

TC.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL ANASANAT DALI

**3 BOYUTLU YAZICILARIN MODA TASARIMI VE
AKSESUAR TASARIMINDAKİ YERİ VE UYGULAMALARI**

Yüksek Lisans Tezi

SİNEMİS TAŞIK

İstanbul, 2019

TC.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL ANASANAT DALI

3 BOYUTLU YAZICILARIN MODA TASARIMI VE AKSESUAR TASARIMINDAKİ YERİ VE UYGULAMALARI

Yüksek Lisans Tezi

SİNEMİS TAŞIK

Danışman: Prof. Dr. M. BİRET TAVMAN ERTUĞRUL

İstanbul, 2019



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Güzel Sanatlar Enstitüsü

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN

Adı ve Soyadı : SİNEMİS TAŞIK

Anasanat Dalı : TEKSTİL

Tezin Adı : 3 BOYUTLU YAZICILARIN MODA TASARIMI VE AKSESUAR

TASARIMINDAKİ YERİ VE UYGULAMALARI

05.09.2019 tarihinde yapılan Tez/Sergi/Proje Savunma sınavında savunulan tez; kapsam, nitelik ve şekil yönünden başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak **KABUL** edilmiştir.

Öğr.No:Adı ve Soyadı/ASD	Jüri Üyeleri	Jüri Üyelerinin Ad ve Soyadı	ASD ve KURUMU	İMZA
Sinemis Taşık		Prof. Dr. Biret Tamer	Tekstil - MÜGSF	
		Dr. Öğr. Üyesi Sema Uşar	Moda Tas - OKAN ÜNİ	
		Doç. Vildan Tok Dere	M.D - GSF	

Adı geçen öğrenci 09.09.2019 tarihindeki mezuniyeti yukardaki bilgileri ve jüri kararı ile

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 27 / 09 / 2019 tarih ve XXIII / 3 sayılı kararı

ile onaylanmıştır.

Dr. Öğr. Üyesi A. Şule ERYILMAZ AKSAKL

Müdür V.

ÖNSÖZ

Küresel platformda rekabet içinde olan iş kolları, rakiplerinin önüne geçebilmek için teknolojik imkanları takip etmekte ve uygulamaya çalışmaktadırlar. Sağlık, mimarlık, havacılık, mühendislik, eğitim vb. gibi bir çok alanda kullanımı yaygınlaşan 3 boyutlu yazıcılar, inovatif anlamda öncü olan moda tasarımı ve aksesuar tasarımı alanlarında kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada 3 boyutlu yazıcı sistemlerinin moda tasarım ve aksesuar tasarımı üzerindeki yeri ve uygulamaları incelenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmayı sonuçlandırmamda bana yol gösteren ve görüşleri ile katkıda bulunan değerli hocam Sayın Prof. Dr. M. Biret Tavman'a, sevgili annem Nermin Taşık, babam Şafak Taşık'a, bu süreçte bütün teknolojik imkanlarını sunan 3Dörtgen Firması ve değerli yöneticisi Doğukan Güngör'e, desteğini esirgemeyen arkadaşlarım Gamze Yetiş, Ezgi Ünal, Ezel Küçükşahin, Can Tabak ve kardeşim Canberk Taşık'a çok teşekkür eder, çalışmayı kıymetli dedem Hayrettin Taşık'a ithaf ederim. Çalışmanın tüm ilgililere yararlı olmasını dileğiyle,

İstanbul, 2019

SİNEMİS TAŞIK

GENEL BİLGİLER

İsim ve Soyadı	: Sinemis Taşık
Ana Sanat Dalı	: Tekstil
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. M. BİRET TAVMAN ERTUĞRUL
Tez Türü ve Tarihi	: Yüksek Lisans – Eylül 2019
Anahtar Kelimeler	: 3 Boyutlu Yazıcı, Moda Tasarımı, Aksesuar Tasarımı, Katmanlı Üretim

ÖZET

3 BOYUTLU YAZICILLARIN MODA TASARIMI VE AKSESUAR TASARIMINDAKİ YERİ VE UYGULAMALARI

Bütün teknolojiler var oldukları dönemdeki diğer sektörlerle etkileşim halindedir. Küresel platformda rekabet içinde olan iş kolları, rakiplerinin önüne geçebilmek için bu teknolojik imkanları takip etmekte ve uygulamaya çalışmaktadırlar.

Sağlık, mimarlık, tasarım, havacılık, mühendislik, eğitim vb. gibi bir çok alanda kullanımı yaygınlaşan 3 boyutlu yazıcılar, inovatif anlamda öncü olan moda tasarımı ve aksesuar tasarımı alanlarında kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Öncelikle avangart ve deneysel tasarımlarda kullanılan yazıcılar, günümüze geldiğinde makinelerin ve malzemelerin gelişimi ile günlük hayatta kullanılabilecek giysilerin ve aksesuarların üretimi noktasına ulaşmıştır.

Yapılan araştırmalar ışığında, 3 boyutlu yazıcı sistemlerinin bir çok alanda olduğu gibi yakın gelecekte moda tasarımı ve aksesuar tasarımı sektörünü kökten değiştireceği n görülmektedir. Sanayi çağını kökten değiştirmesi beklenen teknolojinin bireysel üretimi arttırması ve yaratıcılıktaki sınırları genişletmesi beklenmektedir.

Yapılan alışma, 3 boyutlu yazıcıların moda tasarımı ve aksesuar tasarımındaki yeri ve uygulamaları araştırılmış, sektördeki kullanımının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda 3 boyutlu yazıcı teknolojilerinin tarihi, gelişimi, diğer kullanım alanları hakkında bilgiler verilmiş, var olan tasarımlar hakkında bilgiler görseller eşliğinde verilmiş, deneysel geliştirme yöntemi ile 3 boyutlu yazıcıların kullanım olanakları ve özellikleri dikkate alınarak giysi ve aksesuar tasarımları yapılmıştır.

GENERAL INFORMATION

Full Name : Sinemis Taşık
Department : Textile
Supervisor : Prof. Dr. M. BİRET TAVMAN ERTUĞRUL
Program Type and Date : Master's Degree - September 2019
Keywords : 3D Printing, 3D Printer, Fashion Design,
Accessories Design, Additive Manufacturing



ABSTRACT

THE ROLE AND APPLICATIONS OF 3D PRINTERS IN FASHION AND ACCESSORY DESIGN

All technologies interrelate with other sectors during the period when they existed. The lines of business competing in the global arena follow the technological developments and eventually try to apply them in their operation in order to stay ahead of the game.

3D printers, widely used in the health, architecture, design, aviation, engineering, education and many other sectors today, are also brought into play by the pioneers of the innovation such as fashion and accessory design industry.

3D printing technology primarily applied on avant-garde and experimental designs, has actually reached to a point where it is used for the production of clothes and accessories for daily wear thanks to the rise of printer machines and their parts thereof.

According to many research papers, it is foreseen that 3D printing technology will radically change the fashion and accessory design sector in the near future as in the case of many sectors.

This technology, which will radically change the industrial age, is expected to increase the individual production and expand the boundaries of creativity as well.

The present paper seeks to examine the importance and various applications of 3D printers in fashion and accessory design industry and to contribute to their use in the sector. Accordingly, a detailed background information, the development and usage of 3D printing technology in various sectors are provided together with already made designs to illustrate its present use. Also, by using experimental development method, new garment and accessory designs are made by taking into account the current limits and features of 3D printers.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
RESİM LİSTESİ	x
ŞEKİL LİSTESİ	xiv
TABLO LİSTESİ	xv
1.GİRİŞ	1
2. 3 BOYUTLU YAZICILAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER	2
2.1. 3 Boyutlu Yazıcı Nedir?.....	2
2.2. 3 Boyutlu Yazıcıların Çalışma Prensipleri Nelerdir?.....	3
2.3. 3 Boyutlu Yazıcı Tipleri.....	6
2.3.1. Kartezyen Tipi Üç Boyutlu Yazıcılar.....	6
2.3.2. Delta Tipi Üç Boyutlu Yazıcılar.....	7
2.4. 3 Boyutlu Yazıcılarda Kullanılan Materyaller Nelerdir?.....	8
2.4.1. Polimerler.....	8
2.4.1.1. ABS Filamenti.....	9
2.4.1.1.1. ABS Filamentinin Temel Özellikleri.....	9
2.4.1.1.2. ABS Filamentinin Kullanım Alanları.....	10
2.4.1.2. PLA Filamenti.....	10
2.4.1.2.1. PLA Filamentinin Temel Özellikleri.....	10
2.4.1.2.2. PLA Filamentinin Kullanım Alanları.....	11
2.4.1.3. ABS ve PLA Filamentlerinin Detaylı Karşılaştırılması.....	11
2.4.1.3.1. Isıl Özellikler.....	11
2.4.1.3.2. Mekanik ve Fiziksel Özellikler.....	13
2.4.1.4. 3 Boyutlu Basımdaki Kolaylık Olarak ABS ve PLA Karşılaştırması.....	14
2.4.1.5. Gaz ve Koku.....	15

2.4.1.6. Doğada Çözünme.....	15
2.4.2. Diğer Filament Çeşitleri.....	16
2.4.2.1. PETG Filamenti.....	16
2.4.2.1.1. PETG Filament Temel Özellikleri.....	17
2.4.2.2. Antibakteriyel Filament.....	17
2.4.2.2.1. Antibakteriyel Filament Temel Özellikleri.....	18
2.4.2.3. Tahta, Ağaç Kabuğu ve Bambu Filamentleri.....	19
2.4.2.3.1. Tahta, Ağaç Kabuğu ve Bambu Filamentleri.....	
Temel Özellikleri.....	19
2.4.2.4. Esnek PLA Filamenti.....	20
2.4.2.4.1. Esnek PLA Filamenti Temel Özellikleri.....	20
2.4.2.5. Sıcaklık ve Işığa Duyarlı PLA Filamenti.....	21
2.4.2.5.1. Sıcaklık ve Işığa Duyarlı PLA Filamenti.....	
Temel Özellikleri.....	22
2.4.2.6. Şeffaf Filament.....	22
2.4.2.6.1. Şeffaf Filamentin Temel Özellikleri.....	23
2.4.2.7. Karbon Fiberler.....	23
2.4.2.7.1. Karbon Fiber Temel Özellikleri.....	24
2.4.3. Metaller.....	24
2.4.3.1. Bronz, Pirinç ve Bakır Filamentleri.....	25
2.4.3.1.1. Bronz, Pirinç ve Bakır Filamentleri Temel Özellikleri.....	25
3. 3 BOYUTLU YAZICILARIN TARİHİ, GELİŞİMİ VE KULLANIM	
ALANLARI.....	26
3.1. 3 Boyutlu Yazıcıların Tarihi - Gelişimi.....	26
3.2. 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanım Alanları	32
3.2.1. İlköğretimde Üç Boyutlu Yazıcılar.....	38
3.2.2. Liselerde Üç Boyutlu Yazıcılar.....	38
3.2.3. Üniversitelerde Üç Boyutlu Yazıcılar.....	38

4. 3 BOYUTLU YAZICILARIN MODA TASARIM VE AKSESUAR TASARIMINDAKİ YERİ VE UYGULAMALARI.....	40
4.1. 3 Boyutlu Yazıcıların Tekstil Sanatları Ve Moda Tasarımındaki Yeri.....	40
4.2. Moda Ve Tekstil Tasarımında Kullanılan 3 Boyutlu Yazıcılar.....	41
4.3. 3 Boyutlu Baskı Teknolojilerinin Moda Tasarımında Kullanım Örnekleri..	43
4.3.1. Jane Kytanen.....	43
4.3.2. Iris Van Herpen.....	44
4.3.3. Anouk Wipprecht.....	50
4.3.4. Threeasfour.....	55
4.3.5. Started - Masaharu Ono – Amimono Projesi.....	58
4.3.6. Danit Peleg.....	58
4.3.7. Michael Schmidt.....	60
4.4. 3 Boyutlu Baskı Teknolojilerinin Yüzey Tasarımında Kullanım Örnekleri	61
4.4.1. Tamicare.....	61
4.4.2. Pringle Of Scotland.....	61
4.4.3. Laura Mcpherson ve Mark Beecroft.....	63
4.4.4. Mark Beecroft.....	63
4.4.5. Kalanter ve Alireza Borhani.....	64
4.5. 3 Boyutlu Baskı Teknolojilerinin Aksesuar Tasarımında Kullanım Örnekleri.....	66
4.5.1. Catherine Walles - Project DNA.....	66
4.5.2. Bryan Oknyansky.....	67
4.5.3. Janne Kytanen.....	68
4.5.4. Iris Van Herpen.....	70
4.5.5. United Nude.....	71
4.5.5.1. Michael Young - Young Shoe.....	73
4.5.5.2. Ross Lovegrove - Ilabo.....	73
4.5.5.3. Fernando Romero - Ammonitef.....	74
4.5.5.4. Ben Van Berkel - Unx2.....	74
4.5.5.5. Zaha Hadid - Flames.....	75
4.5.6. Adidas - Futurecraft 4D.....	76

4.6. Türkiye’ de 3 Boyutlu Yazıcılar ile Giysi Tasarımı.....	78
4.6.1. Arzu Kaprol - Life Prift.....	78
4.6.2. Mirimalist.....	79
5. 3 BOYUTLU YAZICILAR İLE TASARIM VE ÜRETİM SÜREÇLERİ.....	80
5.1. 3 Boyutlu Yazıcılar İle Tasarım Süreci.....	80
5.2. 3 Boyutlu Yazıcılar İle Giysi Tasarım - Üretim Süreci.....	81
5.2.1. 1. Aşama: İlham Kaynağı Oluşturma.....	81
5.2.2. 2. Aşama: Moodboard Oluşturma.....	81
5.2.3. 3. Aşama: Koleksiyon Hazırlama Süreci.....	82
5.2.4. 4. Aşama: 3 Boyutlu Modelleme Süreci.....	82
5.2.5. 5. Aşama: 3 Boyutlu Üretim Süreci.....	85
5.3. 3 Boyutlu Yazıcılar İle Aksesuar Tasarım - Üretim Süreci.....	85
5.3.1. 1. Aşama: İlham Kaynağı Oluşturma.....	86
5.3.2. 2. Aşama: Moodboard Oluşturma.....	86
5.3.3. 3. Aşama: Koleksiyon Hazırlama Süreci.....	87
5.3.4. 4. Aşama: 3 Boyutlu Üretim Süreci.....	88
6. 3 BOYUTLU YAZICI KULLANIMININ ETKİLERİ.....	89
6.1. 3 Boyutlu Yazıcı Kullanımının Pozitif - Negatif Yönleri.....	89
6.1.1. 3 Boyutlu Yazıcı Kullanımının Pozitif Yönleri.....	89
6.1.2. 3 Boyutlu Yazıcı Kullanımının Negatif Yönleri.....	89
7. RÖPORTAJ.....	90
8. SONUÇ.....	95
KAYNAKÇA.....	97

EK 1: Resim Listesi

RESİM LİSTESİ

Sayfa No.

Resim 1: 3 Boyutlu Yazıcı Makine Örnekleri– Ultimaker.....	2
Resim 2: 3 Boyutlu Baskı Modelleme, Kullanılan Program Cinema 4D, Sinemis Taşık 2010.....	3
Resim 3: Kartezyen Tipi 3 Boyulu Yazıcı.....	7
Resim 4: Delta Tipi 3 Boyulu Yazıcı.....	7
Resim 5: ABS Filament & PLA Filament.....	9
Resim 6: ABS Filament & PLA Filamenti Karşılaştırması.....	11
Resim 7: ABS Filament & PLA Filamenti Karşılaştırması.....	14
Resim 8: PLA Filamentinin Doğada Çözülmesi.....	15
Resim 9: PETG Filamenti.....	17
Resim 10: Antibakteriyel Filament İle Basılmış Örnekler.....	18
Resim 11: Tahta, Ağaç Kabuğu ve Bambu Filamentleri İle Basılmış Örnekler.....	19
Resim 12: Esnek PLA Filamenti İle Basılmış Örnekleri.....	20
Resim 13: Sıcaklık ve Işığa Duyarlı PLA Filamenti İle Basılmış Örnekler.....	21
Resim 14: Sıcaklık ve Işığa Duyarlı PLA Filamenti İle Basılmış Örnekler.....	21
Resim 15: Şeffaf Filament İle Basılmış Örnekler.....	22
Resim 16: Şeffaf Filament İle Basılmış Örnekler.....	23
Resim 17: Karbon Fiberler İle Basılmış Örnekler.....	24
Resim 18: Bronz, Pirinç ve Bakır Filamentleri İle Basılmış Örnekler.....	25
Resim 19: 3 Boyutlu Yazıcı SLA Sistemi.....	26
Resim 20: The DTM'' İsimli 3 Boyutlu Yazıcı.....	27
Resim 21: 3DP (3 Dimensional Printing) Teknolojisi.....	29
Resim 22: The Actua 2100 3 Boyutlu Yazıcı Teknolojisi.....	30
Resim 23: RepRap (Replicating Rapid Prototyper) Boyutlu Yazıcı Teknolojisi.....	31
Resim 24: Darwin Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi.....	31
Resim 25: Thingiverse.....	32
Resim 26: Skyfall Filmi - 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Aston Martin.....	33

Resim 27: Wake Forest Üniversitesinde Oluşturulan Kulak Doku Örneği.....	34
Resim 28: Bioprint Baskı Görünümü.....	35
Resim 29: Enabling The Future olarak bilinen sosyal sorumluluk projesi olan Robot El.....	35
Resim 30: Çin’ de 3 Boyutlu Yazıcı ile 24 Saat İçerisinde Üretilen Ev.....	36
Resim 31: 3 Boyutlu Yazıcı İle Basılmakta Olan Kurabiye Ve Çikolata Örnekleri.....	37
Resim 32: İlkokul Öğrencileri İçin 3 Boyutlu Yazıcı İle Basılmış Scutoid (Bilim Adamlarının Epitel Dokudan Keşfettikleri Yeni Geometrik Şekil).....	37
Resim 33: Janne Kyttänen - Black Drape Dress.....	43
Resim 34: Janne Kyttänen - 4 in 1 Dress (Drape Dress 2019 Versiyonu).....	44
Resim 35: Crystallization, 2010.....	46
Resim 36: Capriole, 2011.....	46
Resim 37: Biopiracy, 2014.....	47
Resim 38: Magnetic Motion, 2015.....	47
Resim 39: Hacking Infinity, 2015.....	48
Resim 40: Quaquaversal, 2016.....	48
Resim 41: Ludi Naturae, 2018.....	49
Resim 42: Spider Dress – 2015.....	50
Resim 43: Synapse Dress – 2014.....	51
Resim 44: Synapse Dress – 2014.....	52
Resim 45: Anouk Wipprecht & Audi Markası - The Audi A4 Projesi.....	52
Resim 46: The Audi A4 Projesi - Map Dress.....	53
Resim 47: The Audi A4 Projesi - The LED Matrix Dress.....	53
Resim 48: The Open Source Dress.....	54
Resim 49: Cirque du Soleil Dress.....	54
Resim 50: Volkswagen Projesi - Smoke Dress.....	55
Resim 51: threeASFOUR - The Oscillation Dress.....	55
Resim 52: threeASFOUR - Harmonograph Dress.....	56
Resim 53: threeASFOUR - The Pangolin Dress.....	57
Resim 54: Dünyaca Ünlü İzlanda’lı Müzisyen Björk, The Pangolin Dress İle.....	57
Resim 55: Masaharu Ono, Amimono.....	58

Resim 56: Danit Peleg - 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulmuş Liberty Leading The People Koleksiyonu.....	59
Resim 57: Danit Peleg - 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulmuş The Birth Of Venus Koleksiyonu.....	60
Resim 58: Francis Bitonti & Michael Schmidt - Dita Von Teese ‘’Altın Oran’’ Elbise 2014.....	60
Resim 59: Tamicare - CosyFlex.....	61
Resim 60: Pringle Of Scotland - 2014 Sonbahar/Kış Koleksiyonu Londra Moda Haftası.....	62
Resim 61: Pringle Of Scotland - 2014 Sonbahar/Kış Koleksiyonu Londra Moda Haftası.....	62
Resim 62: Laura Mcpherson Ve Mark Beecroft 3 Boyutlu Yazıcı Tekniği İle Oluşturulmuş Örmeye Yüzey Çalışmaları – Interlooped Projesi.....	63
Resim 63: Mark Beecroft - 3 Boyutlu Yazıcı Tekniği İle Oluşturulmuş Örmeye Yüzey Çalışmaları - Dijital Interlooping.....	64
Resim 64: Negar Kalantar ve Alireza Borhani - The Flexible Textile Structure Projesi.....	64
Resim 65: Negar Kalantar ve Alireza Borhani - The Flexible Textile Structure Projesi.....	65
Resim 66: Catherine Wales - Project DNA.....	66
Resim 67: Catherine Wales - Project DNA.....	66
Resim 68: Bryan Oknyansky - Shoes By Bryan Markası 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Ayakkabılar.....	67
Resim 69: Bryan Oknyansky - Shoes By Bryan Markası 3 Boyutlu Yazıcı Topuklu Ayakkabılar.....	68
Resim 70: Janne Kyttänen - Lost Luggage (Kayıp Bavul).....	68
Resim 71: Janne Kyttänen – Seyahat Kiti.....	69
Resim 72: Janne Kyttänen – Cubify Projesi.....	69
Resim 73: Hacking Infinity Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Ayakkabı Tasarımları.....	70

Resim 74: Magnetic Motion Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Ayakkabı Tasarımları.....	70
Resim 75: Iris van Herpen - Wilderness Embodied 2013.....	71
Resim 76: United Nude - Ice Shoe – 2015.....	71
Resim 77: United Nude - Ice Shoe – 2015.....	72
Resim 78: Young Shoe - Michael Young.....	73
Resim 79: Ross Lovegrove – Ilabo.....	73
Resim 80: FERNANDO ROMERO – Ammonitef.....	74
Resim 81: BEN VAN BERKEL - UNX2.....	74
Resim 82: ZAHA HADID – Flames.....	75
Resim 83: Tamamı 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilen Ayakkabı Projesi.....	75
Resim 84: Adidas - Futurecraft 4D.....	76
Resim 85: Adidas - Futurecraft 4D - 3 Boyutlu Yazıcı Taban Detayı.....	77
Resim 86: ARZU KAPROL / Life Print / 2016.....	78
Resim 87: ARZU KAPROL/ Life Print/ 2016.....	79
Resim 88: MİRİMALİST / 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulmuş Hazır Giyim Koleksiyonu.	79
Resim 89: New Geo Koleksiyonu İçin Oluşturulmuş Moodboard Çalışması.....	81
Resim 90: New Geo Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulması Hedeflenen Geometrik Üst Parça, İllüstrasyon Çizimi.....	82
Resim 91: New Geo Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulması Hedeflenen Geometrik Üst Parça Cinema 4D 3 Boyutlu Modelleme Programı - 3 Boyutlu Model	83
Resim 92: New Geo Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Üst Parça.....	85
Resim 93: İnkarnadin Koleksiyonu İçin Oluşturulmuş Moodboard Çalışması.....	86
Resim 94: İnkarnadin Koleksiyonu İllüstrasyon Çizimleri.....	87
Resim 95: İnkarnadin Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulması Hedeflenen Aksesuar (çanta) İllüstrasyon Çizimi.....	87
Resim 96: İnkarnadin Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Çanta.....	88
Resim 97: İnkarnadin Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Çanta.....	88

EK 2: Şekil Listesi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1: Dilimleme İşlemi.....	4
Şekil 2: 3 Boyutlu Yazıcı Parçaları.....	5
Şekil 3: 3 Boyutlu Yazıcı Çalışma Prensibi.....	5
Şekil 4: Kartezyen ve Delta Tipi 3 Boyutlu Yazıcılar.....	6
Şekil 5: LOM (Laminated Object Manufacturing) Teknolojisi.....	28

EK 3: Tablo Listesi

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1: PLA VE ABS Isıl Özellikleri Tablosu..... 12





1. GİRİŞ

Bu çalışmada, geleceğin önemli teknolojilerinden 3 boyutlu yazıcı sistemlerinin moda tasarım ve aksesuar tasarımı üzerindeki yeri, etkileri ve uygulamaları incelenmeye çalışılmıştır.

Kullanıma başlanma dönemi 1980' lere dayanan bu teknolojinin günümüzdeki kullanımının hızla artması ile özellikle moda tasarım ve aksesuar tasarım alanında etkilerinin artacağı tahmin edilmektedir.

Son yılların trend teknolojisi olarak görülen 3 boyutlu yazıcılar ile moda tasarım ve aksesuar tasarım alanında ilk olarak avangart stilde deneysel tasarımlar üretilirken günümüze gelindiğinde günlük yaşamda rahatlıkla kullanılabilir, hazır giyime yönelik tasarımların varlığının hissedilmeye başlandığı söylenebilmektedir.

Betimsel araştırma yöntemi ile 3 boyutlu yazıcı teknolojilerinin gelişimi hakkında bilgiler verilmeye çalışılan çalışmada, yakın gelecekte her evde bulunması muhtemel olan 3 boyutlu yazıcıların tarihi, kullanım alanları, materyal çeşitleri, yöntemleri incelenmiş, özellikle moda tasarım ve aksesuar tasarımı alanındaki uygulama örnekleri üzerinde durulmuştur.

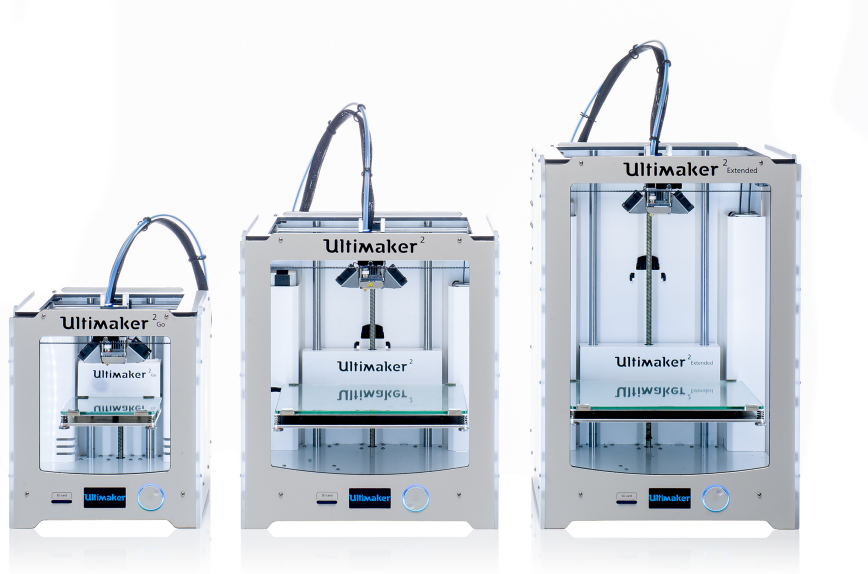
Teknolojinin kısa süre önce kullanılmaya başlanması ve varolan yazılı kaynakların yetersizliği sebebi ile güvenilir internet kaynaklarına ve süreli yayınlara başvurulmuştur. Deneysel geliştirme yöntemi ile 3 boyutlu yazıcıların kullanım olanakları ışığında giysi tasarımı ve aksesuar tasarımı süreçleri uygulanarak, fikir aşamasından üretim aşamasına kadar gerçekleştirilmiş, tasarımların bütün süreçleri görseller aracılığı ile aktarılmaya çalışılmıştır.

