

3D YAZICILARLA (3DP) TEKSTİL YÜZEYİ MANİPÜLASYON UYGULAMALARININ YAPISAL VE ESTETİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Fatma BULAT¹

ÖZET

Tasarımcıların kumaş yüzeylerini daha estetik hale getirme çalışmaları tekstilin başlangıcına kadar dayanmaktadır. Geçmişten günümüze doğayı izleyerek tekstile form veren zanaatçılar farklı teknik ve yöntemlerle kumaşa yeni formlar kazandırmıştır. Endüstri devrimini takiben ortaya çıkan teknolojik araç gereçlerle, manipülasyon çalışmaları da form, yapı ve hız bağlamında değişmiştir. Günümüzde bu teknolojik araçlara bir yenisi eklenmiş 3D yazıcılar tekstil yüzeylerinin manipülasyonu çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu yazıcılar kumaş zemini üzerine farklı renklerde üç boyutlu yapılar inşa ederek tekstil yüzeyini yapılandırmaktadır. Çalışmada 3D yazıcı üreticilerinin tasarımcılarla iş birliği yaparak ürettiği, proje tabanlı tasarımlar nitel araştırma yöntemleri kullanılarak yapısal ve estetik açıdan değerlendirilmiştir. Sonuç olarak 3D yazıcılarla kumaş üzerine baskı uygulamalarının yapısal ve estetik bağlamda başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Gelecekte 3D yazıcıların tekstil üretiminden daha çok kumaş yüzeyinin 3D manipüle edilerek sensörler yardımıyla akıllı giysilere dönüştürülmesinde yaygın olarak kullanılacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: 3D yazıcılar, Manipülasyon, Tekstil Tasarımı, Kumaş süsleme

A STRUCTURAL AND AESTHETIC EVALUATION OF TEXTILE SURFACE MANIPULATION APPLICATIONS WITH 3D PRINTERS (3DP)

Assist. Prof. Dr. Fatma BULAT

ABSTRACT

The pursuit of enhancing the visual appeal of fabric surfaces can be traced back to the advent of textile production. From the past to the present, artisans have employed a variety of techniques and methods to transform textiles into new forms, emulating the shapes and forms observed in nature. The advent of new technologies following the Industrial Revolution has also led to significant changes in the way manipulation studies are conducted, with developments in form, structure and speed. In the present era, three-dimensional printers have been incorporated into this technological toolkit and are now being employed in the manipulation of textile surfaces. The printers construct the textile surface by depositing three-dimensional structures in different colours on the fabric surface. In this study, project-based designs produced by 3D printer manufacturers in collaboration with designers were evaluated in terms of their structural and aesthetic qualities using qualitative research methods. It was thus established that the utilisation of 3D printers for the printing of applications on fabric yielded successful results in both structural and aesthetic contexts. It is anticipated that in the future, 3D printers will be employed extensively in the transformation of fabric surfaces into smart garments, with the assistance of sensors, through the manipulation of the fabric surface in lieu of textile production.

Keywords: 3D printers, Manipulation, Textile Design, Fabric decoration

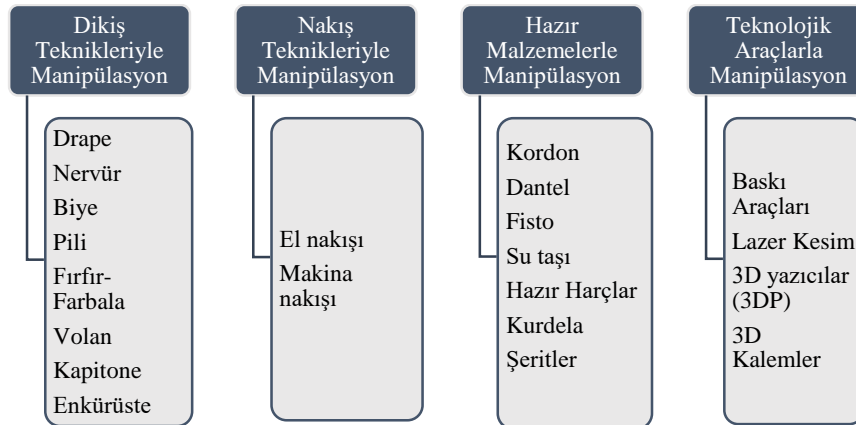
¹ Kırıkkale Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-6367-4243, f.bulat@kku.edu.tr
Araştırma Makalesi/Research Article, Geliş Tarihi/Received: 16/05/2024–Kabul Tarihi/Accepted: 24/07/2024

GİRİŞ

Kumaş manipülasyonu, bir kumaşın çeşitli tekniklerle şekillendirilmesi, yeniden yapılandırılması ve “kumaşın daha boyutlu hale getirilmesi” (Przybylek, 2019) işlemidir. Bu işlem, katlama, bükme, buruşturma, kesme, delme, dikme, boyama vb. yöntemlerle kumaşa farklı bir doku ve hacim kazandırma olarak tanımlanabilir. Konvansiyonel manipülasyon tekniklerinde kumaşı biçimlendirmek için nakış ve dikiş tekniklerinden yararlanılmaktadır.

Tekstil tasarımcısı/sanatçısı ve aynı zamanda eğitimci olan Triston ve Lombard’ a göre (2011) zaman içinde, insanoğlunun tasarım ufkunun genişlemesiyle manipülasyon çalışmaları da yöntem olarak çeşitlenmiş, modern kumaş sanatçıları bunları yeni şekillerde kullanmaya ve uyarlamaya devam etmiştir (Triston& Lombard’dan akt. Ahmed ve Elsayed, 2019:81). Bu yöntemler sadece kumaş yüzeyini süslemek için değil aynı zamanda kumaşa üç boyutlu formlar vermek ve rölyef etkisi kazandırmak içinde kullanılmaktadır (Przybylek, 2019). Kullanılan bu teknikler arasında kabartma, volan, drapaj, applike, pli, plise, rölyef, fırfır, kordonlama, gipür, düğme ve aksesuar ekleme, batık, boyama, baskı gibi yöntemler (Ahmed& Elsayed, 2019:80) bulunmaktadır. Bu tekniklerin seçimi sürecinde, kumaşın karakteristik özellikleri, tasarımın gereksinimleri önemli bir etkidir. Kullanılan teknik kumaşın yapısal özelliklerine göre farklı sonuçlar verebilmekte, görünümü değiştirebilmektedir. Manipülasyon uygulamalarında her çeşit kumaş kullanılabilir ancak özellikle ipek, keten ve pamuklu kumaşlar bu teknikte başarılı sonuçlar vermektedir (Przybylek, 2019). Birçok farklı amaç için kullanılan manipülasyon işlemi, kumaşa farklı bir görünüm ve doku kazandırmanın yanında kumaşın yapısal özellikleri ve dayanıklılığını arttırılabilmektedir. Bununla birlikte bu işlem, tekstil ve moda tasarımcılarının kumaşı şekillendirerek yeniden yapılandırma yoluyla yaratıcılıklarını göstermelerine ve farklı tarzlar yaratmalarına olanak tanımaktadır.

Tekstil dokuma yüzeylerinde yapılabilecek manipülasyon çalışmaları aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (Akpınarlı& Bulat, 2016:170).



Şekil 1: Manipülasyon Yöntemlerinin Sınıflandırılması

(Akpınarlı & Bulat, 2016:171’den alınarak geliştirilmiştir)

Günümüzde gelişen teknolojiler, konvansiyonel kumaş manipülasyonu çalışmalarını daha yaratıcı süreçlerin kullanılabilceği bir düzeye taşımıştır. Bu bağlamda, dijital baskı, dijital transfer baskı, lazer kesim, 3D yazıcılar ve 3D kalemler gibi teknolojiler, kumaş yüzeylerini biçimlendirme çalışmalarında kullanılmaktadır. 2000’li yıllardan günümüze tekstil ve moda tasarım endüstrisinde kullanılan 3D yazıcılar deneysel süreçlerle hem tekstil yüzeyinin hem de giysinin doğrudan üretilmesinde kullanılmaktadır (Bulat& Başaran, 2022; 163). Kumaş manipülasyonu süreçlerinde de kullanılan bu yazıcılar, tasarımcılar ve araştırmacılar tarafından çeşitli projelerde denenmektedir.

Bu çalışmada amaç; üç boyutlu yazıcı üreticisi olan Stratasy’nin tasarımcılarla iş birliği yaparak proje tabanlı olarak ürettiği tekstil yüzeyi manipülasyon uygulamalarının, nitel araştırma yöntemleriyle yapısal ve estetik açıdan değerlendirilmesidir.

TEKSTİL ÜZERİNE 3D BASKI VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

3D yazıcılar, bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımları kullanarak oluşturulan dijital modelleri, ardışık katmanlar halinde üst üste yığarak inşa eden teknolojileri (Vanderploeg, Lee & Mamp, 2017:171) tanımlamaktadır. İlk prototipleri 1980’lerde geliştirilen bu yazıcılar, bir giysinin tamamının üretilmesinde kullanılabilceği gibi kumaşın düz bir yüzeyde tutulabileceği durumlarda “tekstil üzerine baskı yapılabilmekte bu özelliğiyle tasarımcılara kumaş yüzeyini dekore etme imkânı sağlamaktadır” (Chatterjee & Ghosh,2022: 32).

