

# Üç Boyutlu Yazıcılar Modacıların Elime Geçerse

F. Filiz Yıldırım [ Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü  
Prof. Dr. O. Ozan Ayrıç [ Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü  
Doç. Dr. Arzu Yavaş [ Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü  
Ece Kalaycı [ Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü



**Hayatımızda hızla değişen ve gelişen şeyler nelerdir diye sorsak, birçoğumuzun cevabı moda ve teknoloji olur.**

**Her ikisi de o kadar hızlı değişiyor ki, zaman zaman kendimizi bu değişimi şaşkınlık içinde izlerken buluyoruz. Yenilikler “yüzyılın icadı” ya da “son moda” gibi başlıklarla hayatımıza giriyor. Teknoloji ve moda alanındaki yenilikler her zaman herkes tarafından çok yakından takip edilmese de, birçok bilim insanına göre “yüzyılın icadı” olarak kabul edilen üç boyutlu (3D) yazıcıların farklı kitleleri bir araya getirmeyi başardığını söylememiz mümkün.**

**Şimdiye kadar bilinen ve kullanılan tüm üretim yöntemlerine meydan okur şekilde hayatımıza giren 3D yazıcılar, bugüne dek birçok bilim insanının çalışmasına konu oldu. Büyük ihtimalle daha uzun bir süre 3D yazıcılardan, uygulamalarından ve kullanım alanlarından bahsetmeye devam edeceğiz.**

## 3D Yazıcı Nedir?

3D yazdırma işlemi bir tür katlı üretim tekniğidir. Bu teknik herkesin bildiği gibi katı bir cismi bir bilgisayar modeline göre katman katman, üç boyutlu olarak üretmeyi sağlar. Yani bilgisayar ortamında bir yazılım kullanarak tasarladığınız veya tarayarak görüntüsünü bilgisayar ortamına aktardığınız bir cismin modeli, 3D yazıcılar kullanılarak dakikalar içinde elle tutulur, gerçek bir ürün halinde elinizde olur. Bu sayede günümüzde başka hiçbir üretim yöntemiyle üretilmesi mümkün olmayan bazı geometrik şekillerdeki parçalar da üretilebilir.



3D Yazıcılarla büyük boyutlarda tasarımlar yapıp sergiler açan Mat Collishaw'un çalışmalarından bir kesit

Üç boyutlu yazdırma aynı zamanda hızlı-prototipleme ve katı-serbest form teknolojisi olarak da adlandırılıyor. Yazdırılacak üç boyutlu cismin yapısal özellikleri gerçek bir cisim taranarak elde edilebilir. Eğer ortada gerçek bir cisim yoksa üç boyutlu bir cisim üretebilmek için öncelikle açık kaynak kodlu veya satın alınmış bir tasarım programı (3D max, Alias, FreeCAD, Catia, Solidwork, Blender, AutoCAD ve Rhino gibi bilgisayar destekli tasarım programları) kullanılarak üç boyutlu bir cisim modeli oluşturulur.

Sonrasında dosyalar \*.stl formatına çevrilir. Bu dosya formatı cismin üretiminde kullanılacak malzeme, cismin rengi ve dokusu hakkında bilgi içermez. Tüm bu özellikler daha sonra kullanılacak yazıcı programıyla eklenir. Kullanılan yazılımlar bu 3D modeli dilimleyerek iki boyutlu katmanlar oluşturur. Oluşturulan bu katmanlar daha sonra 3D yazıcı tarafından katman katman yazdırılır. Ardından yazdırılan cismin dış katmanları parlatılır ve işte üç boyutlu cisimimiz hazır!



