

TEKSTİL YÜZEYİ TASARIMINDA İNOVATİF YÖNTEMLERİN KULLANILMASI: 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ İLE TPU FLEX FİLAMENT KULLANIMI VE DENEYSEL TEKSTİL YÜZEYLERİ OLUŞTURULMASI

Using Innovative Methods In Textile Surface Design: Using Tpu Flex Flament With 3d Printing Technologies And Creating Experimental Textile Surfaces

Serhat GÜVEN¹, Bahar YILDIZ²

ÖZ

Geleneksel üretim tekniklerinin yanında tekstil sektöründe kullanımı artan üç boyutlu yazıcı teknolojileri ile çeşitli özelliklere sahip tekstil yüzeyleri oluşturmak mümkündür. Dünya genelinde su kullanımında meydana gelen sıkıntılar çerçevesinde geri dönüşümü yüksek ve ardıl kirlilik bırakmayan teknolojilerin kullanılması bu sorunun çözümüne olumlu etki sağlayacaktır. Tekstil sektörü suyun yoğun olarak kullanıldığı endüstrilerin başında gelmektedir. Üç boyutlu yazıcılar ile biyobozunur filamentlerin kullanılması tekstil sektörünün yeşil dönüşümüne katkı sunacaktır. Üç boyutlu yazıcılarda genellikle PLA (Polylactic Acid) filament kullanılırken bu filamentin esnek olmaması tekstil sektöründe daha esnek filamentlerin kullanılmasının önünü açmıştır. Filamentlerin kullanımı ile kumaş yüzeyini taklit eden kumaşın yapısal formuna daha yakın ürünlerin ortaya çıkması mümkün hale gelmiştir. Çalışmada PLA filamente nazaran TPU filamentler daha etkili sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlarla birlikte geleneksel el sanatlarımızdan biri olan motifleri üç boyutlu yazıcılara uygun hale getirmek için ara programlar kullanılmış ve parametre ayarı çalışmaları yapılmıştır. Anadolu'da kullanılan yöreye özgü farklı şekil ve anlamları olan "elibelinde" motifinden esinlenerek 3 boyutlu (3B) yazıcılar ile deneysel tekstil yüzeyleri, deneysel yöntemler kullanılarak elde edilmiş ve bu tekstil yüzeyleri ile çeşitli kişiselleştirilebilir ürünler ortaya konmuştur. Makalede unutulmaya yüz tutmuş motiflerin günümüz teknolojilerinden biri olan üç boyutlu yazıcılar kullanılarak gelecek nesillere aktarımı amaçlanmıştır. Elde edilen tekstil yüzeyleri bütün olarak kullanılabilceği gibi elbiselerin veya çeşitli tekstil ürünlerinin belirli kısımlarında kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Elibelinde, motif, 3b yazıcı teknolojileri, TPU flex filament, tekstil yüzeyleri

ABSTRACT

In addition to traditional production techniques, it is possible to create textile surfaces with various properties with 3D printing technologies, which are increasingly used in the textile industry. Within the framework of the problems in water use around the world, the use of technologies that are highly recyclable and do not leave behind pollution will have a positive impact on the solution of this problem. The textile industry is one of the industries where water is used intensively. The use of biodegradable filaments with three-dimensional printers will contribute to the green transformation of the textile industry. While PLA (Polylactic Acid) filament is generally used in three-dimensional printers, the inflexibility of this filament has paved the way for the use of more flexible filaments in the textile industry. With the use of filaments, it has become possible to produce products that mimic the fabric surface and are closer to the structural form of the fabric. In the study, TPU filaments gave more effective results than PLA filament. With these results, intermediate programs were used and parameter adjustment studies were carried out to make the motifs, one of our traditional handicrafts, suitable for three-dimensional printers. Inspired by the "elibelinde" motif, which has different shapes and meanings specific to the region used in Anatolia, experimental textile surfaces were obtained using 3D printers and experimental methods, and various customizable products were produced with these textile surfaces. The aim of the article is to transfer forgotten motifs to future generations. The resulting textile surfaces can be used as a whole or on certain parts of the clothes.

Keywords: Elibelinde, motif, 3d printing technologies, TPU flex filament, textile surfaces

1. ORCID: 0009-0007-8462-8663
2. ORCID: 0000-0002-0266-7154

1. Yük.Lisans Öğr, Nişantaşı Üniversitesi, sguven909@gmail.com
2. Dr.Öğr.Üyesi, Nişantaşı Üniversitesi, bahar.yildiz@nisantasi.edu.tr

EXTENDED ABSTRACT

The rapid depletion of resources in the fashion world has revealed the necessity of finding new and alternative solutions. Three-dimensional printing technologies stand out as an important solution in this context. Filaments are among the main materials of this technology, with PLA and TPU filaments standing out. PLA is derived from corn syrup and sugar beets and is widely used in the healthcare industry. However, it has limitations in the textile industry due to its rigid structure. On the other hand, TPU filaments are widely used in the automotive industry with their flexible structure and are considered as a potential alternative for the textile industry. In this study, textile surfaces were obtained using three-dimensional printers. In the research conducted with experimental method, various textile surfaces were designed using "elibelinde", one of the common motifs of Anatolia. Using three-dimensional printing technology, textures and patterns were created with filaments, replacing classical weaving technology. A home-type three-dimensional printer working on FDM (Fused Deposition Modeling) infrastructure was used in the study. This printer produces products by stacking molten thermoplastic filaments layer by layer. In this research, where the experimental method was used, various textile surfaces were created using three-dimensional printers using the "elibelinde" motif, one of the traditional motifs of Anatolia. Technical drawings of the designs were made with Adobe Illustrator, the models were made three-dimensional with Tinkercad and Maya programs and transferred to the printer with Ultimaker Cura software. Three-dimensional printing technologies have paved the way for new generation designs in the fashion industry, and this technology has provided a high level of customization in clothing design and production. In this study, TPU 95 A and TPU 98 A type flexible filaments and PLA type filament were used using the "Ender 3 S1 Pro" printer. The designs were converted into three-dimensional objects using Adobe Illustrator, Tinkercad and Maya programs and transferred to the printer with the Ultimaker Cura layering program. The "elibelinde" motif, which is a sign of femininity in Anatolia, represents abundance, fertility and joy. This motif has been used on textile surfaces in various forms. With three-dimensional printing technology, woven surfaces, knitted surfaces and non-woven surfaces have been obtained by using filament instead of thread. The motifs used in the study were designed to fit the base of the printer and were prepared in dimensions of 200 x 200mm. Sustainability and 3D printing technologies are relatively new concepts for the fashion industry. The combination of these two trends can revolutionize environmental and sustainability issues in the fashion industry and help overcome these challenges. This provides consumers with more choice and customization. Three-dimensional printing technologies increase the creative possibilities for fashion design. Instead of copying existing products, unique personalized products can be created. The use of personalized products is increasing in the fashion and textile sectors, as well as in other sectors (health, architecture, automotive). The surfaces obtained in this study can be used in a part of the product to be made, or it is possible to use the product alone. In clothing fashion, in recent years, home three-dimensional printers have become an important tool for designers who want to make a difference with personalized clothing designs or original product designs. These technologies have great potential for personalization and sustainability in the fashion industry, enabling the emergence of innovative and creative products.

GİRİŞ

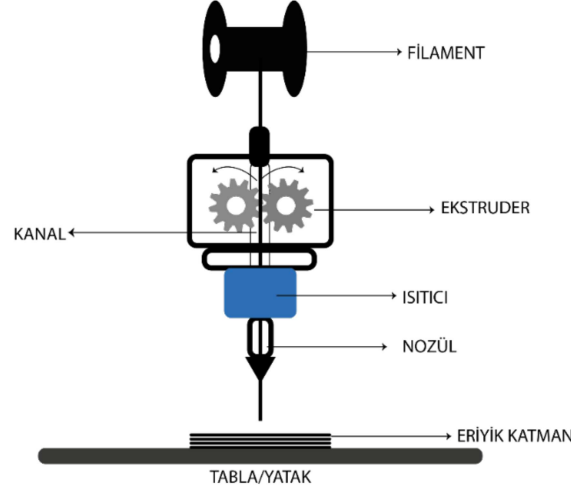
Moda, sosyokültürel ve ekonomik değişimlerle benzer bir şekilde gelişen ve sürekli olarak yenilenen bir olgudur. Toplumsal mimari ve kültürel değişimler, moda kavramının gelişimini destekleyerek tüketim alışkanlıklarını şekillendirmektedir (Kilisli ve Çoruh, 2023: 50). Moda dünyasında yaşanan gelişmelerle birlikte, bu gelişmelerin içinde önemli bir yer tutan hammadde açığı, insan nüfusundaki artış ve buna paralel olarak tüketimin artmasıyla birlikte kaynakların tükenmesine ve ihtiyaçların her geçen gün değişmesine yol açmaktadır. Giyim ve ayakkabı tüketiminin 2030 yılına kadar %63 oranında artarak şu anki 62 milyon tondan 2030 yılında 102 milyon tona çıkması bekleniyor (URL 1). Bu durum, sektörde yeni alternatif çözüm yolları bulma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu bakımdan kaynakların tükenmesi durumu hammadde krizini de beraberinde getirmektedir. Alternatif kaynaklar arasında üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin malzemeleri içinde önemli bir yere sahip olan filamentler başta gelmektedir. TPU ve PLA gibi filamentlerin geri dönüştürülebilir olması ve kişiselleştirilebilir ürünler için destekleyici bir malzeme olarak kullanılabilmesi alternatif kaynak olarak kullanılmasında önemli bir etken olarak görülebilir. Bu filamentler içinde özellikle sağlık sektöründe yaygın olarak kullanımı ile bilinen ve mısır şurubu, şeker pancarı gibi maddelerden elde edilen PLA (Polilaktik asit) (Barrasa vd.,2021: 2) filamenti gelmektedir. PLA yapısı itibari ile daha sert (rigid) olması üç boyutlu yazıcıdan çıktığı şekli ile esnek yapısının olmaması tekstil sektöründe kullanımına ilişkin belirli sınırlılıkları beraberinde getirmektedir. Bu sınırlılıklar; giyim, spor giyim ve ayakkabı gibi hareket kabiliyeti isteyen ürünler olarak sıralanabilir. Bu soruna çözüm olarak TPU filament yapısı ile daha esnek olması açısından bir alternatif olarak görülebilir. Özellikle otomotiv sektöründe yüksek elastikiyet, termoplastik işleme ve bununla birlikte biyolojik olarak parçalanabilmesi özellikleri ile TPU malzemeler daha çok tercih edilmektedir (Wang vd., 2020: 2). Bu özellikleri bakımından çalışmada, TPU filamentin tekstil sektöründe de kullanımı uygun olabileceği varsayımı üzerinden hareket edilmektedir.