Tekstil üretiminde, ürünün kullanıcının vücudunun hareketine uyum sağlaması, esnekliğe, bükülmeye ve yeterli gerilme direncine sahip olması ve giyen kişiyi rahatsız etmemesi gibi performans ve konfora bağlı kriterler son derece önemlidir (Bulat,2019:50). Endüstrinin çeşitli süreçlerinde kullanılan bu teknolojinin üretim sektörü için çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır ve bunlar Tablo 1 de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Tablo 1: 3D Yazıcılarla Üretim Avantajları ve Dezavantajları (Cabigiosu, 2020:137)

Avantajlar	Dezavantajları
Esnek tasarım 3DP, geleneksel üretim süreçlerinden daha karmaşık tasarımların yazdırılmasına olanak tanır.	Sınırlı Malzemeler 3DP malzemelerinin seçimi kapsamlı değildir çünkü tüm malzemeler 3DP için sıcaklığa uygun olmayabilir.
Hızlı prototipleme 3DP, prototip oluşturma sürecini hızlandırabilen ve tasarımların kolayca değiştirilmesine olanak tanıyan parçaları saatler içinde üretebilir.	Kısıtlı Yapı Boyutu 3DP, küçük yazıcı bölmesi nedeniyle yazdırılacak parça boyutuyla ilgili kısıtlamalara sahiptir. Daha büyük boyutlu bir ürün için parça ayrı olarak basılabilir ve baskıdan sonra birleştirilebilir.
Talep üzerine baskı 3DP, stok envanteri için çok fazla alana ihtiyaç duymaz.	İşlem Sonrası 3D baskılı parçaların çoğu, destek malzemesini çıkarmak ve pürüzsüz bir yüzey elde etmek için bir çeşit temizlemeye ihtiyaç duyar.
Atıkların en aza indirilmesi 3DP’de parça üretimi, yalnızca parçanın kendisi için gerekli	Büyük Üretim Hacmi Enjeksiyon kalıplamanın aksine, 3DP büyük bir üretim hacminde uygun maliyetli değildir.

malzemeleri gerektirir; bu nedenle, hammadde israfı olmaz.	
Uygun maliyet 3DP, üretim için farklı makinelerin kullanılmasıyla ilişkili zamandan ve maliyetten tasarruf sağlayan tek adımlı bir üretim sürecidir.	Parça Yapısı 3DP genellikle parçaları katman katman üretir. Bu tabakalar birbirine yapışmasına rağmen, belirli baskılar altında tabakalara ayrılabilir ve sonuç olarak ayrılabilirler.
Sağlık sektöründeki gelişmeler 3DP, tıp sektöründe karaciğer, böbrek ve kalp gibi insan vücudu için organlar basarak hayat kurtarmaya yardımcı olmak için kullanılmaktadır.	Telif Hakkı Sorunları 3DP daha popüler ve erişilebilir hale geldikçe, insanların sahte ve taklit ürünler yaratma olasılığı daha yüksektir.

2000 'li yıllardan başlayarak bazı araştırmacılar, farklı kumaş yapıları ve fonksiyonel kumaşlar elde etmek aynı zamanda tekstil yüzeyinde yeni görünüm oluşturmak için 3DP teknolojisini kullanmaktadır (Xiao& Kan, 2022: 267). Bu alanda yapılan çalışmaların çoğunda odak, polimer ve substrat arasındaki yapışma kalitesidir çünkü bu durum malzeme yapısının özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Niederrhein Uygulamalı Bilimler Üniversitesi akademisyenleri Melnikova ve arkadaşları (2014), FDM ve SLS yazıcıları tekstil üzerine doğrudan baskı için denemişler ve baskı başarısının büyük ölçüde malzemelerin ve yazıcıların uyumluluğuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bielefeld Uygulamalı Bilimler Üniversitesi araştırmacılarından olan Grimmelsmann ve arkadaşları (2018:168) 3D yazıcı malzemelerinin tekstiller üzerindeki yapışma özelliklerini inceleyerek, kumaşlar ile baskı malzemeleri arasındaki fiziksel "kilitlenmenin" kimyasal bağdan ziyade yapışmaya neden olan ana faktör olduğunu tespit etmişlerdir. Brunel Üniversitesi ve De Montfort Üniversitesi araştırmacıları, Pei ve arkadaşları baskı parametrelerinin, polimer özellikleri ve tekstil türlerinin yapışma kuvveti üzerinde büyük etkisi olduğunu belirtmişlerdir (Pei, Sen& Waitling, 2015: 557). Bielefeld Üniversitesi araştırmacıları, Grothe ve arkadaşları. (2020: 6), 3D baskı reçinesinin farklı tekstil alt tabakaları üzerindeki fizibilitesini araştırmış ve tekstil alt tabakasının çok kalın olduğu durumlarda, reçinenin tekstile tam olarak yapışmadığı, tekstil üzerine baskı yapmanın zor olduğunu belirterek 3DP yazdırılan reçine tabakanın pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğunu gözlemlediklerini ifade etmişlerdir. Başka bir çalışmada Neiderrhein Üniversitesi akademisyenleri Gorlachova ve arkadaşları (2021:5) pamuklu kumaş üzerine PLA ve Naylon baskının yapışma özelliklerini tartışmış ve PLA'nın yüksek baskı sıcaklıkları ve düşük baskı mesafesi ile en iyi yapışmayı gösterdiğini ve alt tabakalar gibi hidrofilik tekstil liflerinden yapıldığında hidrofobik polimerlerin hidrofilik polimerlerden daha iyi yapışma gösterdiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte, tekstiller için aşınma direnci de dikkate alınmalıdır (Korger, Glogowsky, Sanduloff, Steinem& Rabe, 2020:8). Coventry Üniversitesi akademisyenleri Eutionnat-Diffo ve arkadaşları (2020), FDM baskı yoluyla dokuma tekstiller üzerine bırakılan iletken PLA malzemelerinin aşınma direncini araştırmıştır. 3D baskılı iletken kumaşın, en yüksek atkı yoğunluğu ve en düşük baskı sıcaklığına sahip düz dokuma kumaşa iyi bir aşınma direnci gösterdiğini ve baskısız kumaşlara göre daha yüksek aşınma direnci ve aşınma sonrası daha düşük ağırlık kaybı sergilediğini bildirmişlerdir. Schmelzeisen ve ark. (2018), önceden gerilmiş bir tekstil malzemesi üzerine şekil hafızalı malzemelerin baskısında 3DP teknolojisini kullanmışlardır. Baskının tamamlanmasından ve ön gerilimin kaldırılmasından sonra, yapı x, y ve z yönlerinde kapsamını değiştirerek karmaşık

üç boyutlu dokular ve geometriler oluşturulabileceğini belirtmişlerdir (Schmelzeisen, Koch, Pastore& Gries, 2018).

3D yazıcı üretimi yapan Stratasy kumaş üzerine yazdırma işlemi yapabilen yazıcılar geliştirmiş ve çeşitli projelerde birçok tasarımcı ile iş birliği yaparak proje tabanlı giysilerin üretilmesini sağlamıştır.

Tekstil üretiminde 3D yazıcı kullanımı bağlamında kullanılan birden fazla yazıcı türü bulunmaktadır. Bu yazıcıların kendine özel malzeme ve üretim detayları bulunmaktadır. Kumaş üzerine 3DP literatüründe en çok bahsi geçen yazıcılar FDM ve Polyjet yazıcılarıdır ve araştırmalar bu yazıcılarla başarılı kabul edilebilecek çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Bu yazıcılara ilişkin detaylar aşağıdaki gibidir.

Fused Deposition Modeling (FDM), 3D yazıcıların en yaygın kullanılan türlerinden biridir. Malzeme olarak termoplastik malzeme kullanılan bu teknoloji, dijital modellerin katmanlarına uygun olarak, ısı yoluyla malzemenin eritilip üst üste yığılması usulüne göre üretim yapmaktadır. Yazıcı, dijital modelin her bir kesitini ince bir tabaka olarak algılamakta ve bu tabakaları bir araya getirerek, nihai 3D modeli oluşturmaktadır (Smith, 2020: 40). FDM yazıcılarda manipülasyon sürecinde kullanılan yazdırma malzemeleri termoplastik poliüretan (TPU), naylon, PETG ve PLA gibi filamentlerdir (Zhang& Yu, 2019: 144). Yazıcının iç sıcaklığına dayanım gösterebilecek kumaş üzerine yazdırma işlemi bu yazıcılarda gerçekleştirilebilir ancak bu teknikle bazı zorluklarla karşılaşılabilir. Bunlardan birincisi, kumaşın yüzeyi düz olmadığı için FDM baskı için uygun bir alt yüzey sağlamak zor olmakta bu nedenle, kumaşın düz bir yüzey üzerine yerleştirilmesi ve düzgün bir şekilde gerilmesi gerekmektedir. İkincisi ise, FDM baskı için kullanılan plastik filamentler, kumaşın doğal liflerinden farklıdır. Bu nedenle, baskının kalıcılığı konusunda sorunlar yaşanabilmektedir. Ayrıca, filamentlerin erime sıcaklığı, bazı durumlarda kumaşın yapısının bozulması veya yanmasına neden olabilmektedir. Son olarak, kumaşın esnekliği ve hareketliliği, baskı kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir (Melnikova, Ehrmann& Finsterbusch, 2014). Bu nedenle, FDM baskı yaparken kumaşın düzgün bir şekilde gerilmesi ve sabitlenmesi önemli bir faktördür.

PolyJet yazıcılar, polimer malzemelerin çok ince katmanlar halinde püskürtülmesiyle nesnelere oluşturulmasını sağlayan teknolojiye verilen isimdir (Polyjet Teknolojisi, 2024). Bu yazıcılar, malzemeyi baskı yüzeyine püskürterek UV ışık kaynağı ile malzemeyi katılaştırmaktadır. Bu işlem, çok ince tabakaların bir araya getirilmesiyle nihai 3D modelin oluşturulmasını sağlamaktadır. Polyjet yazıcıların, diğer 3D yazıcılarla karşılaştırıldığında daha yüksek baskı çözünürlüğüne sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca bu yazıcılar çok çeşitli malzemeleri kullanarak nihai baskıların yüzey dokusunu, rengini ve şeffaflığını değiştirme yeteneği ile öne çıkmaktadır (Lipson, 2013:14).Kumaş üzerine PolyJet baskı yapmak da mümkündür. PolyJet baskı, yüksek çözünürlüğe sahip olduğu için kumaş üzerinde detaylı desenler ve tasarımlar oluşturmak için daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca, baskı yapmak için kullanılan polimer malzemeler, kumaşa yapışma kabiliyetine sahiptir ve kalıcı bir baskı sağlamaktadır.