3D Yazıcıyla üretilmiş, bir moda gösterisi için hazırlanıp sergilenen omuz şalı

### 3D yazıcıların çalışma ilkesi



CAD Modeli



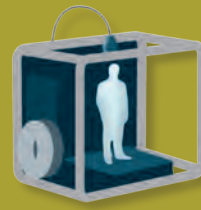
.stl Dosyası



Dilimleme Programı



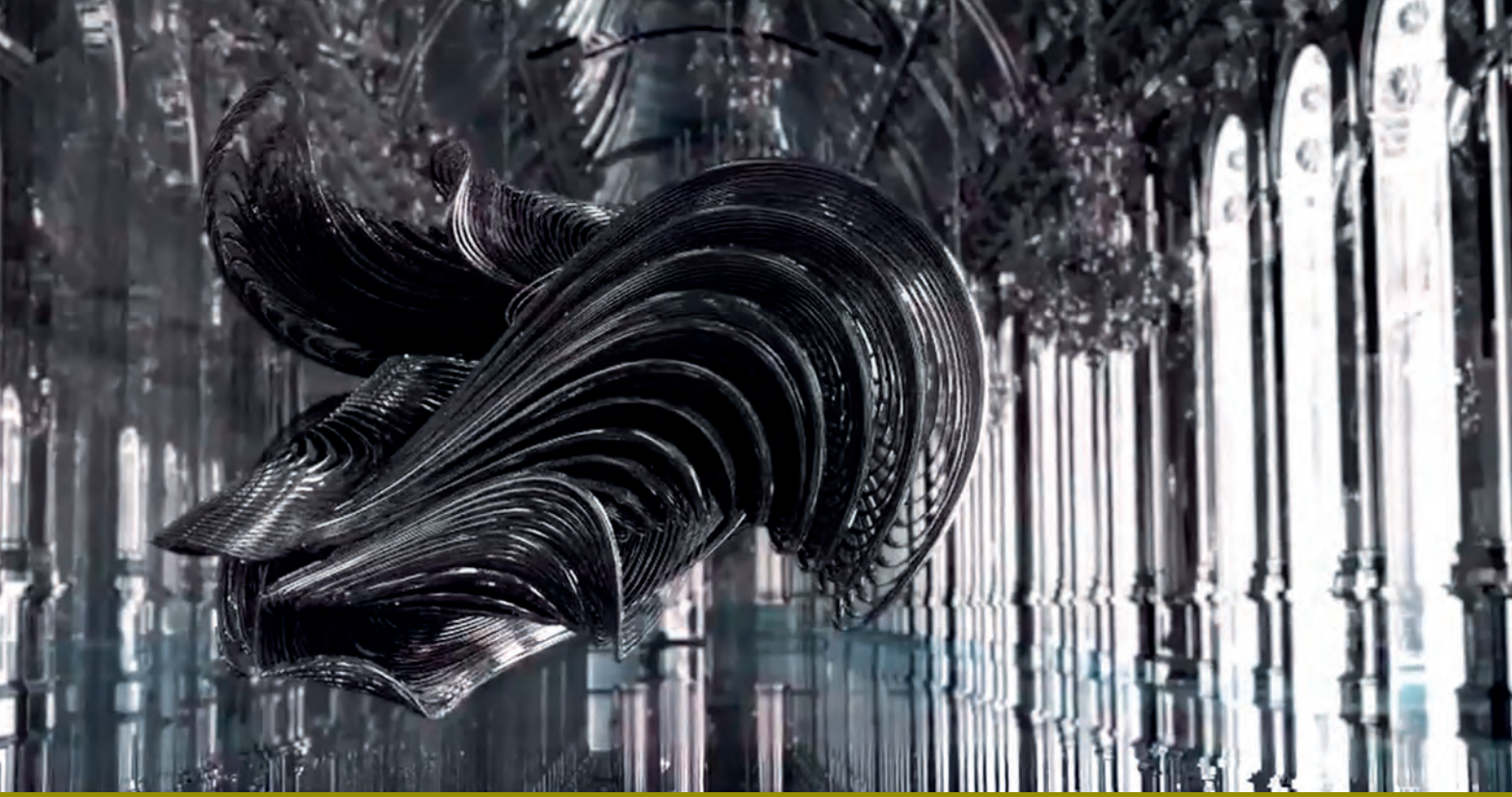
Katman Dilimleri



Yazdırma



3D Cisim



Üç boyutlu yazıcılar katı, sıvı, toz bazlı mürekkep kullanan yazıcılar olmak üzere üç temel kategoriye ayrılır.