Resim 1. TPU Malzemeden üretilmiş mutfak önlüğü. (URL 2)

Araştırmanın temelinde deneysel yöntem kullanılarak çeşitli denemeler yapılmış, uygun ortam ve filament yapısı ile Anadolu’da yaygın olarak görülen “elibelinde” motifi kullanılarak çeşitli tekstil yüzeyleri elde edilmiştir. Tekstil yüzeyi tasarımı; ipliklerin, liflerin renklendirilmesi veya yüzey hacmi verilerek çeşitli doku ve desenlerin birleşimi olarak tanımlanabilir (Güney, 2023: 201). Bu çalışmada liflerin ve ipliklerin yerini filamentler almıştır. Doku ve desen oluşturulmasında klasik dokuma teknolojisi yerine üç boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılmıştır. Çalışmada yöntem olarak deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar arasındaki neden-sonuç ilişkileri hakkında bir sonuca varmak için deneysel yöntem kullanılmıştır. Bu deneysel yöntemde üç boyutlu yazıcıdan alınacak tekstil yüzeyleri için yazıcı parametrelerinde verimlilik esas alınarak değişiklikler ve sınırlılıklar uygulanmıştır. Araştırmada FDM (Fused Deposition Modeling) (Birleştirmeli Yığılma Modeli) altyapısında çalışan ev tipi üç boyutlu yazıcı kullanılmıştır. FDM yapısı, eriyik

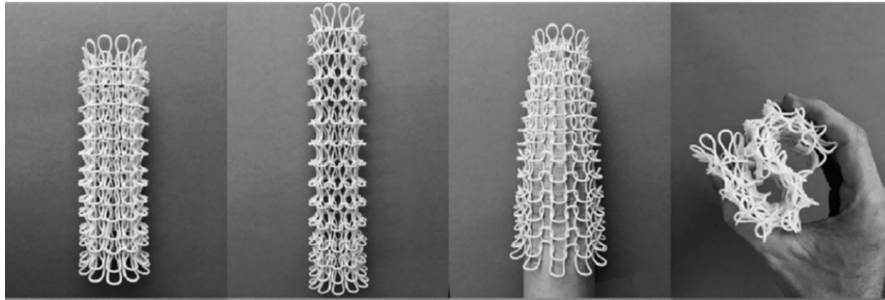
biriktirme şeklinde çalışan ve dünyada üç boyutlu yazıcılar içinde en sık kullanılan çalışma prensibidir (Dilek vd., 2021: 8). FDM çalışma prensibine sahip yazıcılar diğer yazıcı tiplerine göre daha ucuzdur. Çeşitli türde filament kullanımına olanak sağlaması en büyük avantajıdır. Ev tipi üç boyutlu yazıcılarda yaygın olarak kullanılması, kurulumunun kolay olması ve kişisel ürünlerin geliştirilmesi açısından prototip üretim için tercih nedenidir. Erimiş termoplastik (filament) bir kanal içinden itilerek yazıcı nozulünden geçer, filament yapısına göre ısıtılmış olan tabla üzerine katman katman yığılarak ürünler ortaya çıkar.



Şekil 1. FDM Çalışma prensibi, Serhat GÜVEN, 2024

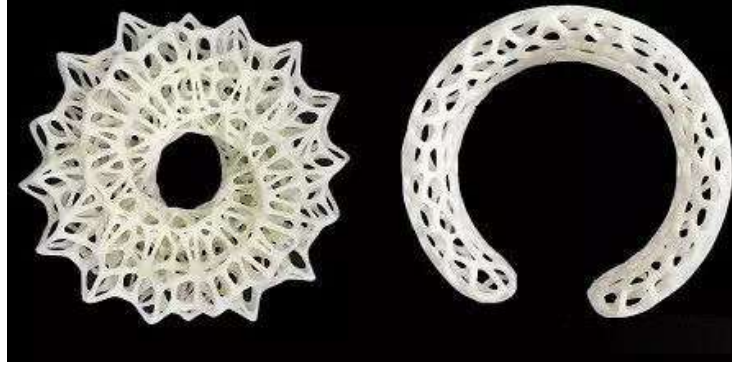
1. 3D Baskı Teknolojileri

SLS teknolojisi, yüksek detaylı ve dayanıklı parçalar üretmesi nedeniyle medikal cihazlar ve otomotiv gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılan (Seçici Lazer Sinterleme) çalışma prensibine sahip baskı teknolojisidir. 1980'li yılların başında Teksas Üniversitesi'nde Dr. Carl Deckard ve Dr. Joe Beaman'ın birlikte geliştirdikleri seçici lazer sinterleme (SLS) tekniğinde, ısıya maruz bırakıldığında kaynaşabilen toz zerreciği halindeki malzemeler kullanılır (Top, vd. 2019: 6). Kızılötesi lazer ışınları sayesinde katı bir nesne oluşturmak için yazıcıya yüklenen tozu katman katman seçerek eritir. Toz yüzeyini tarayan lazer ışını bu parçacıkları birleştirir. İlk katman oluşturulduktan sonra platform aşağı doğru hareket eder ve altta bulunan toz yüklemesi sistemi lazer ışını ile yeniden tozu biriktirir ve oluşturulan diğer katman üzerine eşit şekilde yayar (Danilo, vd. 2009). Bu baskı teknolojisi bütünsellik arz eden çalışmaların daha hassas üretilmesine olanak tanımaktadır. Detay barındıran ürünlerin baskılanmasında avantaj sağlayabilir.



Resim 2. SLS Çalışma prensibi ile oluşturulan yüzey örneği. (URL 3)

SLA (Tarayarak Işıklı Kürleme) çalışma sistemini kullanan üç boyutlu baskı teknolojileri ise ışığa duyarlı ve lazer tabanlı sıvı reçine kullanan bir teknolojidir. SLA teknolojisi, özellikle yüksek yüzey kalitesi ve hassasiyet gerektiren küçük ve karmaşık parçaların üretiminde tercih edilir. Lazer ışını, kullanılan sıvı reçinenin yüzeyini detaylı bir şekilde tarar; daha sonra bu reçine enine kesit oluşturmak üzere ışığa maruz bırakılarak katılaştırılır. Bu katman tamamlandıktan sonra baskı katmanının kalınlığına kadar aşağı kayar ve bir sonraki reçine katmanını katılaştırır (Xiao ve Kan 2022: 3). SLS (Seçici Lazer Sinterleme) sisteminden farklı olarak toz yerine reçine maddesi kullanılmaktadır. Şeffaf, esnek ve dökülebilir reçineler sayesinde çok daha düzgün yüzey yapısına sahip ürünler elde etmek mümkündür.



Resim 3. SLA Çalışma prensibi ile oluşturulan yüzey örneği. (URL 4)

DLP (Dijital Işıklı İşleme) yöntemini kullanan üç boyutlu baskı teknolojileri her bir yüzeyin tek bir görüntüsünü aynı anda sertleştirmek için projektöre benzeyen bir dijital ışık kullanır. Tüm katmanı bir kerede açığa çıkarmasıyla SLA çalışma sistemine kıyasla daha hızlı baskı ürünleri ortaya çıkarabilir (Krkobabić, vd. 2020: 2). Günümüzde özellikle implant yapımında kullanılmaya başlanmıştır. DLP tabanlı üç boyutlu yazıcılarla basılabilen in vivo (canlı veya ölü organizma) tıbbi cihazlar alanı temel olarak metal, seramik ve polimer gibi çeşitli malzemelerden yapılmış biyolojik olarak parçalanabilen veya parçalanamayan insan implantlarını içerir (Zhang, vd. 2020: 16).