2. 3 BOYUTLU YAZICILAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1. 3 BOYUTLU YAZICI NEDİR?

3 boyutlu yazıcı teknolojisi; bilgisayar ortamında tasarlanmış veya 3 boyutlu olarak taranmış modellerin birçok farklı malzeme kullanılarak, katı formda basılması işlemi olarak tanımlanmaktadır ve bu işleme 3 boyutlu baskı denilmektedir.

“3 boyutlu baskı, dijital bir modelden, fiziksel bir nesne yaratmanıza izin veren yenilikçi bir teknolojidir. “ Hızlı Prototipleme ” adı altında tanımlanabilmekte, hızlı ve ucuz prototip imkanı sağlamaktadır. Bu baskı yönteminde prototip, sanal ortamda tasarlanan herhangi bir üç boyutlu nesnenin katmanlara bölünmesi ve eritilen ham maddenin üst üste gelecek şekilde dökülerek, katmanların basılması mantığı ile oluşturulmaktadır.”¹



Resim 1 - 3 Boyutlu Yazıcı Makine Örnekleri– Ultimaker

Kaynak: <https://ultimaker.com/en/explore/what-is-3d-printing> (Erişim tarihi: 10.09.2018)

¹ Sanayi Üretiminde Çığır Açan Teknolojiler Üç Boyutlu [3D] Yazıcılar
<https://ultimaker.com/en/explore/what-is-3d-printing> (Erişim tarihi: 10.09.2018)

2.2. 3 BOYUTLU YAZICILARIN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ NELERDİR?

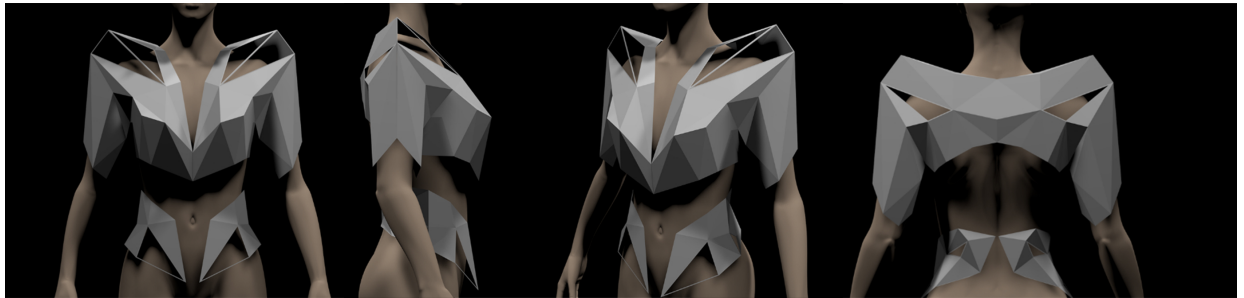
3 boyutlu yazıcılar, katmanlı imalat (Additive Manufacturing) diye nitelendirilen bir üretim yöntemi ile çalışmaktadır.

Üç boyutlu yazıcılar ile baskı alabilmek için öncelikle basılacak olan prototipin bilgisayar ortamında AutoCAD, Solidworks, 3DsMax, Cinema 4D vb. gibi CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) program ile tasarlanmış çizimler oluşturulması gerekmektedir.

Bunun yanı sıra herhangi bir obje üç boyutlu tarayıcılar ile taranıp sanal ortama üç boyutlu tasarım olarak geçirilebilir.

Üç boyutlu tarama işlemi gerçek bir objenin analiz edilmesi ve veri toplanması ile yapılır. Bu sayede üç boyutlu taranan herhangi bir objenin birebir kopyasını basmak mümkün hale gelmektedir.²

“Bilgisayar ortamında 3 boyutlu tasarım yapmak birçok bilgisayar kullanıcısı için zor ve deneyim gerektiren bir işlemdir. Bu nedenle birçok 3 boyutlu yazıcı kullanıcısı başkalarının hazırladığı tasarımları bilgisayarına indirip kullanabilmektedir. Shapeways, Thingiverse bu tasarımların bulunabileceği web sitelerinden bazılardır. Bu web siteleri üzerinde birçok baskıya hazır üç boyutlu tasarım ücretsiz olarak indirilebilmekte ve basılabilmektedir.”³



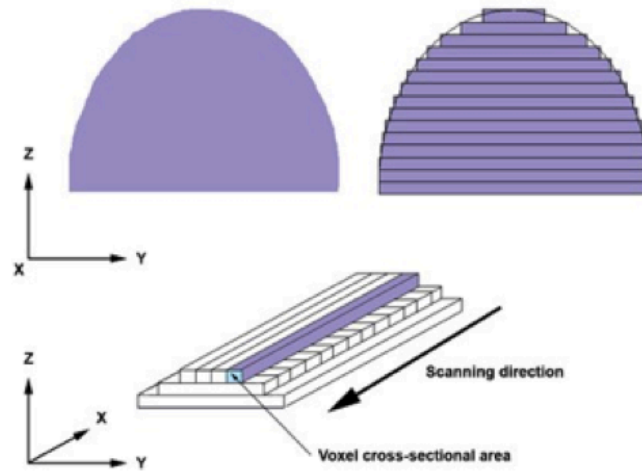
Resim 2 - 3 Boyutlu Baskı Modelleme – Kullanılan Program Cinema 4D – Kaynak: Sinemis Taşık - 2010

^{2, 3} Mustafa Kemal Akgül, **Sanayi Üretiminde Çığır Açan Teknolojiler Üç Boyutlu [3D] Yazıcılar**, 2014 , Anahtar Dergisi. <https://Anahtar.Sanayi.Gov.Tr/Tr/News/Sanayi-Uretiminde-Cigir-Acan-Teknolojiler-Uc-Boyutlu-%5b3d%5D-Yazicilar/1820> (Erişim tarihi: 11.09.2018)

Bilgisayar ortamında başlayan tasarım yazıcı aracılığı ile baskının yapılmasıyla tamamlanmaktadır.

Üç boyutlu tasarım dosyaları bilgisayar yazılımı aracılığı ile dilimleme işleminden geçirilir ve üç boyutlu olarak basılabilir STL dosya formuna dönüştürülür.⁴

Bu dosyanın içerisinde üç boyutlu yazıcının baskı sırasında yapacağı tüm hareketler ve ne zaman ham maddeyi dökmeye başlayacağı bilgisi gibi tüm bilgiler bulunmaktadır.



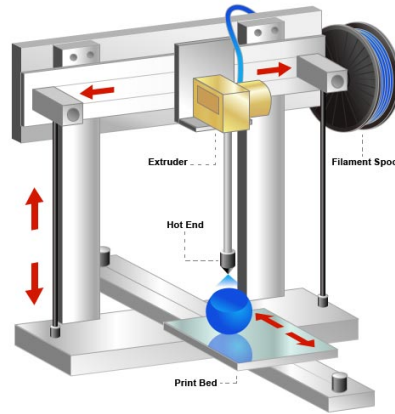
Şekil 1 - Dilimleme İşlemi

Kaynak: <https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-uretiminde-cigir-acan-teknolojiler-uc-boyutlu-%5B3d%5D-yazicilar/1820> (Erişim tarihi: 20.09.2018)

“Baskı işlemine başlamadan önce yazıcının ucunda ‘nozzle’ diye adlandırılan kafa bölgesinin belirli bir sıcaklığa gelmesi gerekmektedir. Çünkü 3 boyutlu baskı işlemi eriyen filamentin katman katman ve üst üste serilmesiyle gerçekleşmektedir.”⁵

^{4, 5} Sanayi Üretiminde Çığır Açan Teknolojiler Üç Boyutlu [3D] Yazıcılar
<https://ultimaker.com/en/explore/what-is-3d-printing> (Erişim tarihi: 20.09.2018)

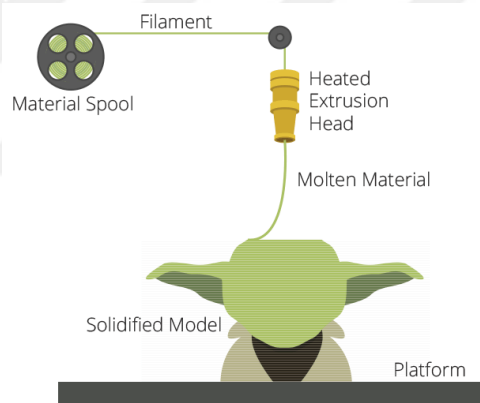
Joan Horvart, **Mastering 3D Printing**, New York: TIA, 2014, sayfa: 9 - 15



Şekil 2 – 3 Boyutlu Yazıcı Paçaları

Kaynak: <https://maker.robotistan.com/3d-yazici-printer/> (Erişim tarihi: 27.09.2018)

Filamentin düzgün bir şekilde yayılabilmesi için de kafa noktasından çıkarken yüksek sıcaklıkta erimesi gerekmektedir. Kafa noktasından eriyerek çıkan filament yüzeyde yayılır yayılmaz donar ve katı formuna geçer. Tüm katmanlar tamamlandıktan sonra model tamamen katı formda hazır hale gelir.⁶



Şekil 3 – 3 Boyutlu Yazıcı Çalışma Prensibi

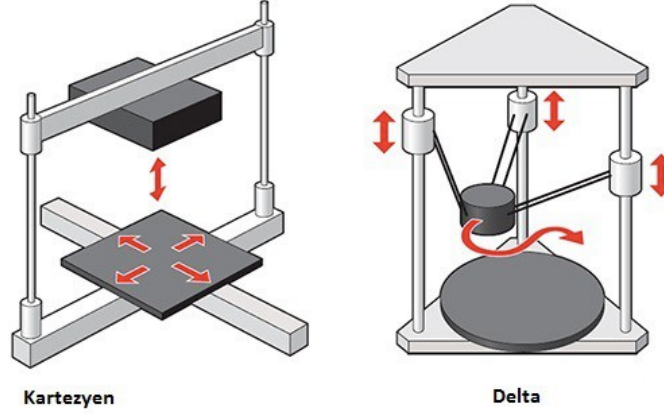
Kaynak: <https://maker.robotistan.com/3d-yazici-printer/> (Erişim tarihi: 27.09.2018)

“Yazıcının çözünürlüğü katmanın kalınlığına ve x-y eksenleri üzerindeki hareket hassaslığına bağlıdır. Genelde baskı kalınlığı 100 µm (250 DPI). Fakat bazı yazıcılar çok daha yüksek çözünürlükte baskı yapabilmektedir. 16 µm (1,600 DPI). Baskı süresi yazıcıya ve basılan tasarıma göre değişiklik göstermektedir.”⁷

^{6, 7} 3D Yazıcı (Printer) Nedir? Nasıl Çalışır? Neler Yapılabilir? <https://maker.robotistan.com/3d-yazici-printer/> (Erişim tarihi: 27.09.2018)

2.3. 3 BOYUTLU YAZICI TİPLERİ

Üç boyutlu yazıcıların kartezyen yazıcı, delta yazıcı ve core xy yazıcı gibi çeşitleri bulunmaktadır.



Şekil 4 – Kartezyen ve Delta Tipi 3 Boyutlu Yazıcılar

Kaynak: <http://hitit3d.blogspot.com/2016/12/uc-boyutlu-yazici-tipleri.html> (Erişim tarihi: 07.10.2018)

2.3. 1 KARTEZYEN TİPİ ÜÇ BOYUTLU YAZICILAR

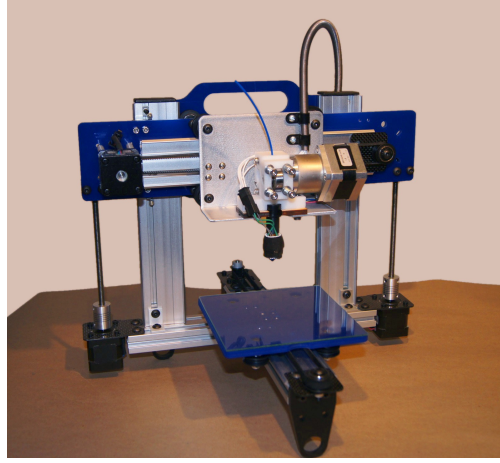
“Kartezyen Tipi üç boyutlu yazıcılar, genellikle bilgisayar kontrollü xyz kartezyen platformuna bağlanmış termoplastik püskürtücüden oluşmaktadır. Kartezyen koordinat sistemini kullanılmakta olan makine çeşidi, yukarı aşağı, sağa sola, öne arkaya olarak (X-Y-Z düzlemlerinde) hareket etmektedir.”⁸

Bu sistem bir nesneyi a noktasından b noktasına götürmek için kullanılan en kolay yoldur. Bunun sebebi, her bir düzlemde tek çizgi izlenmesidir.

Kartezyen tipi yazıcılarda özellikle tablanın ileri geri hareket ettiği gözlenmekte ve tablanın özellikle Z eksenini yani aşağıya doğru hareketli olması çıkacak prototip açısından daha kaliteli sonuçlar vermektedir.⁹

^{8,9} Fibillo 3D. Üç Boyutlu Yazıcı Nedir? <https://fibillo.com/uc-boyutlu-yazici-nedir/> (Erişim tarihi: 07.10.2018)

Christopher Barnatt, **3D Printing – The Next Industrial Revolution**, U.S.A: ExplainingTheFuture.com, 2013, sayfa: 27 - 37



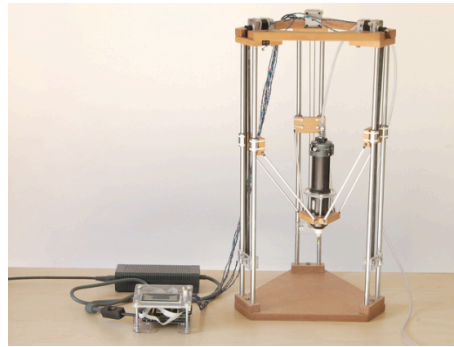
Resim 3 – Kartezyen Tipi 3 Boyulu Yazıcı

Kaynak: <https://fibilo.com/uc-boyutlu-yazici-nedir/> (Erişim tarihi: 07.10.2018)

2.3.2. DELTA TİPİ ÜÇ BOYUTLU YAZICILAR

“Delta tipi 3 boyutlu yazıcıların birçok kullanım alanı vardır. Bu tip yazıcılar delta robot sistemine göre çalışırlar. 3 kolu bulunan delta tipi yazıcılarda her kol hareketli bir taşıyıcıya bağlıdır ve bu kollar yukarıya ve aşağıya doğru hareket etmektedir. Hareketsiz tablanın aşağısında bulunan motorlar kolların hareket etmesini sağlamaktadır.”¹⁰

Özellikle hafif ve küçük objelerin basımında başarılı olan delta tipi makinelerde tablanın yani prototipin hareketsiz olması ürün kalitesinin oldukça iyi olmasını sağlamaktadır.



Resim 4 –Delta Tipi 3 Boyulu Yazıcı

Kaynak: <https://fibilo.com/uc-boyutlu-yazici-nedir/> (Erişim tarihi: 07.10.2018)

¹⁰ Fibilo 3D. Üç Boyutlu Yazıcı Nedir? <https://fibilo.com/uc-boyutlu-yazici-nedir/> (Erişim tarihi: 07.10.2018)

2.4. 3 BOYUTLU YAZICILARDA KULLANILAN MATERYALLER NELERDİR?

3 boyutlu yazıcı teknolojileri gibi, 3 boyutlu yazıcı materyalleri de birçok kategoriye ayrılmaktadır. Fakat en çok kullanılan materyaller 2 grupta toplanabilir; polimerler ve metaller.

2.4.1. POLİMERLER:

Polimer, kelime olarak “birçok parça” anlamı taşımaktadır. Polimerler yapı olarak monomerlerden oluşmaktadır. Monomer ise kendisi gibi en az iki parçayla birleşen moleküllere verilen isimdir.

“Bu bir araya gelme ve zincir kurma sürecine polimerleşme denilirken, polimerlerin her zaman aynı moleküllerden oluşması şart değildir. Bazen farklı moleküller bir araya gelerek de bu yapıyı oluşturabilir.”¹¹

Polimerler doğada bulunabildiği gibi (örneğin DNA, RNA, ipek, yün, tırnak ve saç vb. gibi) insan yapımı ile de oluşturulabilmektedir. İnsan yapımı polimerlere kısaca plastik denilmektedir. Genel olarak petrolden üretilen insan yapımı polimerler, aklımıza gelebilecek olan neredeyse her ürünün içerisinde mutlaka bulunmaktadır. Günümüzde, polimer endüstrisi çelik, alüminyum ve bakır endüstrilerinden daha büyüktür.¹²

3B baskıdaki polimerler genellikle üç farklı şekilde olmak üzere filament, reçine ve toz formunda sınıflandırılabilir.

3B baskıda kullanılan polimerler filament yapıdadır ve genellikle iki kategoriye ayrılır: ABS ve PLA.

^{11, 12} Polimer Nedir? Çeşitleri, Özellikleri Nelerdir? <https://teknolojiProjeleri.com/mekanik/polimer>
(Erişim tarihi: 12.10.2018)



ABS Filament



PLA Filament

Resim 5 - ABS Filament & PLA Filament

Kaynak: <https://www.matterhackers.com/store/3d-printer-filament/175mm-abs-filament-blue-1-kg>
(Erişim tarihi: 20.10.2018)

2.4.1.1. ABS Filamenti:

ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), petrol bazlı ve mukavemeti yüksek bir termoplastiktir. ABS filamentinin en belirgin özelliği sert ve düşük esnek yapısı olarak tanımlanabilir. Genel olarak dayanıklı ve darbelere karşı direnç gösteren bir filamenttir.

2.4.1.1.1. ABS Filamentinin Temel Özellikleri:

- “Yüksek sertlik, dayanıklılık ve darbelere karşı direnç.
- Düşük esneklik.
- Yiyecek ve içecekler ile kullanılması önerilmez.
- Genellikle basım sıcaklığı 230°C – 250°C arasındadır.
- Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile karşılaşılması için kapalı sisteme sahip 3B yazıcı önerilir.
- Yatak sıcaklığı 80°C – 120°C arasında önerilmektedir.
- Düzgün çıktılar alabilmek için sıcaklık ve yatak kalibrasyonu ayarlarının dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.
- PLA'ya göre basımı oldukça zahmetlidir.”¹³

¹³ 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 20.10.2018)

2.4.1.1.2. ABS Filamentinin Kullanım Alanları:

ABS, mukavemeti yüksek bir malzeme olduğu için işlevsel 3B modellerin basımında tercih edilebilmektedir.

Özellikle mühendislik alanında kullanılan ABS filamenti, arabalar, elektrik ekipmanları, borular, otomotiv parçaları, koruyucu kasklar ve oyuncaklarda tercih edilmektedir.

2.4.1.2. PLA Filamenti:

PLA (Polylactic Acid), mısır nişastası ve şeker kamışından üretilen organik bir polimer ve termoplastiktir. Bu nedenle, insan sağlığına zararlı değildir.

PLA filamenti ABS filament ile kıyaslandığında daha parlak bir görüntüye sahiptir. FDM teknolojisini kullanan bir 3B Yazıcı PLA baskı yapabilir. 3B yazıcı dışında; bazı paketleme malzemeleri, streç filmler, plastik kaplar ve plastik su şişelerinde de bulunmaktadır.¹⁴

2.4.1.2.1. PLA Filamentinin Temel Özellikleri

- “ABS'ye göre basımı oldukça kolaydır.
- Sert bir yapıya sahiptir. Dayanıklı ve darbelere karşı dirençlidir.
- Hafif esnekliğe sahiptir, ancak kırılgandır.
- Aseton ile çözülmesi zordur.
- Basım sıcaklığı genellikle 190°C – 220°C arasındadır.
- Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile karşılaşılmaz.
- Yatak sıcaklığı 50°C – 70°C arasında önerilmektedir.
- Bir kere ayarlanmış sıcaklık, yatak kalibrasyonu ve üretim hızı ile sorunsuz basım yapılabilir.”¹⁵

^{14, 15} 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 20.10.2018)

Josef Prusa, **3D Printing Handbook**, London: Prusa Research, 2016, sayfa: 41 - 42

2.4.1.2.2. PLA Filamentinin Kullanım Alanları

PLA filamenti ABS filamentine oranla daha parlak ve net bir görüntüye sahiptir. Bu görünüm özelliği ile tasarım alanlarında, sağlığa zararlı olmadığı içinse insan vücudu ile temas halinde olabilecek yerlerde kullanılmaktadır. Örneğin; moda tasarımı, aksesuar tasarım, mimari ölçek modeller, oyuncaklar, mutfak gereçleri, kurabiye kalıpları, saklama kapları vb. gibi. Bunun yanı sıra güneş ışığı ile sürekli maruz kalacak modelleriniz için PLA kullanmamanız gerekmektedir.¹⁶

“ABS filament ve PLA filamentinin detaylı Karşılaştırılması bölümündeki tabloda da göreceğiniz gibi, PLA’dan yapılmış ürünleri 60°C’den yüksek sıcaklıklarda yıkanmaması önerilmektedir.”¹⁷

2.4.1.3. ABS ve PLA Filamentlerinin Detaylı Karşılaştırılması:



Resim 6 - ABS Filament & PLA Filamenti Karşılaştırması

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 23.10.2018)

2.4.1.3.1. Isıl Özellikler

- **“Erime Akış İndeksi (Melt Flow Index - MFI):** Erimiş polimerlerin akış kolaylığını gösteren değerdir. Malzemenin belirli bir çap ve uzunluktaki ince borudan 10 dakika içinde geçmesi ile ölçüm yapılmıştır.

¹⁶, ¹⁷ 3D Yazıcı Filament Özellikleri <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 23.10.2018)

- **Kırılgenlık Sıcaklığı (Glass Transition Temperature):** Sertlik ve camslı kırılgenlık noktasındaki sıcaklığı gösteren değerdir. Bu değer, modelinizi sıcak su veya içecekler ile kullanmak istediğiniz zaman önemlidir. Örneğin PLA kullanarak bir kahve kupası rettiğinizde, kahvenin sıcaklığı 60°C'den daha yüksekse kupanın tabanı bükülür veya ker. ABS ise ortalama 105°C'ye kadar dayanmaktadır, ancak sıcak sıvılarla veya yiyeceklerle teması halinde ortama kimyasal atık bırakabilmektedir.
- **Gevşeme Sıcaklığı (Slumping Temperature):** Bu değerin üzerinde 3B modellerde bozulmalar ve deformasyonlar oluşmaya başlar.
- **Erime Sıcaklığı (Melting Temperature):** Bu değerde malzeme erimeye başlar.
- **Basım Sıcaklığı (Printing Temperature):** Bu sıcaklık değerleri malzeme dökümü için idealdir.
- **Yatak Sıcaklığı (Printbed Temperature):** Döküm sırasındaki basım alanı (diğer adıyla yatak) sıcaklık değerleridir. ABS ile üretilen büyük ve köşeli modellerde kalkma ve çatlama sorunlarıyla karşılaşıldığı için, yatak ısıtıcılı 3B yazıcı tercih edilmelidir.”¹⁸

PLA ve ABS - Isıl zellikleri Tablosu

Isıl zellikler	PLA	PLA Plus	ABS	ABS Plus
Erime Akış İndeksi (MVI)	10.3cm ³ /10dk	3.4 cm ³ /10dk	9.7cm ³ /10dk	15.9cm ³ /10dk
Kırılgenlık Sıcaklığı	60-65°C	60-65°C	105°C	108°C
Gevşeme Sıcaklığı	70-80°C	70-80°C	110-125°C	110-125°C
Erime Sıcaklığı	160-190°C	160-190°C	210-240°C	210-240°C
Basım Sıcaklığı	190-220°C	205-225°C	230-250°C	220-260°C
Yatak Sıcaklığı	50-70°C	60-80°C	80-120°C	80-120°C

Tablo 1- PLA VE ABS Isıl zellikleri Tablosu

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 01.11.2018)

¹⁸ 3D Yazıcı Filament zellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 01.11.2018)

2.4.1.3.2. Mekanik ve Fiziksel Özellikler:

PLA filamenti fiziksel olarak kolay kırılan ve yüzeyi sert bir malzemedir. Özellikle büküldüğünde kırılmaya meyillidir.