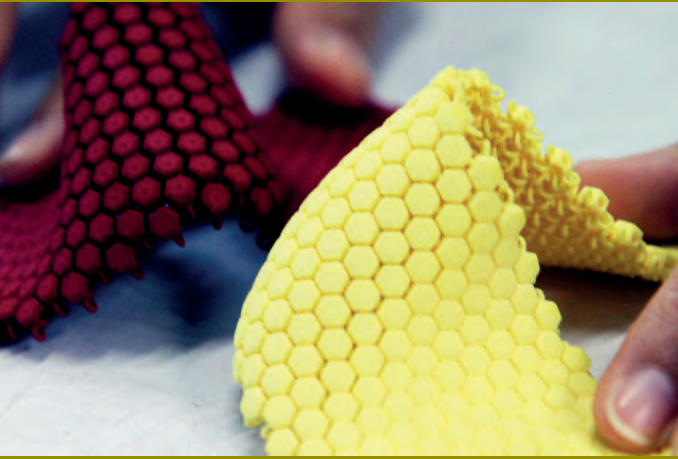
3D yazıcılarla cisim yazdırmanın birçok yöntemi var. Bunlardan en çok bilinenleri stereolitografi (SLA, sıvı bazlı 3D yazıcılar), seçici lazer sinterleme (SLS, toz bazlı 3D yazıcılar) ve bileşimli yığma (FDM, katı bazlı 3D yazıcılar) yöntemleridir. Bu tür yazıcıların yanı sıra piyasada lamineli cisim üretimi yapan yazıcılar, canlı organizmaları kullanan biyo-3D yazıcılar ve iğneli keçeleşme yöntemini kullanan 3D yazıcılar da bulunuyor. Kullanılan teknikler arasındaki en büyük fark cisim yazılırken katmanların yığılma biçimidir. Örneğin en eski 3D yazdırma tekniklerinden biri olan stereolitografide hayli güçlü ultraviyole veya lazer ışınları sıvı haldeki malzemeye uygulanır, malzeme sertleşerek katı cisimi oluşturur.

Seçici lazerli sinterlemede, cisimler çeşitli tozların (seramik, metal, kum) lazer kullanılarak ısıtılmasıyla üretilir. Bileşimli yığma tekniğinde ise termoplastik malzemeler ısı yardımıyla eritilir daha sonra bu eriyikten katmanlar üretilir. Lamineli üretim yönteminde de ince plastik veya film yaprakları birbirinin üstüne getirilerek cisme şekil verilir. Daha başka yöntemler de geliştirilmiştir, fakat en çok kullanılan 3D yazıcılar ve yöntemler bu saydıklarımızdır.

3D yazıcılarda ham madde olarak çeşitli polimerler kullanılabilir. En çok bilinenleri akronitril akrilonitril bütadien stiren, polikarbonat, polilaktik asit yüksek dayanımlı polifenilsülfon, yüksek yoğunluklu polietilen, naylon 618, çelik, seramik ve çeşitli metal türevleridir.



Tekstil ve moda sektörü de bu son derece yenilikçi teknolojinin çekim alanından kurtulamadı ve 3D yazıcılarla üretilmiş giysiler, ayakkabılar ve aksesuarlar podyumlarda görülmeye başladı.



Yukarıda da değinildiği üzere 3D yazıcıların taşıdıkları avantajlar sayesinde son yılların üretim teknolojileri arasında önemli bir yeri var. Bu yazıcıların 4. Sanayi devrimine yön vermekte olduğu da biliniyor.

Tüm cisimler üç boyutludur. Enleri, boyları ve yükseklikleri vardır. Peki dördüncü boyut dendiğinde aklımıza ne gelir? Tabii ki “zaman”. Peki 3D yazıcılar için dördüncü boyut ne anlama gelir? Aslında üç boyutlu yazıcılarda da dördüncü boyut zamandır. Örneğin üç boyutlu yazıcılardan tabakalar halinde yazdırılmış bir ürün ısıtıldığında şekil değiştirir. Şekil değiştirme sürecinde sadece sıcaklık değil aynı zamanda ışık ve nem gibi değişkenler de rol oynayabilir.

Değişim belirli bir süre aldığı için zaman boyutu işin içine girmiş olur. Aslında sonuçta yine 3D bir cisim elde edilir. Akıllı ve programlanabilir malzemeler kullanılarak 4D yazıcılarda basılan ürünler, herhangi bir müdahale olmadan ortam şartlarına göre kendilerini ayarlayabilir.



4D yazıcılar ilk olarak 2013'te bazı bilim insanlarının zamana ve belli uyaranlara karşı tepki veren akıllı malzemeleri, 3D yazıcılardan daha gelişmiş ve karmaşık yazıcılarda kullanmasıyla ortaya çıktı. Bu yazıcılar, 3D yazıcıların ürettiği ürünleri üretmelerinin yanı sıra sıcaklık, ışık, zaman, nem gibi faktörlere karşı tepki verebilen giysiler, ayakkabılar ve ev gereçleri üretme yeteneğine de sahiptir.