Resim 4. DLP Çalışma prensibi ile oluşturulan yüzey örneği. (URL 5)

	ÜRÜN HASSASİYETİ	MALİYET	ZAMAN
SLS	İşlevsel, mekanik, karmaşık ve dayanıklı prototipler üretilebilir	Herhangi bir kalıp veya alet gerektirmez. Geleneksel üretime göre daha uzuz.	Hızlı katman üretimi açısından zamandan tasarruf sağlar.
SLA	Çok ince katmanlar ile baskı ve yüksek detaylı ürünler	Reçine kullanımı sebebi ile pahalı	Yüksek detaylı ürünler için uzun zaman gerektirir.
DLP	Yüksek baskı çözünürlüğü ile pürüzsüz yüzeyler	Reçine kullanımı sebebi ile pahalı	Tabaka şeklinde çalışır sls ve sla ya göre daha hızlıdır.

Tablo 1. SLS, SLA ve DLP üretim modellerinin ürün hassasiyeti, maliyet ve zaman açısından karşılaştırılması, (Serhat GÜVEN, 2024)

Üç boyutlu baskı teknolojileri, ürün geliştirme süreçlerine ve geleneksel üretim sistemlerine meydan okuyarak birçok endüstride ve kişisel amaçlar için kullanılmaktadır. Tıp ve sağlık, mimarlık, inşaat, gıda, askeri uygulamalar ile endüstriyel imalat, eğitim, tekstil ve moda gibi alanlar örnek olarak verilebilir. Bu sektörlerdeki kullanım alanları sürekli olarak genişlemekte ve çeşitlenmektedir (Kökhan ve Özcan 2018: 81).

Sağlık alanında yapılan çalışmalarda organ ve doku çalışmaları ve ürün geliştirme gibi alanlar bulunmaktadır. Bireye özel çalışmalar ise uzuv protezleri (örneğin, kol ve bacak protezleri), işitme cihazları, dental ve implant operasyonları, ileri düzeyde yumuşak doku üretimi, iskelet sistemleri ve ortopedik uygulamalar gibi birçok uygulamayı içermektedir (Arslan, vd. 2018: 102). Kişiselleştirilmiş sağlık uygulamaları ile yeni araçlar ve tedavi yöntemlerinin ortaya çıkması mümkün hale gelmiştir. Bu uygulamalar ile sağlık alanında maliyetlerin büyük ölçüde düşeceği öngörülmektedir.



Resim 6. Elastik Bir 3D baskı malzemesinden yapılmış 'deri' de dâhil olmak üzere bir elin anatomik modeli. (URL 6)

Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin gelişmesi ve tekstil sektörünün bu gelişmeye kayıtsız kalmaması ile birlikte yeni nesil tasarımların önü açılmıştır. Üç boyutlu baskı teknolojileri insanların giyim modasına dair algılarını değiştirmeye başlamıştır. Günümüzde özellikle moda dünyasında üst düzey kişiselleştirme önem kazanmaktadır (Fanglan ve Kaifa 2020: 7). Bu gelişme moda tasarımcıları için farklı fikir arayışlarını beraberinde getirmektedir. Flex(esnek) filamentler ile bu tasarımlar giderek zenginleşmiş, günümüz moda tasarımcıları tarafından üç boyutlu yazıcı

TEKSTİL YÜZEYİ TASARIMINDA İNOVATİF YÖNTEMLERİN KULLANILMASI: 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ İLE TPU FLEX FİLAMANT KULLANIMI VE DENEYSEL TEKSTİL YÜZEYLERİ OLUŞTURULMASI

teknolojileri ile flex malzemelerin kullanımını da artırmıştır. Resim 7 ve Resim 8’de moda tasarımcısı Danit Peleg’e ait ev tipi üç boyutlu yazıcıdan çıkmış ürün tasarımları görülmektedir.



Resim 7. Nft Collection / LibertyLeadingThe People (Nft Koleksiyonu / İnsanlara Öncülük Eden Özgürlük), Danit Peleg, 2021, İsrail. (URL 7-8)



Resim 8. Nft Collection / LibertyLeadingThe People (Nft Koleksiyonu / İnsanlara Öncülük Eden Özgürlük), Danit Peleg, 2021, İsrail. (URL 7-8)

Resim 9’ da Nervous System tarafından geliştirilmiş aynı şekle sahip parçalar insan anatomisine göre büyük ve küçük şekillerde oluşturulmuştur. Bu parçaların birbirlerine eklenmesi ile bütünsel bir yapı elde edilmiştir. Yapımında sert bir malzeme olan PLA kullanılsa da eklemli yapısı sayesinde şekil alabilmiş ve etek formunu yakalayabilmiştir. Tekstil sektöründe üç boyutlu yazıcı kullanımını açısından önemli örnekler içinde yer almaktadır.



Resim 9. NervousSystem, KinematicsSkirt (Kinematik Etek), 2016, USA. (URL 9)

Resim 10 'da Iris Van Herpen'e ait iki ayrı temaya sahip tasarımlar görülmektedir. Bu tasarımların en büyük özelliği üç boyutlu yazıcıların yanı sıra ipek, tül, dantel gibi ek malzemelerin de kullanılmasıdır. Soldaki görselde James Webb Uzay Teleskobu tarafından çekilen fotoğraflar fon olarak kullanılmıştır. Tasarımcı bulutsu (nebula) temasını kullanmıştır. Sağ tarafta yer alan görselde ise mimari yapılardan esinlenerek bir koleksiyon ortaya çıkarılmıştır. Yine bu koleksiyon içinde tasarımcı ipek, dantel ve tül ile birlikte üç boyutlu yazıcının sınırlarını zorlamıştır.



Resim 10. Sculpting the Senses (Duyuları Şekillendirmek), Iris Van Herpen, 2024, Paris (URL 10)

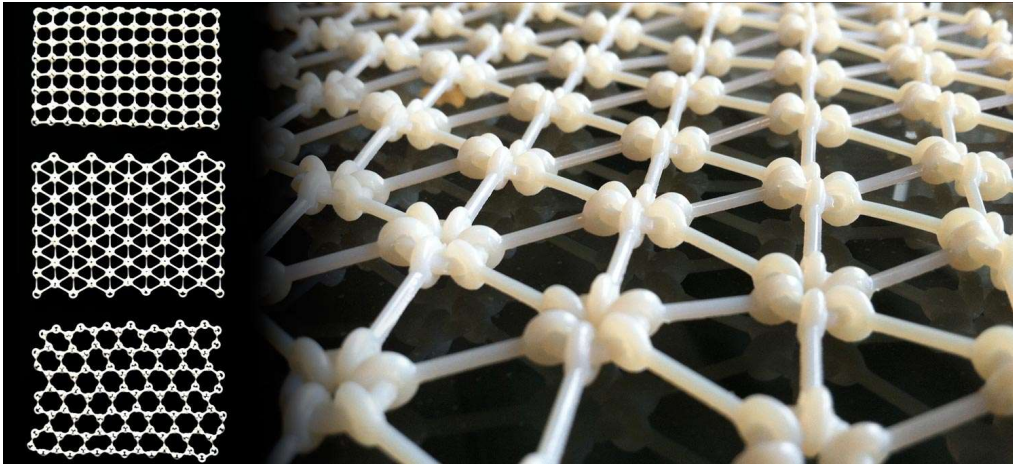
2.Yöntem

Deneysel tekstil yüzeyi çalışmaları yapılırken; üç boyutlu yazıcı olarak Creality markasının geliştirmiş olduğu genellikle orta segment kullanıcıya hitap eden ve ev tipi kullanıcıların tercihi olan “Ender 3 S1 Pro” yazıcısı kullanılmıştır. Maliyeti diğer yazıcılara göre daha düşük olması, kurulumu kolay ve çeşitli filamentler ile ürün çıkartısına imkân sağlaması açısından tercih edilmiştir. Filament olarak baskı alınacak modele göre genellikle “TPU 95 A ve TPU 98 A” tipi esnek filamentler ile PLA tipi filament de çalışmalar içinde kullanılmıştır. Çalışmada TPU filamentler esnek yapısı, kolay şekil alabilmesi ve geri dönüşümü yüksek olması sebebi ile tercih edilirken; PLA filamentler ise daha sert yapısı, baskı kalitesinin yüksek olması ve çevre dostu özelliklerinden dolayı kullanılmıştır. Tekstil yüzeyi tasarımları için Anadolu’da yaygın olarak kullanılan “elibelinde” motifinin farklı kullanım şekillerinden yararlanılmıştır. Motiflerin özüne sadık kalınarak tasarımlar yapılmıştır. Üç boyutlu yazıcıdan çıktı alınacak formata uygun olmasına dikkat edilmiştir. Motiflerin teknik çizimlerinde sağladığı vektörel doğruluk nedeniyle Adobe İllustratör 2023 programı, modellerin üç boyutlu nesneye dönüştürülmesi ve karmaşık yüzeylerinin dijital olarak yeniden oluşturulması için ücretsiz ve web tabanlı çalışan Autodesk firmasının geliştirmiş olduğu

Tinkercad ile Maya programları ve tasarımların katmanlama, parametre ayarları ve optimizasyonu için Ultimaker Cura 5.4.0 katmanlama programı kullanılmıştır.