PLA filamenti ile üretilen 3B modeller kesilebilir, törpülenebilir, taşlanabilir, boyanabilir ve güçlü yapıştırıcılar (Örneğin Evobond 502 Süper Yapıştırıcı veya Vodabond 2K Yapıştırıcı) ile yapıştırılabilir.¹⁹

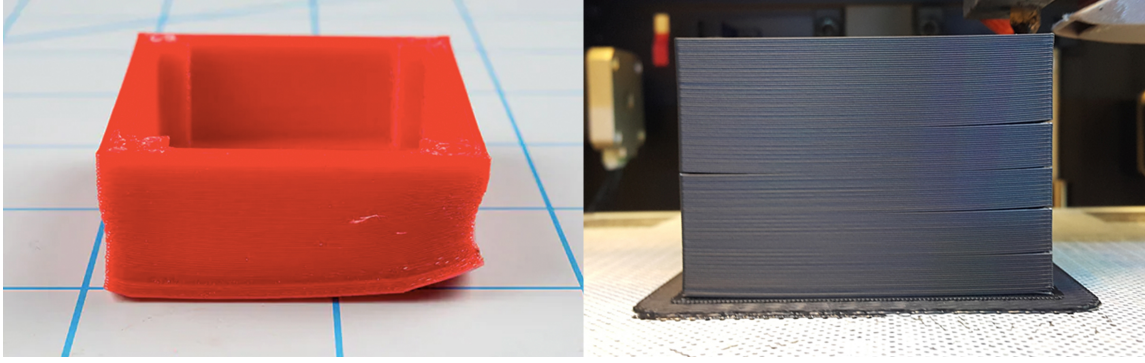
Özellikle son yıllarda geliştirilen **PLA Plus** filamenti organik biyopolimerdir. ABS'in sahip olduğu dayanıklılığa yakın ve PLA'ya kıyasla kopma – uzama değeri yaklaşık 4 kat daha yüksek olan bu yeni malzemeyi özellikle insan vücuduna uygulanabilecek tasarım alanlarında kullanılmaktadır.²⁰

ABS filamenti ile üretilmiş 3 boyutlu modeller darbeye karşı dayanıklı ve daha güçlüdür. Bu yüzden, mekanik parçalarda ve değişken hava koşullarına karşı kullanılması tavsiye edilmektedir.²¹

“ABS, PLA'ya göre daha dayanıklı olduğundan basınç uygulandığında dayanma süresi daha fazladır. Ayrıca, ABS'nin işlenmesi daha kolaydır. Üretilen üç boyutlu modeller kesilebilir, törpülenebilir, taşlanabilir, boyanabilir ve güçlü yapıştırıcılar (Örneğin; Evobond 502 Süper Yapıştırıcı veya Vodabond 2K Yapıştırıcı) ile yapıştırılabilir. Yeni geliştirilmiş ABS Plus filamenti ise termoplastik bir malzemedir. Laboratuvar testlerine göre ABS'ye kıyasla daha dayanıklıdır ve yine ABS'den yaklaşık olarak 4 kat daha fazla kopma - uzama özelliğine sahiptir.”²²

^{19, 20, 21, 22} 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 09.11.2018)

Anna Kaziunas France, **Make 3D Printing The Essential Guide to 3D Printers**, Canada: Maker Media, 2013, sayfa: 93 - 95



Resim 7 - ABS Filament & PLA Filamenti Karşılaştırması

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 15.11.2018)

2.4.1.4. 3 Boyutlu Basımdaki Kolaylık Olarak ABS ve PLA Karşılaştırması

PLA filamenti özellikle 3 Boyutlu yazıcı konusunda yeni olan kullanıcılar için tavsiye edilmektedir. Çünkü ABS filament ile yapılan basım sırasında yaşanabilecek eğilme/kalkma problemleri, ilk katmanlardaki materyalin soğumasından dolayı büzülerek ayrılma ve diğer katmanların etkilenmesi olasıdır. Bu duruma basım sırasında ilk katmanlardaki malzemenin soğumasından dolayı malzemenin büzülerek yataktan ayrılması ve diğer katmanları etkilemesi sebep olmaktadır.²³

“Bir diğer sorun ise basılan parçanın üst katmanlarında çatlaklar ve kırıklar oluşmasıdır. ABS kullanırken bu sorunlarla karşılaşmak daha olasıdır. Bu nedenle, ABS ile yüksek bir basım kalitesi yakalayabilmek için birkaç basım denemesi ve 3B yazıcı için uygun ince ayarların yapılması gerekmektedir. PLA malzemelerde ABS’lerde olduğu gibi ilk katmanlarda kalkma ve daha sonraki katmanlarda çatlama sorunları ile karşılaşmamaktadır. Ayrıca, PLA ile basılan parçayı ABS’ye nazaran yataktan daha kolay ayırabilirsiniz.”²⁴

^{23, 24} 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 15.11.2018)

2.4.1.5. Gaz ve Koku

3B basımlarında kullanılan bütün polimer malzemelerde koku hissedilmektedir. Bu koku, kullandığınız malzemeye ve basım sıcaklığına göre değişiklik göstermektedir. Örneğin; PLA’da bazı markalarda şekerimsi veya waffle kokusu alırken, bazı markalarda baharat gibi bir koku alınmaktadır.

“ABS filamentinde ise çoğu zaman kötü bir plastik kokusu gelmektedir. Bu kokuya uzun süre maruz kalındığında baş ağrısı ve bulantı yaşanabilmektedir. Bu nedenle insan sağlığı için olabildiğince PLA ve PLA tabanlı filamentler kullanılmalıdır. Eğer ABS kullanmanız zorunlu ise tamamen kapalı bir sisteme sahip ve filtresi olan 3B yazıcı kullanmanız gerekmektedir.”²⁵

2.4.1.6. Doğada Çözünme



Resim 8 - PLA Filamentinin Doğada Çözülmesi

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 16.11.2018)

“Doğada parçalanabilmesi mümkün olan PLA organik biyopolimer bir malzemedir ve bitkilerden yapılmaktadır. ABS ise biyopolimer olmadığı için doğada parçalanamaz, ancak yine de kolayca geri dönüştürülebilir. Yine bu sebeple PLA filamentleri daha çok tercih edilmektedir.”²⁶

²⁵ 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 16.11.2018)

²⁶ 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 20.11.2018)

2.4.2. DİĞER FİLAMENT ÇEŞİTLERİ

3 Boyutlu yazıcılarda kullanılan materyal çeşitleri ABS ve PLA filamentlerinden ibaret değildir.

Bu filamentler dışında lokal alanlarda ve özellikle tasarımda kullanılan filament çeşitleri bulunmaktadır.

Bunlardan Bazıları;

- PETG Filamenti,
- Antibakteriyel Filamentler,
- Tahta, Ağaç Kabuğu ve Bambu Filamentleri,
- Esnek PLA Filamenti,
- Sıcaklık ve Işığa Duyarlı PLA Filamenti,
- Şeffaf Filament,
- Karbon Fiberler,
- HIPS,
- PVA olarak sıralanabilir.

2.4.2.1. PETG Filamenti

Termoplastik bir malzeme olan PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol-modified) özellikle meşrubat, yiyecek - içecek kapları, mutfak gereçleri, kurabiye kalıpları ve sentetik fiber gibi alanlarda kullanılmaktadır.²⁷



Resim 9 - PETG Filamenti

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 16.11.2018)

PETG Filamenti ABS ve PLA'ya alternatif olarak kullanılabilir. ABS'den daha esnek ve güçlü bir yapıya sahiptir. Basımı ise PLA gibi kolaydır ve tamamen geri dönüştürülebilir.

2.4.2.1.1. PETG Filamenti Temel Özellikleri

- “Yüksek sertliğe sahiptir, dayanıklıdır, darbelere karşı dirençlidir ve hafiftir.
- ABS ve PLA'dan daha esnektir.
- Aseton ile çözümlenemez.
- Yiyecek ve içecekler, yemek kapları için kullanılabilir.
- Basım sıcaklığı genellikle 220°C–250°C arasındadır.
- Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile çok az karşılaşılır.
- Yatak sıcaklığı 60°C–70°C arasında önerilmektedir.
- Katmanlar iyi bir şekilde yapışır.
- Güzel çıktılar alabilmek için sıcaklık ve yatak kalibrasyonu ayarlarının dikkatli bir şekilde yapılması gerekebilir.”²⁸

2.4.2.2. Antibakteriyel Filament

Antibakteriyel filamentler, kullanıldığı parçaların üzerinde bakteri barındırmayan yapıya sahip, sağlık açısından gerekli şartlara sahip, PLA katkılı bir materyaldir.

Genel özellikleri bakımından PLA'ya benzemektedir. Yemek sektöründe, mutfaklarda, banyolarda, eğitim sektöründe, sirkülasyonun fazla olduğu alanlarda, kapı, musluk kollarında, kısacası bakteri barındırabilecek her yerde kullanılması önerilmektedir.

zararlı zehirli gaz bırakmamaktadır.²⁹



Resim 10 - Antibakteriyel Filament İle Basılmış Örnekler

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 10.12.2018)

2.4.2.2.1. Antibakteriyel Filament Temel Özellikleri

- “Yüksek sertliğe sahiptir, dayanıklıdır, darbelerle karşı dirençlidir ve hafiftir.
- Yiyecek ve içecekler, yemek kapları için kullanılabilir.
- Basım sıcaklığı genellikle 185°C–195°C arasındadır.
- Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile karşılaşmaz.
- Yatak sıcaklığı 60°C–70°C arasında önerilmektedir.
- Katmanlar iyi bir şekilde yapışır.
- Güzel çıktılar alabilmek için sıcaklık ve yatak kalibrasyonu ayarlarının bir defa yapılması halinde çok az sorun ile karşılaşılır.”³⁰

^{27, 28, 29, 30} 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 10.12.2018)

2.4.2.3. Tahta, Ağaç Kabuğu ve Bambu Filamentleri

PLA filamenti ile Ağaç lifi karışımı olan bu materyaller ile üretilen objeler ele alındığında tahta hissi vermektedir.

Görüntü olarak talebi karşılasalar de esneklik ve direnç anlamında yeterince mukavemetli olmayan filament grubudur. Bu sebeple daha çok hareketsiz ve dayanıklılık gerektirmeyen modellerde kullanılması tavsiye edilmektedir. Ev dekorasyonu, biblolar, tahta aparatlar, aksesuarlar kullanım alanlarından bazılarıdır.³¹



Resim 11 - Tahta, Ağaç Kabuğu ve Bambu Filamentleri İle Basılmış Örnekler

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 27.12.2018)

2.4.2.3.1. Tahta, Ağaç Kabuğu ve Bambu Filamentleri Temel Özellikleri

- “Ahşap görünümlü kaplamaya sahiplerdir.
- Dayanıklılıkları modellerin tasarımına göre değişmektedir.
- Genellikle basım sıcaklığı 195°C–220°C arasındadır.
- Yiyecekler ve saklama kapları ile kullanılmaları önerilmez.
- Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile zaman zaman karşılaşılabilir.
- Yatak sıcaklığı 60°C–70°C arasında önerilmektedir.
- Güzel çıktılar alabilmek için sıcaklık ve yatak kalibrasyonu ayarlarının dikkatli bir şekilde yapılması gerekebilir.”³²

^{31, 32} 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 15.12.2018)

2.4.2.4. Esnek PLA Filamenti

Diğer adı termoplastik elastomerler (TPE) olan bu esnek filamentler, ABS ve PLA'nın dayanamayacağı gerilmelere ulaşabilmektedir. Basımı zor bir malzeme olmasına rağmen özellikle giyinebilir aksesuarlar (çanta, ayakkabı, terlik vb. gibi), aksesuarlar, telefon kapları, oyuncaklar ve görsel ürünlerde kullanılabilmektedir.



Resim 12 – Esnek PLA Filamenti İle Basılmış Örnekleri

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 27.12.2018)

2.4.2.4.1. Esnek PLA Filamenti Temel Özellikleri

- “Oldukça esnektirler.
- Yüksek dayanıklılığa sahiptirler.
- Basım sıcaklığı genellikle sıcaklığı 210°C–235°C arasındadır.
- Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile çok az karşılaşılır.
- Yatak sıcaklığı 60°C–70°C arasında önerilmektedir.
- Güzel çıktılar alabilmek için sıcaklık ve yatak kalibrasyonu ayarlarının dikkatli bir şekilde yapılması gerekebilir. Küçük ve ayrıntılı modellerde sıkıntı yaşanabilmektedir.”³³

³³ 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 27.12.2018)

2.4.2.5. Sıcaklık ve Işığa Duyarlı PLA Filamenti

Son teknolojinin gelişmelerinden biri olan bu filamentler ile soğuk-sıcak ve ışıklı-ışsısız ortamlarda farklı görünen objeler üretmeniz mümkündür. Özellikle gece parlayan objeler üretmek için “Glow-in-the-Dark” PLA’ları kullanılması gerekmektedir.



Resim 13 - Sıcaklık ve Işığa Duyarlı PLA Filamenti İle Basılmış Örnekler

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 27.12.2018)

Moda tasarım, aksesuar tasarım alanında kullanılan filament ayrıca oyuncaklar, ev aksesuarları, telefon kapları ve görsel ürünler içinde kullanılabilir.



Resim 14 - Sıcaklık ve Işığa Duyarlı PLA Filamenti İle Basılmış Örnekler

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 27.12.2018)

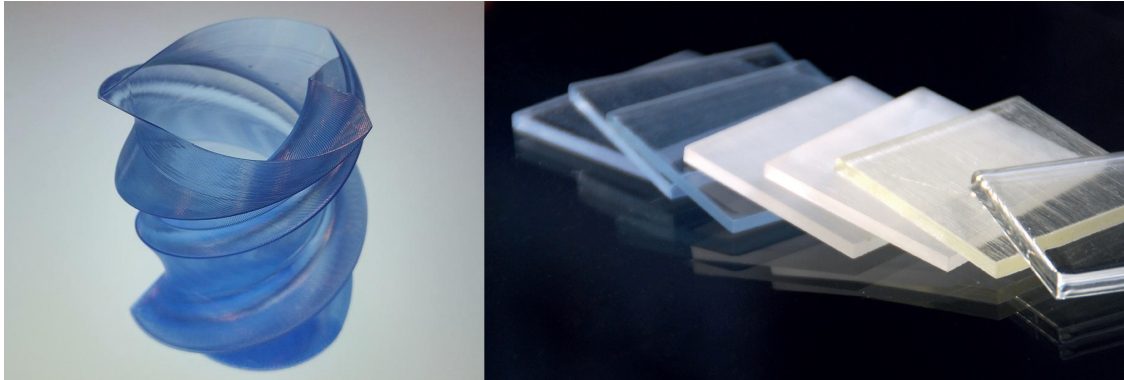
2.4.2.5.1. Sıcaklık ve Işığa Duyarlı PLA Filamenti Temel Özellikleri

- “Sıcaklık ve ışık ile objelerin rengi değişir.
- Dayanıklı ve normal esnekliktedirler.
- İdeal basım sıcaklığı 190°C–220°C arasındadır.
- Yiyecekler ve saklama kapları ile kullanılması önerilmez.
- Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile çok az karşılaşılır.
- Yatak sıcaklığı 60°C–70°C arasında önerilmektedir.
- Bir kere ayarlanmış sıcaklık, yatak kalibrasyonu ve üretim hızı ile sorunsuz basım yapılabilir.”³⁴

2.4.2.6. Şeffaf Filament

Şeffaf objeler yaratmak için geliştirilmiş olan şeffaf filament özünde PLA ve PETG filamentlerinin nozzle çapının azaltılması ile oluşur. Yani basım sırasında boyutlu modelinizin duvar kalınlığı nozzle çapınızdan ne kadar fazla ise, üretilen objenin şeffaflığı o kadar kaybolur.³⁵

Moda tasarım, aksesuar tasarım alanında kullanılan filament ayrıca oyuncaklar, ev aksesuarları, telefon kapları ve görsel ürünler içinde kullanılabilir.



Resim 15 - Şeffaf Filament İle Basılmış Örnekler

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 27.12.2018)

^{34, 35} 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 27.12.2018)

2.4.2.6.1. Şeffaf Filament Temel Özellikleri

- “Yüksek sertliğe sahiptir, dayanıklıdır, darbelere karşı dirençlidir ve hafiftir.
- ABS ve PLA’dan daha esnektir.
- Yiyecek ve içecekler, yemek kapları için kullanılabilir.
- Basım sıcaklığı genellikle 220°C–250°C arasındadır.
- Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile çok az karşılaşılır.
- Yatak sıcaklığı 60°C–70°C arasında önerilmektedir.
- Güzel çıktılar alabilmek için sıcaklık ve yatak kalibrasyonu ayarlarının dikkatli bir şekilde yapılması gerekebilir.”³⁶



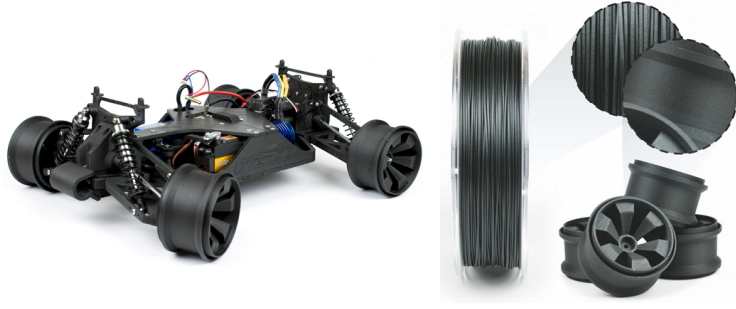
Resim 16 - Şeffaf Filament İle Basılmış Örnekler

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 10.01.2018)

2.4.2.7. Karbon Fiberler

PLA ile karbon fiber telleri karışımı olan bu filament oldukça sert bir yapıya sahiptir. Objelerin basımı sırasında katmanlar iyi bir şekilde yapışmasına ve sorunsuz basım sağlanmasına rağmen fiyat açısından diğer filamentlere oranla daha pahalıdır. Bunun dışında yazıcının nozzle'ını aşındırabilir. Bu nedenle kullanılan nozzle, uygun bir malzemeye kaplanmalıdır. Özellikle mekanik parçalarda, koruyucu yapılarda ve yüksek dayanıklılık isteyen uygulamalarda kullanılmaktadır.³⁷

^{36, 37} 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 10.01.2018)



Resim 17 - Karbon Fiberler İle Basılmış Örnekler

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>
(Erişim tarihi: 12.01.2019)

2.4.2.7.1. “Karbon Fiber Temel Özellikleri

- *Oldukça sert ve katı bir yapıya sahiptir. Katmanları iyi bir şekilde yapışır.*
- *Esnekliği çok düşüktür ve esnediğinde kırılabilir.*
- *İdeal basım sıcaklığı 195°C–220°C arasındadır.*
- *Yiyecekler ve saklama kapları ile kullanılması önerilmez.*
- *Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile çok az karşılaşılır.*
- *Yatak sıcaklığı 60°C–70°C arasında önerilmektedir.*
- *Pirinç yerine işlenmiş ve kaplanmış metalden yapılmış nozzle gereklidir.”³⁸*

2.4.3. METALLER:

Metal filamentler, çeşitli metal tozlarından üretilen yüksek kaliteli, işlevsel ve yük taşıyan parçaların üretilmesini sağlayan materyallerdir.

“Metal tozu ve reçinenin birleşimi ile oluşan bu filamentlerin 3B baskı için ne kadar uygun olduğunu belirleyen önemli özellik ise direnç ve dayanıklılıktır. Metal filamentlerin başlıcaları bronz, pirinç ve bakır filamentlerdir.”³⁹

^{38, 39} 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 12.01.2019)

2.4.3.1. Bronz, Pirinç ve Bakır Filamentleri

Metalik tozlar ve PLA karışımı ile elde edilen filamentlerdir. Tozların etkisiyle PLA'ya göre çok daha ağırdırlar ve ısıyı daha iyi iletirler. Bu nedenle, yapısal olarak plastikten çok metaldirler. Yüzey işleminden (cılalama ve eskitme gibi) geçtikten sonra bronz, pirinç veya bakırdan oyularak yapılmış hissi veren objelere dönüşmektedirler. Özellikle kuyumculuk, heykelticilik ve tarihi eserlerin restorasyonları gibi alanlarda kullanılmaktadır.⁴⁰



Resim 18 - Bronz, Pirinç ve Bakır Filamentleri İle Basılmış Örnekler

Kaynak: <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri>

(Erişim tarihi: 15.01.2019)

2.4.3.1.1. Bronz, Pirinç ve Bakır Filamentleri Temel Özellikleri

- “Eşsiz metal yüzeyleriyle metal hissiyatı verirler.
- Yüksek dayanıklılığa sahiptirler.
- Esneklikleri azdır.
- Genellikle basın sıcaklığı 195°C – 220°C arasındadır.
- Yiyecekler ve saklama kapları ile kullanılmaları önerilmez.
- Soğuma esnasında kalkma ve çatlama sorunları ile çok az karşılaşılır.
- Yatak sıcaklığı 60°C – 70°C arasında önerilmektedir.
- Katmanlar iyi bir şekilde yapışır.
- Güzel çıktılar alabilmek için sıcaklık ve yatak kalibrasyonu ayarlarının dikkatli bir şekilde yapılması gerekebilir.”⁴¹

^{40, 41} 3D Yazıcı Filament Özellikleri. <https://www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri> (Erişim tarihi: 15.01.2019)

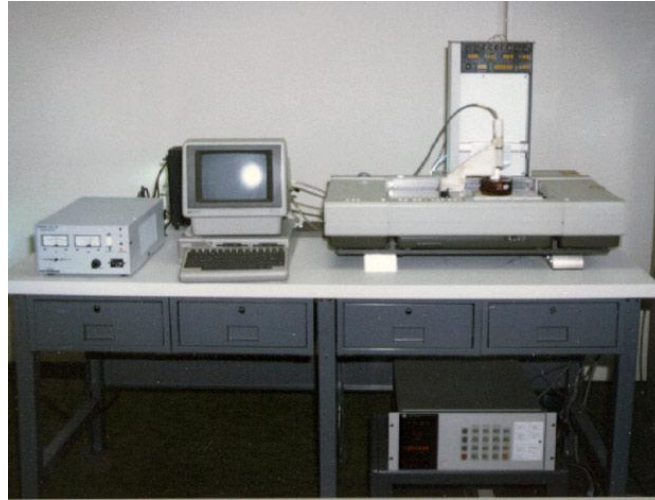
3. 3 BOYUTLU YAZICILARIN TARİHİ, GELİŞİMİ VE KULLANIM ALANLARI

3.1. 3 BOYUTLU YAZICILARIN TARİHİ - GELİŞİMİ

3 boyutlu yazıcı teknolojisi, son birkaç yılda gündemde çok yer alması nedeniyle yeni bir teknolojiymiş izlenimi uyandırsa da aslında üç boyutlu baskı teknolojisinin geçmişi 1980'lere dayanmaktadır.

‘‘Stereolithography’’ a (SLA) 1983 yılında Charles Chuck Hulls tarafından icat edilmiştir. SLA; CAD (Computer Aided Design) ve CAM (Computer Aided Manufacture) dosyalarını katı objelere dönüştürebilen bir teknolojidir. SLA, ultraviyole bir lazer kaynağının sıvı haldeki fotopolimerik reçineyi katman katman kütleyerek katılaştırması işlemidir. Böylelikle eklemeli üretim tekniği ile ‘‘hızlı prototipleme’’ yani ‘‘3 boyutlu yazıcı’’ doğmuştur.’’⁴²

Daha sonra 1986 yılında SLS (Selective Laser Sintering), Carl Deckard ve Joe Beams tarafından Texas Üniversitesi makine mühendisliği bölümünde geliştirilmiştir. SLS; toz haldeki ham maddenin yüksek güçlü bir lazer tarafından eritilerek katman katman bir araya getirildiği bir üç boyutlu baskı teknolojisidir.⁴³



Resim 19 - 3 Boyutlu Yazıcı SLA Sistemi

Kaynak: <http://www.3dsystems.com/30-years-innovation>. (Erişim tarihi: 17.01.2019)

^{42, 43} <http://www.3dsystems.com/30-years-innovation>. (Erişim tarihi: 17.01.2019)

Beaman ve Deckard bu teknolojiyi ticarileştirmek için Nova Automation'ı kurmuşlar, aynı dönemde ilk ticari 3 boyutlu yazıcıları olan SLA-1'i piyasaya sürmüşlerdir.⁴⁴

Scott Crump'ın 'Fused Deposition Modelling (FDM)' isimli 3B yazıcısı ise günümüzde en çok kullanılan üç boyutlu baskı teknolojisinin gelişiminde büyük etki yaratmıştır.⁴⁵

Bu teknoloji termoplastik materyalin eritilerek STL dosyalarına göre katman katman bir araya getirmesiyle çalışmaktadır.

“Günümüz teknolojisinde olduğu gibi, ABS ve PLA gibi birçok termoplastik kullanılmaktadır.

1990 yılında ilk defa ‘The DTM’ isimli 3 boyutlu yazıcı, ticarileştirilmek amacı ile piyasaya sürülmüş fakat yüksek fiyat (300.000 – 400.000 dolar) sebebi ile satışı sağlanamamıştır.’⁴⁶



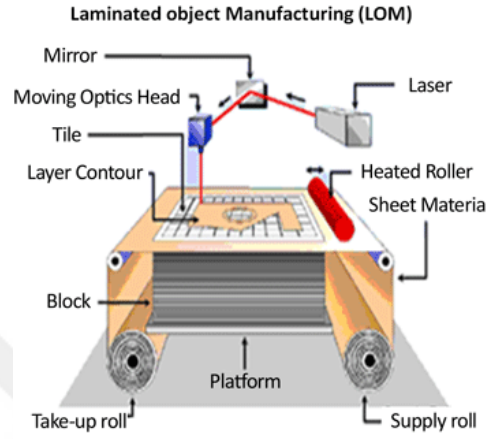
Resim 20 - ‘The DTM’ İsimli 3 Boyutlu Yazıcı

Kaynak: <http://www.me.utexas.edu/news/news/selective-laser-sintering-birth-of-an-industry>
(Erişim tarihi: 23.01.2019)

⁴⁴, Abdulkadir Bedir, Cenk Çırıkka, Esger İsmayilov, **Çift Başlı Üç Boyutlu Yazıcı İmalatı İle Mekanik Özellikleri İyileştirilmiş Kompozit Parça Üretimi**, Haziran, 2018, Trabzon, sayfa 16 - 17

⁴⁵, ⁴⁶ University of Texas at Austin. Selective Laser Sintering, Birth of an Industry. Ashley Lindstrom
<http://www.me.utexas.edu/news/news/selective-laser-sintering-birth-of-an-industry> (Erişim tarihi: 23.01.2019)

“Helisys, 1991 yılında LOM (Laminated Object Manufacturing) adını verdikleri 3 boyutlu baskı teknolojisini geliştirmiştir. LOM teknolojisi, plastik ya da metal kâğıt katmanlarının dijital olarak yönlendirilmiş bir lazerin kesmesi ve ardından yüksek ısı bir merdanenin yeni kâğıt katmanını bir öncekinin üstüne eklemesiyle çalışmaktadır.”⁴⁷



Şekil 5 - LOM (Laminated Object Manufacturing) Teknolojisi

Kaynak: <https://things-to-do.page.tl/Laminated-Additive-Manufacturing.htm> (Erişim tarihi: 29.01.2019)

Stratasys Şirketi 1992 yılında ilk ticari FDM tipi 3 boyutlu yazıcıyı piyasaya sürmüştür.