Üç boyutlu yazıcı üreticisi Stratasys Poly-Jet yazıcılardan biri olan multicolor 3D yazıcı “J85 TechStyle” yazıcıyı geliştirmiştir. Bu yazıcı, aynı anda yedi farklı malzemenin doğrudan kumaş üzerine tam renkli, şeffaf ve ayrıntılı dokularla basılmasını sağlamaktadır. Bu özellikleriyle moda tasarımcılarının ve üreticilerinin sınırsız renkte ve şeffaflıkta doğrudan tekstil ve giysilere 3D baskı yapmasına olanak tanımaktadır (Stratasy J85 Tech style, 2024). Bu yazıcılarda malzeme olarak polimerler, reçineler, jeller, metaller (Polyjet Metariats, 2023; Polyjet Teknolojisi, 2023) kullanılmaktadır. Üç boyutlu tarama ve 3D tasarım teknolojileriyle desteklenen bu yazıcı, 3D baskının haute couture, lüks moda ve aksesuar üretimine doğru genişlemesine öncülük etmektedir. Dünyaca ünlü moda uzmanı ve trend tahmincisi Lidewij Edelkoort, “bu yazıcının sayısız potansiyel fırsatlar sunduğunu, Tekstil ve moda sektörünün öncülerinin 3D yazıcıya uzun süredir ilgi duyduğunu aynı zamanda zanaat, sanat, mühendislik alanlarında teknolojinin yaygınlaşacağına inandığını dile getirmektedir (Badnani, 2022).

Kumaş manipülasyonun da kullanılan yazıcının özellikleri kadar kullanılan kumaşın yapısında baskı kalitesini etkilemektedir. 3D yazıcılarla kullanılan tekstilleri içerik bakımından karışimsız, sentetik ve karışık kumaşlar olarak sınıflandırmak mümkündür. Yazdırma sürecinde en önemli etken yazdırma malzemesinin kumaşa tutunmasıdır. Aynı zamanda yazdırma sürecinin değişkenlerine uygun olması beklenmektedir. Örneğin FDM yazıcılarda yazdırma sürecinde ortaya çıkan sıcaklığa kumaşın dayanım gösterebilmesi baskı başarısı için çok önemlidir. Bununla birlikte kumaşın kalınlığı ve yoğunluğu da 3D yazıcı seçiminde önemli bir faktördür. Üç boyutlu yazıcıların tekstil alanında kullanmak için araştırmalar yapan Kuo ve arkadaşları (2018: 1540) baskı sürecinde pamuk, keten, yün, ipek gibi karışimsız doğal kumaşlar ve naylon, polyester, spandex, elastan gibi sentetik kumaşlar kullanılabileceğini belirtmektedir. Aynı zamanda karışık kumaşlarda ise; pamuk-polyester, yün-polyester vb. kumaşlar uygun tutunma ve dayanımı gösterebildiğini yazdırma sürecinden önce kumaşın sertleştirilmesi, laminasyon, kaplama veya birleştirilme gibi ön işlemlerden geçmesi gerektiğini bildirmektedir (Kuo ve arkadaşları, 2018: 1540).

Üç boyutlu baskı ile kumaş manipülasyonu çalışmalarında fonksiyonel malzemeler tekstil üzerine basılırken aynı zamanda kumaş konforu korunmakta böylece koruyucu ekipman ve akıllı tekstiller geliştirmek için yeni fırsatlar sunulmaktadır.

MATERYAL YÖNTEM

Araştırmada tarama yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın evrenini 2018/23 yılı arasında 3D yazıcı üreticisi olan Stratasys’ nin tasarımcılarla iş birliği yaparak yürüttüğü tekstil üzerine 3D baskı projeleri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise 2018/23 yılları arasında Stratasys’ nin tasarımcılarla iş birliği yaparak yürüttüğü tekstil üzerine 3D baskı projelerinden seçilen 16 giysi, 1 çanta ve 1 ayakkabı olmak üzere toplam 18 tasarım oluşturmaktadır (Tablo 2). Tasarımların

seçiminde tasarım yılı, esin kaynakları, kullanılan kumaş türü ve baskı desenlerinin yapısı vb. farklılıklar göz önünde bulundurulmuş çeşitlilik sağlamak amaçlanmıştır.

Tablo 2: Örneklemeye İlişkin Bilgiler

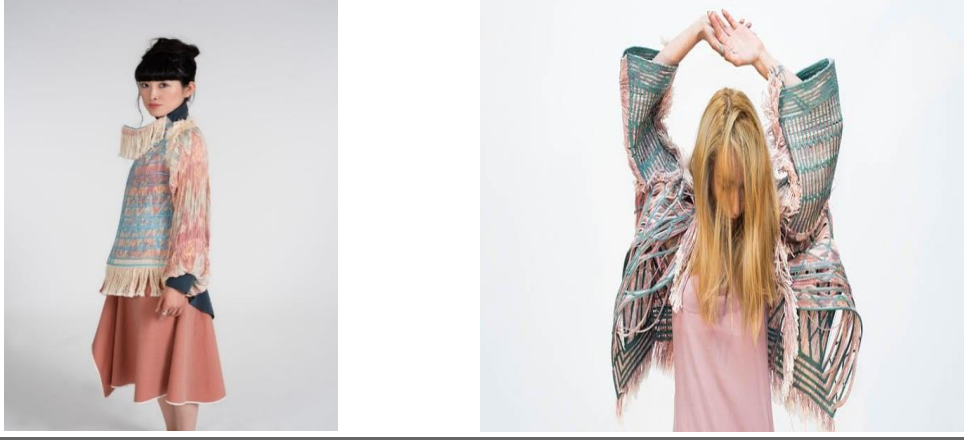
Tasarımcı	Tür	Tasarım sayısı
Threeasfour& Travis Fitch	Giysi	1
Julia Kooerner	Giysi	2
Ganit Goldstein	Giysi	7
Karim Rashid	Giysi	1
<i>FORAEVA Stüdyo</i>	Giysi	1
<i>Samson Shafran</i>	Giysi	2
<i>Jasna Rokedam</i>	Giysi	1
<i>Ada Hefetz</i>	Giysi	1
Assa Studio	Aksesuar	2
Toplam		18

TEKSTİL ÜZERİNE 3D BASKI TASARIMLARIN YAPISAL VE ESTETİK AÇIDAN İNCELENMESİ

Tekstil üzerine 3D baskı, tekstilin konforunu ve esnekliğini koruyarak dijital olarak tasarlanabilen her formun ve dokunun iki boyutlu ve üç boyutlu olarak tekstil üzerine inşa edilmesini sağlayan bir yöntem olarak tanımlanabilir. Bu yöntem proje bazlı olarak denenmekte baskı makinası üreticilerinin tasarımcı ve tasarım stüdyoları ile yaptıkları iş birlikleriyle üretilen tasarımlar defilelerle tanıtılmaktadır. Bu teknolojinin üreticilerinden biri olan Stratasy işbirliği yaptığı tasarımcılarla birlikte küratörlüğünü yaptığı koleksiyonların hazırlamıştır. Bu koleksiyonlar, özel elbiseler, takım elbiseler, günlük kıyafetler, aydınlatma araçları, lüks ambalajlar, kozmetik ürünleri, el çantaları, aksesuarlar, ayakkabılardan oluşmaktadır (Stratasy 3DFashion, 2024).

Araştırmada Stratasy' nin tasarımcılarla iş birliği yaparak oluşturduğu tekstil üzerine 3DP giysi ve aksesuar tasarımları yapısal ve estetik unsurlara dayalı olarak incelenmiştir. İncelenen tasarımlar üretim yılları baz alınarak sıralanmış ve isimleri alt başlıklarla verilmiştir. Son kısımda ise yıllara bakılmaksızın aksesuar tasarımlarına yer verilmiştir.

Katmanlar Arası Koleksiyonu



Şekil 2: Ganit Goldstein, Ayala Elbise 2018 **Şekil 3:** Ganit Goldstein, Souf Elbise 2018

Katmanlar arası koleksiyonu WeAreAble projesi kapsamında Ganit Goldstein& Staratasy iş birliği ile hazırlanmıştır. Goldstein, 3D baskı ve 3D vücut tarama teknolojilerini 3D tekstillere dahil etmeye çalışan bir moda tasarımcısıdır ve iş birlikleri çerçevesinde birbirinden farklı tasarımları geliştirmiştir. Bu proje 3D yazıcı teknolojisinin kullanılarak, işlevsel moda tasarımları geliştirmeyi amaçlayan bir projedir. Goldstein, bu projede Tokyo Sanat Üniversitesi'nde Japon 'IKAT' dokumacılığı üzerine yaptığı çalışmadan ilham almıştır (Goldstein, 2020a).

Giyisi tasarımcısı Goldstein'ın dijital üretime ve tekstilin geleceğine yaklaşımı, dokuma ve nakış gibi değerli el yapımı tekniklerin geleneksel üretim sistemleriyle iç içedir. Tersine mühendislik yöntemlerini kullanarak, dijital ve fiziksel üretim arasındaki bağlantıyı kurmuştur. “Katmanlar Arası” koleksiyonu Goldstein'in kumaş üzerine yazdırma alanında ilk yaptığı projelerden biridir. Bu projede tasarımcı, teknoloji ve gelenek arasındaki bağlantıyı yaratıcı bir şekilde kurmuştur. Bu tasarımlarda, pamuk ipliği geleneksel İkat tekniğine uygun biçimde boyandıktan sonra 3D baskı teknolojisiyle birleştirilmiş aynı zamanda yeniden desenlenmiştir (Goldstein, 2018). Yapılan araştırmalarda tasarımcıların kumaş üzerine yapılan ilk 3D baskı çalışmalarının, çizgisel ve kesintisiz baskı şeklinde olduğu gözlenmiştir. Ancak tek parça baskının kumaş dökümünü kısıtlaması ve bunu aşma çabaları tasarımcıları daha küçük ve parametrik desenlemeye yönlendirmiştir.

