu entegrasyon süreci özel düzenlemeler ve adaptasyonları gerektirmektedir. Geleneksel tekstil üretiminde yüzey desenleri veya tekstürelere oluşturmak amacıyla kullanılan dokuma ve örme işlemlerini, 3B yazıcılarla üretilen giyim ürünlerinde modelleme aşamasında gerekli ayarlamalar ile yine benzer bir görünüm sağlamak mümkündür. Aynı şekilde, geleneksel üretimde kullanılan baskı ve işleme yöntemi de 3B yazıcı ile üretilen giyim ürünlerine entegre edilebilmektedir. Örneğin, dikiş, boncuk işleme, çeşitli aksesuarlar eklemek veya fermuar takma gibi adımlar, bitim işlemi olarak boyamak veya verniklemek manuel olarak gerçekleştirilebilir. Bu durum, 3B yazıcı ile üretilen giyim ürünlerine geleneksel el işçiliği detaylarını ekleyerek, tasarım ve estetik açıdan zenginleştirilebilir. Ancak, bu entegrasyon süreci, malzeme seçimi, tasarım özellikleri, üretim süreçleri ve kalite standartlarının dikkatlice planlanmasını gerektirir. Geleneksel ve modern üretim yöntemlerinin avantajları ve sınırlamaları göz önünde bulundurularak, 3B yazıcılarla üretilen giyim ürünlerinin başarılı bir şekilde geleneksel detaylandırma işlemleri ile bütünleştirilmesi için disiplinler arası bir yaklaşımın benimsenmesi önemlidir. 3B yazıcılar ve moda tasarımı arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmada örnek bir uygulamaya da yer verilmiştir. Bu uygulamada istenilen görünüm sağlansa da geleneksel tekstillerle karşılaştırıldığında esneklik, konfor, mukavemetin yanı sıra yumuşaklık, elastikiyet, nem ve ısı kontrol edilebilirliğinin belli düzeylerde sonuç verdiği görülmektedir. Ancak bir dezavantaj olarak dışarıdan yüzeye fazla ve sertçe dokunulduğunda tüyler dökülebilmektedir. Bunun çözümü için modellenen ürünün tekrar gözden geçirilmesi veya tüy kalınlığının artırılması önerilmektedir. Çeşitli tekstil elyafı baskı malzemelerinin 3B yazıcılarda kullanımlarının

çeşitlenerek artmasıyla bu malzemelerin tekstillerle aynı performansa sahip olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu durum 3B baskı moda ürünlerinin kalitesinin artmasına, tekstil ve moda endüstrilerinin ekonomik ve ekolojik açıdan sürdürülebilir kılınmasına olanak sağlayarak hızlı moda eğiliminin yarattığı israfa karşı bir çözüm olması sağlanabilecektir. 3B yazıcılar moda tasarımında büyük bir devrim yaratmaktadır. Bu teknoloji, tasarımcılara sınırsız yaratıcılık, sürdürülebilirlik ve kişiselleştirme imkânı sunarken, yapılan araştırmalar ışığında ilerlendiğinde daha pek çok yenilikçi yaklaşım ve deneysel çalışmalar ile karşılaşacağımız açıktır. Dolayısıyla 3B baskı teknolojisinin dünya çapında genişlemesi ve moda endüstrisindeki uygulamalarının hızla artması bu teknolojinin moda tasarım eğitimi içeriğine yerleştirilmesi ve öğrencilerin bu alana karşı eğilimlerinin artmasını sağlamak tekstil ve moda endüstrilerinin geleceği için çok önemlidir.