2.1. Tekstil yüzeyi tasarımı

Teknolojik gelişmelerin etkisiyle dokuma, yalnızca bir üretim yöntemi olmaktan çıkmış, sanatın bir aracı haline gelmiştir. Sanatçılar, sentetik malzemeler ve yeni dokuma teknikleri ile hem estetik hem de işlevsel yüzeyler üretmeye başlamışlardır. (Gülas, 2023: 44). Tekstil tasarımı; tekstilin üretim yöntemlerinden dokumanın haricinde örmeyi ve bu üretim yöntemleri ile elde edilen tekstil yüzeyinin dekore edilip desenlendirilmesi olan baskı tasarımını da içermektedir (Gür Üstüner, 2019: 142). Üstüner'in açıklamasına ek olarak gelişen teknoloji ile kullanılan üç boyutlu yazıcılar ile de tekstil yüzey tasarımı yapılmaktadır. Alternatif sayılabilecek tekstil yüzeyleri üretiminde eklemeli imalat olarak da bilinen üç boyutlu baskı ile dijital modeller oluşturup katı yüzeyler elde etmek mümkün hale gelmiştir. Eklemeli imalat, hızlı prototipleme, malzeme verimliliği ve karmaşık geometrilerin kolayca üretilmesine olanak tanıyarak, tekstil tasarımında devrim niteliğinde bir yöntem sunmaktadır. Bu teknoloji ile hızlı modelleme yaparak çeşitli üretim alanlarında son birkaç yılda üç boyutlu baskıya ek olarak yeni nesil teknoloji ile birlikte daha kullanılabilir ürünler ortaya çıkarmak kolaylaşmıştır. Çok çeşitli malzemelerden (termoplastik, saf metal, seramik vb.) üretim yapmak mümkündür (Kholiya, 2016: 80).



Resim 11. Üç boyutlu yazıcı kullanılarak yapılmış yüzey örneği. (URL 11)

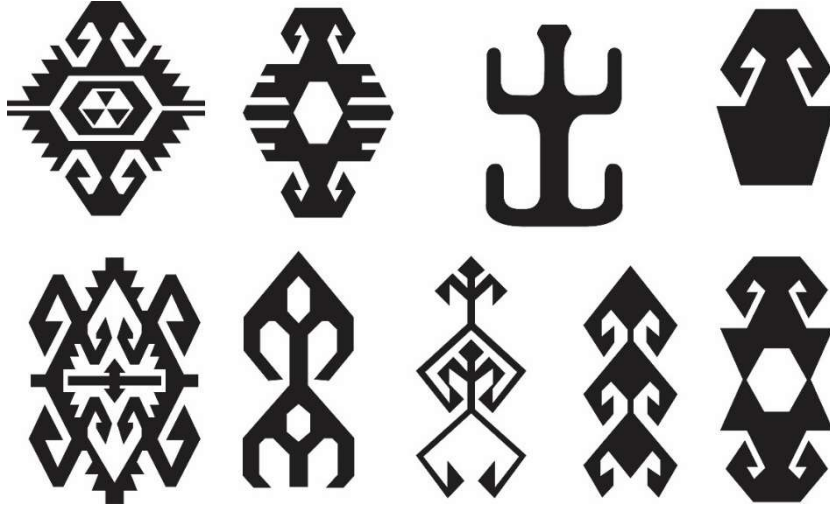


Resim 12. Üç boyutlu yazıcı kullanılarak yapılmış yüzey örneği. (URL 12)

Resim 11 ve 12’ de sert filament kullanımının dezavantajını ortadan kaldırmak için birimlerin daha küçük boyutlarda çalışılarak birbirlerine eklenmesi sonucunda şekil alabilen bir yapıya kavuşturulması amaçlanmıştır.

Çalışmada kullanılan “elibelinde” motifleri iki boyutlu programlar aracılığı ile yeniden yorumlanarak üç boyutlu yazıcının yazma kapasitesine uygun şekilde tasarlanmıştır. Anadolu’da dişiliğin göstergesi olarak “elibelinde” motifi kullanılmıştır. Elibelinde motifi aynı zamanda bolluğu, bereketi ve sevinci temsil eder (Erbek, 2002: 108). Bu sebeple elibelinde motifi Anadolu’da yöreye özgü çeşitli formlarda yaygın olarak görülmektedir. Tekstil yüzeyi tasarımı için öncelikle kumaşın temel yapı malzemesi olan liflerden söz etmek uygun olacaktır. Lifler ham hali ile üzerine çeşitli işlemlerin uygulanması sonucu iplik haline getirilirler. Elde edilecek olan kumaşın cinsine göre bu ipliklerin kalınlığı ve gramaj yapılarında değişikliğe gidilebilir. Bunun yanı sıra boyama, terbiye ve yıkama işlemleri de yapılmaktadır.

Kumaş yüzeyi oluşturulurken üç farklı teknikten bahsetmek mümkündür. Boyuna devam eden çözümlü iplikleri ile enine devam eden atkı iplikleri ilişkisi bakımından dokuma yüzeyler, atkı ve çözümlü iplikleri boyunca kumaşa esneklik kazandıracak şekilde birbirleri ile bağlantılı iplik ilmeklerinden oluşturulan örme yüzeyler ve günümüzde de teknolojinin gelişmesi, yapay zekânın da giderek etkisini artırması ile çeşitli şekillerde elde edilen dokusuz yüzeylerden bahsetmek mümkün hale gelmiştir. Yapay zekâ algoritmaları, dokusuz yüzeylerin daha karmaşık ve estetik olarak optimize edilmiş şekilde üretilmesine olanak sağlamaktadır. Bu teknolojiler, üç boyutlu baskı ile birleştiğinde geleneksel yüzeylerden çok daha detaylı ve işlevsel ürünler elde edilebilmektedir. Çalışmada halı, kilim, takı ve objelerde kullanılan “elibelinde” motifi örnek alınmıştır.

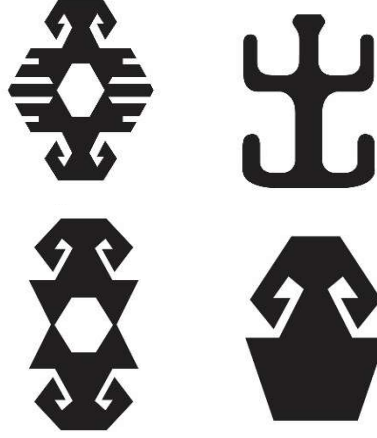


Resim 13. Elibelinde motif örnekleri, Çatalhöyük'ten günümüze Anadolu motifleri, Mine Erbek, 2002

Elde edilen yüzeyleri ‘yığma yüzey’ olarak isimlendirmek yerinde olacaktır. Üç boyutlu yazıcıdan çıkan eriyik malzemenin belirli parametreler doğrultusunda üst üste yığılarak elde edilen bu yüzeylerde önce 0.5 mm taban daha sonra 0.5 mm motif yüzeyi oluşturma tekniği kullanılarak ürünler ortaya çıkarılmıştır. 0.5 mm kalınlığındaki taban katmanları ve motif yüzeylerinin dikkatle optimize edilmesi, yığma yüzeylerin hem dayanıklı hem de estetik olmasını sağlamıştır. Bir diğer teknikte ise yüzeyde motife denk gelen kısımların içi boşaltılarak çeşitli tekstil yüzeyleri elde edilmiştir.

2.2. 2B Tasarım süreci

Çalışmada dört farklı elibelinde motifi seçilmiştir. Motiflerin seçilme sebebi diğer elibelinde motiflerine nazaran daha sade yapısal formlarının olmasıdır.



Resim 14. Elibelinde motif örnekleri, Çatalhöyük'ten günümüze Anadolu motifleri, Mine Erbek, 2002 (çalışmada kullanılacak motifler).

Motifin Adobe İllüstratör programı yardımı ile teknik çizimi gerçekleştirilir. Seçilen filamentin yapısı tasarım sürecinde oldukça önemlidir. Tasarımın çok detay barındırması, karmaşık bir nesnenin ortaya çıkması ve üç boyutlu yazıcının yazabileceği minimum (0.4 mm) değer göz ardı edilmesi durumunda çıktının (ürün ve obje) veriminde önemli görülebilecek düzeyde düşüşler meydana gelebilecektir. Bu sorunların başında tasarımdaki şekillerin birbirine çok yakın olması ile birlikte hem ipliklenme (ürün kenarında çapaklanma veya düzgünlük) hem de birbirine yapışma sorunu ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu değerler göz önünde bulundurularak daha sade motiflerin seçilmesi yerinde bir tercihtir. Vektörel tabanlı olarak çalışan illüstratör yazılımı Adobe firması tarafından geliştirilmiştir. Matbaa, çoklu medya ve grafik çalışmalarında tercih edilen bir yazılımdır (Arslantunalı vd., 2014: 155). Yapılan çizim üç boyutlu tasarıma temel oluşturması sebebiyle Tinkercad programına aktarılmadan önce SVG dosya formatına dönüştürülür. SVG (Scalable Vector Graphics) bir vektör dosyasıdır. Matematiksel formüllerle görüntüleri saklar ve bu sayede veriler kalite kaybolmadan depolanabilir. Yeniden boyutlandırılabilmesi sebebiyle ideal bir veri depolama yöntemidir. SVG grafikleri, grafiği oluşturan yolları tarif ederek görüntünün oluşmasını sağlar. Çoklu platform desteğine sahiptir ve birçok tarayıcı bu formatı desteklemektedir (Gümüştepe, 2015: 507). Bu sebeple oldukça sık kullanılır. Veri transferi yaparken bozulmaması ve düşük boyutlarla saklanabilmesi önemli tercih sebepleri arasında gösterilebilir.