2D- 3D Kıyafetler Koleksiyonu



Şekil 4: 2D- 3D Kıyafetler Koleksiyonu 2019

Ganit Goldstein'in desen ve malzeme bağlamında dikkat çeken "2D-3D kıyafetler" koleksiyonu 4 parçadan oluşmaktadır. Tasarımcı bu koleksiyonunda keçe kumaş üzerine 3D basılan geleneksel dokuma desenleri görülmektedir. Modüler olarak üretilen parçalar el dikişi ile birleştirilmiştir. İnce katmanlarla 3D basılmış çizgisel desenler koleksiyonun büyük çoğunluğunda kullanılmakla birlikte, yüksek katmanlı baskı desenlerinin kullanıldığı da görülmektedir. Bu çalışmalarda dikkat çekici olan keçe kumaşa 3D baskı yapılabilmesidir. PolyJet yazıcılarda kullanılabilecek kumaş yelpazesi bu bağlamda oldukça geniştir. Baskı da kullanılan desenler ve kullanılan baskı malzeme rengi ve kumaş renkleri birbiri ile uyumludur.

Greta Oto Dress

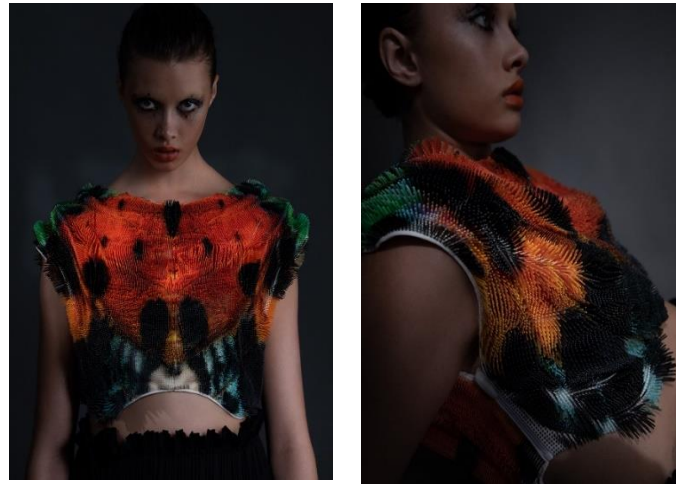


Şekil 5: ThreeASFOUR& Travis Fitch, Greta Oto Elbise

Stratasy& Threeasfour& Travis Fitch iş birliği ile 2019 yılında Chro-Morpho koleksiyonu 3D yazıcılarla yapılan renkli baskı teknolojisini kullanmak üzere geliştirilmiştir. Bu koleksiyonun önemli parçalarından biri olan Greta Oto Elbise, Threeasfour ve Travis Fitch'in ortak tasarımıdır.

Tasarımcılar bu elbise için kelebek kanatlarının mikroskobik damarlarından esinlenmiştir. Elbise ışıkla renk değiştirme özelliğine sahiptir tasarımcılar bu özelliği kazandırmak için 3D yazdırma sürecinde deseni oluşturan her bir hücreye mercek etkisi yerleştirmiştir (Bulat, 2022b, 219). Treasfour' un kreatif direktörü Adi Gill tasarımı "böceğin doğuştan gelen kamuflajını, renk değiştirme özelliğini ve parlaklığını tasvir etmek için gölgeleri ve derinliği değiştiren bir yanılısama yarattık" diyerek açıklamaktadır (Greto Oto Dress, 2019). Koleksiyon, polyester kumaş üzerine basılmış binlerce, balık pulu boyutunda, 3D baskı heksagonal hücrelerden ve 27 modüler parçadan oluşmaktadır. Her hücrenin renkli şeritli şeffaf bir merceği bulunmaktadır. Harekete bağlı olarak merceklerde renk değişiklikleri meydana gelmektedir. Elbise çok malzemeli, çok renkli J750 ile 3 boyutlu olarak basılmıştır ve tamamlanması 17 saat sürmüştür (Threearfour, 2019). Chro-Morpho koleksiyonu renk değiştirebilir baskı çalışmalarının gelişmesine de öncülük etmiştir ve bu teknoloji, özellikle takı, moda ve dekorasyon gibi endüstrilerde kullanılmaktadır. Tasarım aynı zamanda, biyolojik sistemlerin incelenmesi yoluyla bir tekstile hangi özelliklerin eklenebileceğini gösteren önemli bir örnek olma özelliğini taşımaktadır.

Setea Ceket



şekil 6: Julia Koerner, Stea Ceket 2019

Tasarımcı Julia Koerner tekstil üzerine yazdırma konusunda 2019 yılında Stratasys ile iş birliği yapmış Setea (kıl) ceketini tasarlayıp üretmiştir. Setea ceket, biyomimetik (doğadan ilham alan) bir tasarımdır. Setae, bazı böcek türlerinin bacaklarında yüzeye yapışmayı sağlayan küçük tüylerdir. Bu tüyler, mikroskobik boyutları ve düzenli yapıları sayesinde, yüzeyler arasındaki

küçük boşluklara girerek yapışmayı sağlamaktadır. Setae ceket, bu doğal yapının taklit edilmesiyle tasarlanmıştır (Koorner, 2019).

Tasarımda kelebeğin kanat kıllarının fotoğrafları, renk piksellerini giysi tasarımının biçimine karşılık gelen 3 boyutlu kıl desenlerine dönüştüren bir algoritmayla sayısallaştırılmıştır (Bulat, 2022b,221). Daha sonra tasarım herhangi bir destek malzemesi olmadan doğrudan esnek kumaş üzerine Stratasys J750TM 3D yazıcı ile basılmıştır. Bu ceketin yapışkanlı yüzeyi ve hava geçirgenliği, dağcılık, tırmanma, yamaç paraşütü ve benzeri aktivitelerde daha iyi bir tutuş ve denge sağlaması, hava geçirgenliği sayesinde terlemeyi azaltması gibi özelliklerden dolayı saha sporu yapan sporcuların giysilerinde ve arazi şartlarında çalışanların giysilerinde kullanılmasının avantaj sağlayabileceği düşünülmektedir (Koorner, 2021). Ayrıca, doğadan ilham alan tasarımların doğal kaynakları korumak ve daha sürdürülebilir ürünler geliştirmek için de önemli bir rol oynayabileceği ve gelecekte daha yaygın hale geleceği düşünülmektedir.

Dijital Bedevi

Tekstil tasarımcısı Samson Shafran'ın Stratasys ile iş birliği sonucu ortaya çıkan 3D baskı ceket, el nakışını taklit eden binlerce minik üçgen baskı biriminin pastel renkler kullanılarak basılmasıyla üretilmiştir (Shafran, 2019).



Şekil 7: Samson Shafran, Dijital Bedevi 3D Ceket 2019

Üç boyutlu yazıcının baskı tablası ölçülerinin kısıtlı olması sebebiyle modüler olarak üretilen ceket dana süet kumaş üzerine basılmıştır. Shafran'a göre, "*kumaş üzerine doğrudan 3D baskı, Stratasys'nin yeni teknolojisi, Haute Couture süslemelere yeni bir katkı sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda bir 3D modelleyicinin sanatçı olarak ortaya çıkan yeni rolünün altını çezecektir*" (Shafran, 2019). Ceket için seçilen dana güderi, baskı yapılabilecek tekstil yüzeyi çeşitliliğine dikkat çekmektedir.

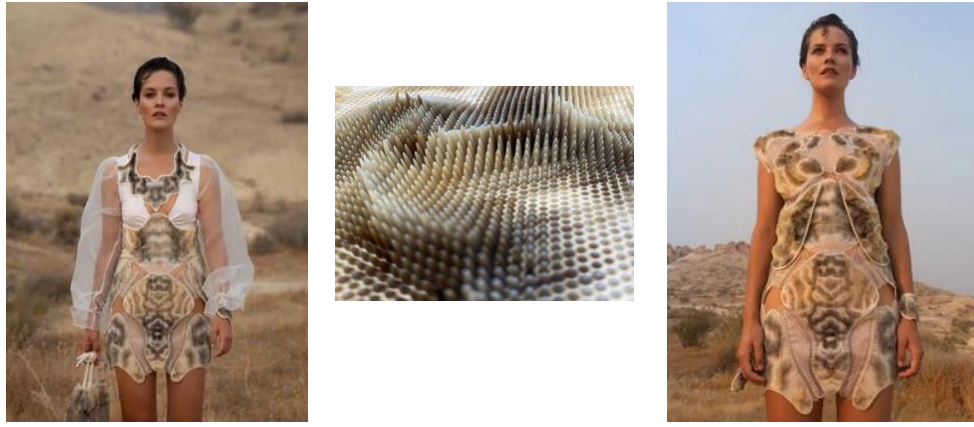


Şekil 8: Samson Shafran, Dijital Bedevi 3D Elbise, 2020

Aynı zamanda Shafran bu projeyi, kumaş uygunluğunun değerlendirilmesinden giysi tasarımına ve üretimine kadar 3D baskı sürecine kadar tasarımcının becerilerini sergilemek için önemli bir fırsat olarak nitelendirmektedir (Shafran, 2020). Geleneksel işlemlerin en başarılı modellerinden bir olan Dijital bedevi ceket ve elbisede yapılan baskının, kumaş dökümünü azaltmadığı gözlenmektedir.