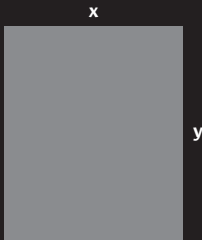
Dört boyutlu yazıcıların bir diğer üstünlüğü ise ürünlerin birleştirilerek bu yazıcılarda tek seferde üretilebilmesidir. 3D yazıcılarda üretilmiş ürünler montajla birleştirilir, 4D yazıcılarda ise durum farklıdır. Ürünler bir montaja gerek kalmadan kendiliğinden birleşecek şekilde üretilir.

## Boyutlar

Bir Boyutlu Cisim (1D)



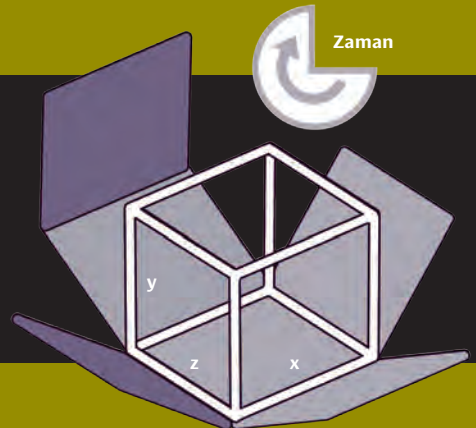
İki Boyutlu Cisim (2D)



Üç Boyutlu Cisim (3D)



Dört Boyutlu Cisim (4D)



# 3D Yazıcıların Tekstilde ve Modada Kullanımı

## Peki 3D Yazıcılar Modacıların Eline Geçerse Ne Olur?

2013'ten beri 3D yazılmış giysi üretimi inanılmaz bir gelişim gösterdi. Giyilebilir, rahat ve esnek 3D basılmış kumaşlar üretilmek isteniyor fakat dayanıklılıktan vazgeçmeden rahat ve esnek 3D kumaş üretmek büyük bir sorun. Bu nedenle bilim insanları hem dört boyutlu yazıcıları hem de farklı 3D baskı teknolojilerini denemiş.

3D basılmış parçaların kumaşlara entegre edilmesi ve renklendirilmesi bilim insanlarının ulaşmak istediği hedefler arasında.

Bu konu hakkında çalışan bilim insanları FDM (katı bazlı 3D yazıcılar) ve SLS (toz bazlı 3D yazıcılar) yöntemlerini kullanarak çeşitli örgü yüzeyler üretmeyi ve 3D basılmış esnek kumaşlar üretmeyi başarmış. Bu esnek kumaşlar aralarındaki bağlantılar sayesinde dayanıklılıklarını kaybetmeden şekil değiştirebiliyor.

Elektroloom da insanların kendi giysilerini yazdırmasını sağlayacak bir 3D yazıcı. Ancak giyim ve tekstil sektöründeki bazı gelişmeler nedeniyle geri planda kaldı.

Üç boyutlu yazıcılarla sadece kumaş değil doğrudan elbise üretmek de mümkün. Bu tür giysilerin en bilineni Modern Art Museum'da sergilenen *Black Drape*'tir. *Verlan* ve *Dita* da iyi bilinen örneklerdir. 2013'te Dita von Teese için tasarlanan *Dita 2633* bağımsız bağlantı noktası ve 12.000 swarovski taş kullanılmış olması açısından dikkate değerdir.

Tasarımcı Iris van Herpen de 3D yazıcılarla basılmış kumaşları ve giysileri podyuma taşıyan isimler arasında.

Farklı üç boyutlu basma yöntemleri ve farklı malzemeler kullanılarak 3D basılmış ve entegre edilmiş çeşitli kumaşlar



SLS Naylon

FDM Naylon

SLS Naylon



Swarovski taşlarla süslü *Dita*

3D basılmış bazı esnek kumaşlar (üstte)



Danit Peleg, Alexis Wash, Charbel Feghaly de ürettikleri 3D basılmış giysileri podyuma taşıyan tasarımcılar arasında. Danit Peleg tasarladığı giysileri PLA ve soft PLA kullanarak 3D yazıcılarla üretmiş ve bu koleksiyonu tamamlamak yaklaşık 2000 saatini almış.