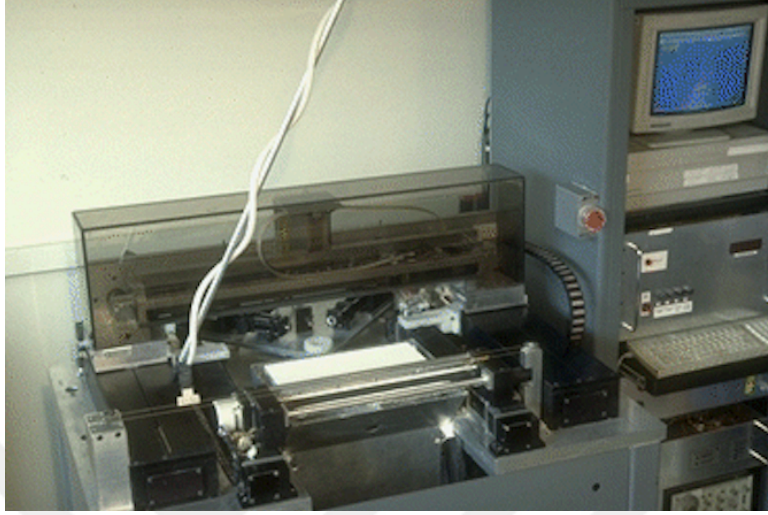
Fiyatı 130 bin dolar olarak belirlenmişken yazılım ve iş istasyonu ile birlikte 178 bin dolara yükselmiştir. 3B Modeller için üretilen bir makara filamentin fiyatı ise 350 dolar olarak satışa sunulmuştur.

Dördüncü jenerasyon olarak SLS teknolojisiyle çalışan DTM SinterStation 2000, DTM tarafından tasarlanıp üretilmiş ve yüksek fiyatlarına rağmen ticari başarı sağlamıştır. SinterStation 2000'in fiyatı, bir baskı malzemesiyle birlikte 397 bin dolar olarak belirlenmiştir.⁴⁸

1993 yılında Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2 boyutlu yazıcılarda ki Injet teknolojisini kullanarak 3DP (3 Dimensional Printing) teknolojisini icat etmiştir.

^{47, 48} <https://things-to-do.page.tl/Laminated-Additive-Manufacturing.htm> (Erişim tarihi: 29.01.2019)

“Bu teknoloji, seramik tozlarının ince bir katman halinde serilmesinin ardından bir bağlayıcının jet sistemi ile püskürtülerek seramik tozlarının katman katman bir araya getirilmesidir. Bu teknoloji sayesinde renkli baskılar yapılmaya başlanmıştır.”⁴⁹



Resim 21 - 3DP (3 Dimensional Printing) Teknolojisi

Kaynak: <http://priyoid.com/3d-yazici-teknolojisi/3d-yazici-tarihi/> (Erişim tarihi: 29.01.2019)

“Bu sistemin avantajı, SLS sistemindeki gibi destek malzemesine ihtiyaç duymamasıdır çünkü üretilen parça baskı sırasında içinde bulunduğu toz granüller arasında desteklenmektedir. MIT, 1995 yılında Z Corporation başta olmak üzere 3DP lisansını birçok firmaya satmıştır.”⁵⁰

İlk ink jet teknolojiyle çalışan üç boyutlu yazıcı ‘The Actua 2100’ 1996 yılında 3D Systems tarafından geliştirilmiştir. ‘The Actua 2100’ metal döküm için kullanılmak üzere mum tipi bir malzemenin katman katman bir araya getirilmesiyle çalışmaktadır.

⁴⁹ 3D Yazıcı Tarihi. <http://priyoid.com/3d-yazici-teknolojisi/3d-yazici-tarihi/> (Erişim tarihi: 29.01.2019)

⁵⁰ 3D Yazıcı Tarihi. <http://priyoid.com/3d-yazici-teknolojisi/3d-yazici-tarihi/> (Erişim tarihi: 30.01.2019)



Resim 22 - The Actua 2100 3 Boyutlu Yazıcı Teknolojisi

Kaynak: <http://reprap.org/> (Erişim tarihi: 02.02.2019)

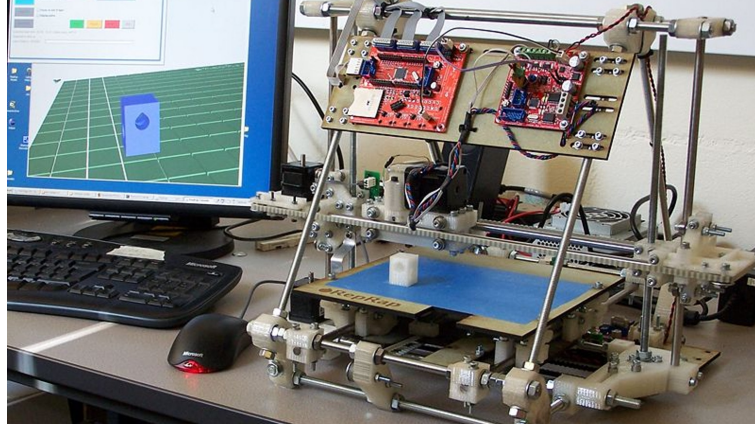
Z Corporation firması, MIT’den satın aldığı lisans hakkıyla birlikte ink jet teknolojisiyle çalışan Z402 üç boyutlu yazıcıyı piyasaya sürmüştür. Z402, nişasta ve sıva malzemesine benzer tipteki toz haldeki malzemeleri su bazlı bir yapıştırıcıyla katman katman bir araya getirerek çalışmaktadır.⁵¹

2000 yılında, İsrail menşeli firma Object Technologies ink jet teknolojisiyle çalışan 3 boyutlu yazıcı Quadra’yı geliştirmiştir. Quadra; dört baskı kafasıyla püskürtüldüğü ve nozzle ile beraber polimer haldeki malzemeyi ultraviyole ışınla kürleyerek katılaştırması işlemini yapan bir yazıcıdır. Orijinal modeli daha sonra bir üst versiyonu olan Quadra Tempo takip etmiştir.⁵²

“UK Bath Üniversitesinden makine mühendisliği departmanı öğretim görevlisi Dr. Adrian Bowyer 2005 yılında, RepRap (Replicating Rapid Prototyper) adıyla bilinen açık kaynak projesini kurmuştur. Bu projenin önemi; kendi parçalarını basabilen böylelikle kendi taklidini oluşturabilen FFF (Fused Filament Fabrication) tipi üç boyutlu yazıcı üretmektir.”⁵³

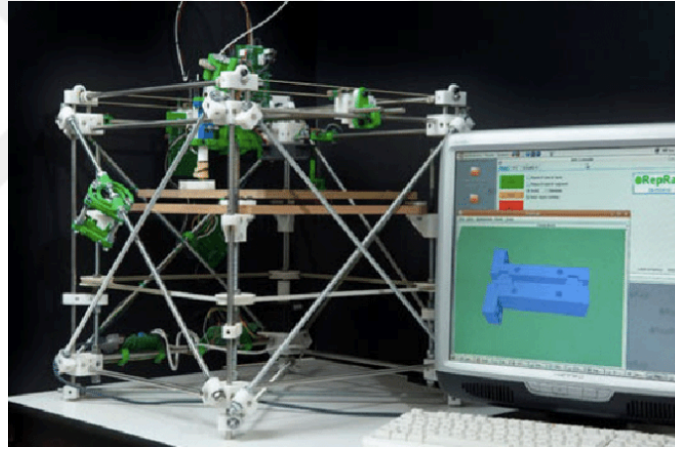
^{51, 52} 3D Yazıcı Tarihi. <http://priyoid.com/3d-yazici-teknolojisi/3d-yazici-tarihi/> (Erişim tarihi: 30.01.2019)

⁵³ RepRap. <http://reprap.org/> (Erişim tarihi: 02.02.2019)



Resim 23 - RepRap (Replicating Rapid Prototyper) Boyutlu Yazıcı Teknolojisi
Kaynak: <http://reprap.org/> (Erişim tarihi: 05.02.2019)

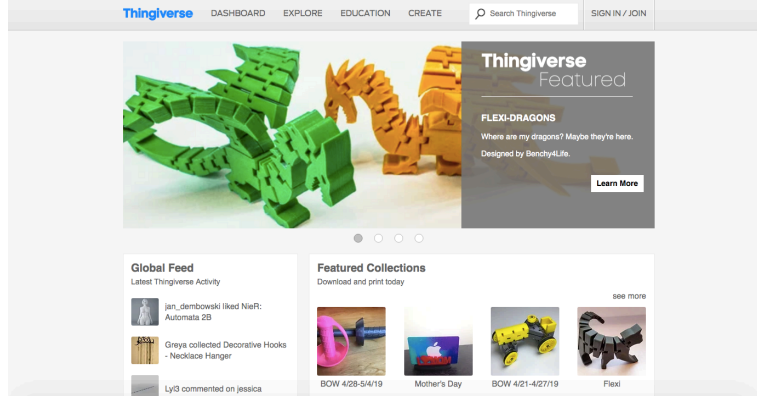
İlk RepRap projesi sonucu ‘kendi taklidini yapabilen’ ve kendi parçalarının %50 sini üretebilen Darwin isimli üç boyutlu yazıcı icat edilmiştir.⁵⁴



Resim 24 – Darwin Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi
Kaynak: <http://reprap.org/> (Erişim tarihi: 05.02.2019)

Bunun yanı sıra üç boyutlu yazıcı üreticisi olan Makerbot ‘Thingiverse’ isimli bir web sitesi kurulmuştur. Bu site, üç boyutlu katı modellerin tasarımlarının açık kaynak olarak ücretsiz şekilde sunulduğu bir platform olmuştur. “Yapılan araştırmalara göre 2014’e kadar 400 bin model indirilmiştir, site halen aktif olarak hizmet vermektedir.”⁵⁵

^{54, 55} RepRap. <http://reprap.org/> (Erişim tarihi: 05.02.2019)



Resim 25 – Thingiverse (<https://www.thingiverse.com/>) Ücretsiz 3 Boyutlu Modelleme Platformu
Kaynak: <https://www.thingiverse.com/> (Erişim tarihi: 08.02.2019)

Günümüze gelindiğinde 3 boyutlu yazıcılar ile ilgili pek çok temel patentin koruma süresi dolmuştur. Böylelikle birçok firma üç boyutlu yazıcı üretmeye ve satmaya başlamıştır.

“2012 yılında 3 boyutlu yazıcıların market hacmi 2,2 milyar dolara erişmiş ve bu sayı bir önceki yıla göre %29’lük bir artış göstermiştir. Bu artışın önümüzdeki yıllarda katlanarak artacağı ön görülmektedir. Bunun yanı sıra RepRap projesinin ardından, 3 boyutlu yazıcıların düşük maliyet ile üretilebiliyor olması, son birkaç yıl içinde dolan temel üç boyutlu baskı patentlerinin özgür kullanıma açılması, ücretsiz modelleme platformlarının artış göstermesi ile teknolojinin gelişiminin daha da hızlanacağına inanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre 3 boyutlu baskı teknolojisinin 2020’ye kadar 16,2 milyar \$’a ulaşması bekleniyor.”⁵⁶

3.2. 3 BOYUTLU YAZICILARIN KULLANIM ALANLARI

“3 boyutlu yazıcılar ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, nükleer bilimlerden sağlık alanına, mühendislikten moda tasarıma, mimariden veterinerliğe kadar çok geniş bir kullanım alanı olduğu görülmektedir.”⁵⁷

⁵⁶ Mustafa Güney Çalışkan, **Üç Boyutlu Yazıcılar ve Gelecekte Yaratacağı Olası Fikri Haklar Çatışmaları**, Türk Patent Enstitüsü, Patent Dairesi Başkanlığı, 2015, sayfa 63

⁵⁷ ‘3D Printing of Metals 2015-2025’ Raporuna Göre 3D Pazarının Lideri; Metal <https://printing3d.news/idtechex-3d-printing-of-metals-2015-2025-raporuna-gore-3d-pazarinin-lideri-metalal/> (Erişim tarihi: 08.02.2019)

“ABD Eski Başkanı Barack Obama’nın, Şubat 2013’te yaptığı ‘Ulusa sesleniş,’ konuşmasında, ‘geleceğin sanayi devrimini yaratacak’ dediği üç boyutlu yazıcı teknolojisine yatırım yapacaklarının sözünü vermiş, NASA, Mars robotu “Curiosity”nin pek çok parçasını önce üç boyutlu yazıcıda üretilip test etmiştir.”⁵⁸

Demir Adam’ın (Iron Man, 2010) çelik görünümlü zırhının ve Skyfall Filminde (2012) James Bond’un 50 yıl sonra yeniden bindiği Aston Martin arabanın 3 boyutlu yazıcıda üretilmesi bu teknolojinin geleceğine dair ipuçları vermektedir.



Resim 26 - Skyfall Filmi - 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Aston Martin

Kaynak: <https://www.3dhubs.com/talk/t/top-3d-printed-007-james-bond-items-3d-hubs-collection/3119> (Erişim tarihi: 10.02.2019)

“Henüz biyoprint baskılar büyük ölçüde deneysel olarak kalsa da, 3 boyutlu yazıcılar sağlık alanında olumlu ilerlemelere sebep olmuştur. Biyoprint yöntemi 2000’li yılların başında canlı hücrelerin zarar görmeden mürekkepli yazıcılar tarafından püskürtülebileceğinin keşfine dayanmaktadır.

Günümüzde ise farklı hücre tiplerini fıskırtmak için birden fazla baskı kafası kullanmak ve yapıyı şekillendirmeye yardımcı olan polimerler ile birlikte birleştirip canlı, işlevsel dokuya dönüşecek hücrelerin tabakası üzerine katmanlar oluşturabilmek mümkündür.”⁵⁹

⁵⁸ Çalışkan, s.5.

⁵⁹ 3 Boyutlu Yazıcılar ile Yapay Organ Çalışmaları. <https://teknolojiprojeleri.com/3d-yazici/3-boyutlu-yazicilar-ile-yapay-organ-calismalari> (Erişim tarihi: 10.02.2019)

*“İlk olarak 2002 yılında böbrek hücrelerinin, biyo materyal destekleriyle oluşturulmasını sağlayan bir üç boyutlu yazıcı üretilmiştir. Wake Forest Üniversitesi tarafından geliştirilen bu makine aynı zamanda kulak doku örneği oluşturmak için kullanılmıştır. Bu sayede üç boyutlu yazıcılar ile organ prototipi oluşturma konusunda ilk adım atılmıştır.”*⁶⁰



Resim 27 - Wake Forest Üniversitesinde Oluşturulan Kulak Doku Örneği

Kaynak: <https://mashable.com/2013/05/24/3d-printed-ear-princeton/> (Erişim tarihi: 10.02.2019)

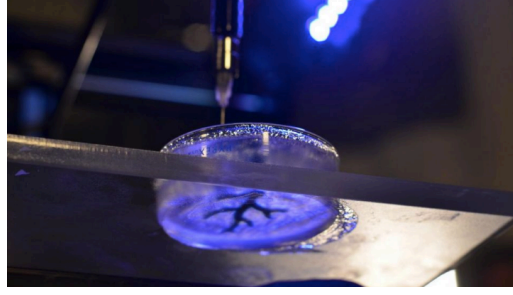
2013 yılında ABD’li bilim adamları 3 boyutlu yazıcı ile canlı hücrelerden işlevleri yerinde olan insan karaciğeri üretmeyi başarmıştır. Üretilen karaciğer laboratuvar ortamında 40 gün canlı kalmayı başarmıştır.

İnsanlarda denenmemiş olsa da 3 boyutlu yazıcı ile basılmış kulak, kemik ve kaslar organ yetmezliği olan hayvanlara yerleştirilmiş ve bu hayvanlar sahipleri ile gözlemlenmiştir.

*“Chicago’daki Northwestern Üniversitesi’ndeki bir grup, fareler için çalışan protez yumurtalıklar basmış ve alıcı hayvanlar bu yapay organların yardımı ile hamile kalmayı ve doğum yapmayı başarmışlardır. Henüz gerçekleşmese de önümüzde ki yıllarda insanlar için yumurtalık üretilebileceği ön görülmektedir.”*⁶¹

⁶⁰ Engineering a Kidney. <http://www.wakehealth.edu/Research/WFIRM/Research/Engineering-A-Kidney.htm> (Erişim tarihi: 10.02.2019)

⁶¹ 3 Boyutlu Yazıcılar ile Yapay Organ Çalışmaları. <https://teknolojiProjeleri.com/3d-yazici/3-boyutlu-yazicilar-ile-yapay-organ-calismalari> (Erişim tarihi: 12.02.2019)



Resim 28 - Bioprint Baskı Görünümü

Kaynak: <https://directorsblog.nih.gov/2015/11/03/building-a-better-scaffold-for-3d-bioprinting/> (Erişim tarihi: 12.02.2019)

3 boyutlu yazıcıyla kemik ve kıkırdak dokusu üretmekte en büyük gelişme ise kafatası protezi oluşturulmasıdır. İlk olarak hastanın kafatasının taranması gerçekleşmekte daha sonra dijital ortamdaki tarama tamamlandıktan sonra yazıcı kafatası modelini en ufak ayrıntısına uyacak şekilde basmaktadır. Bu şekilde üretilen kafatası proteziyle gelecekte ki yıllarda hastaların kafatasının yüzde 75'i onarılmış olacağı öngörülmektedir. Bunun yanı sıra, pahalı olması nedeniyle engelliler tarafından kullanılamayan protez uzuvların 3 boyutlu yazıcı sayesinde üretiminin çok daha ucuza yapılarak bu önemli sorunun gelecekte büyük oranda ortadan kalkacağı tahmin edilmektedir.⁶²



Resim 29 - Enabling The Future olarak bilinen sosyal sorumluluk projesi olan Robot El

Kaynak: <https://makersturkiye.com/3d-printerlarin-9-etkileyici-kullanim-alani/> (Erişim tarihi: 12.02.2019)

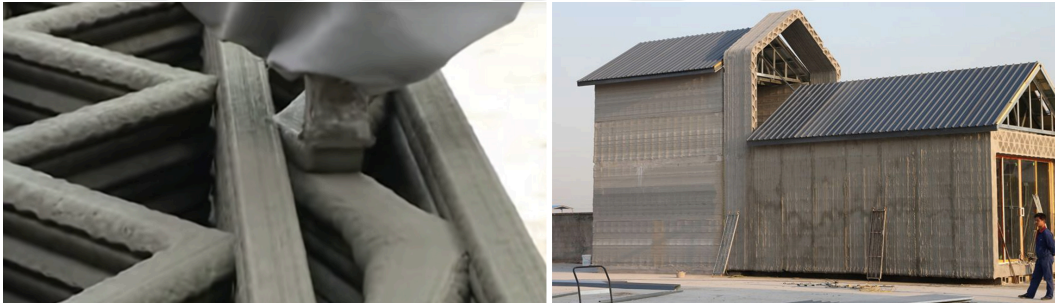
“Enabling The Future olarak bilinen sosyal sorumluluk projesi olan robot el; eli, kolu ya da bileği olmayan insanlar için 3 boyutlu yazıcı ile basılmış protezdir. Hastanelerde bir protez için aşağı yukarı 10 bin \$ fiyat biçilen fotoğrafta gördüğünüz elin maliyeti 3 boyutlu yazıcı ile 20 TL olarak belirlenmiştir.”⁶³

⁶² 3D Yazıcı İle Organ Üretimi Yaygınlaşıyor. <https://www.webtekno.com/bilim-haberleri/3d-yazici-organ-uretimi-h11837.html> (Erişim tarihi: 12.02.2019)

⁶³ 3D Printer' ların 9 Etkileyici Kullanım Alanı. <https://makersturkiye.com/3d-printerlarin-9-etkileyici-kullanim-alani/> (Erişim tarihi: 12.02.2019)

Tıbbi teknolojiler Danışmanı Roots Analysis'e göre 6 yıl içerisinde organlar insan vücuduna uyumlu halde basılabilecek. Bu çalışmalar sayesinde özellikle nakil bekleyen hastaların kurtulması için büyük fedakârlıklara gerek duyulmadan ilerleme kaydedilecek. Mühendislik ve alt dallarında 3 boyutlu yazıcı teknolojisi sayesinde tasarımların prototiplerini daha hızlı ve kaliteli bir şekilde üretilmektedir. Bu sayede olası sorunlar daha erken fark edilip üretim aşamasına geleneksel yöntemlerle mümkün olmayacak hızla ve daha az maliyet ile çözülmektedir.

“Mimaride özellikle maketlerin hazırlanması konusunda büyük kolaylık yaratan 3 boyutlu yazıcılar ile ev üretiminde de ilk denemeler yapılmıştır. Böylelikle Mimari ve İnşaat sektöründe kullanılması birçok kolaylık ve zaman tasarrufu sağlama potansiyeline sahiptir.”⁶⁴



Resim 30 - Çin’ de 3 Boyutlu Yazıcı ile 24 Saat İçerisinde Üretilen Ev

Kaynak: <https://makersturkiye.com/3d-printerlerin-9-etkileyici-kullanim-alani/> (Erişim tarihi: 12.02.2019)

Savunma sanayinde ise günümüzde prototip dışında özellikle metal baskı alabilen 3 boyutlu yazıcılar ile son ürün üretimine başlanmıştır. Yeni nesil savaş uçaklarının bazı parçaları 3 boyutlu yazıcı aracılığı ile üretilip kullanılmaktadır.⁶⁵

“3 boyutlu yazıcıların bir diğer kullanım alanı ise yiyecek sektörüdür. Yiyecek üretmek için kullanılan özel kafalar ve nozul uçlar sayesinde istenilen şekil ve karışıma sahip yiyecekler üretilmektedir. Kurabiye, çikolata, hamburger, makarna, pizza örneklerden yalnızca birkaçıdır. Bu sayede el değmeden, kişiye özel ve hızlı üretim mümkün olmaktadır.”⁶⁶

^{64, 65, 66} 3D Yazıcıların Kullanım Alanları. <https://fibilo.com/3d-yazicilarin-kullanim-alanlari/> (Erişim tarihi: 17.02.2019)



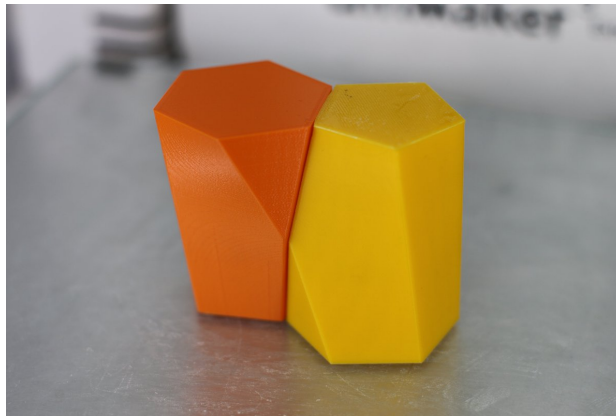
Resim 31 - 3 Boyutlu Yazıcı İle Basılmakta Olan Kurabiye Ve Çikolata Örnekleri

Kaynak: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/3d-food-printers-how-they-could-change-what-you-eat/> (Erişim tarihi: 17.02.2019)

Yeni nesil hızla büyüyen teknolojiye adapte olarak yetişmektedir. Öğrencileri sadece gelecekteki kariyerlerine hazırlamak ve onları değerli becerilerle donatmak yeterli değildir. Bu sebep ile okullar bu teknolojiye faydalanmakta ve öğrencilere aktarılması hedeflemektedir. Özellikle 3 boyutlu yazıcı teknolojisi eğitim ve öğretim alanında büyük rol oynamaya başlamıştır.

Eğitimin en büyük sorunlarından olan odaklanma problemi, verilmek istenen mesajın 3 boyutlu şekilde verilmesi ile olabildiğince azaltılmaktadır. 3 boyutlu yazıcılar sayesinde ders sırasında etkileşim canlanmakta, karmaşık kavramsal konuları tahtada anlatmak yerine üçüncü bir boyutun zenginliği kullanılarak öğrencilere sadece görsel değil hissel kavrama deneyimi sağlanmaktadır.

Örneğin, karmaşık geometrik bir şekil, insan vücudunun bölümleri veya bir matematik problemindeki nesneler hayata geçirilerek elle tutulur eğitim araçları yaratılarak ders zamanı daha keyifli hale getirilebilmektedir.



Resim 32 - İlkokul Öğrencileri İçin 3 Boyutlu Yazıcı İle Basılmış Scutoid (Bilim Adamlarının Epitel Dokudan Keşfettikleri Yeni Geometrik Şekil)

Kaynak: <https://www.myminifactory.com/object/3d-print-new-geometric-shape-scutoid-by-3dortgen-72365> (Erişim tarihi: 20.02.2019)

3.2.1. İlköğretimde 3 Boyutlu Yazıcılar: İlköğretim çağındaki çocuklar için 3 boyutlu yazıcılar özellikle hayal edilmesi zor nenelerin somut şekilde aktarılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra tasarladıkları objeleri fiziki olarak hayata geçirme imkânı sunmaktadır. Bu, zaman içerisinde öğrencilerin 3 boyutlu düşünme üzerine eğitilmelerini sağlamakta; analitik becerilerini, mekânsal farkındalıklarını ve bakış açılarını geliştirmektedir.

3.2.2. Liselerde 3 Boyutlu Yazıcılar: Lise öğrencileri için 3 boyutlu yazıcılar, özellikle hızlı üretim konusunu keşfetmeleri açısından önem taşımaktadır.

Tasarım derslerinde de pek çok yeni seçenek ortaya çıkmakta, öğrencilerin kavramsal yaratıcılıkları 3 boyutlu yazıcılar vasıtasıyla sınır tanımamaktadır.

Özellikle endüstriyel tasarım alanında hızlı prototiplemeler gerçekleştirilmekte ve yapılan ürünlerde zaman kaybetmeden analiz ve düzenlemeler yapılabilmektedir. Bu sayede tasarım sürecinde zaman ve dikkat, hataların düzeltilmesine değil tasarımların geliştirilip zenginleştirilmelerine harcanacağı için zaman iyi yönetilecek, öğrencilerin özgüvenlerini geliştirmelerine yardımcı olunacaktır.

3.2.3. Üniversitelerde 3 Boyutlu Yazıcılar: Üniversitelerde özellikle güzel sanatlar, mimarlık ve mühendislik fakültelerinin sıklıkla kullandığı 3 boyutlu yazıcılar; tasarım, maket ve parça baskısı alma konusunda büyük ölçüde öğrencilere fayda sağlamaktadır.