Kaynakça

- Acar S, Sünerli E, 2019. "Tekstil Tasarımı Ve Teknoloji Birlikteliğinde Güncel Bir Örnek: Iris Van Herpen", Sosyal Bilimler Dergisi, Yıl:6, Sayı: 34, ss. 71-84
- Chakraborty, S, & Biswas, M. C 2020. "3D printing technology of polymer-fiber composites in textile and fashion industry: A potential roadmap of concept to consumer. Composite Structures", 248, 112562.
- Dip T. M., Emu A. S, Nafiz N. H, Kundu P., Rakhi H. R, Sayam A., Akhtarujjman Md., Shoaib M., Ahmed Md S., Ushno S. T., Asheque A. I., Hasnat E., Uddin M. A., Sayem A. (2021). 3D printing technology for textiles and fashion, *Textile Progress*, 52:4, 167-260, DOI: 10.1080/00405167.2021.1978223
- Fanglan, Z & Kaifa, 2020. Deng Innovative application of 3D printing technology in Fashion Design, *Journal of Physics: Conference Series*, 1790 012030, DOI 10.1088/1742- 6596/1790/1/012030
- Giglio A, Paoletti I. & Conti, G. M. (2022). Three-Dimensional (3D) Textiles in Architecture and Fashion Design: a Brief Overview of the Opportunities and Limits in Current Practice, *Applied Composite Materials*, 29:187–204, <https://doi.org/10.1007/s10443-021-09932-9>
- Kim S. G. & Kim H. R. (2018). "The recent tendency of fashion textiles by 3D printing". *Fashion & Textile Research Journal*, 20(2), 117-127.
- Kozbekçi Ayrancı S., Erdem İsmal Ö, Tufan N., (2021). Yaratıcı Fikirlerin Yenilikçi Tasarımlara Dönüşümünde 3 Boyutlu Baskı Kullanımı ve Iris Van Herpen Koleksiyonları, *Uluslararası Bilim Teknoloji ve Tasarım Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 2, ss. 87-106
- Kuhn R. & Minuzzi R. B. (2015). Moda tasarımında 3D baskının panoraması. *Moda Documenta: Museu, Memoria e Design*, 11 (1), 1-12.
- Kwon Yu Mi; Lee, Young-A ve Kim, Sook Jin, (2017). Case Study in 3D Printing Education in Fashion Design Coursework, *Fashion in Textile*, 2-26, DOI 10.1186/s40691-017-0111-3
- Partsch L., Vassiliadis S. & Papageorgas P. (2015). 3D baskılı tekstil kumaş yapıları. *Uluslararası İstanbul Tekstil Kongresi, İstanbul, Türkiye*.
- Pearson H. A., & Dubé A. K. (2022). 3D printing as an educational technology: theoretical perspectives, learning outcomes, and recommendations for practice. *Education and Information Technologies*, 1-28.
- Shahrubudina N., Leea T. C., Ramlana R. (2019). *An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications*, The 2nd International Conference on Sustainable Materials Processing and Manufacturing, SMPM 2019, 8-10 March 2019, Sun City, South Africa, pp. 1286-1296

- Spahiu T., Canaj E., & Shehi E. (2020). 3D printing for clothing production. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 15, 1558925020948216.
- Sönmez S., Kesen U., Dalgıç C. (2018). 3 Boyutlu Yazıcılar, *6ncı Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu*, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, 1-3 Kasım 2018, İstanbul
- Sun L. & Lu S. (2015). *The 3D printing era: A conceptual model for the textile and apparel industry*. Proceeding from International Textile and Apparel Association Conference, Santa Fe, New Mexico
- Sun D. & Valtasa A. (2019). 3D Printing in Modern Fashion Industry, *Journal of Textile Science and Fashion Technology*, Vol. 2, No. 2, <https://doi.org/10.33552/JTSFT.2019.02.000535>
- Şahin K., Turan B. O., (2018). Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Analizi, *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 2, ss. 98-116
- Tekinalp H. L., Kunc V., Velez-Garcia G. M., Duty C. E., Love L. J., Naskar A. K., & Ozcan S. (2014). Highly oriented carbon fiber-polymer composites via additive manufacturing, *Composites Science and Technology*, 105, 144-150.
- Tyler D., Wood J., Sabir T., McDonnell C., Sayem A. S. M. & Whittaker N. (2019). Wearable electronic textiles. *Textile Progress*, 51(4), 299-384.
- Xiao Y. Q., & Kan C. W. (2022). Review on development and application of 3D-printing technology in textile and fashion design, *Coatings*, 12(2), 267.
- Vanderploeg A., Lee, S-Eun & Mamp M. (2017). The application of 3D printing technology in the fashion industry, *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 10:2, 170-179, DOI: 10.1080/17543266.2016.1223355
- Yap Y. L. & Yeong W. Y. (2014). Additive manufacture of fashion and jewellery products: a mini review, *Virtual and Physical Prototyping*, 9:3, 195-201, DOI: 10.1080/17452759.2014.938993
- Yıldıran M. (2016). Moda giyim sektöründe üç boyutlu yazıcılarla tasarım ve üretim, *Art-e Sanat Dergisi*, 9(17), 155-172.
- (URL 1) <https://www.visenze.com/resource-centre/the-future-of-fashion-from-design-to-merchandising-how-tech-is-reshaping-the-industry/>
- (URL 2) (<https://www.irisvanherpen.com/>).
- (URL 3) (<https://fashionart.patriciareports.nl/2013/06/catherine-wales-presents-project-dna.html>).
- (URL 4). (<https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/applications-of-3d-printing/3d-printed-clothes/>).
- <https://threeasfour.com/>