Geleneksel işlemlerin modellenmesinde baskının küçüklüğü ve desenler arasında boşluklar planlanması genel anlamda 3D yazıcılarla kumaş manipülasyonu için başarıyı arttıran önemli yapısal özelliklerden biridir.

Arid Koleksiyonu



Şekil 9: Julia Koerner Arid Koleksiyonu, 2020

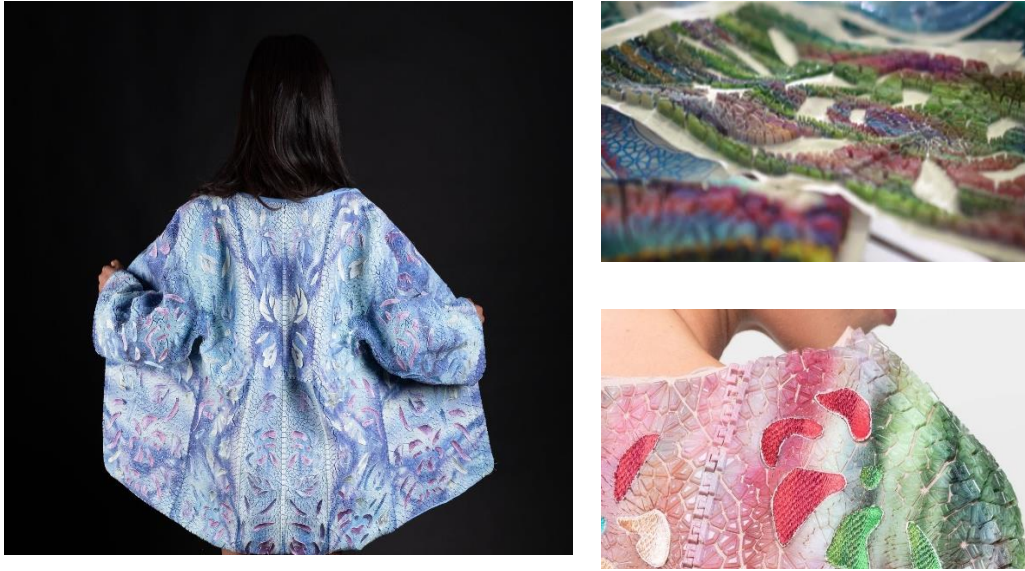
Tasarımcı Julia Koerner ve Stratasys iş birliği projelerinden biri Arid koleksiyonudur. Tasarımcının doğadan ilham alan geometriyle çok renkli 3D baskı ile kumaş üzerine basılarak

ürettiği tasarım malzeme verimliliği ve sürdürülebilirliğin temelinde yatan bir odak ile oluşturmuştur (Bulat ,2022b, 220).

Koerner tasarım sürecinde ölü deniz ve kurak ortamların yan yana geldiği doğal eserlerin görüntülerinden ilham almıştır. Dijital tasarımlar, yenilikçi bir şekilde, herhangi bir destek malzemesi olmadan ve doğrudan kumaş üzerine ve çok renkli 3D PolyJet baskı ile basılmıştır. Koleksiyonda, sıcak iklimlerde kullanılacak hafif ve nefes alabilen pamuk, keten veya ince örgü kumaşlar kullanılmıştır. Tasarım bir elbise olarak kullanılabilirdiği gibi, parçaları sökülerek, farklı uzunluklarda bir ceket, bir etek, bir korse ve bir dizi aksesuara dönüştürülebilmektedir. Aynı zamanda parçalar geleneksel kıyafetlerle entegre edilebilmektedir. Parçaların montajın herhangi bir dikişe ihtiyaç duyulmayacak şekilde 3D baskılı menteşelerle sağlanmaktadır (Koerner-Arid,2020). Heksagonal baskı birimleri baskı parçalarında 2 boyutlu ve üç boyutlu olarak toprak renklerinde basılmıştır.

Arid koleksiyonu, sürdürülebilir moda trendlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Koerner, 3D yazıcı teknolojisini kullanarak kumaş üretimi için atık malzeme miktarını azaltmayı ve üretim sürecindeki emisyonları düşürmeyi amaçlamıştır. Bu, tasarım ve üretim sürecinde sürdürülebilirlik prensiplerinin uygulanması açısından da önemlidir.

Kimono Koleksiyonu



Şekil 10: Ganit Goldstein, Kimono Koleksiyonu 2020b

Tekstil tasarımcısı Goldstein'ın İkat dokumadaki renk geçişlerinden ilham alarak hazırladığı kimono koleksiyonu, bir dizi 3D CAD manipülasyonunun sonucudur. İlk olarak üç boyutlu vücut taramalarından faydalanarak kullanıcısının vücut özelliklerine uygun hale getirilen Kimono kalıplarını oluşturan Goldstein, 3D tasarım programlarıyla ceket yüzeyini parametrik desenlerle yeniden biçimlendirmiştir. 3D yazıcıların baskı tablasına uygun büyüklükte modüler parçalara ayrılan kimono parçaları dikişsiz olarak menteşeler yardımıyla birleştirilmiştir (Goldstein, 2020b). Geometrik desenlerle oluşturulan ceketlerde daha baskın geometrik şekil üçgendir ve ceketle ışığa göre renk geçişler izlenmektedir. Tekstil üzerine basılan desenler arasında hareket esnekliği sağlayacak boşluklar bulunmaktadır.

Desenleme Sanatı



Şekil 11: Ganit Golstein Desenleme Sanatı 2020

Tasarımcı Goldstein' in 2020 yılında modüler olarak tasarladığı 3D yazıcılarla ürettiği ve daha sonra birleştirdiği bluz, tasarımcının Re- Fream projesi içinde yer alan bir diğer tasarımıdır. Geleneksel Japon desenlerinden ilham alan kıyafet, sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen malzemelerle tekstil üzerine çok renkli baskı ile konvansiyonel ve dijital bir iş akışıyla birleşimiyle hibrit süreçlerle üretilmiştir (Desenleme sanatı, 2020). Geometrik desenlerden oluşan bluz, dikdörtgenler, üçgenler ve yamuk şekillerden oluşan parametrik bir tasarım olarak tanımlanabilir. Kumaş yüzeyi üzerinde desenler çok renkli malzemelerle basılmıştır. Desen yüksekliği çok yüksek olmamakla birlikte desenler arasında hareketi sağlayacak boşluklar bırakılması bu tasarımın konfor ihtiyacına cevap verebilecek şekilde planlandığını göstermektedir.

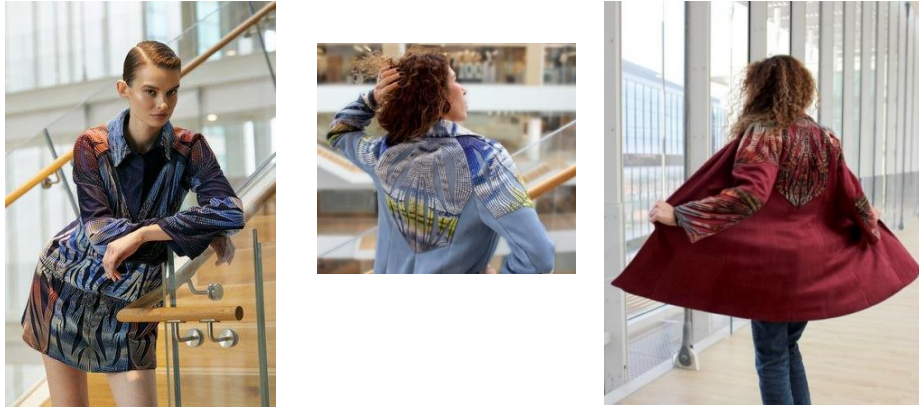
Re-Text Projesi



Şekil 12: Ganit Goldstein Re-Text Projesi, 2020

Re-Textile 3D projesi, 360 derecelik vücut tarayıcı sistemi kullanılarak alınan vücut ölçülerine dayanmaktadır. Tasarım doğrudan okyanus atıklarından elde edilen Seaqual kumaş üzerine, üçgensel parçaların oluşturduğu heksagonal baskı desenlerinden oluşmaktadır. Re-Text projesi geri dönüşüm kumaşlar ve geri dönüştürülebilen termoplastik malzemelerle basılan desenlerle oluşmuştur ve yüzde yüz geri dönüşüm bir tasarım olma özelliği taşımaktadır (WeAreAble, 2020). Tasarımın rengi okyanus atıklarından elde edilen kumaşa atıf yapılarak uygun renklerde planlanmıştır.

GnoMon koleksiyonu



Şekil 13: Ganit Golstein, GnoMon koleksiyonu, 2022

Üç boyutlu baskı deseni geliştirme ve baskı alanında uzmanlaşmış olan Goldstein bir moda tasarımcısı ve akıllı tekstil araştırmacısıdır. Ganit, GnoMon koleksiyonunun tasarımında, canlı sonbahar yapraklarından yumuşak bahar çiçeklerine kadar dört mevsimde bulunan doğadaki dokulardan ilham almıştır. Ceket desen tasarımlarında 3D baskı ile oluşturulan ekstra derinlik katmanları ve doğal ışığın bu katmanlarda oluşturduğu yansımalar tasarımın etkisini arttırmaktadır (Molitch-Mou Michael, 2022). Baskı kalitesi ve renk geçişleri oldukça başarılı olan tasarım günlük yaşamda giyilebilir kabul edilen baskılı giysilere önemli bir örnektir. “GnoMon” koleksiyonu, yeni bir yaklaşım olarak kişiye özel üretimi (kişiselleştirme) temsil etmesinin yanında ve moda sezonları çerçevesinde zamansız bir tasarım olarak kabul edilmektedir.