“Bunun yanı sıra tıp ve biyoloji öğrencileri anatomi eğitimini kişiselleştirerek, potansiyel olarak kadavra ihtiyacını ortadan kaldırmakta, kimya alanında eğitim alanlar karmaşık molekülleri fiziksel olarak gözlemleyebilmekte, tarih bölümü öğrencileri ise eserlerin kopyalarını baskılayarak eğitimlerini olumlu şekilde geliştirebilmektedir.”⁶⁷

3 boyutlu yazıcılar başlıca kullanım alanları dışında aşağıda gördüğünüz alanlarda da kullanılmaktadır,

- Tasarımın içinde bulunduğu her alanda,
- Mühendisliklerde,

⁶⁷ Eğitimde 3 Boyutun Faydaları. <http://www.voksel.com.tr/blog/egitimde-3-boyutun-faydasi>
(Erişim tarihi: 20.02.2019)

- Yapı işlerinde,
- Otomotiv sanayisinde,
- Hava-uzay alanında,
- Dişçilik alanında,
- Coğrafi bilgi sistemlerinde,
- Farklı alanlardaki bilimsel çalışmalarda,
- Robot ve gelişmiş teknolojilerde,
- Mobilya, ev dekorasyon ürünleri,
- Medikal ürünlerde,
- Beyaz eşya üretiminde,
- Teknik ve yedek parça üretiminde vb. gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

3 Boyutlu baskı bilinen yöntemleri değiştirme fırsatını sunmaktadır. Fiziksel dünya ile dijital dünyayı birleştiren bu teknoloji sayesinde satın almak yerine özelleştirmek ve üretebilmek söz konusudur. Dolayısıyla yazıcıların ev ortamında kişisel olarak kullanılmaya başlanması ile kullanım alanları genişlemektedir.

Üç boyutlu yazıcılar sanayi devrimini tersine çevirecek kadar güçlü yeni bir devrimin başlangıcını işaret etmektedir. 3 boyutlu yazıcıların yaygınlaşması ile kolay ve kişisel üretimin hızla gelişeceği tahmin edilmekte, sanayi devriminin toplu üretim, fabrikalaşma ve üretim hattı gibi kavramlarının ortadan kalkacağı ve sanayi devriminden önce olduğu gibi ev üretimine döneceği ön görülmektedir.

“Akla gelebilecek her türlü araç gereci barındıran sektörleri etkileyecek bu teknoloji ile hiç şüphesiz gelecekte tüm yaşamımız derinden etkilenecektir. Üç boyutlu yazıcılar sayesinde bir pazara yeni girme niyetinde olan bir firmanın büyük bir sermaye yatırımı yapmasına gerek kalmayacak, spesifik ve küçük bir hedef kitleye sahip pazarlarda bile pek çok şirket yer edinebilecektir.”⁶⁸

⁶⁸ Çalışkan, s.64

4. 3 BOYUTLU YAZICILARIN MODA TASARIM VE AKSESUAR TASARIMINDAKİ YERİ VE UYGULAMALARI

4.1. 3 BOYUTLU YAZICILARIN TEKSTİL SANATLARI VE MODA TASARIMINDAKİ YERİ

Estetik ile işlevi bir araya getiren Moda Tasarımı, yapısı gereği sürekli değişim içinde olan ve güncellenen multidisipliner bir yapıya sahiptir. Bu sebeple endüstride ki gelişmeler tasarım ve üretim biçimlerinde doğrudan etkilemektedir. Bu değişimlerin başında malzeme üretim süreçleri gelmektedir. Endüstrileşmenin başladığı 18. yüzyıldan günümüze, giysilerin üretim süreçleri de farklılık göstermektedir. Moda tasarım; eklektik yapısı ile bilim, teknik, teknoloji yaratıcı düşünce ve estetiğin birleştiği bir alandır.

İyi bir tasarım, içinde sanatsal değerler barındırırken teknik donanım ve bilimsel yöntemlerle desteklenmeli, ortaya çıkan ürün sanatı endüstriyel üretimle birleştirmiş olmalıdır. Moda ve tekstil endüstrilerinde oluşan gelişmeler, moda tasarımcısının rolünü de etkilemektedir.

İnovatif yöntem ve malzemeler, özgün giysi tasarımları oluşturmada tasarımcının yaratıcılığını ortaya koyması açısından doğrudan etki yaratmaktadır.

“Gelecekte endüstrinin gelişiminde devrim yaratabilecek teknolojiler ve bunların olası etkileri ile ilgili çeşitli raporlar bulunmaktadır. Bu raporlarda “bulut bilişim”, “ileri robot bilim”, “yapay zekâ”, “giyilebilir cihazlar”, “otonom taşıtlar”, “yeni kuşak genom bilimi”, “akıllı malzemeler” ve “üç boyutlu baskı (eklemeli üretim)” gibi teknolojilere yer verilmiştir.”⁶⁹

Tekstil ve moda endüstrileri de bu gelişmelerin dışında kalmamış, dolayısıyla moda ve tekstilde tasarım süreçleri de bu gelişmelerden etkilenmiştir. Özellikle 3 boyutlu yazıcı teknolojileri ile tekstil ve moda tasarımı alanlarında çalışmalar yürütülmektedir.⁷⁰

⁶⁹ Atlantic Council Report, 2013

⁷⁰ Ömer Zaimoğlu, Mine Yıldırım, **Moda Tasarımında İnovatif Bir Yöntem: Üç Boyutlu Yazıcılar İle Giysi Tasarımı Uygulamaları**, idil, 2017, Cilt 6, Sayı 38, Volume 6, sayfa: 2591 - 2592

4.2. MODA VE TEKSTİL TASARIMINDA KULLANILAN 3 BOYUTLU YAZICILAR

Geleceğe yön veren ve bilinmeyeni ortaya çıkarmayı hedefleyen bilim adamları her alanda olduğu gibi moda ve tekstil sektörünü de önemli şekilde etkilemektedir.

Kişiselliğin ve inovatif bakış açısının ayrıştırıcı olduğu moda sektörü, ortak amaçlarını gerçekleştirmek için bilimle iş birliği yapmak durumunda, bu işbirliği moda ve tekstil sektöründe dengelerin günden güne değişmesine neden olmaktadır.

Dünyanın en önemli moda eleştirmenlerinden Suzy Menkes'in Vogue İngiltere için yazdığı "The Life Fashion Scientific" makalesi bilimin modayı nasıl etkilediğinin kanıtı niteliğindedir.

Suzy Menkes (2014) bu etkileşimi şu şekilde anlatmıştır; "Paris Moda Haftası hiç olmadığı kadar çarpıcı kesim ve kumaşlara tanık oldu. Bilim günümüzde geleceği düşünen tasarımcıların fikirlerini gerçekleştirmesinde önemli bir rol oynamakta ve deneysel materyaller ile sıra dışı örneklerin laboratuvarlardan gardıroplara girmesinin önün açarak modanın yüzünü değiştirmektedir.

“Suzy Menkes'in bu makaleyi yazmasına neden olan ve özellikle üzerinde durduğu bir tasarımcı vardır. Bu isim 3 boyutlu yazıcı teknolojisi ile moda tasarımını birleştiren ve son yıllarda adından sıkça söz ettiren Iris Van Herpen'dir. Menkes'in bu makalesi üretiminde 3 boyutlu yazıcı teknolojileri kullanılan giysilerin sektöre yön veren kişiler tarafından birer moda ürünü olarak kabul edilmesinin göstergesidir. Artık 3 boyutlu yazıcılardan elde edilen giysiler satılabilirlikten uzak, bilim ile şekillendirilmiş sanatsal objeler değil; giyilebilir, estetik ve fonksiyonel moda ürünleridir. Bu algının değişmesi 3 boyutlu yazıcı teknolojilerinin moda ve tekstil tasarımı sektöründe kullanılmasına yönelik gerçekleştirilen yoğun çalışmaların sonucudur.”⁷¹

⁷¹ Doç. Dr. Birsan Çileroğlu, Öğr. Gör. Serdar Egemen Nadasbaş, **Moda Tasarımında 3 Boyutlu Yazıcıların Malzeme-İşlev-Form Odaklı Kullanımları Ve Çok İşlevli Modüler Giysi Tasarımı Çalışması, Araştırma Makalesi**, 15.04.2018, Gazi Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Moda Tasarımı Bölümü, Atılım Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Moda ve Tekstil Tasarımı Bölümü, sayfa: 235 - 236

3 boyutlu yazıcı teknolojisinin ilerlemesi ile heykelsi formlar ve avangart stilde ki görünümlerden ziyade, gerçekçi ve giyilebilir tasarımlar üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir. İnsan bedeni ile hem sağlık hem de form açısından uyumlu yapılar elde etme girişimlerinde bulunan tasarımcılar öncelikli olarak malzeme teknolojisi üzerine yoğunlaşmaktadır.

Giyim sektöründe kullanılan 3 boyutlu yazıcı malzemelerin çeşitliliği Gridlogics (2014) tarafından yayımlanan "3D Printing Technology Insight Report"da yer almakta ve bu çabanın kanıtı niteliği taşımaktadır. Sektörel incelemeler sonucunda oluşturulan raporda giysi üretiminde 44 farklı malzemenin kullanıldığı saptanmıştır.

En çok kullanılan 5 malzeme ise sırasıyla;

- Kauçuk,
- Plastik,
- Alüminyum,
- Polikarnat,
- PVC olarak belirlenmiştir.

“3 boyutlu yazıcıların moda ve tekstil tasarımında kullanımı iki şekilde gerçekleşmektedir;

1- Giysi bütün olarak bu yöntemle üretilmektedir,

2- Tekstil yüzeyinde temel teşkil eden dokuma veya örme ile oluşturulmuş yüzeylere alternatif olabilecek, farklı bağlantı şekilleriyle bilinen dokuma ve örme kumaşlara alternatif yüzeyler elde edilebilmektedir.”⁷²

⁷² Mine Yıldırım, **Moda Giyim Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcılarla Tasarım ve Üretimi Makalesi**, ART-E, Sayı:17 ISSN 1308-2698, Mayıs - Haziran 2016

4.3. 3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİNİN MODA TASARIMINDA KULLANIM ÖRNEKLERİ

4.3.1. JANNE KYTTÄNEN

2005 yılında kurulan ve günümüzde dünyanın en büyük üç boyutlu tasarım firmaları arasında yer alan “Freedom of Creation” şirketinin kurucusu Janne Kyttänen aynı zamanda 3 boyutlu yazıcılarla üretilmiş ve giyilebilir ilk örnek olan Black Drape Dress’ in yaratıcısıdır.

Yaklaşık 20 yıl önce gerçekleştirilen bu çalışma 3 boyutlu yazıcı teknolojilerinin giysi tasarımında kullanılmasına yönelik çığır açıcı bir adım olarak nitelendirilmektedir. Bunun yanı sıra 3 boyutlu yazıcı teknolojileri ile hem eşi benzeri olmayan hem de reprint ile kolay ve hızlıca üretilen giysi teknolojisinin başlangıcı kabul edilmektedir.

Halen New York’taki MOMA’da (Museum of Modern Art) sergilenen elbise SLS teknolojisi ile üretilmiş ve malzeme olarak toz naylon kullanılmıştır. Elbisenin varyasyonları renk ve beden seçenekleri ile Janne Kyttänen’ in internet sitesinden satılmaktadır.⁷³



Resim 33 - Janne Kyttänen - Black Drape Dress

Kaynak: Bradley Quinn, Textile Futures: Fashion, Design and Technology, New York: Berg Publishing, 2010

⁷³ Bradley Quinn, Textile Futures: **Fashion, Design and Technology**, New York: Berg Publishing, 2010, sayfa: 50 - 51



Resim 34 - Janne Kytönen - 4 in 1 Dress (Drape Dress)

Kaynak: Bradley Quinn, Textile Futures: Fashion, Design and Technology, New York: Berg Publishing, 2010

4.3.2. IRIS VAN HERPEN

Iris Van Herpen, 3 boyutlu yazıcılarla üretilmiş giysileri profesyonel anlamda podyumlara taşıyan öncü tasarımcıların başında gelmektedir.

Belçikalı modacı 1984 doğumludur. Herpen, Arnhem Sanat Enstitüsü' nü bitirdikten sonra Londra'da Alexander McQueen'de ve Amsterdam'da Claudy Jonstra'da tasarımcı olarak çalışmıştır. 2007'de kendi markasını oluşturan Herpen, kendi ifadesiyle; **“Teknoloji, sanat, dans ve hatta felsefeyi birleştiren”** bir tasarımcıdır.

Herpen ilk kez 2010'da 3 boyutlu yazıcılarla üretilmiş giysiler içeren “Crystallization” isimli koleksiyonuyla Amsterdam Moda Haftasında yer almıştır. 2010'dan itibaren bu teknolojiye tasarımlarında ve koleksiyonlarında yer vermiş olan Herpen'in adı hem teknoloji hem de moda ile ilgili yayınlarda sıkça yer almış, 2013 yılında “Danimarka, En İyi Tasarımcı” ödülüne sahip olmuştur. 2011 yılında 3 boyutlu elbiseleriyle Time dergisi tarafından “Yılın En İyi 50 İcadı” listesinde yer almıştır.

Moda dünyasının en özgün isimlerinden biri olan Herpen, teknik ve malzemelerde el işçiliği ve yeniliğin sınırlarını zorlayarak, eski ve unutulmaya yüz tutmuş uygulamalara modern bir yorum katmaktadır.⁷⁴

⁷⁴ Claire Warnier, Dries Verbruggen, Sven Ehmann, Robert Klanten, **Printing Things**, Berlin: Gestalten, 2014, sayfa: 238 - 239

“Benim için moda bana ve vücuduma çok yakın olan, sanatsal bir ifade biçimi” sözleriyle yaklaşımını anlatan Herpen, modanın giyilebilir sanat olduğunu savunmaktadır. Geleceğin kendisini heyecanlandığını vurgulayan Herpen, bilim adamlarıyla ve mimarlarla işbirliği yapmaktadır. Björk, Lady Gaga, Tilda Swinton ve Daphne Guinness gibi fütüristik tarzlarıyla tanınan ünlüler Iris Van Herpen’in sadık müşterileri arasında yer almaktadır.

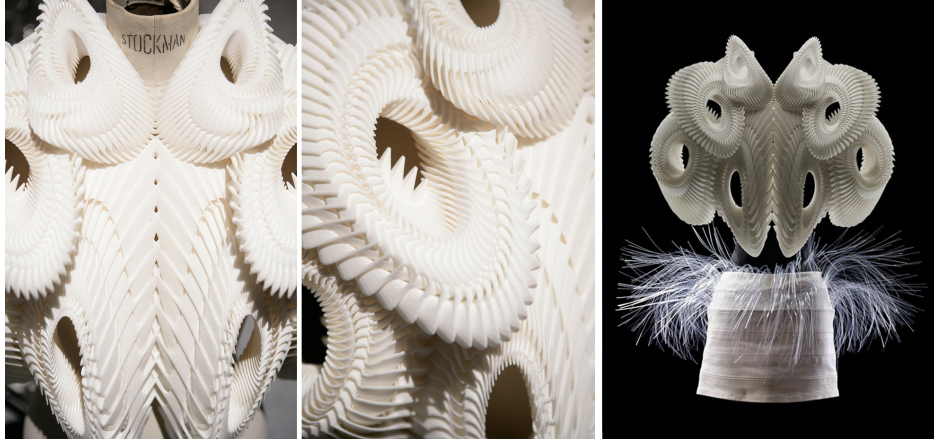
Isaie Bloch, Julia Koerner, Neri Oxman, MGX, Materialise, Daniel Widrig, Stratasys gibi isim ve şirketlerle işbirlikleri gerçekleştiren tasarımcı üretimde SLS, FDM, MSL, SLA gibi teknolojilerden yararlanmış malzeme olarak da polyamid ve esnek TPU kullanmıştır.⁷⁵

“2009 yılında 3 Boyutlu yazıcı kullanarak ürettiği ilk prototipin yapım aşamasının 168 saat sürdüğünü söyleyen tasarımcı, aradan geçen 8 yılda üretim hızının oldukça arttığını dile getirmiştir. 3 boyutlu yazıcı teknolojilerini kullanarak üretim yapan bir tasarımcı tarafından sunulan bu söylem alandaki gelişmelerin boyutuna ve geleceğe ışık tutmaktadır.

Iris Van Herpen’ ın kariyerinin başlangıcı olan 2008 yılından günümüze kadar uzanan 15 koleksiyonunun en özel parçaları Atlanta - High Museum of Art’ ta sergilenmektedir. Tasarımların evrimini belgeleyen sergi, aynı zamanda eserlerin tasarım, mimarlık, teknoloji ve bilim unsurlarını birleştirerek moda dünyasına getirdiği disiplinler arası yaklaşımı vurgulamaktadır.”⁷⁶

⁷⁵ Warnier, Verbruggen, Ehmann ve Klanten, s.224 - 225.

⁷⁶ Iris Van Herpen: Transforming Fashion.
<https://high.org/exhibition/iris-van-herpen/> (Erişim tarihi: 10.03.2019)



Resim 35 - Crystallization, 2010

Kaynak: <https://www.smithsonianmag.com/arts-culture/iris-van-herpen-revolutionizing-look-and-tech-fashion-180958969/> (Erişim tarihi: 10.03.2019)

Iris van Herpen ilk 3 boyutlu baskı giysisini 2010 yılında Crystallization isimli koleksiyonunda sergilemiştir.



Resim 36 - Capriole, 2011

Kaynak: <https://www.irisvanherpen.com/haute-couture/capriole> (Erişim tarihi: 10.03.2019)

“Herpan, Capriole isimli koleksiyonunda 3 boyutlu yazıcı ile tasarladığı iskelet parça için Belçikalı mimar ve tasarımcı Isaïe Bloch ve 3D baskı şirketi Materialize işbirliği yapmıştır. Bu parçanın vücuda oturabilmesi için belirli noktalara hareket edebilen menteşeler yerleştirilmiştir.”⁷⁷

⁷⁷ Iris Van Herper’s Astonishing 3D Printed Fashion Arrives At The High Museum Of Art. <https://www.3ders.org/articles/20151111-atlanta-high-museum-of-art-3d-printed-fashion-designer-iris-van-herpen.html> (Erişim tarihi: 10.03.2019)



Resim 37 - Biopiracy, 2014

Kaynak: <https://www.materialise.com/sv/node/3186> (Erişim tarihi: 10.03.2019)

2014 yılında, Van Herpen, Materialise firması tarafından geliştirilen esnek bir malzeme olan termoplastik poliüretan 92A-1'den yapılmış 3 boyutlu baskılı parçaların yer aldığı Biopiracy koleksiyonuyla moda ve sanat dünyalarını etkiledi. Koleksiyon sadece moda olarak kabul edilenin sınırlarını zorlamakla kalmadı, aynı zamanda 3 boyutlu baskı ile estetik olarak neyin başarılabilirliğini de gösterdi.⁷⁸



Resim 38 - Magnetic Motion, 2015

Kaynak: <https://www.flickr.com/photos/niccolocasas/15473520876> (Erişim tarihi: 10.03.2019)

2015 İlkbahar / Yaz koleksiyonu için tasarımcı, stereolitografi ve 3 boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılarak yapılan şeffaf, kristalimsi elbiseyi içeren iddialı bir proje olan Magnetic Motion'ı ilk kez piyasaya sürdü. Eser İtalyan mimar Niccolò Casas ve 3D Systems firması işbirliğiyle hayata geçirildi.⁷⁹



Resim 39 - Hacking Infinity, 2015

Kaynak: <http://www.niccolocasas.com/HACKING-INFINITY> (Erişim tarihi: 12.03.2019)

“Çalışmalarında sürekli olarak 3 boyutlu yazıcı teknolojisi kullanan Van Herpen, tasarım ve yapı özgürlüğüne izin veren esnek polimer teknolojisini koleksiyonlarına taşımıştır. 2015/2016 Mart ayı Paris Moda Haftası'nda sunulan Hacking Infinity koleksiyonunda ayakkabılar da 3 boyutlu yazıcı ile üretilmiştir.”⁸⁰



Resim 40 - Quaquaversal, 2016

Kaynak: <https://www.arch2o.com/quaquaversal-3d-printed-spring-summer-quaquaversal-collection-2016-iris-van-herpen/> (Erişim tarihi: 12.03.2019)

“Iris Van Herpen, 2016 İlkbahar-Yaz Koleksiyonu defilesinde 3 boyutlu yazıcı, lazer kesim ve dokuma işlemlerini bir araya getiren bir teknik kullanmıştır.

^{78, 79, 80} Iris Van Herpen's Astonishing 3D Printed Fashion Arrives At The High Museum Of Art. <https://www.3ders.org/articles/20151111-atlanta-high-museum-of-art-3d-printed-fashion-designer-iris-van-herpen.html> (Erişim tarihi: 12.03.2019)

Şov sırasında, ünlü dizi Game Of Thrones'un aktrisi Gwendoline Christie'nin etrafındaki 3 boyutlu yazıcı ile basılmış örgü yüzey 3 robotik kol tarafından birbirine bağlanarak giysi oluşturulmuştur.”⁸¹



Resim 41 - Ludi Naturae, 2018

Kaynak: <https://www.3ders.org/articles/20180124-iris-van-herpen-combines-3d-printing-textile-in-new-ludi-naturae-fashion-collection.html> (Erişim tarihi: 10.03.2019)

“Iris Van Herpen, 2018 İlkbahar/Yaz, Ludi Nature isimli koleksiyonunda kullandığı yaprak yüzeyleri doğrudan ince, yarı şeffaf bir kumaş üzerine 3 boyutlu yazıcı ile baskı alarak oluşturmuştur. Yaprakların kalınlığı 0,8 milimetredir.”⁸²

⁸¹ Iris Van Herper's Astonishing 3D Printed Fashion Arrives At The High Museum Of Art.
<https://www.3ders.org/articles/20151111-atlanta-high-museum-of-art-3d-printed-fashion-designer-iris-van-herpen.html> (Erişim tarihi: 10.03.2019)

⁸² 3D Printed Dress From Iris Van Heroen Pushes Boundaries Of Fashion.
<https://3dprint.com/201774/3d-printed-dress-iris-van-herpen/> (Erişim tarihi: 10.03.2019)

4.3.3. ANOUK WIPPRECHT

Hollanda asıllı tasarımcı Anouk Wipprecht, özellikle 3 boyutlu yazıcı teknolojisi ile ürettiği giysileri elektronik düzenekler ile birleştirerek oluşturduğu tekno-moda yaklaşımı ile ön plana çıkmaktadır.

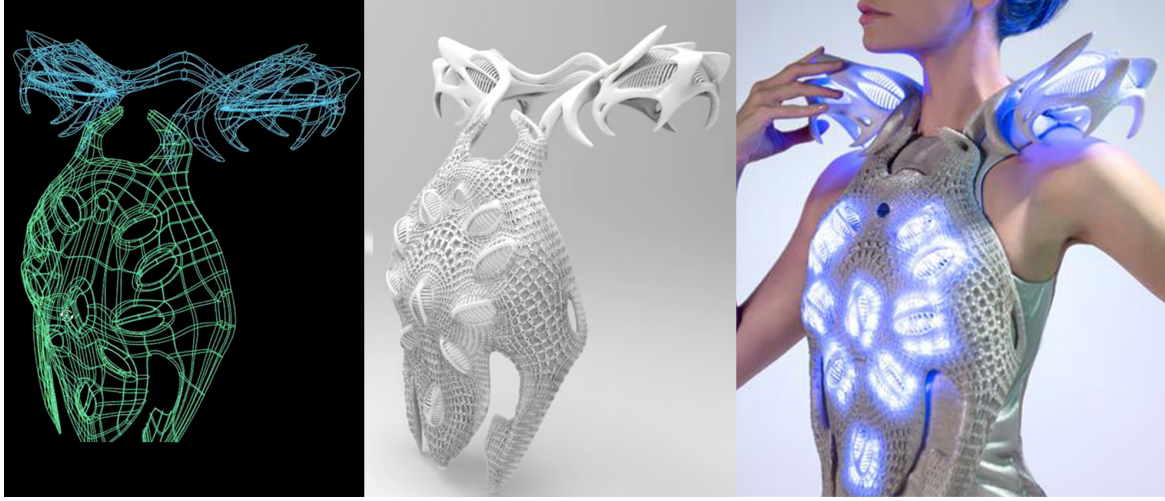
Wipprecht, Amerikan teknoloji şirketi INTEL, yazılım üreticisi Autodesk, internet devleri Google ve Microsoft, otomobil markası AUDI ve mücevher markası Swarovski gibi birçok büyük şirketle iş birliği yapmıştır.



Resim 42 - Spider Dress – 2015

Kaynak: <https://makezine.com/2014/12/19/anouks-new-creation-the-spider-dress/> (Erişim tarihi: 12.03.2019)

2015 yılında INTEL ile iş birliği yapan Anouk Wipprecht' in "Spider Dress" isimli tasarımı CES 2015'te sunulmuş ve büyük beğeni toplamıştır. 3 boyutlu yazıcı ile üretilen ve yerleştirilen sensörler sayesinde etraftaki hareketleri algılayan tasarım, hareket edebilme özelliğine sahiptir.



Resim 43 - Synapse Dress - 2014

1-Giysi Bilgisayar Çizimi 2-Giysi 3 Boyutlu Modellenmiş Hali 3- Giysinin Üretilmiş Hali

Kaynak: <https://3dprint.com/14852/synapse-dress-anouk-wipprecht/> (Erişim tarihi: 12.03.2019)

Synapse Dress, Wipprecht tarafından Niccolo Casas ve Materialise işbirliğiyle Intel® Edison geliştirme platformunu kullanarak oluşturulmuş ve 3 boyutlu baskı tekniği kullanılarak üretilmiştir. Synapse Dress, kullanıcıdan ve kullanıcının vücudundan farklı sinyaller almaktadır. EKG'nin yanı sıra yakınlık sensörü, kamera ve 120 watt parlaklıkta bir dizi LED ışıqla donatılmıştır. Işıklar, Intel® Edison platformu sayesinde hesaplanan bir dizi farklı geri bildirim mekanizması ve algoritması tarafından kontrol edilmektedir.⁸³

“Elbise, sesle aktif hale getirilebilecek çoklu modlara sahiptir ve kullanıcının hem fiziksel hem de sosyal ortamlarına tepki veren ekstra duyuşal yeteneklere sahiptir.