Nervous System'in tasarladığı ve *Kinematik Petal* adı verilen giysi de (altta) 1600 parçadan oluşan bir giysi.



Iris von Herpen

Bu giyside her biri farklı 10 ila 1000 parçanın birbirine bağlanarak hareketli yapılar oluşturduğu ilginç bir tasarım söz konusu. Sert parçalar birbirlerine bağlanarak elde edilen elbise sanki normal bir kumaştan dikişmiş gibi dökümlü duruyor. Nervous System yetkilileri daha da rahat giyilebilir ürünler tasarlamak ve bunları piyasaya sürmek için zamana ihtiyaçları olduğunu ve satış fiyatlarını düşürmek için uğraştıklarını belirtiyor.



Bütün bu gelişmeler olurken Tamicare adlı firma 3D yazıcılarda üretilmiş CosyFlex'i tanıttı. CosyFlex temelde elastomer ve pamuk karışımı, dokuma ve örgü olmayan bir kumaş türüdür ve 3D baskı yöntemiyle üretilmiştir.

The BioLogic Team adlı firma spandex kumaş üzerine bazı bakteri hücrelerini ekleyerek çeşitli kumaşlar üretmeyi başarmış. Bu iş için *Basillus subtilis natto* olarak bilinen bakteri hücreleri kullanılmış.

Hikâyeye göre 1086'da ünlü samuray Minamoto no Yoshiee ve adamları, bir savaş sırasında pişirdikleri soya fasulyesini yiyemeden çatışmaya başladılar. Yoshiee'nin adamlarından biri soya fasulyelerini hasura sarar.



3D giysileri podyuma taşıyanlardan Danit Peleg çalışırken



Danit Peleg koleksiyonu



Birkaç gün sonra hasırları açtıklarında soya fasulyelerinin fermente olduğunu görürler ve bu tat hoşlarına gider. Soya fasulyelerinin fermente olmasını sağlayan bakteriler *natto* bakterileri olarak bilinir ve ilginç bazı özellikleri vardır. *Natto* hücreleri neme ve ısıya hayli duyarlıdır ve böyle ortamlarda şekilleri ve büyüklükleri değişir. BioLogic ekibi *natto* bakterilerin bu özelliğinden spor giysilerinin üretiminde faydalanmış. Terlediğimizde veya vücut sıcaklığımız arttığında dokumasındaki gözenekler açılarak vücudun hava almasını sağlayan kumaşlar üretmeyi başarmış (altta).

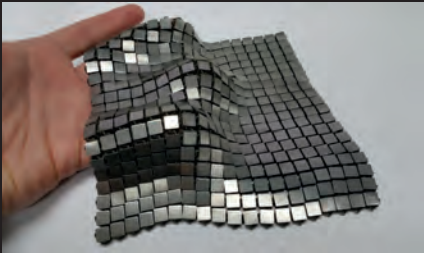


Kumaşların ve giysilerin yanı sıra üç ve dört boyutlu yazıcılarla aksesuar üretmek de mümkün. Bazı girişimciler kendi 3D yazıcınızla istediğiniz aksesuarı üretebileceğiniz bir sistem geliştirmiş. Bu sistemde, beğendiğiniz aksesuar modelini Cubify web sitesinden (<https://www.3dsystems.com/shop>) indirip evinizdeki 3D yazıcıyla özel bir kumaşın üzerine yazdırdıktan sonra aksesuarı herhangi bir giysinin üzerine dikerek sadece size özgü bir giysi elde edebiliyorsunuz.

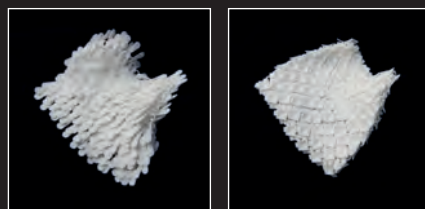
Geleneksel üretim yöntemleri ile karşılaştırıldığında, 3D yazıcılarla üretim (hem enerji tüketimi az olduğu hem de yazıcılar kolay kullanılabilir üretim yöntemleri arasında kabul edilir. Fakat 3D yazıcıların doğaya verdiği destek sadece üretim yöntemi olarak değil, üretilen ürünleri de kapsar niteliktedir. Türk bilim insanı Dr. Mihri Özkan ve ekibi tarafından tasarlanan deniz dostu bikini bunun en güzel örneklerinden birisi.