Digi Elbise

Ünlü tasarımcı Karim Rashid'in Stratasy ile iş birliği yaparak oluşturduğu Digi elbise koleksiyonu, renk geçişleri ışığa göre değiştirmekte ve geleneksel boncuk işleme sanatı ile birebir benzerlik göstermektedir. Polyjet yazıcılarından biri olan J850™ TechStyle™ ile Vero Multi-Malzeme kullanılarak basılan desenler baskı boşlukları sayesinde insan vücudun ihtiyaç duyduğu eğilme bükülme hareketini kısıtlamayacak şekilde parametrik desenlerle planlanmıştır (Rashid, 2022).



Şekil 14: Karim Rashid, Digi elbise 2022

Soyut desenlerle oluşturulmuş tasarım, giyebilebilir sanat eseri olarak değerlendirilmektedir. Parametrik baskı desenleri içten dışa genişleyen düzgün olmayan helezonik dairelerden oluşan tasarımın baskı renkleri ve baskı kalitesi oldukça başarılıdır.

Romen Elbise

Stratasy ile iş birliği yapan Foraeva Stüdyo, moda tasarımcısı Lana Dumitru ve Mimar Vlad Tenu tarafından ortaklaşa kurulan çok disiplinli bir tasarım laboratuvarıdır (Foraeva. Studio, 2022).



Şekil 15: Foraeva Studio, Romen Elbise 2022

Bitkisel Romen geleneksel desenlerini geometrik bir yerleşimle modelleyen Foraeva, bu desenleri çok renkli PoljJet yazıcı ile geleneksel kumaşlara basmıştır. Foraeva'nın kültürler arası dijital işlemesi, geleneksel süsleme yöntemlerinin geleceğe taşınabilmesi bağlamında önemli kabul edilmektedir. Koleksiyon, modern yaşam için etnik Romen elbiselerin işlemelerinin izlerini taşımakla beraber baskı dokusu fütürist özellikler taşımaktadır.

Tropofili Koleksiyonu

Tropofili koleksiyonu Jasna Rokegam& Stratasy iş birliği ile hazırlanmıştır. Rokegam çalışmalarında duyguların fizyolojisine odaklanmakta yenilikçi moda ve en son teknolojiyi birleştiren çalışmalara odaklanmaktadır.

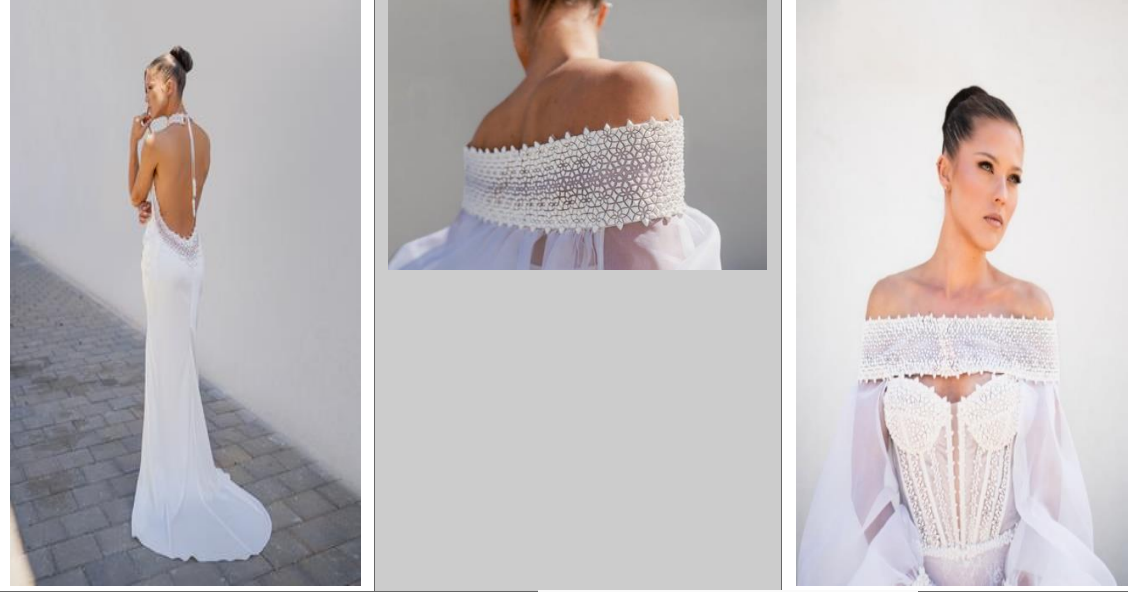


Şekil 16: Jasna Rokegam Tripofili Koleksiyonu, 2022

Duygusal zekayı (EQ) 3D algoritmik yapılara dönüştürmek için hem Rhino hem de CLO3D yazılımını kullanan tasarımcı bu koleksiyon için 3D Tasarımcı Travis Fitch ile iş birliği yapmıştır. Koleksiyon, kullanıcının bedeninden geçen meridyenleri görselleştirerek her bir duygunun; üzüntü, mutluluk, öfke ve korkunun fiziksel konumlarını ve dilini yansıtmaktadır (Rokegam, 2022). Tasarımlarda baskı kalitesi yüksektir parametrik baskı desenlerinin katman yüksekliği değişen boyutlardadır.

Yaşam Çiçeği Koleksiyonu





Şekil 17: Ada Hefetz, Flower Of Life Koleksiyonu 2023

Ada Hefetz, gelinlik konusunda uzmanlaşmış ünlü bir tasarımcıdır. Pandemi sürecinde gelinlik tasarımları için inovatif bir yaklaşım belirleyerek 3D baskı teknolojisine yönelmiştir. Stratasy ile iş birliği yapan Hefetz 2023 yılında 3D baskıyı gelinlik tasarımı ve üretiminde kullanarak, “Flower Of Life” (yaşam çiçeği) koleksiyonu’nu hazırlamıştır. Hefetz’e göre yaşam çiçeği “eril kutsallık ile dişil kutsallık arasındaki birliğin sembolüdür ve geometrisi, evrendeki konumumuz hakkında kadim bilgileri içermektedir”. Tasarımların bu çiçeği stilize ederek 3D modelleyen tasarımcı gelinlik renklerine uygun biçimde beyaz renklerde tekstil üzerine 3D baskı yapmıştır. 3D yazıcıları tasarımlarında haute couture etkisini ortaya çıkaracak biçimde kullanan tasarımcının (Hefetz, 2023) ürettiği gelinlikler Milano'daki D-House Kent Laboratuvarı'nda sergilenmektedir.

Evolve AI Ayakkabı ve Bukalemun Origami Çanta

Stratasy ve Assa Stüdyo iş birliği ile 3D yazıcı teknolojisi ve yapay zekayı birleştirdiği 'Evolve' Ai yeni bir biyometrik evrimsel ayakkabı tasarımını 2021 yılında üretmiştir.



Şekil 18: Assa Studio, Evolve AI Ayakkabı 2021

Üç boyutlu tarama ve biyometrik sensör okuma teknolojilerinin kullanıldığı ayakkabı için üreticiler kullanıcının yürüme şekline, ergonomisine ve ayak ağırlığı dağılımına göre uyarlanmış hibrit ayakkabı üretim sistemi geliştirmeye çalışmaktadır.

Tasarım değişen renklerde ve büyüklüklerde üçgensel birimlerin yan yana gelmesiyle oluşan çiçek desenleriyle biçimlendirilmiştir. Projenin kademeli olarak iyileştirilmesini sağlamak evrimsel tasarım yaklaşımını benimsenmiş ve ayakkabı, kullanıcılarından bilgi toplayan biyometrik sensörlerle donatılmıştır. Eklenen sensörler sayesinde ayakkabı, zaman içinde sanal olarak gelişip iyileştirilirken, kullanıcılar her seferinde kendilerinden sağlanan veriler ışığında, değişen fiziksel özelliklerine uygun ayak konforuna ulaşmaktadır. Evolve AI ayakkabı şu anda Dubai'deki Gelecek Müzesi'nde sergilenmektedir (Assa studio, 2021).



Şekil 19: Assa Studio, Bukalemun Origami Çanta 2022

Ayakkabı üretimini takip eden süreçte Assa Studio, origamiden esinlenerek, geri dönüştürülmüş bitki bazlı deri üzerine baskı yaparak kişiselleştirilebilir Bukalemun Origami çantayı üretmiştir. 2022 yılında çok renkli yazıcılar kullanılarak kumaş üzerine basılan çanta parametrik olarak üçgen baskı birimlerinin yanyana getirilmesi ile desenlenmiştir. Origami çanta ışığa göre renk değiştirmektedir. Baskı da kullanılan kumaş ise, geri dönüştürülmüş atıklardan yapılmıştır.

BULGULAR

Araştırma kapsamında Stratasys' nin kumaş üzerine 3D yazdırma projelerinde iş birliği yaptığı tasarımcılara ait 18 tasarım yapısal ve estetik açıdan incelenmiştir. İncelenen tasarımlardan 16'sı giysi, 1'i çanta 1 tanesi de ayakkabıdır.