Örneğin, eğer bir kişi giysiyi giyen kişiye çok yakın hareket ederse, yakınlık kamerası, kullanıcının kalp atış hızı veya dikkat seviyesi elbiseye, “geri çekilme” komutu vermekte, elbisenin ışıkları devreye girmektedir. Kullanıcı, bu mekanizmaları kullanarak insanları meşgul etme veya onlardan uzaklaşabilme yeteneğine sahip olmaktadır.”⁸⁴

^{83, 84} The Synapse Dress Intuitive 3D Printed Wearable Body Response Dress By Anouk Wipprecht
<https://3dprint.com/14852/synapse-dress-anouk-wipprecht/> (Erişim tarihi: 12.03.2019)



Resim 44 - Synapse Dress – 2014

Kaynak: <https://3dprint.com/14852/synapse-dress-anouk-wipprecht/> (Erişim tarihi: 12.03.2019)

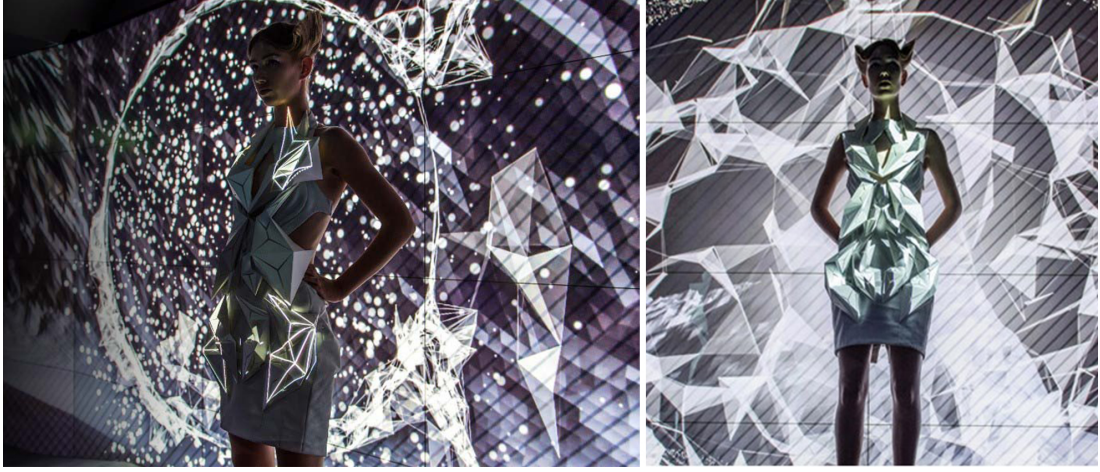


Resim 45 - Anouk Wipprecht & Audi Markası - The Audi A4 Projesi

Kaynak: <https://www.audi-mediacycenter.com/en/press-releases/audi-meets-fashion-at-berlin-fashion-trade-shows-4470> (Erişim tarihi: 13.03.2019)

Anouk Wipprecht' in 3 boyutlu yazıcı ile gerçekleştirdiği bir diğer koleksiyon, Audi markası ile yaptığı iş birliğidir. Koleksiyon, moda ve teknolojiyi birleştire rek, elmas şeklindeki formlar veya sanal kokpitin ekran görünümü gibi Audi A4'ün unsurlarını içermektedir. Anouk Wipprecht, *“Koleksiyonu, Audi A4'ün tasarım sürecinden ve evriminden ilham alarak hazırladım.”*⁸⁵ diye açıklamıştır. Wipprecht' işbirliği için dört farklı giysi hazırlamıştır.⁸⁶

^{85, 86} Cars, Fashion And Technology: Audi-Inspired 3D Printed Fashion Pieces Hit The Runway. <https://www.techly.com.au/2015/09/02/cars-fashion-technology-oh-audi-inspired-3d-printed-fashion-pieces-hit-runway/> (Erişim tarihi: 13.03.2019)



Resim 46 - The Audi A4 Projesi - Map Dress

Kaynak: <https://beauty.bgfashion.net/article/11537/40/Anouk-Wipprechts-3D-Printed-Audi-A4-Dress-Collection-Brings-Incredible-Virtual-Reality-to-Fashion> (Erişim tarihi: 15.03.2019)

Bu elbise A4'ün sanal kokpitten ilham alıyor. Wipprecht'e göre, araçtaki gösterge ve gösterge paneli, bağlantı ve kişiselleştirme erdemlerini ifade etmek için yeniden tasarlanmıştır. Elbisede buradan ilham alınarak, A4'ün sanal kokpiti sürücüye uyacak şekilde özelleştirilebildiği gibi, kullanıcının isteğine göre özelleştirilebilen giyilebilir bir ışık şovu şeklinde tasarlanmıştır.⁸⁷



Resim 47 - The Audi A4 Projesi - The LED Matrix Dress

Kaynak: <https://beauty.bgfashion.net/article/11537/40/Anouk-Wipprechts-3D-Printed-Audi-A4-Dress-Collection-Brings-Incredible-Virtual-Reality-to-Fashion> (Erişim tarihi: 15.03.2019)

Wipprecht'in Matrix elbisesi, yoldan geçenlere karşı hoş bir fener ya da izinsiz yaklaşan herkes için bir uyarı olacak şekilde tasarlanmıştır. “60 watt giyilebilir LED ile donatılan elbise, Audi'nin matris far sisteminin estetik tasarımıı yakalamayı hedeflemektedir.”⁸⁸

^{87, 88} Anouk Wipprecht's 3D Printed Audi A4 Dress Collection Brings Incredible Virtual Reality to Fashion. <https://3dprint.com/83069/audi-a4-3d-printed-dresses/> (Erişim tarihi: 15.03.2019)



Resim 48 - The Open Source Dress

Kaynak: <https://www.instructables.com/id/JOIN-OUR-OPEN-SOURCE-ELEMENT-DRESS/>
(Erişim tarihi: 18.03.2019)

Anouk Wipprecht, The Open Source Dress projesi ile dünyada bir ilke imza atmıştır. Anouk, dünya çapında ilham veren ve 3 boyutlu modellemeye ilgi duyan bireylerle Avusturyalı internet ağı Polaire aracılığıyla bir elbise yaratmak için birlikte çalışmıştır. Tasarım için, dünyanın her yerinden kullanıcılar belirlenen bağlantı mekanizması aracılığıyla tasarım öğeleri sunmuş ve elbise sunulan fikirlerin birleşimiyle oluşturulmuştur.⁸⁹



Resim 49 - Cirque du Soleil Dress

Kaynak: <https://www.ibtimes.co.uk/cirque-du-soleil-uses-3d-printing-guarantee-18000-costumes-have-perfect-fit-1482738> (Erişim tarihi: 18.03.2019)

“Anouk Wipprecht, dünyaca ünlü Cirque du Soleil sanat topluluğunun gösterilerini geliştirmek için bir dizi teknoloji donanımlı, koordineli performans parçaları üzerinde çalışmıştır. Cirque du Soleil sahnelerinin ruhunu yansıtmak için yaratıcılığına 3 boyutlu yazıcı ve teknolojik etkileşimli sistemleri entegre etmiştir.”⁹⁰

^{89, 90} Fashion Meets 3D Printing – An Overview of Anouk Wipprecht’s Amazing Tech Dresses.
<https://i.materialise.com/blog/en/fashion-meets-3d-printing-an-overview-of-anouk-wipprechts-amazing-tech-dresses/> (Erişim tarihi: 18.03.2019)

Bu bileşenler ile oluşturulan tasarımlar, mekânın değişen sesleri ve ritimlerine göre, şekil, renk ve ışık değiştirmektedir.



Resim 50 - Volkswagen Projesi - Smoke Dress

Kaynak: <http://www.niccolocasas.com/SMOKE-DRESS> (Erişim tarihi: 21.03.2019)

Anouk Wipprecht, Volkswagen'e özel hazırladığı sekiz parçalık koleksiyonunun bir parçası olarak yenilikçi ve etkileşimli 3 boyutlu baskı tekniği ile üretilmiş Smoke Dress'i tasarlamıştır.

Birisi kullanıcının kişisel alanına girdiğinde elbise otomatik olarak bir duman yaymaktadır. Bu reaksiyonu elde etmek için Materialize şirketi tarafından üretilen poliamid ve kauçuk benzeri malzemeler kullanılmıştır.

4.3.4. ThreeASFOUR



Resim 51 - threeASFOUR - The Oscillation Dress

Kaynak: <https://all3dp.com/oscillation-3d-printed-dress-stratasys/> (Erişim tarihi: 21.03.2019)

Gabriel Asfour (d. Beyrut, 1966), Angela Donhauser (d. Dushanbe, 1971) ve Adi Gil (d. Tel Aviv, 1974) 1998 yılında AsFOUR giyim markasını kurmuş ardından 2005 yılında markayı threeASFOUR ismiyle devam ettirmiştir.⁹¹

Moda evi, ilk olarak Belçika'da Materialize firması ile birlikte 2013 yılında 3D baskı denemelerine başlamıştır. Marka, 2016 New York Moda Haftası'nda "Quantum Vibrations" isimli koleksiyonunda 3 boyutlu yazıcı ile üretilmiş "The Oscillation" elbisesi ile dikkat çekmiştir.

“270 ayrı tasarım dosyasının bir araya getirilerek oluşturulduğu tasarım, PolyJet 3 boyutlu baskı teknolojisi ile 30 parça olarak düz ve açılmamış yamalar şeklinde basılmış daha sonra doğrudan model gövdesine monte edilmiştir”⁹²



Resim 52 - threeASFOUR - Harmonograph Dress

Kaynak: <https://www.dezeen.com/2016/02/17/3d-printed-dresses-threearfour-new-york-fashion-week-2016/>
(Erişim tarihi: 21.03.2019)

Karmaşık tasarımları ve deneysel materyal kullanımıyla bilinen Threeasfour, yine 2016 yılında **“bugüne kadar yarattığımız en gelişmiş 3 boyutlu baskı elbiseler”** olarak nitelendirdiği iki elbisesini sunmuştur.

⁹¹ About threeASFOUR. <https://threearfour.com/pages/about> (Erişim tarihi: 21.03.2019)

⁹² threeASFOUR Use Oscillation to Move Fashion Forward. <https://all3dp.com/oscillation-3d-printed-dress-stratasys/> (Erişim tarihi: 21.03.2019)

Harmonograph elbisesi, Fibonacci sekansının geometrisinden ilham alınarak tasvir edilmiş üç spiral şeklinin gövde etrafında dolanması ile oluşturulmuştur. Geometri, biyoloji ve logaritmanın birleştirilmesi ile ortaya çıkan tasarımın tamamı 3 boyutlu baskı tekniği ile oluşturulmuştur.⁹³



Resim 53 - threeASFOUR - The Pangolin Dress

Kaynak: <http://blog.stratasys.com/2016/02/16/3d-printed-dresses-new-york-fashion-week/>
(Erişim tarihi: 30.03.2019)

Pangolin elbisesi ise 14 desen parçasından oluşan bir ThreeASFOUR tasarımıdır. Hayvan dokularını biyolojik olarak taklit eden, birbirine kenetlenen çeşitli dokumaların geometri ile karıştırılmasıyla oluşturulmuş ve 3 boyutlu yazıcı ile üretilmiş bir elbisedir.⁹⁴



Resim 54 - Dünyaca Ünlü İzlanda'lı Müzisyen Björk, The Pangolin Dress İle

Kaynak: <https://www.dama.academy/3d-printed-dress-3d-printed-clothes-abito-stampato-3d/>
(Erişim tarihi: 30.03.2019)

^{93, 94} Harmonograph Dress And Pangolin Dress.

<https://3dprintedart.stratasys.com/threeasfourharmonographandpangolin> (Erişim tarihi: 21.03.2019)

4.3.5. STARted - Masaharu Ono – AMIMONO PROJESİ

Japon STARted firması 3 boyutlu yazıcıların günlük giyim için kullanılması adına moda tasarımcısı Masaharu Ono ile birlikte AMIMONO projesini oluşturmuştur.

ThreeASFOUR'dan Iris van Herpen'e kadar podyumlarda görülen 3 boyutlu yazıcı giysileri gündelik kıyafetler için kullanılmaya hazırlayan proje, rahat görünen ve geleneksel kumaşların esnekliğini sunan bir koleksiyon hazırlamayı hedeflemiştir.⁹⁵

“Projenin adı olan AMIMONO, Japonca örgü anlamına gelmektedir ve termoplastik malzeme kullanılarak üretilmiştir.”⁹⁶



Resim 55 - Masaharu Ono, Amimono

Kaynak: <https://all3dp.com/amimono-3d-printed-vest/> (Erişim tarihi: 30.03.2019)

4.3.6. DANIT PELEG

1989 doğumlu Danit Peleg, ticari olarak temin edilebilir ilk 3 boyutlu baskılı koleksiyonu yaratan ve Forbes tarafından Avrupa'nın En İyi 50 Kadından biri olarak tanınan Tel Aviv doğumlu moda tasarımcısıdır.

İsrail'in Shenkar Üniversitesi Mühendislik, Tasarım ve Sanat Fakültesi mezunu olan Danit Peleg, Eylül 2014'te 5 parçalı 3 boyutlu yazıcı ile oluşturulmuş koleksiyon üzerinde çalışmaya başlamıştır. 9 ay süren araştırma ve geliştirmeden ve 2.000 saatten fazla süren baskıdan sonra Danit, tamamen ev yazıcılarını kullanarak yarattığı, dünyanın ilk 3 boyutlu baskılı hazır giyim moda koleksiyonunu tanıtmıştır.⁹⁷

^{95, 96} The Making of the AMIMONO Garment. <https://all3dp.com/amimono-3d-printed-vest/> (Erişim tarihi: 30.03.2019)

⁹⁷ Take Part In The Next Fashion Revolution. <https://danitpeleg.com/> (Erişim tarihi: 30.03.2019)

Danit sitesinde “*teknolojinin moda tasarımı üzerindeki etkisine her zaman ilgi duydum,*” diye açıklamakta ve tasarımcı tüm projeleri için kendi tekstil yüzeylerini geliştirmektedir. 3 boyutlu yazıcı tekniği dışında serigrafi ve lazerle kesme gibi çeşitli teknolojileri de kullanan Danit, amacının “*herkesin erişebileceği teknolojiyi kullanarak tasarımlar yapmak*” olduğunu belirtmektedir.



Resim 56 - Danit Peleg - 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulmuş Liberty Leading The People Koleksiyonu
Kaynak: <https://danitpeleg.com/liberty-leading-the-people-2/> (Erişim tarihi: 30.03.2019)

“3 boyutlu koleksiyonda FilaFlex isimli özel bir malzeme kullanılmıştır. Peleg, A4 kâğıt boyutunda aldığı çıktıları el işçiliği ile bir araya getirerek dantel görünümlü giysiler oluşturmuştur. Tasarımların en büyük özelliği, kullanıcının hareketleri ile birlikte giysinin de kumaştan yapılmış gibi bir etki bırakmasıdır. Görseller incelendiğinde giysilerin kumaş izlenime neden olan bir döküme sahip olduğu görülmektedir.”⁹⁸

⁹⁸ Çileroğlu ve Nadasbaş, s.240.



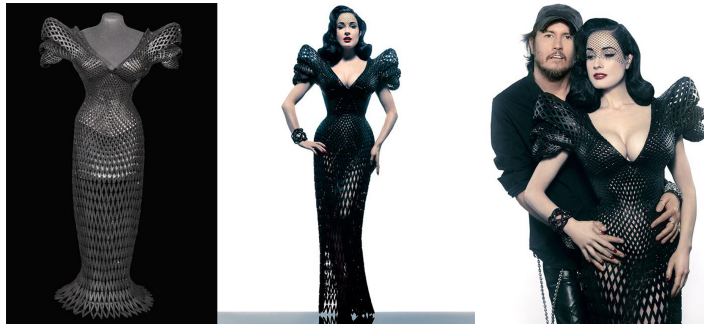
Resim 57 - Danit Peleg - 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulmuş The Birth Of Venus Koleksiyonu

Kaynak: <https://danitpeleg.com/the-birth-of-venus/> (Erişim tarihi: 30.03.2019)

4.3.7. MICHAEL SCHMIDT

Kostüm, mücevher ve iç mekân tasarımcısı New York’ lu Michael Schmidt, özellikle sahne sanatçıları için yenilikçi malzemeler ve 3 boyutlu yazıcı tekniği kullanarak yaptığı çeşitli çalışmalarla bilinmektedir.

“Schmidt’in en çok ses getiren çalışması Mimar Francis Bitonti ile Amerikalı ünlü oyuncu ve dansçı Dita Von Teese için hazırladığı, altın oran uygulanarak tasarlanan 3 boyutlu yazıcı ile üretilmiş elbisedir. Tasarımcının 3 boyutlu yazıcı ile üretilmiş giysileri Madonna, Cher ve Black Eyed Peas grubunun solisti Fergie gibi ünlüler tarafından giyilmektedir.”⁹⁹



Resim 58 - Francis Bitonti & Michael Schmidt - Dita Von Teese ‘‘Altın Oran’’ Elbise 2014

Kaynak: Claire Warnier, Dries Verbruggen, Sven Ehmann, Robert Klanten, Printing Things, Berlin, 2014

⁹⁹ Yıldırım, **Moda Giyim Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcılarla Tasarım ve Üretimi Makalesi**, ART-E, Sayı:17 ISSN 1308-2698, Mayıs - Haziran 2016

4.4. 3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİNİN YÜZEY TASARIMINDA KULLANIM ÖRNEKLERİ

4.4.1. TAMICARE

Dünyanın ilk bitmiş tekstil ürünü olarak adlandırılan CosyFlex, Tamicare firması tarafından geliştirilmiştir.

Malzeme olarak likit polimerlerin ve liflerin kullanıldığı bu teknoloji sayesinde, tekstilde 3 boyutlu yazıcı uygulamaları genellikle hazır kumaşa montaj üzerine yoğunlaşırken ilk defa dikişe uygun bitmiş kumaş, üretimi hayata geçirilmiştir.¹⁰⁰

“CosyFlex ile istenilen desende, renkte ve boyutta üretim gerçekleştirmek mümkündür. Kullanılan malzeme geri dönüşüme uygun yapısı ile sürdürülebilirlik açısından da önemli bir özelliğe sahiptir.”¹⁰¹



Resim 59 - Tamicare - CosyFlex

Kaynak: <https://www.tamicare.com/> (Erişim tarihi: 10.04.2019)

4.4.2. PRINGLE OF SCOTLAND

Pringle Of Scotland, ilk olarak Londra Moda Haftası'nda sergilenen koleksiyonunda kumaş ve 3 boyutlu yazıcılar ile oluşturduğu yüzeylerden hazır giyim koleksiyonu oluşturmuştur. Pringle of Scotland, 3 boyutlu yazıcı ile oluşturulmuş yüzeyler için mimar ve malzeme bilimci Richard Beckett ile iş birliği yapmıştır.

^{100, 101} Manufacturing Wearable Computers with 3D-Printed Textiles.

<https://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/11223/Manufacturing-Wearable-Computers-with-3D-Printed-Textiles.aspx> (Erişim tarihi: 10.04.2019)

SLS teknolojisi kullanarak oluşturulan yüzeylerde, 3 boyutlu yazıcılardan elde edilen çıktıların kumaşa monte edilmesi yöntemi kullanılmış, böylelikle geleneksel malzeme ile teknoloji birleştirilmiştir.



Resim 60 - Pringle Of Scotland - 2014 Sonbahar/Kış Koleksiyonu - Londra Moda Haftası

Kaynak: <https://www.dezeen.com/2014/02/17/3d-printed-fabrics-by-richard-beckett-woven-into-pringle-of-scotlands-ready-to-wear-garments/> (Erişim tarihi: 11.04.2019)

3 boyutlu yazıcı ile basılmış parçalar alt kısımlarındaki küçük kancalar vasıtasıyla triko içine elle dokunmuştur veya yün üzerine dikilmiştir.



Resim 61 - Pringle Of Scotland - 2014 Sonbahar/Kış Koleksiyonu - Londra Moda Haftası

Kaynak: <https://www.dezeen.com/2014/02/17/3d-printed-fabrics-by-richard-beckett-woven-into-pringle-of-scotlands-ready-to-wear-garments/> (Erişim tarihi: 11.04.2019)

Koleskiyon tasarımcısı Massimo Nicosia, *"3 boyutlu yazıcı ile üretilmiş yüzeyler ile heykelsi ve kostüm görünümünden ziyade daha çok dokunsal bir yaklaşıma doğru bir hamle yapmak istedim"*¹⁰² diyerek koleksiyonu özetlemiştir.

¹⁰² 3D Printing and Knitting Converge: Technical Crafting Brings New Dimension To Apparel.

<https://3dprint.com/22901/knitting-3d-printing-textiles/> (Erişim tarihi: 11.04.2019)

4.4.3. LAURA MCPHERSON VE MARK BEECROFT

Örme yüzeyler konusunda yapılmış en önemli atılımlardan biri Manchester Sanat Okulu'ndan (Manchester, İngiltere) materyal inovasyonu ve kumaş geliştirme uzmanı olan Laura McPherson ve uygulamalı tekstil uzmanı Mark Beecroft'un ortak yürüttükleri üretiminde 3 boyutlu yazıcıların kullanıldığı tekstil yüzey ‘‘Interlooped’’ projesidir.¹⁰³



Resim 62 - Laura Mcpherson Ve Mark Beecroft 3 Boyutlu Yazıcı Tekniği İle Oluşturulmuş Örme Yüzey Çalışmaları – Interlooped Projesi

Kaynak: <https://3dprint.com/22901/knitting-3d-printing-textiles/> (Erişim tarihi: 11.04.2019)

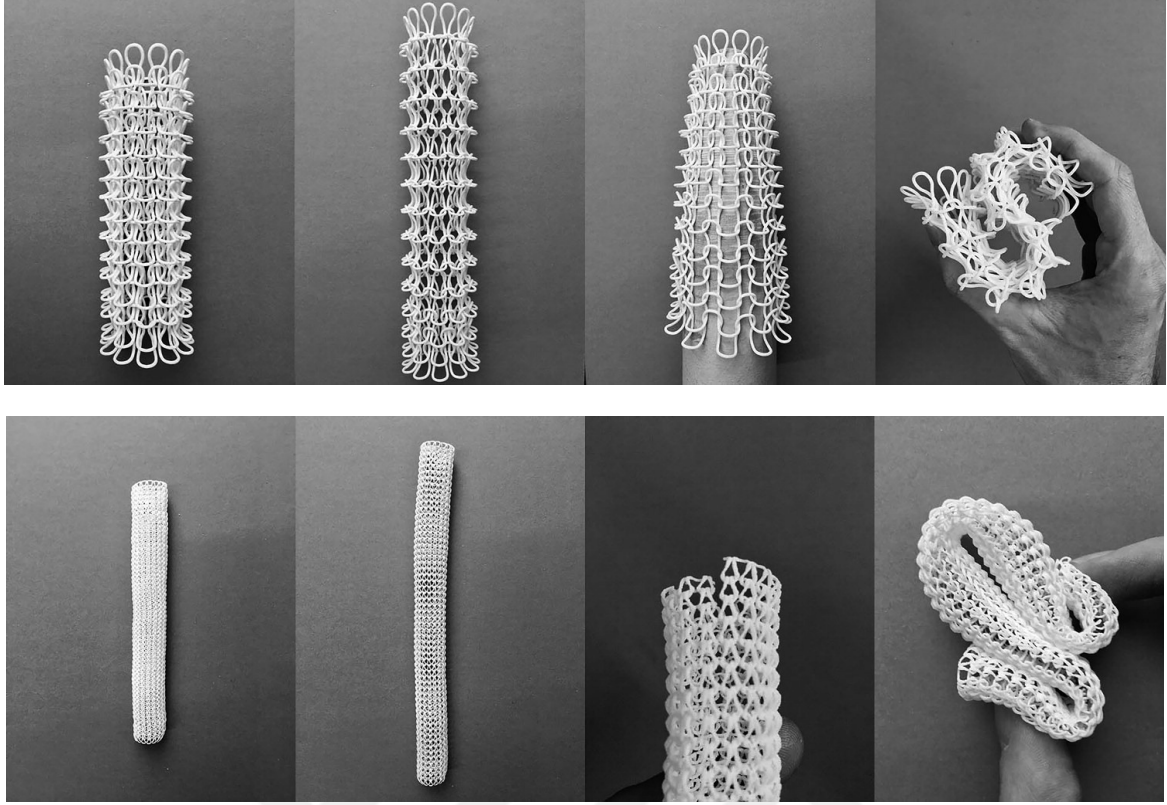
“Bu projede, 3 boyutlu baskıyı örgü dünyasına entegre ederek yaratılan birçok farklı yüzeyde mükemmel hareket ve esneklik mümkün hale getirilmiştir. Sert malzemeler (3 boyutlu baskı) ve yumuşak malzemelerin (örme) birlikteliği geleneksel teknikler ile geleceğin teknolojilerini bir arada kullanılmasına olanak sağlamıştır.”¹⁰⁴

4.4.4. MARK BEECROFT

Uygulamalı tekstil uzmanı ve tasarımcı Mark Beecroft'un bir diğer projesi ise endüstriyel örgülerde 3 boyutlu baskı potansiyelini üzerinde çalıştığı ‘‘Dijital Interlooping’’ projesidir.

Naylon tozunun 3 boyutlu yazıcı sistemi kullanılarak atkı örme tekstil tabanlı boru yapıların oluşturulduğu proje, elbiseler, mayolar ve ayakkabılarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Örme yüzeylere uygun elastikiyet ve esneklik sağlayan yüzeyler geometrik yapıları ve çift yüzlü kullanımları ile dikkat çekmektedir.