Esnek özellikli polimer kullanılarak 3D yazdırılan bikininin yapısı, şeker esaslı filtre görevi yapan özel bir sünger ile desteklenerek, kullanımı sırasında deniz suyundaki kirliliklerin temizlenmesine yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır. Sünger 100°C'nin üzerinde bir sıcaklığa maruz kalmadıkça içine çektiği kirlilikleri hapsetmeye devam ediyor. Yani sünger içerisine çekilen zararlı atıkların cildinize zarar verme ihtimali bulunmuyor. Doğaya her hangi bir zararı bulunmayan maddelerden üretilen ve üretim maliyeti hayli ekonomik olan bu bikini, şık görüntüsü ile ilerleyen zamanda deniz giyimi modasının vazgeçilmezi olacak gibi.

Modacılar giysi dışında 3D ve 4D yazıcıları ayakkabı üretiminde de kullanmış. Ayakkabılar yazıcılarda yazılmadan önce kişinin ayağı taranıp, ayak özelliklerine uygun, kişiye özel ve rahat ayakkabılar üretmek mümkün olmuş. Birçok ünlü firma, 3D yazıcıları ayakkabılarının üretimine dâhil etmiş.



NASA için üretilmiş 3D kumaş



3D kumaş ayrıntıları





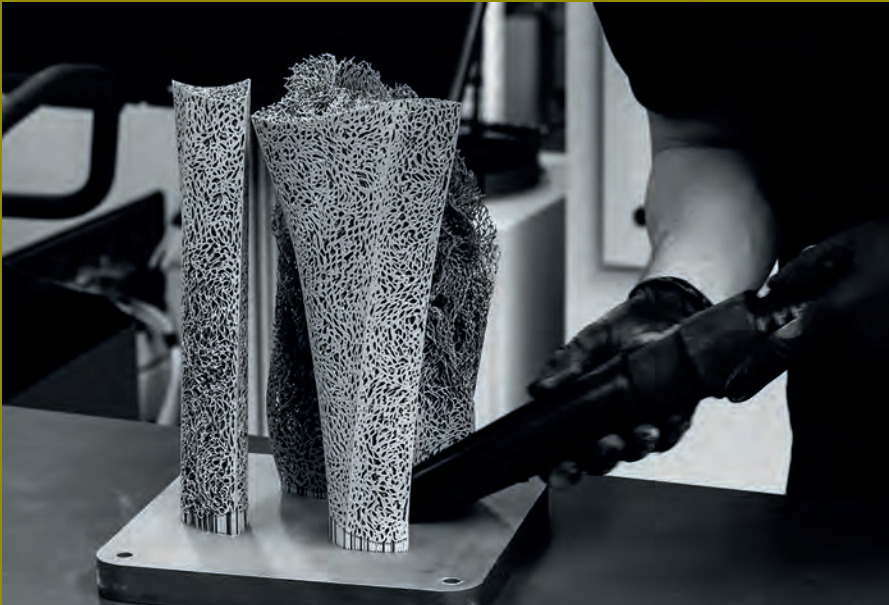
## Gelecekte Daha Neler Olabilir?

Geleneksel tekstil üretim sistemlerinde yüzbinlerce ton temiz su harcanmakta, numune üretim aşamalarında ve birleştirme aşamalarında çok fazla zaman kaybı yaşanmakta ve birçok hata yapılmaktadır.

3D yazıcı sistemleri fazla enerji, kimyasal veya su tüketimini azaltarak geleneksel üretimin karşımıza çıkardığı birçok olumsuzluğu ortadan kaldırmamızı sağlar. Çünkü 3D yazıcılar kullanılarak modeller kolaylıkla taranabilir ve hemen ardından en uygun kalıpla çıktı alınabilir. Ayrıca 3D yazıcılar bilindiği gibi malzeme, üretim ve tasarım süreçlerini

birleştirerek tasarımların kişiselleştirilmesini sağlar. Bu yazıcılarla giysi üretmenin bir diğer avantajı da giysi üretebilmek için fabrika ya da atölyeye ihtiyaç duyulmamasıdır. Bu durumda konfeksiyon ya da moda gibi emek gücünün çok yoğun olduğu bir sektörde birçok harcama kalemi açısından maliyetlerin azalmasına yardımcı olabilir.