2.3. 3B Tasarım süreci

SVG formatına dönüştürülen motif Tinkercad programı ile üç boyutlu nesneye dönüştürülmüştür. Autodesk Tinkercad; üç boyutlu tasarım, elektronik ve kodlama için ücretsiz ve kullanımı kolay bir uygulamadır (URL 13). Burada önemli olan tekstil yüzeyini en yakın şekilde taklit edebilen nesne kalınlığını yakalayabilmektir. 0.5 mm kalınlık buna en uygun kalınlık olarak öngörülebilir. Zeminden yüksek motifler kullanılırken önce zeminde motif şekline uygun boşluk oluşturulur. Daha sonra yapılan motif bu temel üzerine yerleştirilir. Üç boyutlu yazıcının formu algılaması açısından bu oldukça önemli bir detaydır. Yapılan çalışma G-Code süreci için STL (Standart Üçgen Dili) formatında kaydedilmiştir. STL dosya formatı özellikle üç boyutlu yazıcılardan alınacak objelerin veri transferlerinde yaşanan kalite düşmesi problemini ortadan kaldıran matematiksel yüzey anlamında sırası ile ilintili üçgen formlardan oluşan verileri kapsamaktadır. Kalitenin yüksek olması için üçgen formların daha fazla olması gerekir (URL 14). Renk ve doku eksiklikleri nedeniyle STL dosyalarının boyutu daha küçük, işleme hızı ise diğer formatlara göre daha yüksektir. Tek renk veya tek malzemeli bir obje yazdırılacaksa format olarak STL formatı daha uygun olmaktadır.

2.4. G-Kod Tasarım süreci

G-Code “Geometrik Kod” anlamına gelir. G-Code bir makinenin nasıl çalışması gerektiğinin yollarını gösterir (Robocombo, 2021). G-Code formatına getirilen veri, slicer programında (Ultimaker Cura 5.4.0) üç boyutlu yazıcının program kodlarına uygun olması için dilimlendirilir. Açık kaynak olarak çalışan Ultimaker Cura programının temel işlevi, program bünyesine uygun formatta (STL, OBJ) gönderilen model dosyasını katmanlara bölerek (dilimleyerek) üç boyutlu yazıcıya özel G-Code şekline dönüştürmesidir. Dilimleme yazılımı olan Ultimaker Cura programı içinde çeşitli baskı ayarları da yapılarak çıktının daha verimli olması sağlanabilir. G-Code, CNC makineleri için bir programlama dilidir. FDM formatı özelliği olan üç boyutlu yazıcılarda bu işlem mutlaka yapılmalıdır. Eriyik biriktirme modeli olarak da bilinen FDM yapı malzemesi olarak filament kullanır. Filament genellikle eriyik hale gelene kadar ısıtılır ve daha sonra üç boyutlu yazıcının nozulünden itilerek dışarı çıkarılır. G-Code talimatlarına göre yapı plakası üzerine eriyik malzeme serilir (Mwema, F., Akinlabi, E. 2020: 3).

FİLAMENT YAPISI	TPU FLEX FİLAMENT 95 A
NOZÜL SICAKLIĞI	230°
TABLA SICAKLIĞI	65°
DOLGU YOĞUNLUĞU	15%
ÜST KATMAN KALINLIĞI	1mm
ALT KATMAN KALINLIĞI	0.5mm
YAZDIRMA HIZI	20mm/s
YAZDIRMA SOĞUTMASI ETKİN	✓
FAN HIZI ETKİN	✓
ÜTÜLEME FONKSİYONU ETKİN	✓
GERİ ÇEKME MESAFESİ	2mm
Z SIÇRAMASI ETKİN	✓

Tablo 2. Uygulamalarda Kullanılan Ultimaker Cura Parametre Ayarları

3. Uygulama

Çalışmalarda seçilen “elibelinde” motifleri çeşitli form ve düzenlerde kullanılarak tekstil yüzeyleri elde edilmiştir. Ürünlerde 95 ve 98 A TPU Flex filament kullanılmıştır. Tasarımlar düzenlenirken ipliklenme sorunu olmaması için çalışma yüzeyleri uygun olabilecek mesafelerde ve düzende ayarlanmıştır. Seçilen elibelinde motiflerinin diğer motif örneklerine göre daha sade olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmalar yazıcının tabla alanı da düşünülerek 200 x 200mm boyutlarında hazırlanmıştır. Kullanılan filamentler 1.75 mm çapında ve esnek malzemelerdir. Üç boyutlu yazıcılarda tekstil sektöründe kullanılan lifler yerine filament adı verilen malzemeler kullanılmaktadır. Çeşitli yapıda ve özelliklerde olan bu filamentler ile çok farklı özelliklere sahip tekstil yüzeyleri ortaya koymak mümkündür. Bu malzemeleri kullanırken elde edilecek olan üründe istenilen niteliklere dikkat ederek malzeme seçimi yapılmaktadır.

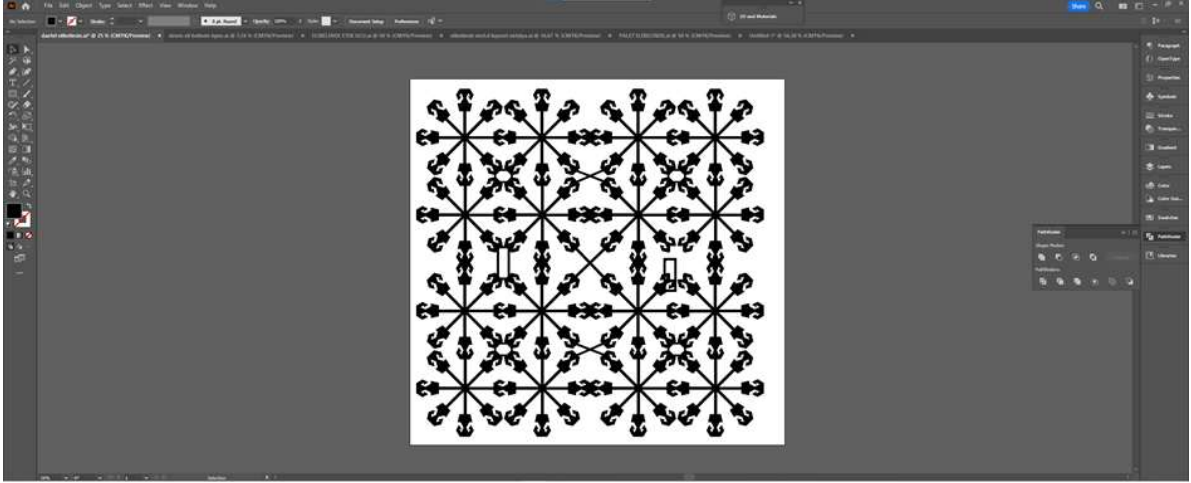
Özellik	PLA	Tough PLA	PETG	ABS	ASA	PC/ABS	TPU Flex
Yazdırma Kolaylığı	*****	*****	****	**	***	*	**
Sıcaklık Dayanımı	60°C	60°C	85°C	100°C	110°C	120°C	70°C
Yük Taşıyabilme	*****	****	*****	****	****	*****	***
Darbe Dayanımı	***	****	***	****	***	****	*****
UV Dayanımı	**	**	****	*****	*****	*****	****
Tokluk	***	****	****	****	****	****	*****
Çarpılma Davranışı	*	*	*	*****	****	*****	**
Koku	**	**	*	****	***	***	*
Baskı Yüzey İşlemi	****	*****	****	*****	*****	****	*
Çözünme Davranışı	**	**	*	*****	*****	****	*****
Esneklik	**	****	****	****	****	****	*****
Baskı Hızı	*****	*****	*****	*****	*****	***	**
Nozül Aşındırma	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Destek Ayrılması	****	****	****	*****	*****	*****	*
Ekstrüder Sıcaklığı	200-230°C	200-230°C	230-260°C	220-260°C	250-280°C	260-290°C	220-240°C
Tabla Sıcaklığı	60-75°C	60-75°C	70-100°C	80-110°C	100-110°C	100-120°C	50-70°C

Resim 15. Filament çeşitleri ve kullanım özellikleri. (URL 15)

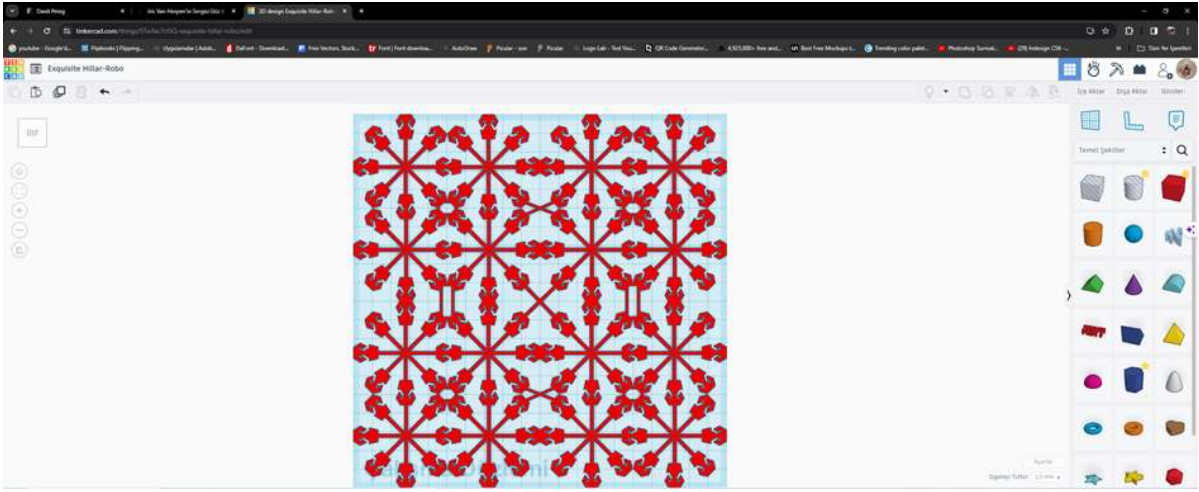
Ürünlerin ilk olarak teknik çizimleri yapılmış daha sonra boyutlandırma işlemleri uygulanmıştır. Tasarlanan yüzey tasarımları tamamı ürün olarak kullanılabilceği gibi giysinin bir parçası veya bir bölümünde de kullanılabilir.