^{103, 104} 3D Printing and Knitting Converge: Technical Crafting Brings New Dimension To Apparel.
<https://3dprint.com/22901/knitting-3d-printing-textiles/> (Erişim tarihi: 11.04.2019)

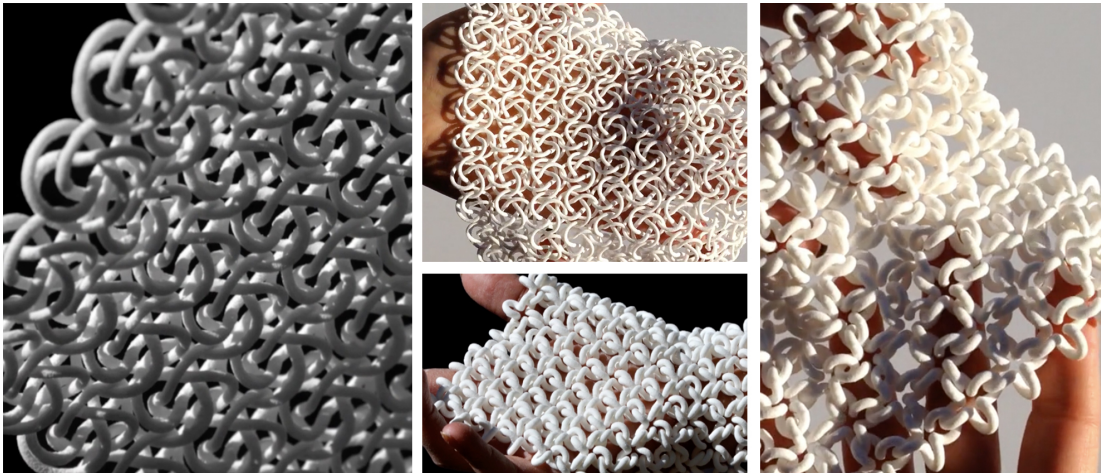


Resim 63 - Mark Beecroft - 3 Boyutlu Yazıcı Tekniği İle Oluşturulmuş Örne Yüzey Çalışmaları - Dijital Interlooping

Kaynak: <https://all3dp.com/4/digital-interlooping-3d-printing-sls-knitted-structures/> (Erişim tarihi: 11.04.2019)

4.4.5. KALANTAR VE ALIREZA BORHANI

The Flexible Textile Structure Projesi (Esnek Tekstil Yüzey Projesi) Negar Kalantar ve Alireza Borhani'nin Virginia Tech'deki DREAMS Laboratuvarı ile işbirliği içinde yaptığı bir araştırmadır.

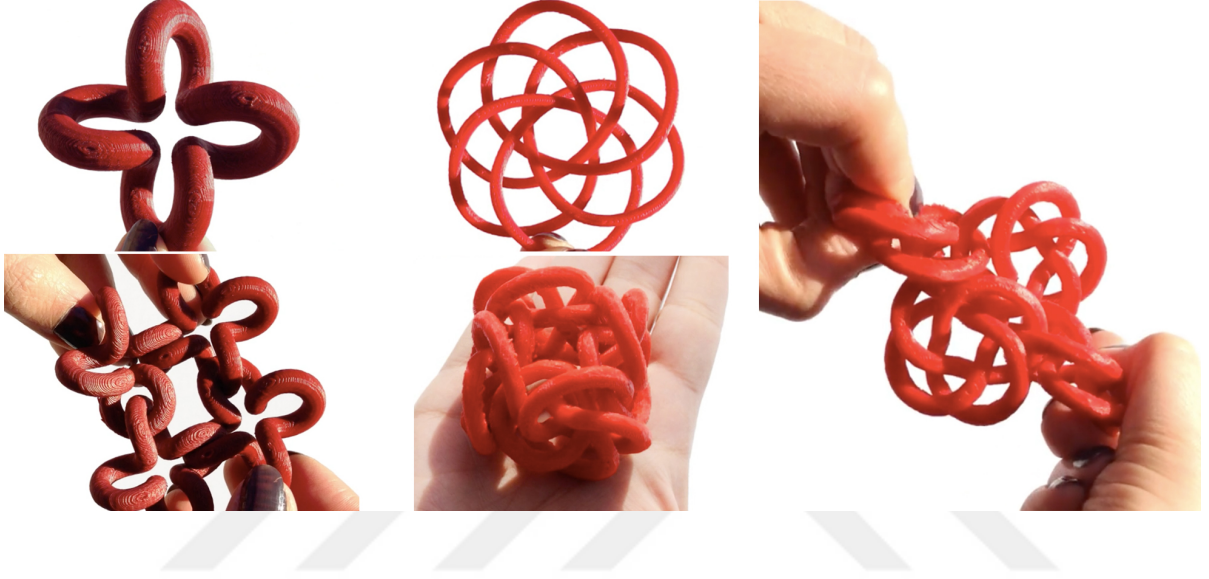


Resim 64 - Negar Kalantar ve Alireza Borhani - The Flexible Textile Structure Projesi

Kaynak: <https://www.yankodesign.com/2015/04/02/living-accessories/> (Erişim tarihi: 11.04.2019)

Yeni üretim süreci 3 boyutlu baskı tekniği ile oluşturulan proje yeni tasarım olanakları sunmaktadır. Dahası potansiyel olarak öğrenme biçimimiz, düşünme biçimimiz ve problem çözme biçimimizde değişiklikleri temsil etmektedir.

“Çevre dostu üretim süreci sayesinde geleneksel işlemlerle karşılaştırıldığında daha az malzeme israf edilmesi öngörülmektedir. Hareket yönüne göre esneklik sağlayan proje, Cad programında modellenmiş ve FDM teknolojisi ile baskılanmıştır.”¹⁰⁵



Resim 65 - Negar Kalantar ve Alireza Borhani - The Flexible Textile Structure Projesi

Kaynak: <https://www.dailymotion.com/video/x2s0j68> (Erişim tarihi: 11.04.2019)

¹⁰⁵ Flexible Textile Structures. <https://vimeo.com/84501377> (Erişim tarihi: 13.04.2019)

4.5. 3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİNİN AKSESUAR TASARIMINDA KULLANIM ÖRNEKLERİ

4.5.1. CATHERINE WALES - Project DNA

Londra asıllı tasarımcı Catherine Wales, 3 boyutlu baskı yöntemi ile gerçekleştirdiği aksesuar tasarımı projesi “Project DNA” yı D2W şirketi ile iş birliği yaparak gerçekleştirmiştir. Kimlikten ve insan kromozomlarının görsel yapısından ilham alan Project DNA, neredeyse tamamen bireysel ve değiştirilebilir 3 boyutlu yazıcı çıktıları ile oluşturulmuştur.



Resim 66 - Catherine Wales - Project DNA

Kaynak: Claire Warnier, Dries Verbruggen, Sven Ehmann, Robert Klanten, Printing Things, Berlin: Gestalten, 2014

Beyaz naylon filamentli kullanılarak üretilen sekiz parçalı koleksiyon dört başlık, iskelet korse, tüy görünümlü omuz parçası, vücut aksesuarı, maske ve kasktan oluşmaktadır.



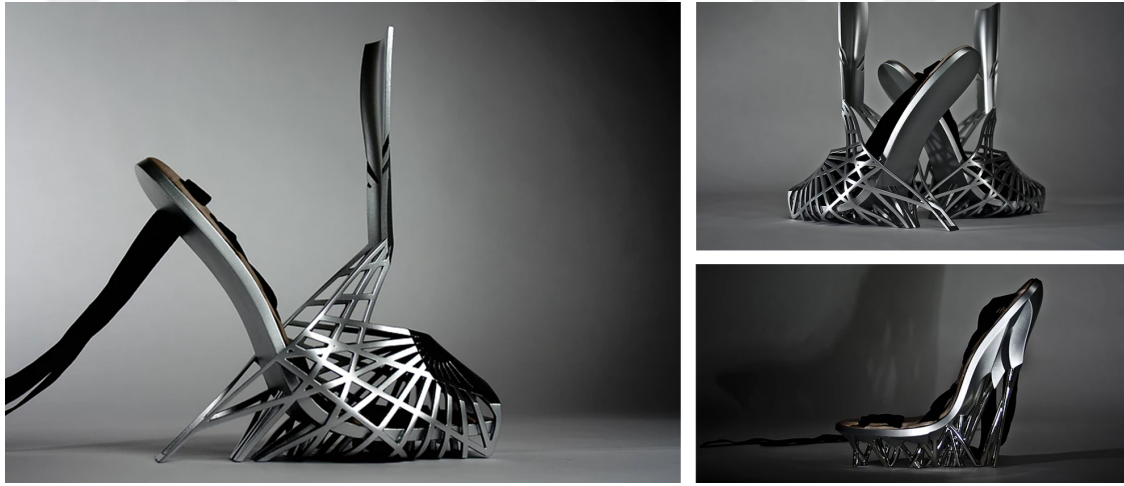
Resim 67 - Catherine Wales - Project DNA

Kaynak: Claire Warnier, Dries Verbruggen, Sven Ehmann, Robert Klanten, Printing Things, Berlin: Gestalten, 2014

Wales verdiği röportajda önce kullanıcının vücudunu tarama ile ve sonra da 3 boyutlu modelleme yazılımı ile veri olarak koleksiyonuna başladığını daha sonra bir SLS 3 boyutlu yazıcıya gönderilerek parçaların üretildiğini ifade etmiştir.¹⁰⁶

4.5.2. BRYAN OKNYANSKY

Tasarımcı ve mimar Bryan Oknyansky dünyanın ilk 3 boyutlu baskılı ayakkabı markasını 2012 yılında piyasaya sürmüştür. Ayakkabı endüstrisi hakkında daha önceden bilgi sahibi olmamasına rağmen 3 boyutlu baskı Oknyansky'nin endüstrisi zanaatını bilmeden ayakkabı üretmesine izin vermiştir. Kurduğu Shoes By Bryan markasıyla moda duyarlı kadınlara özelleştirilebilir ayakkabılar sunan ilk markalardan biri olmuştur.



Resim 68 - Bryan Oknyansky - Shoes By Bryan Markası 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Ayakkabılar
Kaynak: <https://www.bryanoknyansky.com/heavymetalseries> (Erişim tarihi: 15.04.2019)

Bryan, yeni üretim trendinin geleneksel ayakkabı üretim yöntemlerinin yerini almayacağına, ancak özelleştirme seçeneklerindeki boşluğu dolduracağına inanıyor. Dahası, insanlar yakın gelecekte evlerinden kendi 3 boyutlu yazıcılarını kullanarak kendi ayakkabılarını yaratabileceklerini umuyoruz diyor ve ekliyor: *“Ayakkabının 3D baskıdan büyük ölçüde faydalanmasını sağlayacak şekilde gelişeceğine inanıyorum. Ayakkabıların indirilebilir ve 3 boyutlu yazdırılabilir olacağına inanıyorum.”*¹⁰⁷

¹⁰⁶ Warnier, s.244 - 245.

¹⁰⁷ Heavy Metal Series/Award-Winning Cutting Edge 3d Printed Bespoke High Heel Footwear Art.
<https://www.bryanoknyansky.com/heavymetalseries> (Erişim tarihi: 15.04.2019)



Resim 69 - Bryan Oknyansky - Shoes By Bryan Markası 3 Boyutlu Yazıcı Topuklu Ayakkabılar

Kaynak: <https://www.bryanoknyansky.com/heavymetalseries> (Erişim tarihi: 15.04.2019)

4.5.3. JANNE KYTTÄNEN

Moda alanında olduğu kadar aksesuar alanında da çalışmalar yapan Janne Kyttänen'in özellikle Lost Luggage (Kayıp Bavul) isimli tasarımı oldukça dikkat çekmiştir.

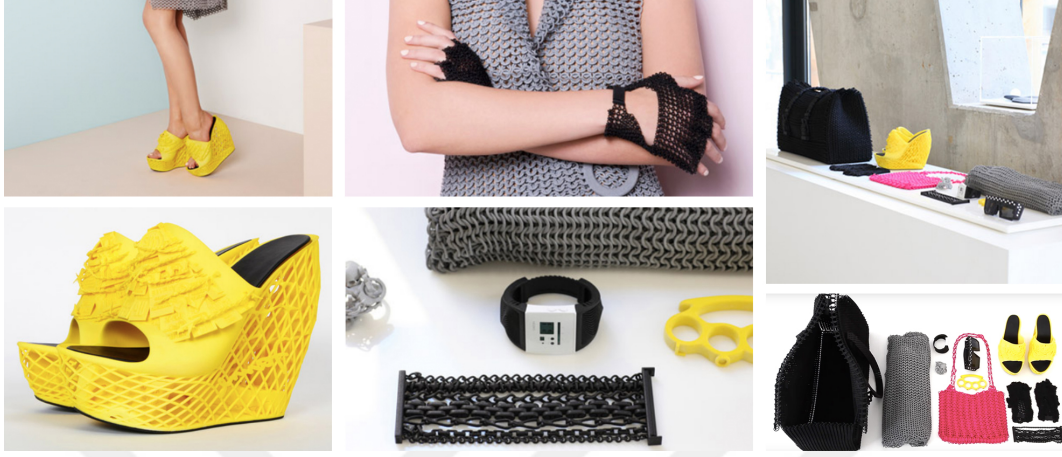
3 boyutlu baskı ustası Kyttanen tasarımını, *"seyahat ettiğiniz her zaman yanınıza bir bavul alıp götürmek zorunda kalmayacağınızı hayal edin, ihtiyacınız olan tek şey valizinizi E-postayla kendinize mail atmak olacaktır."* şeklinde tanımlamıştır.



Resim 70 - Janne Kyttänen - Lost Luggage (Kayıp Bavul)

Kaynak: <https://www.3dsystems.com/blog/2014/08/3d-printing-new-way-pack> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

“Janne Kyttänen, Lost Luggage bavul tasarımının yanı sıra seyahat edenler için bu bavulu hızlıca doldurabilecekleri bir seyahat kiti hazırlamıştır. Bu seyahat kitinin içinde, 3 boyutlu tasarım ile üretilebilecek ayakkabı, eldiven, bileklik, gözlük, çanta ve saat tasarımları bulunmaktadır.”¹⁰⁸



Resim 71 - Janne Kyttänen – Seyahat Kiti

Kaynak: <https://www.dezeen.com/2014/05/07/janne-kyttanen-3d-printed-lost-luggage-kit/>
(Erişim tarihi: 17.04.2019)

Bunun yanı sıra Janne Kyttänen Cubify 3 boyutlu yazıcı şirketi ile oluşturduğu projede, markanın CubeX yazıcısını aldığınız takdirde ücretsiz olarak indirebileceğiniz ve bir kaç saat içerisinde üretebileceğiniz ayakkabı tasarımları oluşturmuştur.¹⁰⁹



Resim 72 - Janne Kyttänen – Cubify Projesi

Kaynak: <https://www.dezeen.com/2013/08/02/cubify-launches-free-to-download-shoes-you-can-print-overnight/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

^{108, 109} Cubify 3D Printed Shoes by Janne Kyttänen. <https://www.thecoolist.com/cubify-3d-printed-shoes-by-janne-kyttanen/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

4.5.4. IRIS VAN HERPEN

Giysi tasarımı konusunda olduğu kadar ayakkabı tasarımı konusunda da iddialı olan Van Herpen, ünlü ayakkabı tasarımcısı Noritaka Tatehana ile giysi koleksiyonunu tamamlayacak 3 boyut baskılı ayakkabılar yarattı. Kristal yapısından ilham alınan ayakkabılarda 3 boyutlu yazıcı teknolojesi dışında lazer kesim sistemini de kullanmıştır. Herpen ayakkabı koleksiyonunu “*El yapımı bir ayakkabı ile karşılaştırıldığında, bu ayrıntı seviyesi ancak 3 boyutlu baskı kullanılarak çabucak yaratılabilir yani ayakkabının elle yapılması neredeyse imkânsız olurdu.*” şeklinde özetlemiştir.¹¹⁰



Resim 73 - Hacking Infinity Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Ayakkabı Tasarımları

Kaynak: <https://www.artsy.net/artwork/iris-van-herpen-hacking-infinity-shoes> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

Van Herpen, Magnetic Motion koleksiyonunda “*Doğanın performansının ilkel gücünü açıkça içeren kaosun sürekli şekillenmesinde güzelliği buluyorum*” demiş ve buradan yola çıkarak tasarladığı ayakkabılarda 3 boyutlu yazıcı tekniği kullanmıştır. Van Herpen’in yaratıcı amacının yönü ile örtüşen eserlerinde doğa ve teknoloji arasındaki sınırları silmek için çaba harcamaktadır.¹¹¹



Resim 74 - Magnetic Motion Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Ayakkabı Tasarımları

Kaynak: <https://www.dezeen.com/2014/10/29/jolan-van-der-wiel-magnetic-spiky-shoes-iris-van-herpen-ss15/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

^{110, 111} Iris van Herpen Teams with 3D Systems to Create Mesmorizing Crystal-esque 3D Printed Dress & Shoes
<https://3dprint.com/53854/iris-van-herpen-3d-fashion/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)



Resim 75 - Iris van Herpen - Wilderness Embodied 2013

Kaynak: Claire Warnier, Dries Verbruggen, Sven Ehmann, Robert Klanten, Printing Things, Berlin: Gestalten, 2014,

Moda tasarımcısı Iris van Herpen ve ayakkabı tasarımcısı Rem D Koolhaas iş birliği yaptığı projede ağaç kökleri gibi görünen 3 boyutlu baskılı ayakkabılar oluşturulmuştur. Ayakkabılar Iris Van Herpen'in 2013 yılında Wilderness Embodied koleksiyonunun couture şovu sırasında Paris Moda Haftası'nda sunulmuştur.¹¹²

4.5.5. UNITED NUDE

United Nude 2003 yılında Rem Koolhaas tarafından kurulmuştur. İkonik ayakkabı ve aksesuar koleksiyonları ile adından söz ettiren marka, Francis Bitonti, Zaha Hadid, Ross Lovegrove, Iris Van Herpen, Issey Miyake gibi önde gelen mimar ve tasarımcılar ile iş birliği yapmaktadır. Tasarımlarında heykel ve mimariden ilham alan marka, kendi değimiyle "*tasarımda eşsiz olmayı*" hedeflemektedir.



Resim 76 - United Nude - Ice Shoe – 2015

Kaynak: https://www.domusweb.it/en/news/2015/09/24/united_nude_ice_shoes.html
(Erişim tarihi: 17.04.2019)

¹¹² Warnier, s.244.

Tasarımda olduğu kadar materyalde de yeniliği arayan United Nude Markası, ilk 3 boyutlu yazıcı ile oluşturulmuş koleksiyonunu 2015 yılında gerçekleştirmiştir.

Vogue Fashion Night Out kapsamında tanıtılan ve 3 boyutlu yazıcı ile üretilen “ICE SHOE” ayakkabısı, aynı zamanda Tayvan’daki United Nude mağazasının açılışını taçlandırmıştır. 21 santimetrelilik topuğu ile fonksiyondan uzak, sanatsal obje olmaya aday tasarım 3 parçaya bölünebilmektedir.¹¹³



Resim 77 - United Nude - Ice Shoe – 2015

Kaynak: https://www.domusweb.it/en/news/2015/09/24/united_nude_ice_shoes.html
(Erişim tarihi: 17.04.2019)

United Nude’un Kreatif Direktörü Rem D Koolhaas, bir kalıp buzun en yalın şekilde şekillendirilmesinden ilham alınarak tasarlanan ICE SHOE ayakkabıyı "Artık üç boyutlu yazıcı teknolojisiyle daha az maliyet, zaman ve iş gücü ile yeni formlar elde edebiliyoruz. Yeni ve benzeri olmayan bir ayakkabı tasarlamak daha önce bu kadar kolay değildi," şeklinde tanımlamaktadır.¹¹⁴

Markanın bir diğer 3 boyutlu yazıcı ile tasarım projesi Rem D Koolhaas önderliğinde gerçekleşmiştir.

“Tamamı 3 boyutlu yazıcı ile üretilen ayakkabı” konseptli koleksiyonda beş tanınmış tasarımcı ve mimar görev almıştır. Tasarımcılar; Michael Young ve Ross Lovegrove, mimarlar Fernando Romero, Ben van Berkel, Zaha Hadid’ den oluşan ekip, üzerinde yürünmesi kolay olmayan ama silüet anlamında güçlü bir seri ortaya çıkarmıştır.¹¹⁵

^{113, 114} Ice Shoe By United Nude. <https://www.deluxe-distribution.de/ice-shoe-united-nude/>
(Erişim tarihi: 17.04.2019)

¹¹⁵ Posts tagged with "Fernando Romero". <https://archpaper.com/tag/fernando-romero/>
(Erişim tarihi: 17.04.2019)

4.5.5.1. MICHAEL YOUNG - Young Shoe



Resim 78 - Young Shoe - Michael Young

Kaynak: <http://www.michael-young.com/young-shoe/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

Hong Kong doğumlu İngiliz endüstri tasarımcısı Michael Young, tasarımını “Öyle görünmese de giymek gerçekten rahat. Normal çalışma şeklimize tamamen farklı bir yaklaşım getirmek ve tasarımın heykel yönünü kucaklamak istedim.”¹¹⁶ şeklinde açıklamaktadır.

4.5.5.2. ROSS LOVEGROVE - Ilabo

İngiliz tasarımcı Ross Lovegrove, kullanıcının ayağını bir perde gibi örten, parmak kısmı dekolteli ve topuksuz tasarımında yüksek kaliteli ince 3 boyutlu yüzeyi oluşturmak için yazılım uzmanı Arturo Tedeschi ile birlikte çalıştı. Lovegrove Ilabo isimli tasarımını “Dik formu makinenin idare edebileceği kadar ince olacak şekilde tasarlamayı hedefledim.”¹¹⁷ şeklinde tanımlamaktadır.



Resim 79 - Ross Lovegrove – Ilabo

Kaynak: <http://thebaghoarder.com/3d-geprinte-united-nude-schoenen/united-nude-ilabo-ross-lovegrove/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

4.5.5.3. FERNANDO ROMERO - Ammonitef



Resim 80 - FERNANDO ROMERO – Ammonitef

Kaynak: <https://www.broadsheet.ie/2015/04/14/what-youll-be-printing-this-season/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

Meksikalı mimar Fernando Romero'nun kırmızı Ammonite ayakkabıları, fosilleşmiş deniz canlılarının spiral kabuklarından yola çıkılarak tasarlanmıştır. Tasarımlar ayak ve ayak bileğini kaplayan beşgen bir forma sahiptir.

4.5.5.4. BEN VAN BERKEL - UNX2



Resim 81 - BEN VAN BERKEL - UNX2

Kaynak: <https://www.broadsheet.ie/2015/04/14/what-youll-be-printing-this-season/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

Koleksiyonda ki en yksek topuklu ayakkabı olan UNX2, UNStudio kurucusu Ben van Berkel tarafından tasarlanmıştır. Vurgulanmış dikey çizgilerden oluşan ayakkabı, kıvrımlı şekli ile toynağı andırmaktadır.

4.5.5.5. ZAHA HADID - Flames



Resim 82 - ZAHA HADID – Flames

Kaynak: <https://www.broadsheet.ie/2015/04/14/what-youll-be-printing-this-season/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

Flames, ünlü Irak asıllı İngiliz vatandaşı, dekonstrüktivist mimar Zaha Hadid tarafından tasarlanmıştır. Önce ayakkabının genel formu oluşturulmuş sonra boşluk olacak kısımları dijital bir dosya ile belirtildiğı gibi çıkarılarak tasarım nihai şekline ulaştırılmıştır.

Tasarımda iki farklı malzemede kullanılmış, tabanlar sert naylon ile alt kısımlar ise daha yumuşak ve daha esnek olan termoplastik ile basılmıştır.



Resim 83 - Tamamı 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilen Ayakkabı Projesi

Kaynak: Michael Young ve Ross Lovegrove, mimarlar Fernando Romero, Ben van Berkel, Zaha Hadid' <http://www.designcurial.com/news/3d-printed-high-heels-when-fashion-and-high-tech-collide-4678427> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

Koolhaas ilgi çeken projeyi “Teknolojiyi zorlamak istiyoruz, ancak silüetleri de zorlamak istedik. Ayrıca günlük giyimler için mutlaka gerekli olmayan, gerçekten güzel sanatlar ve tasarım parçaları olan, neredeyse sanat gibi ayakkabılar yaratmak istedik.”¹¹⁸ şeklinde özetlemektedir.

Ayakkabıların her biri, 3 boyutlu baskı şirketi 3D Systems tarafından yapılan sPro 60 seçici lazer sinterleme (SLS) makinesini kullanılarak 24 saatte basılmıştır.

4.5.6. ADIDAS - Futurecraft 4D

Giysi tasarımında olduğu gibi aksesuar alanında da 3 boyutlu yazıcı kullanımı ilk olarak avangart veya fütüristik stildeki tasarımlarda kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesi ile özellikle spor giyimde 3 boyutlu yazıcı sisteminin kullanımı artış göstermektedir. Bunun en önemli örneklerinden biri Adidas markasının 2018 yılında kullanıcıları ile buluşturduğu ilk 3 boyutlu yazıcı ile üretilmiş ayakkabısı Futurecraft 4D’dir.



Resim 84 - Adidas - Futurecraft 4D

Kaynak: <https://justfreshkicks.com/adidas-futurecraft-4d/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

Sıvı polimer reçinesi kullanılarak basılan ayakkabı Carbon Şirketinin Digital Light Synthesis teknolojisi ile yaratılmıştır. Carbon CEO'su ve kurucu ortaklardan Dr. Joseph DeSimone bu iş birliği için “Carbon yöneticileri ve ekibi adına Adidas’ a hoş geldin diyor ve büyük heyecan duyuyorum, deneyimli ve saygın bir markanın yaratıcılığı ve yenilikçi sicili Carbon'un büyüme stratejisine büyük bir ek yapacaktır.”¹¹⁹ ifadelerini kullanmaktadır.

^{116, 117, 118} Zaha Hadid, Ben van Berkel and more design 3D-printed shoes for United Nude.

<https://www.dezeen.com/2015/04/13/united-nude-3d-printed-shoes-zaha-hadid-ben-van-berkel-michael-young-milan-2015/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

Adidas ise Futurecraft 4D projesini “ayakkabının yüksek kuvvet alanlarında (ön ayak ve topuk kısmı) daha yoğun malzeme ve sık baskı, düşük kuvvet alanlarında ise (orta taban kısmı) az malzeme ve seyrek baskı kullanılarak oluşturulmuştur. Böylelikle Futurecraft 4D bugüne kadar ürettiğimiz bütün ayakkabılardan daha fazla esneklik, uyumluluk ve destek içerir.”¹²⁰ şeklinde tanımlamaktadır.



Resim 85 - Adidas - Futurecraft 4D - 3 Boyutlu Yazıcı Taban Detayı

Kaynak: <https://justfreshkicks.com/adidas-futurecraft-4d/> (Erişim tarihi: 17.04.2019)

^{119, 120} Adidas Release their 3D Printed Shoes: The Futurecraft 4D.