Tablo 2: Tasarımların Yapısal ve Estetik Açından Değerlendirilmesi

Tasarımların Yapısal ve Estetik Açından Değerlendirilmesi						
No	Tasarımcı	Tasarım Adı	Yılı	Renk	Biçim	Malzeme

1	Ganit Goldstein	Ayala Elbise	2018	Mavi	İkat dokumanın renk geçişlerinden ilham alan 2D çizgisel düz baskı	Pamuk ipliği ve termoplastik sıvı reçine
2	Ganit Goldstein	Souf Elbise	2018	Petrol yeşili	İkat dokumanın renk geçişlerinden ilham alan 2D çizgisel düz baskı	Pamuk ipliği ve termoplastik sıvı reçine
3	Ganit Goldstein	2D-3D Kıyafetler	2019	Beyaz,bordo sarı, kırmızı	İkat dokumanın renk geçişlerinden ilham alan 2D çizgisel düz baskı	Keçe, termoplastik sıvı reçine
4	Treasfour& Travis Fitch	Greta Oto Elbise	2019	Çok renkli	Madakaskar kelebek kanatlarının mikroskopik damarlarından esinlenen heksagonal 3D baskı	Polyester Kumaş, Sıvı reçine
5	Julia Koerner	Setea Ceket	2019	Çok renkli	Biyomimetik (doğadan ilham alan)Kelebek kanat kıllarından esinlenen, kıl yapılı 3D baskı	Esnek Kumaş, Sıvı Reçine
6	Samson Shafran	Dijital Bedevi Ceket	2019	Çok renkli	El nakışının modellenmesi, Üçgen baskı birimleri	Dana Güderi, Vero Multi-Material
7	Samson Shafran	Dijital Bedevi Elbise	2020	Çok renkli	El nakışının modellenmesi, Üçgen baskı birimleri	Dana Güderi, Vero Multi-Material
8	Julia Koerner	Arid Koleksiyonu	2020	Çok renkli	2 boyutlu ve 3 boyutlu dikensi yapılar	Pamuk, keten, ince örgülü kumaşlar ve termoplastik sıvı reçine
9	Ganit Goldstein	Kimono Elbise	2020	Çok renkli	İkat dokumanın renk geçişlerinden ilham alan üçgen şekillerin oluşturduğu parametrik floral desenler	Esnek polyester kumaş, Termoplastik sıvı reçine
10	Ganit Goldstein	Desenleme Sanatı	2020	Sarı, Kırmızı	Dikdörtgen, üçgen ve yamuk şekillerden oluşan parametrik bir tasarım	Polyester Gömlek Kumaşı, Termoplastik sıvı reçine
11	Ganit Goldstein	Re-Text Projesi	2020	Mavi	Üçgen parçaların oluşturduğu heksagonal baskı desenleri	Seaqual kumaş, Termoplastik sıvı reçine
12	Ganit Goldstein	GnoMon koleksiyonu	2022	Çok renkli	İkat dokumanın renk geçişlerinden ilham alan dikdörtgen yapılardan oluşturulmuş desenler	Esnek kumaş, Vero Multi-Material
13	Karim Rashid	Digi elbise	2022	Çok renkli	Renk geçişleri ışığa göre değişen ve geleneksel boncuk işleme ile birebir benzerlik gösteren soyut desenler	Saten kumaş, Vero Multi-Malzeme
14	FORAEVA Stüdyo	Romen Elbise	2022	Çok renkli	Bitkisel Romen işleme desenlerinin modellenmesi	Pamuklu Kumaş, Vero Multi-Material
15	Jasna Rokegem	Tripofili Koleksiyonu	2022	Çok renkli	Her bir duygunun; üzüntü, mutluluk, öfke ve korkunun fiziksel konumlarını ve dilini yansıtan desenler	Esnek kumaş, Vero Multi-Material

16	Ada Hefetz	Flower Of Life Koleksiyonu	2023	Beyaz	Yaşam çiçeği geometrisinden esinlenilmiş parametrik desenler	Saten kumaş, Şifon kumaş, Vero Multi-Material
17	Assa Studio,	Evolve AI Ayakkabı	2021	Çok renkli	Origami den ilham alan üçgensel desenler	İnce örgü kumaş, Vero Multi-Material
18	Assa Studio	Bukalemun Origami Çanta	2022	Çok renkli	Origamiden ilham alan üçgensel desenler	İnce örgü kumaş, Vero Multi-Material

(Yazar tarafından oluşturulmuştur, 2024)

Yukarıdaki tablo da teknik özellikleri verilen tasarımlar 2018-2023 yılları arasında yapılmış ve üretim yılları baz alınarak tabloda sıralanmıştır. Tasarımlar Stratasys' nin üretmiş olduğu PolyJet yazıcılar ve baskı malzemeleri kullanılarak üretilmiştir. Tasarımların, tasarımcılarının ilgi alanları, becerileri, esin kaynakları bağlamında yapısal ve estetik açıdan farklılaştığı görülmektedir. Tasarımcılar tekstil üzerine 3D baskı projelerinde, doğal yaşam, origami ve etnik desenlerden esinlenmişlerdir.

İncelen ilk çalışmalarda tasarımlar tek renk iken Stratasys' nin çok renkli yazıcısıyla birlikte tasarımların çok renkli hale geldiği gözlenmiştir. Desen tasarımlarında etnik desenlerin başarılı bir şekilde modellenebilmesi, kültürel sürdürülebilirlik açısından son derece önemli kabul edilmektedir. Bununla birlikte özellikle ışığa göre renk değiştiren merceksi yapıların 3D yazıcılarla oluşturulabilmesi kumaş manipülasyonu bağlamında önemli bir yeniliktir. Üç boyutlu yazıcıların gelinlik tasarımı ve üretiminde kullanılması bu teknolojiyle yapılmış son projeler arasındadır. Yaşam ağacı temalı desenler gelinlik kumaşı üzerine başarılı bir biçimde 3D basılmıştır.

Tekstil yüzeyi üzerine 3D baskı yapılan tasarımlarda, yazdırma malzemesi olarak, keçe, pamuklu kumaş, polyester kumaş, saten kumaş, keten kumaş, dana güderi, pamuk ipliği vb. pek çok kumaş türünün kullanıldığı görülmüştür (Tablo 2). Bu kumaşlar, yazdırma malzemesinin tutunma özellikleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalarla belirlenmiştir. İncelenen tasarımlarda baskı malzemesinin tutunma özelliklerinin güçlü olduğu söylenebilmektedir.

Kumaş yüzeyi üzerinde yapılan desenlemeler ilk yazdırma projelerinde kesintisizken, daha sonraki çalışmalarda kumaş dökümünü etkilemeyecek biçimde parametrik şekilde planlanmıştır. Tasarımların büyük çoğunluğu, aralarında boşluklar bulunan küçük bağımsız birimlerden oluşan bir bütün olarak tanımlanabilmektedir. Bu boşluklar kumaşın dökümünün kısıtlanmaması açısından son derece önemlidir.

SONUÇ

Bu araştırmada, 3DP teknolojisiyle yapılan kumaş manipülasyonu çalışmaları yapısal ve estetik açıdan incelenmiştir. Son zamanlarda 3DP teknolojisi, kumaş üzerinde 3D parametrik desenler oluşturmak için kullanılmaktadır. Stratasys iş birliği ile yapılan projelerde pek çok

tasarımcı bu teknolojiyi tasarımlarında kullanmıştır. Bu projelerde giysi, ayakkabı ve bazı aksesuarların yapımında 3DP Polyjet teknolojisinin başarılı kullanıldığı görülmektedir. Manipülasyonu bağlamında keçe, pamuklu kumaş, polyester kumaş, saten kumaş, keten kumaş, dana güderi, pamuk ipliği vb. pek çok kumaş türünün kullanıldığı görülmüştür. Bu çerçevede yazıcıda kumaşın gerildiği tabla sıcaklığına dayanım gösterebilecek her türlü kumaş 3DP sürecinde kullanılabilir.

Tasarımlarda incelenen baskı desenlerinin ilk çalışmalarda çizgisel ve kesintisizken daha sonraki tasarımlarda desenlerin yapısına ve büyüklüğüne göre sayısı binlere varan küçük geometrik birimlerden oluştuğu görülmektedir. Baskı desenlerinin kesintisiz olduğu çalışmalarda döküm kısıtlanırken çok parçalı desenlerin kumaş dökümünü kısıtlamadığı ve tasarımların vücudu sardığı görülmüştür. Bu durum, 3DP baskı giysilerdeki konfor ihtiyacına pozitif katkı sağlamaktadır.

Araştırma kapsamında incelenen tasarımlar son derece başarılıdır ancak üretilen giysiler ve aksesuarlar sanat eseri olarak kabul edilerek çeşitli müzelerde sergilenmektedir. Bu bağlamda teknolojinin yaygın kullanımı için günlük hayata uygun, düşük maliyetli bazı giysiler tasarlamak gerekmektedir. Aynı zamanda literatürde kumaş üzerine 3DP desenlerin tutunma özelliğiyle birkaç performans testi yapılmıştır ancak kullanılan yazıcının ve kumaş türü ve malzemenin tutunma özelliği üzerinde önemli etkiye sahiptir. Aynı zamanda desen büyüklüğü ve biçimi, döküm, nefes alabilirlik ve gerilme mukavemeti üzerinde de etkilidir. Bu konularda test standartlarının eksikliği bu teknoloji için devam etmektedir. Bu sebeple 3DP tekstillerinin kapasitelerini ve özelliklerini karşılaştırmak zordur. Bu nedenle, 3D baskılı tekstil bazı yapılar için herkes tarafından kabul görecektir test yöntemi geliştirilmesi önemlidir.

Sonuç olarak 3DP teknolojisi ile tekstil manipülasyonu uygulamalarının artması ve bu konudaki araştırmaların derinleşmesi ile 3D baskı için daha fazla malzeme kullanılabileceğine ve daha fonksiyonel akıllı giysi tasarımların yapılabileceğine inanılmaktadır.

KAYNAKÇA

- Ahmed, O., Elsayed, N. (2019). Fabric manipulation as a fashion inspiration source for children clothes. *International Design Journal*, 9(4), 79-91. doi: 10.21608/idj.1999.82560
- Akpınarlı F., Bulat F., (2016). Tekstil Yüzeylerinin Manipülasyonu ve Dijital Transfer Baskı Denemeleri Motif Akademi Halkbilimi Dergisi / Cilt:9, Sayı:17 / 2016 (Ocak – Haziran), s.167-186.
- Bulat, F. (2019). Üç Boyutlu Yazıcılarla Elde Edilen Tekstil Yüzeylerinin Performans ve Konfor Özelliklerinin Belirlenmesi [Research on The Performance and Comfort Properties of Textile Surfaces Printed Out from Three-Dimensional Printers]. Unpublished doctoral thesis, Gazi University, Ankara.
- Bulat, F., & Başaran, F. N. (2022). Investigation of Performance Characteristics of 3D Printing Textiles in Terms of Design and Material. *Textile and Apparel*, 32(2), 162-172. <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.933600>.