Sırası ile;

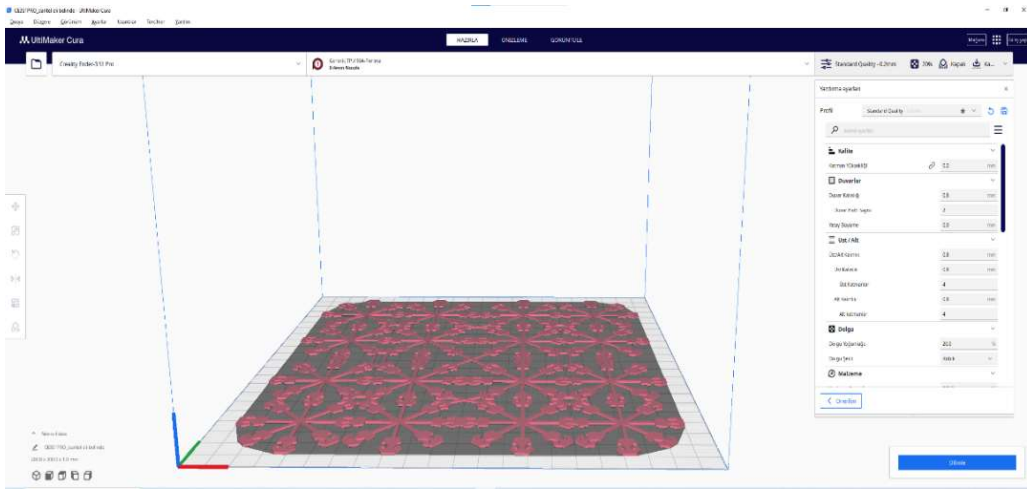
1. Motif illüstre edildikten sonra boyutlandırma aşaması için SVG (Scalable Vector Graphics) formatında kaydedilmiştir.
2. SVG formatında kaydedilen motif boyutlandırma yapılacak olan programa aktarılmıştır.
3. Boyutlandırma programında çalışılacak motif uygun form ve düzende tasarlanıp STL (Standard Triangle Language) formatında kaydedilmiştir.
4. Çalışmanın üç boyutlu yazıcıda yazdırılabilmesi için STL formatında kaydedilen dosya dilimleme programına aktarılmıştır.



Resim 16. Seçilen motifin ilüstre edilmesi, Serhat GÜVEN,2024



Resim 17. Seçilen motifin boyutlandırılması, Serhat GÜVEN,2024



Resim 18. Boyutlandırılan motifin dilimlendirilmesi, Serhat GÜVEN,2024

4. Bulgular

Giysi modasında son yıllarda kişiye özel giysi tasarımı veya özgün ürün tasarımlarıyla fark yaratmak isteyen tasarımcılar için alternatif olarak ev tipi üç boyutlu yazıcılar kullanılarak ürünler tasarlanabilir. Üç boyutlu baskı teknolojisinin en dikkat çekici yönü, bu alanın son derece hızlı bir şekilde gelişmesidir. (Lim ve Cassidy, 2014). Bu durum üç boyutlu baskı teknolojilerinin yenilikçi düşünen tasarımcılar için önemli bir çalışma alanı olduğunu göstermektedir.

Danit Peleg, ev tipi masaüstü üç boyutlu yazıcılar kullanarak tekstil yüzeyi oluşturan tasarımcıların başında gelmektedir. Tasarımlarında geleneksel tekstil özelliklerini ve yeni teknolojileri bir araya getirerek, dantele benzeyen yüzeyler oluşturmuştur. Danit Peleg'e göre, üç boyutlu baskı, dijital moda somut hale gelmesini sağlıyor ve tasarım sürecinde büyük bir yaratıcı potansiyel sunuyor. Dolayısıyla, üç boyutlu baskı teknolojileri ile moda dünyasında sınırları zorlayan ürünlerin ortaya konması; bu ürünlerin giyilebilir teknolojiler ile bütünleşmesi mümkün hale gelmiştir.

Ev tipi üç boyutlu yazıcılar teknolojinin de yardımı ile giderek yaygınlaşmış daha önceleri çok daha pahalı olan bu teknolojiler seri üretimin de sunduğu avantaj ile ucuzlamış ve çoğu kullanıcı tarafından satın alınabilir hale gelmiştir. Teknoloji, geleneksel üretime kıyasla benzersiz avantajlar sunar ve bu nedenle giyim endüstrisinde sınırsız pazar beklentileri vardır.

Teknolojinin giyim sektöründe getirdiği inovasyonlar, giysi tasarımı, üretimi, ürünün kişiselleştirilmesi ve sürdürülebilir olması açısından büyük bir potansiyel sunmaktadır. Ancak bu kumaşların özellikleri, normalde tekstil denince aklımıza gelen ince, esnek ve nefes alabilen özelliklere yakın değildir (Forman, vd. 2020: 1222). Üç boyutlu yazıcıların daha etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmasıyla özellikle tekstil ve moda alanında çok çeşitli tasarımların günlük yaşama daha yakın hale geldiğini görmekteyiz. Ev tipi yazıcılar sayesinde, sektörden ayrılmadan kendi odamızda çeşitli üç boyut tabanlı bilgisayar programlarını kullanarak kişiye özel tasarımlar oluşturmak mümkün hale gelmiştir (Valtas ve Sun, 2016: 1).

Sürdürülebilirlik ve üç boyutlu baskı teknolojileri, moda endüstrisi için göreceli olarak yeni kavramlardır. Bu iki trendin birleşimi, moda endüstrisinde çevresel ve sürdürülebilirlik konularında devrim yaratabilir ve bu zorlukların üstesinden gelmesine yardımcı olabilir (Tancredi, 2022: 4). Bu da tüketicilere daha fazla seçenek ve özelleştirme imkânı sağlar (Wu, vd., 2022: 1). Üç boyutlu baskı teknolojileri, moda tasarımına yönelik yaratıcı olasılıkları artırmaktadır. Mevcut ürünleri kopyalamak yerine kişiye özel benzersiz ürünler ortaya konabilir (Shahrubudin, vd., 2019: 1293). Kişiselleştirilmiş ürünlerin kullanımı diğer sektörlerde (sağlık, mimari, otomotiv) olduğu gibi moda ve tekstil sektöründe de giderek artmaktadır.

Bu çalışma, Anadolu motiflerinden bir örnek alınarak farklı bir üretim tekniği ile özellikle ev tipi bir üç boyutlu yazıcı kullanılarak yapılmış olması bakımından önemlidir. Bir kültür olarak Anadolu motiflerini gelecek nesillere aktararak varlığını korumak ve yaşatmak, motifleri yeni nesil teknolojiler ile tekstil ve moda sektörüne entegre etmek; kişiselleştirilebilir, değiştirilebilir, yenilikçi ve yaratıcılığı arttıran ürünlerin tasarlanması açısından değerlendirilebilir. Bu çalışmalar ışığında çeşitli formlarda, içeriklerde ve FDM dışında farklı çalışma prensiplerine sahip olan üç boyutlu yazıcılar ile özellikleri değişken formda tekstil yüzeyleri oluşturulabileceği, yenilikçi ve yaratıcılığı arttıran ürünlerin tasarlanması açısından önemlidir.

Bu motifleri üç boyutlu yazıcının tabanı yerine kumaş üzerine direkt uygulama yolu ile de farklı tekstil yüzeyleri elde edilebilir. Bu prensipte çalışırken yazıcının tabla sıcaklığına dikkat etmek gerekir. TPU filamentlerin tabla sıcaklıkları genellikle 65° olduğundan yazıcı ile tabla arasına gelecek başka bir malzeme bu sıcaklığı azaltacağı düşünüldüğünde motiflerin kumaş üzerine tutulumu sorununu da beraberinde getirebilir. Bir diğer problem ise tekstil yüzeyi elde ederken yazıcıda oluşan ipliklenme sorunudur. Z sıçraması ayarı (geri çekme) açılarak ipliklenme problemine çözüm üretilebilir. Bir başka sorun ise yazıcı ekstruderinde tıkanıklık sorunudur. Bu tıkanıklık, yazıcının ekstruder içinde bulunan ve fabrikadan çıkmış hali ile kullanılan kanalın sert plastik bir malzeme olmasından kaynaklanır. Isının kanal içinde geriye doğru kaçışını engellemek için titanyum alaşımli kanal kullanılabilir. Üç boyutlu yazıcıların tabla alanlarının sınırlı olması, kullanılacak olan filamentlerin uygun nem koşulları gözetilerek saklanması gerektiği, üç boyutlu yazıcının hızına ve modelin ayrıntısına göre ürün çıktısının uzun süreler alması, ayrıntı barındıran modellerde ipliklenme sorununun olması gibi durumlar dezavantaj sayılabilir.