Bundan daha da ilginç bu yazıcıların evlerde de kullanılabilmesi, ileride kendi giysilerimizi evimizde kendimizin yapabileceği anlamına da gelir. Düşünsenize, mağaza mağaza dolaşp size uygun olmayan birçok kıyafeti denemek zorunda kalmadan, sizin vücut tipinize uygun, başka kimsede olmayan, size özel kıyafetlere evinizin rahatlığında sahip olabileceğinizi. Kim istemez ki! Umutlum ki modacılar ve yazıcı üreticileri bizim bu minik talebimizi kırmaz ve ileride evde kendi gardırobumuzu kendimizin yazdırabilmesine olanak sağlar. ■





**Düşınsenize,  
mağaza mağaza  
dolaşıp size  
uygun olmayan  
birçok kıyafeti  
denemek zorunda  
kalmadan, sizin  
vücut tipinize uygun,  
başka kimsede  
olmayan, size özel  
kıyafetlere evinizin  
rahatlığında  
sahip olabildiğinizi.**



#### Kaynaklar

Avinç, O. O., Yıldırım, F. F., Yavaş, A., Kalaycı, E.,  
"3D Printing Technology and Its Influences  
on The Textile Industry", International Conference  
on Recent Innovations in Engineering and  
Technology (ICRIET), Pekin, Mayıs 2017.

Ekici, Ö., "Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi",  
TÜBİTAK *Bilim ve Teknik*, Aralık, 2012.

Taylor, A. ve Unver, E., *3D Printing-Media  
Hype or Manufacturing Reality:  
Textiles Surface Fashion Product Architecture*, 2014.

[http://blog.milliyet.com.tr/  
4d-yazicilar-yakinda-kapimizi-calacak/  
Blog?BlogNo=477963.](http://blog.milliyet.com.tr/4d-yazicilar-yakinda-kapimizi-calacak/Blog?BlogNo=477963)

[http://www.endustri40.com/  
d-yazicilar-ve-akilli-malzemeler/.](http://www.endustri40.com/d-yazicilar-ve-akilli-malzemeler/)

[http://www.elektrikport.com/haber-roportaj/yeni-nesil-  
4d-yazicilar/17025#ad-image-2.](http://www.elektrikport.com/haber-roportaj/yeni-nesil-4d-yazicilar/17025#ad-image-2)

Yıldırım, M., "Moda Giyim Sektöründe  
Üç Boyutlu Yazıcılarla Tasarım ve Üretim",  
*Art-e Sanat Dergisi*, Cilt 9, Sayı 17, s. 155-172, 2016

[https://tr.pinterest.com/search/pins/?q=3d%20printed%20  
fashion&rs=typed&term\\_meta\[\]=3d%7Ctyped&term\\_  
meta\[\]=printed%7Ctyped&term\\_  
meta\[\]=fashion%7Ctyped.](https://tr.pinterest.com/search/pins/?q=3d%20printed%20fashion&rs=typed&term_meta[]=3d%7Ctyped&term_meta[]=printed%7Ctyped&term_meta[]=fashion%7Ctyped)

[https://www.fastcodesign.com/3057328/this-impossibly-  
intricate-dress-was-3-d-printed-in-a-single-go.](https://www.fastcodesign.com/3057328/this-impossibly-intricate-dress-was-3-d-printed-in-a-single-go)

[http://continuumfashion.com/N12.php.](http://continuumfashion.com/N12.php)

[http://design-milk.com/kinematics-  
complex-foldable-3d-prints-nervous-system/.](http://design-milk.com/kinematics-complex-foldable-3d-prints-nervous-system/)

[https://www.wired.com/2014/12/dress-made-  
3-d-printed-plastic-flows-like-fabric/#slide-id-1671637.](https://www.wired.com/2014/12/dress-made-3-d-printed-plastic-flows-like-fabric/#slide-id-1671637)

[http://www.tamicare.com/cosyflex.](http://www.tamicare.com/cosyflex)

[https://3dprint.com/  
100685/3d-printed-bikini-cleans-ocean/.](https://3dprint.com/100685/3d-printed-bikini-cleans-ocean/)

[http://www.vancitybuzz.com/2015/11/  
vancityfutures-future-of-fashion-3d-printing/](http://www.vancitybuzz.com/2015/11/vancityfutures-future-of-fashion-3d-printing/)