- Bulat, F. (2022). Dijital Dönüşümün Tekstil ve Moda Tasarımına Etkisi, Yenilikçi Tasarımlar, Sosyal ve Beşerî Bilimler Metodoloji, Araştırma ve Uygulama, Editör: Ayşe ÖZCAN BUCKLE, Publisher: Livre de Lyon,211-247. Lyon, France
- Cabigiosu, A. Additive Manufacturing and Smart Textiles. In Digitalization in the Luxury Fashion Industry; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2020; pp. 133–171.
- Chatterjee, K.; Ghosh, T.K. 3D printing of textiles: Potential roadmap to printing with fibers. *Adv. Mater.* 2020, 32, 1902086.
- Eutionnat-Diffo, P.A.; Chen, Y.; Guan, J.; Cayla, A.; Campagne, C.; Nierstrasz, V. Study of the Wear Resistance of Conductive Poly Lactic Acid Monofilament 3D Printed onto Polyethylene Terephthalate Woven Materials. *Materials* 2020, 13, 2334.
- Grimmelsmann, N.; Kreuziger, M.; Korger, M.; Meissner, H.; Ehrmann, A. Adhesion of 3D printed material on textile substrates. *Rapid Prototyp. J.* 2018, 24, 166–170.
- Grothe, T.; Brockhagen, B.; Storck, J.L. Three-dimensional printing resin on different textile substrates using stereolithography: A proof of concept. *J. Eng. Fibers Fabr.* 2020, 15, 1–7.
- Gorlachova, M.; Mahltig, B. 3D-printing on textiles-an investigation on adhesion properties of the produced composite materials. *J. Polym. Res.* 2021, 28, 207.
- Korger, M.; Glogowsky, A.; Sanduloff, S.; Steinem, C.; Rabe, M. Testing thermoplastic elastomers selected as flexible three-dimensional printing materials for functional garment and technical textile applications. *J. Eng. Fibers Fabr.* 2020, 15, 1–10.
- Kuo, W., Chen, Y., & Hsu, C. (2018). 3D printing technology for textile-based composites: A review. *Textile Research Journal*, 88(13), 1531-1545.
- Lipson, H., & Kurman, M. (2013). *Fabricated: the new world of 3D printing*. John Wiley & Sons.Hoboken.
- Mahltig, B., Schwarz-Pfeiffer, A. (eds) *Narrow and Smart Textiles*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69050-6_17
- Melnikova, R., Ehrmann, A. and Finsterbusch, K. (2014) 3D printing of Textile-based Structures by Fused Deposition Modelling (FDM) with Different Polymer Materials. In: *Global Conference on Polymer and Composite Materials (PCM 2014)*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Conference 1 (62).
- Molithic, M. (2022). Fashion 3D Printing Targeted by Stratasys with New Textile 3D Printer. <https://3dprint.com/290932/fashion-3d-printing-targeted-by-stratasys-with-new-textile-3d-printer/>
- Pei, E., Shen, J. and Watling, J. (2015) Direct 3D Printing of Polymers onto Textiles: Experimental Studies and Applications. *Rapid Prototyping Journal* 21(5) PP. 556 – 571
- Przybyłek, S. (2019). Fabric manipulation techniques, <https://study.com/academy/lesson/fabric-manipulation-techniques.html>
- Schmelzeisen, D., Koch, H., Pastore, C., Gries, T. (2018). 4D Textiles: Hybrid Textile Structures that Can Change Structural Form with Time by 3D Printing. In: Kyosev, Y.
- Smith, J. A. (2020). Understanding Fused Deposition Modeling (FDM) 3D Printing. *Make: DIY Projects and Ideas for Makers*, (73), 38-47. doi: 10.1080/00076791.2020.1808537
- Triston, J. and Lombard, R. (2011). *How to be creative in textile art*. Pavilion Books, London. Akt.
- Ahmed, O., Elsayed, N. (2019). Fabric manipulation as a fashion inspiration source for children clothes. *International Design Journal*, 9(4), 79-91. doi: 10.21608/idj.1999.82560
- Xiao, Y.-Q.; Kan, C.-W. Review on Development and Application of 3D-Printing Technology in Textile and Fashion Design. *Coatings* 2022, 12, 267. <https://doi.org/10.3390/coatings12020267>

Vanderploeg, A.; Lee, S.-E.; Mamp, M. The application of 3D printing technology in the fashion industry. *Int. J. Fash. Des. Technol. Educ.* 2017, 10, 170–179.

Zhang, Y., & Yu, X. (2019). A study of 3D printing technology and its application in textile design. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology*, 5(2), 142-147.

İnternet Kaynakları

Assa Studio (2021). Evolve AI Ayakkabı, <https://assastudio.com/project/evolve-ai-footwear-midsoles-skins-3d-printed-on-textile/> Erişim tarihi: 11.05.2024

Badnani, Judy, (2022). Stratasys, Ssys 2y22 Reflection Koleksiyonunu Çıktı, <https://www.stratasys.com/en/resources/blog/reflections-collection/> Erişim tarihi: 11.05.2024

Desenleme Sanatı (2020). Ganit Goldstein, <https://re-fream.eu/pioneers/weareable/> Erişim tarihi: 11.05.2024

Foraeva Studio (2022). Romen Elbise, <https://3dprintedart.stratasys.com/portfolio-1/3d-romanian-dress> Erişim tarihi: 11.05.2024

Goldstein, G. (2020a). Multidimensional Couture Workflows – WeAreAble by Ganit Goldstein, <https://re-fream.eu/pioneers/weareable/> Erişim tarihi: 11.05.2024

Goldstein, G. (2020b). Ganit Goldstein Launched 3D Printed Clothing Collection, <https://facfox.com/news/ganit-goldstein-launched-3d-printed-clothing-collection/> Erişim tarihi: 11.05.2024

Golstein, G. (2022). GnoMon koleksiyonu 2022. <https://3dprintedart.stratasys.com/fashion/gnomon-collection> Erişim tarihi: 11.05.2024

Greta Oto Dress (2019). Greta Oto Elbise 2019, <https://3dprintedart.stratasys.com/fashion/greta-oto-dress> Erişim tarihi: 11.05.2024

Hefetz, A. (2023). Flower Of Life Koleksiyonu. <https://3dprintedart.stratasys.com/ada-hefetz> Erişim tarihi: 11.05.2024

Rashid, K. (2022). Digi elbise 2022, <https://3dprintedart.stratasys.com/portfolio-1/digi-dress> Erişim tarihi: 11.05.2024

Koerner, J. (2019). Setea. <https://www.juliakoerner.com/setae> Erişim tarihi: 11.05.2024

Koerner, J. (2020). Stratasys & Arid Collection, <https://3dprintedart.stratasys.com/portfolio-1/arid-collection> Erişim tarihi: 11.05.2024

Koerner, J. (2020). Arid Collection, <https://www.juliakoerner.com/aridcollection> Erişim tarihi: 11.05.2024

Koerner, J. (2021). Setea Ceket. <https://bigsee.eu/julia-koerner-jk3d-setae-jacket/> Erişim tarihi: 11.05.2024

Polyjet Malzemeler (2023). PolyJet Materials. Stratasys. Accessed April 27, 2023. <https://www.stratasys.com/materials/polyjet> Erişim tarihi: 11.05.2024

Polyjet Teknolojisi. (2023). PolyJet Technology. 3D Systems. Accessed April 27, 2023. <https://www.3dsystems.com/3d-printers/polyjet-technology> Erişim tarihi: 11.05.2024

Re-Text Projesi, (2020). Ganit Goldstein, <https://re-fream.eu/pioneers/weareable/> Erişim tarihi: 11.05.2024

Rokegem, J. (2022). Tripofili Koleksiyonu, Erişim tarihi: 11.05.2024 <https://3dprintedart.stratasys.com/fashion/trypophilia-collection> Erişim tarihi: 11.05.2024

Shafran, S. (2019). Dijital Bedevi 3D Ceket 2019, <https://3dprintedart.stratasys.com/fashion/project-one-tg5ld-c24df-gzm69-wam56-pwrht> Erişim tarihi: 11.05.2024

- Shafran, S. (2020). Dijital Bedevi 3D Elbise, <https://3dprintedart.stratasys.com/portfolio-1/project-one-tg5ld-c24df-gzm69-wam56> Erişim tarihi: 11.05.2024
- Stratasy, Setea Ceket (2019). Setea Ceket, <https://3dprintedart.stratasys.com/portfolio-1/setae-jacket> Erişim tarihi: 11.05.2024
- Stratasy (2024). 3DFashion by stratasy, <https://3dprintedart.stratasys.com/fashion> Erişim tarihi: 11.05.2024
- Stratasy (2024) J850 TechStyle yazıcı, <https://www.stratasys.com/en/3d-printers/printer-catalog/polyjet/3d-printer-tech-style/> Erişim tarihi: 11.05.2024
- ThreeASFOUR (2019). ThreeASFOUR, doğrudan kumaş üzerine yeni 3D baskı stilini tanıttı. <https://creatz3d.com.sg/threeasfour-debuts-new-style-of-3d-printing-directly-onto-fabric/> Erişim tarihi: 11.05.2024
- WeAreAble. (2022). Ganit Goldstein, www.ganitgoldstein.com/weareable Erişim tarihi: 11.05.2024
- 2D- 3D Kıyafetler Koleksiyonu (2019). Ganit Goldstein, <https://ganitgoldstein.com/#/2d-3d-outfits-collection/> Erişim tarihi: 11.05.2024