Çalışmada çeşitli formlarda elde edilen tekstil yüzeylerinden örnekler aşağıda verilmiştir.



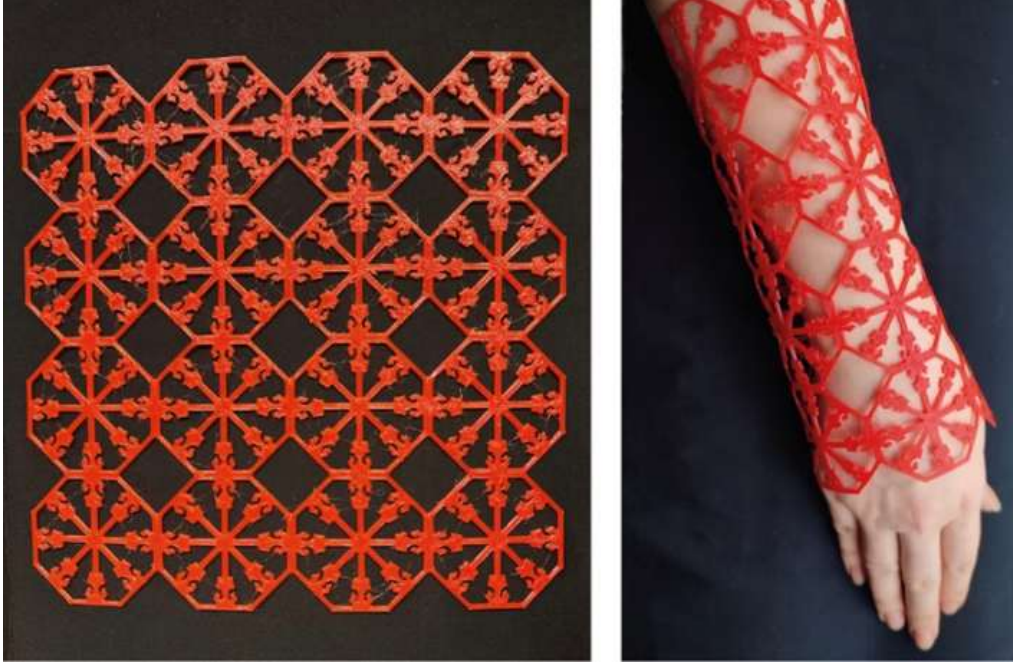
Resim 19. 98 A TPU Flex filament tekstil yüzeyi (uygulama sonucu), Serhat GÜVEN,2024

Resim 19’da (Resim 11’de uygulanan yöntemle benzer bir şekilde) elbeline motifi bir merkez etrafında 45° açılar ile yerleştirilmiş ve motifler dantel örgüsü oluşturacak şekilde birbirine bağlanmıştır. Çalışmada 98 A TPU esnek filament kullanılmıştır.



Resim 20. 98 A TPU Flex filament tekstil yüzeyi (uygulama sonucu), Serhat GÜVEN,2024

Resim 20’ de elbeline motifi 0.5 mm kalınlığında boyutlandırılmıştır. Boyutlandırılan motif 0.5 mm taban üzerine yerleştirilerek kumaş yüzeyi elde edilmiştir. Çalışmada 98 A TPU esnek filament kullanılmıştır.

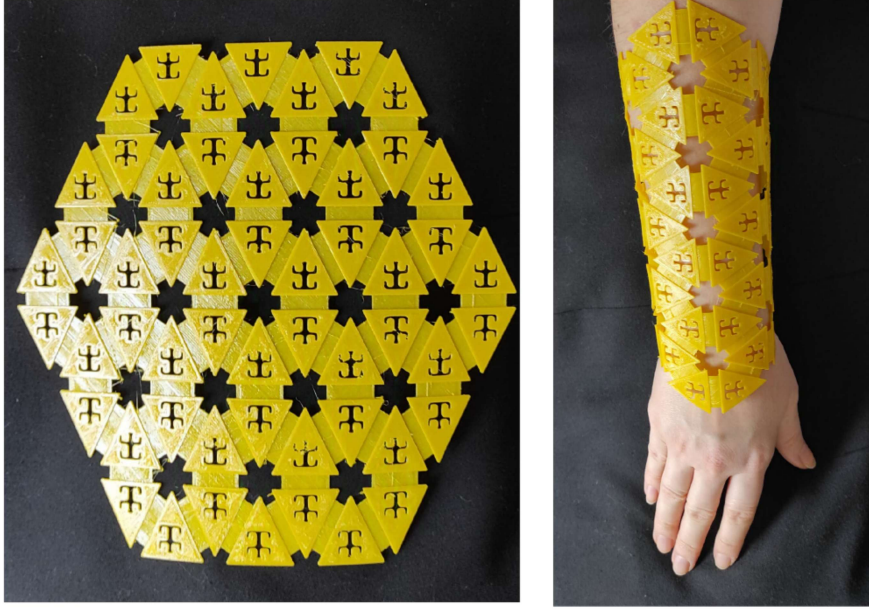


Resim 21. 98 A TPU Flex filament tekstil yüzeyi (uygulama sonucu), Serhat GÜVEN,2024

Resim 21’de elbelinde motifi bir merkez etrafında 45° açılar ile yerleştirilmiş ve motifler dantel örgüsü oluşturacak birim etrafına sekizgen çerçeve eklenerek birbirine bağlanmıştır. Çalışmada 98 TPU A esnek filament kullanılmıştır.



Resim 22. 95 A TPU Flex filament tekstil yüzeyi (uygulama sonucu), Serhat GÜVEN,2024



Resim 23. 95 A TPU Flex filament tekstil yüzeyi (uygulama sonucu), Serhat GÜVEN,2024

Resim 22 ve 23’ de elibeline motifi 1 mm kalınlığında tasarlanmış üçgen parçaların 0.5 mm kalınlığındaki bağlantı parçaları ile oluşturulan taban üzerinden motif şekli oyularak yüzey elde edilmiştir. Çalışmada 95 A TPU esnek filament kullanılmıştır.



Resim 24. 95 A TPU Flex filament tekstil yüzeyi (uygulama sonucu), Serhat GÜVEN,2024

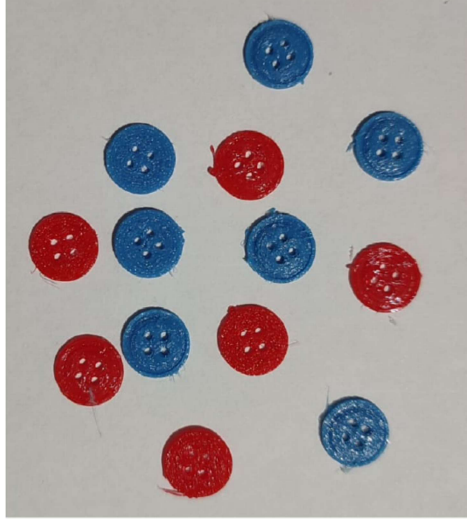
Resim 24’ de elibeline motifi 0.5 mm kalınlığında tasarlanmış taban üzerinden motifin şekli oyularak yüzey elde edilmiştir. Çalışmada 95 A TPU esnek filament kullanılmıştır. Resim 25 ve Resim 26’da elde edilen tekstil yüzeylerinin giysi tasarımında kullanım örnekleri görülmektedir. Resim 25’te tamamı 95 A TPU esnek filamentle elde edilen yüzey tasarımı, Resim 26’da elde edilen tekstil yüzey tasarımının kumaşla birleştirilerek oluşturulan ceket tasarımı görülmektedir.



Resim 25. Resim 19’da elde edilen 95 A TPU Flex filament yüzeyin kullanım alanına bir örnek, Serhat GÜVEN,2024

Resim 25' teki ürün elde edilirken;

1. 20cm x 20cm olacak şekilde (kullanılan yazıcının tabla alanına göre) yüzeyler elde edilmiştir.
2. Elde edilen yüzeyler birbirlerine uc uca yapıştırılarak yüzey alanı genişletilmiştir. Filamentin esnek yapısı sayesinde ürün rahat bir şekilde giyilebilmiş ve modelin anatomik yapısına uyum sağlamıştır.
3. Yapıştırma işlemi yapılırken yüzeylerin ekleme yerlerini gizlemek için yine aynı malzemedan (95 A TPU) küçük düğme şeklinde aksesuarlar kullanılmıştır.



Resim 26. Düğme şeklinde aksesuar örnekleri, Serhat GÜVEN,2024

SONUÇ

Sonuç olarak, üç boyutlu yazıcılar ile kişiselleştirilmiş ürünlerin oluşturulabilmesi, özgünlük açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, tasarımcılar için kültürel değerlerin kullanılması ve bu değerlerin gelecek kuşaklara aktarılması açısından esneklik sağlaması ve yaratıcı düşünceye katkı sağlaması son derece önemlidir. Ekonomik açıdan ise, sadece istenilen parçanın ev ortamında basılabilmesi, maliyetleri düşürüp erişilebilirliği artırarak önemli bir katkı sunabilir. PLA ve TPU filamentlerinin geri dönüştürülebilir nitelikte olması ve ardıl kirlilik bırakmaması, tekstil sektöründe yeşil dönüşümü teşvik etme potansiyeli açısından da son derece önemlidir. Bu özellikler, sürdürülebilirlik ve çevresel etkiler açısından sektöre önemli katkılar sağlayabilir. Sürdürülebilirlik ve üç boyutlu baskı teknolojileri, moda endüstrisi için göreceli olarak yeni kavramlardır. Bu iki trendin birleşimi, moda endüstrisinde çevresel ve sürdürülebilirlik konularında devrim yaratabilir ve bu zorlukların üstesinden gelinmesine yardımcı olabilir. Bu da tüketicilere daha fazla seçenek ve özelleştirme imkânı sağlar. Üç boyutlu baskı teknolojileri, moda tasarımına yönelik yaratıcı olasılıkları artırmaktadır. Mevcut ürünleri kopyalamak yerine kişiye özel benzersiz ürünler ortaya konabilir. Karmaşık yüzeylerin üretilmesinde zorluklar yaşanabileceği gibi filamentlerin uygun sıcaklık ve nem koşullarında saklanması gerekliliği göz ardı edilmemelidir.

Kişiselleştirilmiş ürünlerin kullanımı diğer sektörlerde (sağlık, mimari, otomotiv) olduğu gibi moda ve tekstil sektöründe de giderek artmaktadır. Ayrıca, bu nitelikler unutulmaya yüz tutmuş değerlerin korunmasına ve günümüzde de varlığını sürdürmesine katkı sağlayarak kültürel çeşitliliğin ve tarihi değerlerin korunmasına yardımcı olabilir. Üç boyutlu yazıcılar ve kullanılan filamentlerin özellikleri, sadece teknolojik yenilikler getirmekle kalmayıp aynı zamanda sosyal, kültürel, çevresel sürdürülebilirlik ile döngüsel üretimi destekleyen önemli araçlar olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Arslantunali, M., Karakoyun, D., Şermet, M., Demirten, M., Demirkol, Z. ve Harman, G. (2014). *Herkes İçin Grafik Tasarımı (1. Baskı)*, İstanbul: Pusula Yayınları.
- Arslan, N., Yaylacı, B., Eyüpoğlu, D., M. Kürtüncü (2018). Sağlıkta Gelişen Teknoloji: Üç Boyutlu Yazıcılar. *Uluslararası üç boyutlu Yazıcı Teknolojileri ve Dijital Endüstri Dergisi (2)* 2, 99-110.
- Barrasa, J., Montero, A., Ferrari, B. ve Pastor, Y. (2021). Characterisation and modelling of PLA filament sandevolution with time. *Polymers.13* (17), 2-19. Doi: <https://doi.org/10.3390/polym13172899>
- Dilek, E., Yildirim, M. İ., & Uzun, M. (2021). Additive manufacturing (3D printing) in technical fashion industry applications. *Tekstilna industrija*, 69(2), 4-15.
- Fanglan, Z., & Kaifa, D. (2021, February). Innovative application of 3D printing technology in Fashion design. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1790, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Forman, J., Dogan, M. D., Forsythe, H., & Ishii, H. (2020, October). DefeXtiles: 3D printing quasi-woven fabric via under-extrusion. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (pp. 1222-1233). Doi: <https://doi.org/10.1145/3379337.3415876>
- Gülas, S. B. Zamanının Ötesinde Bir Tekstil Tasarımcısı: Otti Berger. *Bodrum Journal of Art and Design*, 2(1), 40-58.
- Gümüştpe, Y. (2015). *İllustratör CS6&CC (7. Baskı)*, İstanbul: KODLAB yayınları.
- Güney, S. (2023). Örne ve dokumayı dikişsiz bir süreçte birleştiren tekstil yüzey tasarımı. *Uluslararası Akademik Araştırmada Sınırlar Konferansı*, 1, 201-204.
- İbrahim, D., Broilo, TL, Heitz, C., de Oliveira, MG, de Oliveira, HW, Nobre, SMW ve Silva, DN (2009). Mandibular anatominin çoğaltılmasında seçici lazer sinterleme, üç boyutlu baskı ve PolyJet™ modellerinin boyutsal hatası. *Kranio-Maksillofasiyal. Cerrahi Dergisi*, 37 (3), 167-173. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2008.10.008>
- Krkobabić, M., Medarević, D., Pešić, N., Vasiljević, D., Ivković, B., & Ibrić, S. (2020). Digital light processing (DLP) 3D printing of atomoxetine hydrochloride tablets using photoreactive suspensions. *Pharmaceutics*, 12(9), 833. Doi: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12090833>
- Kökhan, S., & Özcan, U. (2018). 3D yazıcıların eğitimde kullanımı. *Bilim Eğitim Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 2(1), 80-85.
- Kholiya, R. (2016). 3D Printing: The face of future fashion. *International Journal of Recent Research Aspects*, 3(3), 2349-7688.
- Lim, H. W., Cassidy, T. D. (2014). 3D printing technology revolution in future sustainable fashion. In *Sustainability in Textiles and Fashion*. Leeds.
- Mwema, F. ve Akinlabi, E. (2020). Basics of fused deposition modelling (FDM). *Springer Nature Switzerland AG*. 1-15.
- Martinez Tancredi, A. S. (2022). *State-of-the-Art: Sustainability in 3D Printed Fashion* (Doktora Tezi, Moda).
- Özbaş Kılıslı, M., & Çoruh, E. (2023). Moda Tüketicilerinin Giyim Ürünlerini Algılama Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma. *Akademik Sanat*(20), 50-61.
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. J. P. M. (2019). An overview on 3D printing technology: Technological, materials, and applications. *Procedia manufacturing*, 35, 1286-1296. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.089>
- Sun, D., & Valtas, A. (2016). 3D printing for garments production: An exploratory study. *Journal of Fashion Technology and Textile Engineering*, 4(3), 1000139. doi: <http://dx.doi.org/10.4172/2329-9568.1000139>
- Top, N., Gökçe, H., & Şahin, İ., (2019). Eklemeli İmalat İçin Topoloji Optimizasyonu: El Freni Mekanizması Uygulaması. *Journal of Selcuk-Technic (vol.18)*, no.1, 1-13.
- URL 1: <https://www.eea.europa.eu/publications/management-of-used-and-waste-textiles> Erişim Tarihi: 05.10.2024.
- URL 2: <https://tr.aliexpress.com/i/1005006186376458.html> Erişim Tarihi: 03.11.2024.
- URL 3: <https://parametrichouse.com/flexible-textile/> Erişim Tarihi: 30.04.2024.
- URL 4: <https://tr.3dprototfab.com/post-curing-for-sla-3d-printing.html> Erişim Tarihi: 03.11.2024.
- URL 5: <https://3mash.com/crs-model-yuksek-hassasiyetli-model-recinesi?renk=sand&boyut=1000-gr&teknoloji=dlp> Erişim Tarihi: 01.05.2024.
- URL 6: <https://formlabs.com/asia/blog/3d-printing-in-medicine-healthcare/> Erişim Tarihi: 24.04.2024.
- URL 7-8: <https://bigsee.eu/danit-peleg-danit-peleg-3d-danit-peleg-nft-collection-liberty-leading-the-people/> Erişim Tarihi: 02.02.2024.
- URL 9: <https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/sets/kinematics-skirt/> Erişim Tarihi: 03.02.2024.
- URL 10: <https://www.nytimes.com/2024/01/23/style/iris-van-herpen-sculpting-the-senses-couture.html> Erişim Tarihi: 01.02.2024.
- URL 11: <https://internetmarketingop.amebaownd.com/posts/49545892/> Erişim Tarihi: 01.05.2024.

TEKSTİL YÜZEYİ TASARIMINDA İNOVATİF YÖNTEMLERİN KULLANILMASI: 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ İLE TPU FLEX FİLAMENT KULLANIMI VE DENEYSEL TEKSTİL YÜZEYLERİ OLUŞTURULMASI

- URL 12: https://news.softpedia.com/news/3d-printed-clothes-is-the-next-big-thing-in-fasion-491412.shtml#sgal_0 Erişim Tarihi: 01.05.2024.
- URL 13: https://www.autodesk.com.tr/education/covid-19/resource-center?us_oa=dotcomus&us_si=524162d2-9132-4fdc-b0fa-924697a3f48a&us_st=Tinkercad Erişim Tarihi: 02.02.2024.
- URL 14: <https://www.adobe.com/tr/creativecloud/file-types/image/vector/stl-file.html> Erişim Tarihi: 02.02.2024.
- URL 15: <https://www.porima3d.com/porima-eco-pla-filament-175mm-1kg> Erişim Tarihi: 24.04.2024.
- Üstüner,S. (2019). *Tekstil Yüze Tasarımında Deneysellik. Cilt: 4, Sayı: 8, Eylül-Ekim.*
- Wang, J., Yang, B., Lin, X., Gao, L., Liu, T., Lu, Y., & Wang, R. (2020). Research of TPU materials for 3D printing aiming at non-pneumatic tires by FDM method. *Polymers, 12*(11), 2492. doi: <https://doi.org/10.3390/polym12112492>
- Wu, S., Zeng, T., Liu, Z., Ma, G., Xiong, Z., Zuo, L., & Zhou, Z. (2022). 3D printing technology for smart clothing: A topic review. *Materials, 15*(20), 7391. Doi: <https://doi.org/10.3390/ma15207391>
- 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. Doi: <https://doi.org/10.3390/coatings12020267>
- Zhang, J., Hu, Q., Wang, S., Tao, J., & Gou, M. (2020). Digital light processing based three-dimensional printing for medical applications. *International journal of bioprinting, 6*(1). doi: <https://doi.org/10.18063%2Fijb.v6i1.242>