<https://www.3dnatives.com/en/adidas-futurecraft-4d-220120184/> (Erişim tarihi: 19.04.2019)

4.6. TÜRKİYE’ DE 3 BOYUTLU YAZICILAR İLE GİYSİ TASARIMI

Ülkemizde 3 boyutlu yazıcı kullanımı günden güne gelişmekte fakat dünya ile kıyaslandığında hala çok geri plandadır. Yapılan araştırmalar ışığında, moda tasarım alanında yeni yeni kullanılmaya başlanan 3 boyutlu yazıcılar ile yapılan çalışmaların gün geçtikçe yaygınlaşması beklenmektedir.

4.6.1. ARZU KAPROL / Life Print

1973 Bursa doğumlu Arzu Kaprol Bursa Namık Sozeri Lisesi'ni ve Mimar Sinan Üniversitesi Moda Konfeksiyon bölümünü bitirdi. Paris American Academy'de Perfectionnement programında couture eğitimini tamamlayan Kaprol, Beymen Academia "Avant-Garde Tasarımcı" ödülü ile 1995 senesinde tasarım alanında tanınmaya başladı. İlerleyen yıllarda 2007 yılında Fashion TV ve 2011 yılında Elle Style Awards, "Yılın Moda Tasarımcısı" ödülleri aldı.¹²¹

Arzu Kaprol 2016 yılında Zorlu Performans Sanatları Merkezi'nde 3 boyutlu yazıcı ile tasarladığı “Life Print” koleksiyonunu tanıttı. İnteraktif sunumda 3 boyutlu yazıcı ile oluşturulan tasarımlar video mapping teknolojisi ile desteklendi.¹²² Şovun müzikleri Mercan Dede, yaratıcı kodlamanın Fikirbazzenger ve animasyonlar Ouchhh tarafından gerçekleştirildi.



Resim 86 - ARZU KAPROL / Life Print / 2016

Kaynak: https://modaniyansit.blogspot.com/2016/10/mercedes-benz-fashion-week-istanbul_50.html
(Erişim tarihi: 19.04.2019)

¹²¹ Arzu Kaprol Kimdir? <https://www.biyografi.net.tr/arzu-kaprol-kimdir/> (Erişim tarihi: 20.04.2019)

¹²² MBFWI/Arzu Kaprol Show. <https://www.elele.com.tr/moda/trend/mbfwiarzu-kaprol-show>
(Erişim tarihi: 20.04.2019)



Resim 87 - ARZU KAPROL / Life Print / 2016

Kaynak: https://modaniyansit.blogspot.com/2016/10/mercedes-benz-fashion-week-istanbul_50.html
(Erişim tarihi: 19.04.2019)

4.6.2. MİRİMALİST

Miray Tok Çakır tarafından 2017 yılında kurulan Mirimalist markası 3 boyutlu yazıcılar ile giyilebilir ve ulaşılabilir tasarımlar ortaya çıkarmaktadır. “Geleceği şimdiden giy” felsefesini taşıyan, minimalist stildeki markanın detaylarında 3 boyutlu yazıcı tekniği kullanılmaktadır.¹²³



Resim 88 - MİRİMALİST / 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulmuş Hazır Giyim Koleksiyonu

Kaynak: <http://scandi.market/mirimalist-space-top-black.html>
<https://blog.3dortgen.com/3b-yazici-sayesinde-kendi-markasini-yaratti-mirimalist/> (Erişim tarihi: 20.04.2019)

¹²³ 3 Boyutlu Yazıcı Sayesinde Kendi Markasını Yarattı - Mirimalist.

<https://blog.3dortgen.com/3b-yazici-sayesinde-kendi-markasini-yaratti-mirimalist/> (Erişim tarihi: 20.04.2019)

5. 3 BOYUTLU YAZICILAR İLE TASARIM VE ÜRETİM SÜREÇLERİ

5.1. 3 BOYUTLU YAZICILAR İLE TASARIM SÜRECİ

Üç boyutlu yazıcılar ile tasarım sürecinde tasarımcılar bir kaç şekilde ilerleyebilmektedir. Bunlardan ilki tasarımda daha önce 3 boyutlu yazıcı ile oluşturulmuş tasarımlardan veya ücretsiz modelleme hizmeti veren kaynaklardan yararlanmaktır. Bu şekilde ilerleyen tasarımcı yapılmış modellere bir şeyler ekleyerek ilerleyebilmektedir fakat bu yöntem yaratıcılığı bir noktada kısıtlamaktadır.

Diğer yöntem ise tasarım sürecinin gerektirdiği yönde sıfırdan tasarlamak ve modellemek olarak tanımlanabilir. Her iki yöntem içinde iyi sonuç alabilmek adına nitelikli bir araştırma ve ön çalışma süreci gerçekleştirilmelidir.

Tasarım sürecinin başlangıcı ve temel taşlarından biri olan ilham sürecinde tasarımcı çoğu zaman sınırsızdır. Bazen bir şehirden, bazen bir fotoğraftan bazende hayal ettiği bir dünyadan ilham alabilmektedir.

Fakat 3 boyutlu yazıcıların kullanılacağı tasarımlarda ilham alınırken teknolojinin olanakları göz önünde bulundurulmalıdır. 3 boyutlu yazıcı teknolojisi günden güne gelişmekte olsada özellikle malzeme ve ürünlerin boyutları konusunda hala imkanlar kısıtlıdır.

Özellikle ev tipi üç boyutlu yazıcılarda kullanılan polimerler sert veya yarı sert, üretilebilecek ürün boyutu ise ortalama 30cmx30cm ölçülerindedir.

Aşağıdaki örnek çalışmada 3 boyutlu yazıcı ile oluşturulmuş giysi tasarım süreci incelenmektedir. Çalışma Ultimaker 3 makinesi ile üretilmiş ve materyal olarak PLA filament kullanılmıştır.

5.2. 3 BOYUTLU YAZICILAR İLE GİYSİ TASARIM - ÜRETİM SÜRECİ

5.2.1. 1. AŞAMA: İLHAM KAYNAĞI OLUŞTURMA

İlk aşamada koleksiyona başlamak için ilham kaynağı belirlenmektedir. İncelenen koleksiyonun ilham kaynağı olarak ‘‘New Geo – Yeni Geometri’’ seçilmiştir.

NEW GEO – YENİ GEOMETRİ

New Geo;

bir diğer tanımı ile ‘‘yeni geometri’’ doğada bulunan ve evrenin var oluşundan beri düzenini koruyan geometrik formların insan eliyle yeniden şekillendirilmesi kavramını ifade etmektedir. Eski sistemin yenisi ile olan bütünlüğü ve zıtlığını anlatan kavram aynı zamanda değişimin kaçınılmaz varlığını temsil etmektedir.

Kullanılan genel formlar ve desenlerde doğanın geleneksel öğelerinden esinlenilirken, inovatif sürecin temsili için 3 boyutlu yazıcı sistemi kullanılmaktadır.

5.2.2. 2.AŞAMA: MOODBOARD OLUŞTURMA



Resim 89- New Geo Koleksiyonu İçin Oluşturulmuş Moodboard Çalışması

Kaynak: Sinemis Taşık

5.2.3. 3. AŞAMA: KOLEKSİYON HAZIRLAMA SÜRECİ

Örnek çalışmada oluşturulmuş koleksiyonun belirlenen parçaları 3 boyutlu yazıcı sistemi ile üretilmiştir. 3 boyutlu yazıcı sistemi ile üretilmiş parçaların renk, form ve genel yapısıyla koleksiyon ile bütünlük oluşturabilmesi hedeflenmektedir.



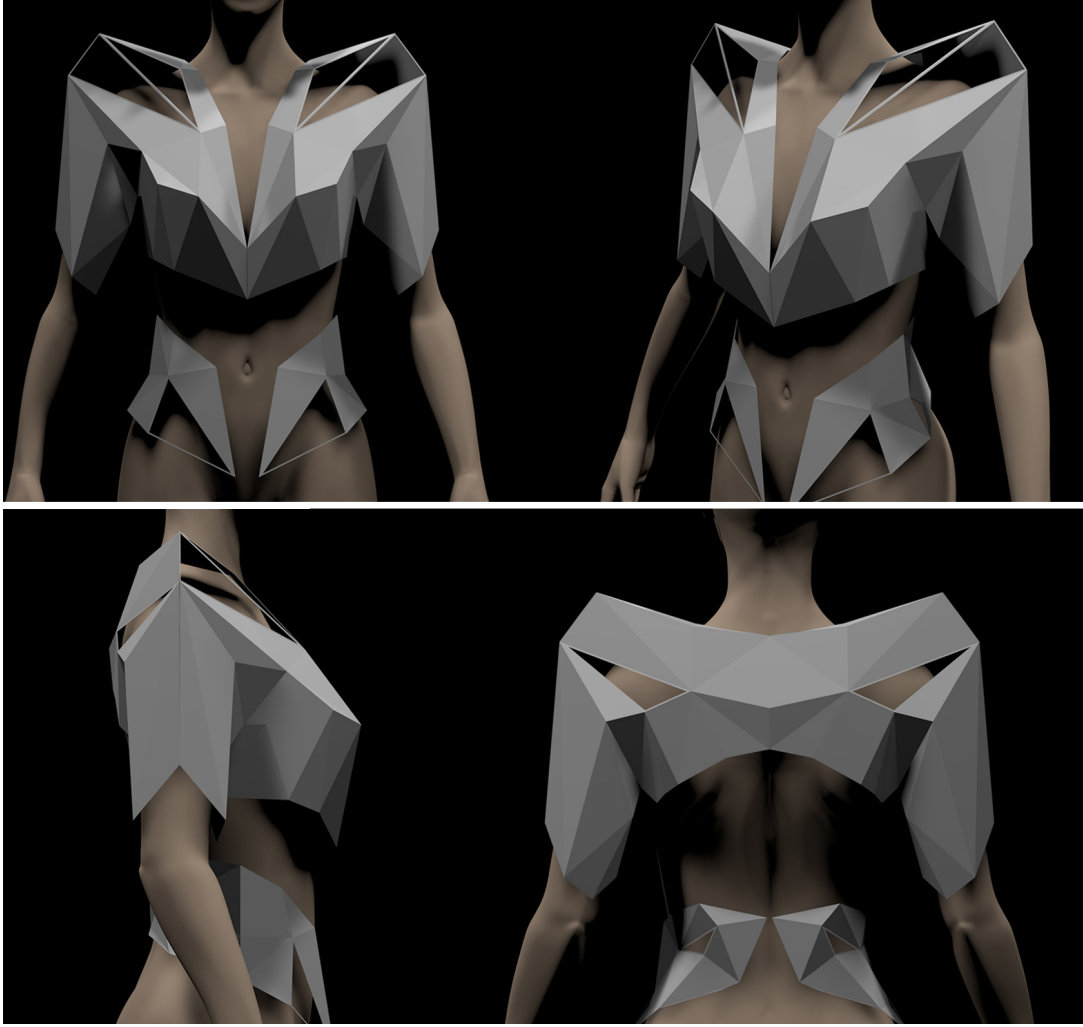
Resim 90 - New Geo Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulması Hedeflenen Geometrik Üst Parça - İllüstrasyon Çizimi

Kaynak: Sinemis Taşık

5.2.4. 4. AŞAMA: 3 BOYUTLU MODELLEME SÜRECİ

Oluşturulan tasarımın 3 boyutlu yazıcı sistemi ile üretilmesi için 3 boyutlu modelleme programı ile 3 boyutlu şekilde modellenmesi gerekmektedir. Bu 3 boyutlu üretim için yapılacak ilk ve en önemli adımdır.

Her tasarıma göre kullanılacak program, üretilecek ürünün boyutu, kullanılacak materyal çeşidi değişiklik göstermektedir. Örnek çalışmada 3 boyutlu modelleme programlarından Cinema 4D kullanılmıştır.¹²⁴



Resim 91 - New Geo Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulması Hedeflenen Geometrik Üst Parça
Cinema 4D 3 Boyutlu Modelleme Programı - 3 Boyutlu Model

Kaynak: Sinemis Taşık

¹²⁴ James Floyd Kelly, **3D Printing: Build Your Own 3D Printer and Print Your Own 3D Objects**, U.S.A: Que, 2013, sayfa: 93 - 97

Brook Drumm, James Floyd Kelly, John Edgar Park, Brian Roe, John Baichtal, Rick Winscot, Steven Bolin, Nick Ernst, and Caleb Cotter, **Make: 3D Printing Projects**, San Francisco: Maker Media, 2015, sayfa: 85

Patrick Hood-Daniel, James Floyd Kelly, **Printing in Plastic Build Your Own 3D Printer**, New York: TIA, 2011, sayfa: 28 - 30

Dünyada yapılan araştırmalar ışığında en çok kullanılan 3 boyutlu yazıcı programları aşağıdaki gibidir. Bu araştırma; google skorları, 3 boyutlu yazıcı forumları, sosyal medya skorları, 3 boyutlu yazdırma videoları ve 3 boyutlu model veri tabanı sonuçları ışığında oluşturulmuştur.

En çok kullanılan 3 boyutlu modelleme programları:

1. Blender
2. Sketch Up
3. Solidworks
4. Autocad
5. Maya
6. 3DS Max
7. Inventor
8. TinkerCad
9. ZBrush
10. Cinema 4D

5.2.5. 5. AŞAMA: 3 BOYUTLU ÜRETİM SÜRECİ

Üretim sürecinin en önemli adımı doğru 3 boyutlu yazıcı makinesi ve doğru malzeme seçimidir. Makine ve malzeme, üretilcek tasarımın formuna, boyutuna ve mukavemet gereksimine göre belirlenmektedir.



Resim 92 - New Geo Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Üst Parça

Kaynak: Sinemis Taşık

5.3. 3 BOYUTLU YAZICILAR İLE AKSESUAR TASARIM - ÜRETİM SÜRECİ

Aksesuar tasarım – üretim sürecinde de giysi tasarım – üretim süreci ile aynı adımlar izlenilmektedir.

Aşağıdaki örnek çalışmada 3 boyutlu yazıcı ile oluşturulmuş giysi tasarım süreci incelenmektedir. Çalışma Ultimaker 3 makinesi ile üretilmiş, modelleme için Sketch Up Programı¹²⁵ ve materyal olarak PLA filament kullanılmıştır.

¹²⁵ Marcus Ritland, **3D printing with SketchUp : Real-world case studies to help you design models in SketchUp for 3D**, Birmingham: Packt, 2014

5.3.1. 1. AŞAMA: İLHAM KAYNAĞI OLUŞTURMA

İNKARNADİN

İnkarnadin kelimesi köken olarak " canlanmak, yeniden var olmak " anlamına gelen, İngilizce "incarnate" sözcüğünden gelmektedir. Daha sonra William Shakespeare'in en önemli trajedilerinden biri olan Macbeth 'te bu ismi kan rengi anlamında kullanılmış ve bu kullanımdan sonra kan kırmızı renginin yeni ismi olarak literatüre geçmiştir.

İnkarnadin; koleksiyonun ana rengi olmak dışında, tema olan var oluşu ve Macbeth' in günümüze uyarlanmış halini de temsil etmektedir. Kullanılan genel formlarda tasarımın var oluşundaki geleneksel öğelerden esinlenilirken; detaylar, desenler ve 3D Printing aksesuarlarla var oluş sürecinin bitmeyen inovatif tavrı ele alınmaktadır.

5.3.2. 2. AŞAMA: MOODBOARD OLUŞTURMA



Resim 93 - İnkarnadin Koleksiyonu İçin Oluşturulmuş Moodboard Çalışması

Kaynak: Sinemis Taşık

5.3.3. 3. AŞAMA: KOLEKSİYON HAZIRLAMA SÜRECİ

Örnek çalışmada oluşturulmuş koleksiyona uyacak 3 boyutlu yazıcı sistemi ile üretilmiştir. 3 boyutlu yazıcı sistemi ile üretilmiş aksesuarların renk, form ve genel yapısıyla koleksiyon ile bütünlük oluşturabilmesi hedeflenmektedir.



Resim 94 - İnkarnadin Koleksiyonu İllüstrasyon Çizimleri

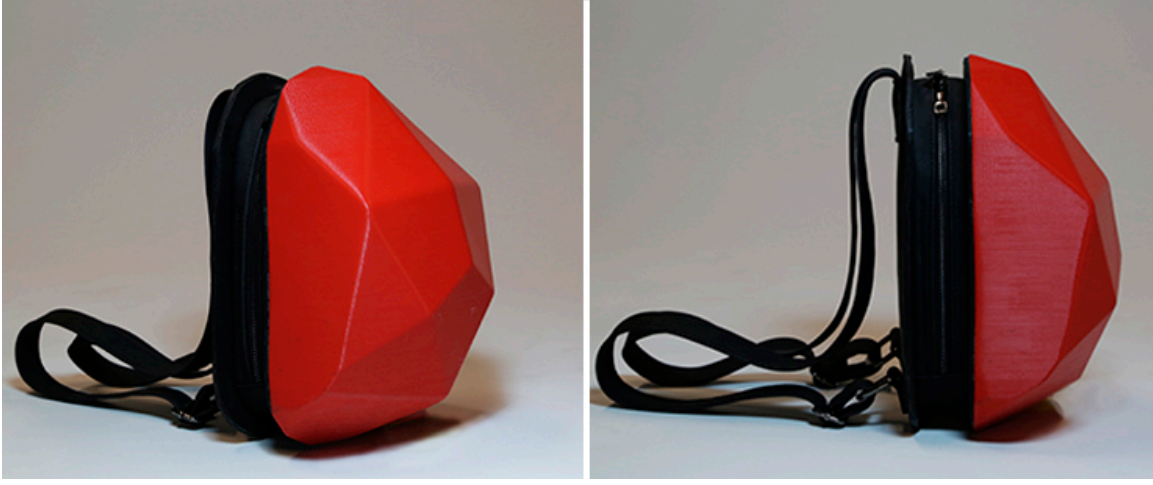
Kaynak: Sinemis Taşık



Resim 95 - İnkarnadin Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Oluşturulması Hedeflenen Aksesuar (Çanta) İllüstrasyon Çizimi

Kaynak: Sinemis Taşık

5.3.4. 4. AŞAMA: 3 BOYUTLU ÜRETİM SÜRECİ



Resim 96 - İnkarnadin Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Çanta

Kaynak: Sinemis Taşık



Resim 97 - İnkarnadin Koleksiyonu 3 Boyutlu Yazıcı İle Üretilmiş Çanta

Kaynak: Sinemis Taşık

6. 3 BOYUTLU YAZICI KULLANIMININ ETKİLERİ

6.1. 3 BOYUTLU YAZICI KULLANIMININ POZİTİF - NEGATİF YÖNLERİ

Gün geçtikçe kullanımı artan 3 boyutlu yazıcı sistemlerinin her alanda olduğu gibi pozitif ve negatif yönleri bulunmaktadır.

Aşağıda karşılaştırılmalı olarak 3 boyutlu yazıcı sistemlerinin pozitif ve negatif yönleri özetlenmektedir.

6.1.1. 3 BOYUTLU YAZICI KULLANIMININ POZİTİF YÖNLERİ:

1. Kullanım alanının sınırsızlığı.
2. Geleneksel yöntemlere kıyasla zaman ve maliyet açısından kazanç sağlaması.
3. 3 boyutlu modelleme imkanı ile hayal edilene en yakın sonucun üretilebiliyor olması.
4. Hızlı protorip ve tekrar üretim şansının olması.
5. Üretim sınırlaması kapsamında kullanılması durumunda çevre dostu ve geri dönüşüme uygun olması.
6. Bireysel üretim imkanı sağlaması.

6.1.2. 3 BOYUTLU YAZICI KULLANIMININ NEGATİF YÖNLERİ:

1. Hammadde çeşitliliği konusunda kısıtlı olması.
2. Telif haklarının yasalaşmamış olması sebebi ile izinsiz kullanımın önüne geçilememiş olunması.
3. Silah, delici alet vb. gibi tehlikeli aletlerin izinsiz üretilebiliyor olması.
4. Renk ve doku konusunda yeterli çeşitliliğe ulaşamamış olunması.
5. Üretim aşamasında ürün boyutlarının kısıtlanıyor olması.
6. Üretim sınırlaması kapsamında kullanılmaması durumunda çevre kirliliği yaratabilecek olması.
7. İnsan üretimi ve geleneksel yöntemleri geri plana atılıyor olması.

7. RÖPORTAJ

Türkiye' nin ilk ve tek 3 boyutlu yazıcı konsept mağazası 3Dörtgen'in Pazarlama ve İletişim Direktörü Doğukan Güngör ile 3 boyutlu yazıcı teknolojileri hakkında konuştuk.



Doğukan Güngör / 3Dörtgen Pazarlama ve İletişim Direktörü

Sinemis Taşık : Doğukan Bey burada bir çok yazıcı görüyoruz. 3 boyutlu yazıcılarda bu senenin trendleri nelerdir? Daha çok hangi sektörler de kullanılmaya başlanmıştır?

Doğukan Güngör : Aslında üç boyutlu yazıcı teknolojisinin bu aşamaya gelmesi en çok nihai kullanıcıları yani ev kullanıcılarını sevindirecek boyutta. Ev kullanıcıları, eğitim alanında kullanıcılar veya atölye kullanıcıları için hem mali açıdan hem de kalite açısından uygun boyuta ve seviyeye geldi.

Sinemis Taşık : Ev tipi bir 3 boyutlu yazıcının fiyatı ne kadar?

Doğukan Güngör : Ortalama 1250 \$ dan başlıyor 8000-9000 \$ a kadar çıkıyor fiyatlar.

Sinemis Taşık : Şu anda çalışan yazıcılar görüyoruz Doğukan Bey. Bir takım objelerin burada yazılmasına şahit oluyoruz. Baskıların alınması ne kadar zamanda tamamlanıyor? Bu süreç zor mu kolay mı? Biraz objelerin üzerinden anlatabilir misiniz ?

Doğukan Güngör : Üç boyutlu yazıcı teknolojisini kullanmadan önce biraz tasarım bilgisine sahip olmak gerekiyor. Yani üç boyutlu tasarım biliyor olmanız gerekiyor. Üç boyutlu

yazıcıda üretilen ürünün süresi de tamamen karmaşıklığı ve boyutuna göre değişiyor. Ne kadar büyük bir obje basarsanız o kadar çok zaman alır. Örneğin şurada bir Galata Kulesi basmıştık biz. Yaklaşık 27 - 30 saat arası bir sürede basıldı.

Sinemis Taşık : Şunu merak ediyorum doğru karşılaştırabilmek adına; eğer bu Galata Kulesi el yapımı olsaydı ne kadar sürede yapılırdı?

Doğukan Güngör : Biz mimarlarla konuşuyoruz Genelde maketleri aylar alıyor. Herhalde böyle bir şey yapmak için üç haftalarını harcarlardı.



Türkiye' nin ilk ve tek 3 boyutlu yazıcı konsept mağazası 3Dörtgen

Sinemis Taşık : Şurada bir obje yapılıyor herhalde bitmek üzere ?

Doğukan Güngör : Delta konseptindeki bu üç boyutlu yazıcının basabileceği maksimum büyükle bir kule yapıyor. Yaklaşık 15 dakika sonra falan bitimini göreceğiz.

Sinemis Taşık: Burada ne yapılıyor ?

Doğukan Güngör : Hemen örneğini göstereyim. Aslında üç boyutlu yazıcıların diğer üretim tekniklerinden farklılaştığı nokta bu. Tek seferde hareketli bir parçayı bu şekilde elimde gördüğünüz ürün gibi üretebiliyorsunuz. Bu, üç boyutlu yazıcıları diğer üretim teknolojilerinden ayıran en büyük özellik. Yani kalıp teknolojisiyle ve üretim teknolojileri ile üretemeyeceğiniz hareketli yapıları tek seferde üç boyutlu yazıcılarda üretebiliyorsunuz.

Sinemis Taşık : Hangi sektörlerde kullanılıyor şuan 3 boyutlu yazıcılar ?

Doğukan Güngör : En çok mimari, endüstriyel tasarım, tıp sektöründe ve diş hekimliği sektöründe kullanılıyor.

Sinemis Taşık : Peki bu sektörler arasında en çok hangi kullanım sizi şaşırtıyor?

Doğukan Güngör : Sanırım diş hekimliğindeki kullanımı. Diş kalıplarını artık 3 boyutlu yazıcıdan çıkaran bir sürü diş hekimi müşterilerimiz var. Bu ortalama bir süreyi 2 haftadan neredeyse 2-3 saate düşürmüş oluyor.



3Dörtgen Mağazası 3 Boyutlu Yazıcı İle Basılmış Ürünler

Sinemis Taşık : Peki protez de yapıyor değil mi?

Doğukan Güngör : Evet şu anda vücut protezleri de Amerika ve Hollanda’da tıp alanında çok fazla kullanılıyor. Vücut protezi yapılıyor. Kafatası protezi, diz protezi ve parmaklar içinde protezler yapılıyor. Hali hazırda Türkiye’de de bununla ilgili üretim yapmaya başlayan firmalar var.

Sinemis Taşık : Özellikle savunma sanayi ve havacılık sektörü 3 boyutlu yazıcıları çokça kullanılan sektörlerden. Peki onlar neler yapıyorlar ?

Doğukan Güngör : Özellikle Amerika’da savunma sanayiinde kullanılması çok yaygın. Hem orduda hem de NASA ‘nın MARS projesinde çok fazla kullanılıyor. Biliyorsunuz 2014 Eylül

ayında Mars’a bir üç boyutlu yazıcı gönderildi ve orda ilk üretim gerçekleşti. Bu da gelecekte uzayda insanların kendi kendine fabrikalarını kurarak 3 boyutlu yazıcılarını kullanarak istediklerini üretebilecekleri anlamına geliyor.

Sinemis Taşık : Üç boyutlu yazıcı denilince hayal gücünü çok zorlayan bir teknoloji canlanıyor gözümüzde. Dolayısıyla bunun bir sınırı var mı? İnsanların kafasında ‘ben 3 boyutlu yazıcı alırsam her şeyi yapabilir miyim?’ gibi bir soru var. Nasıl yorumlamak lazım bu durumu?

Doğukan Güngör : Tabi insanlar biraz sosyal medyadan ve ya dijital medyadan yanlış bilgiler ediniyorlar maalesef ki. Mesela organ yapımı ile ilgili veya bir araba yapıldığı gibi birtakım haberler dolaşıyor. Tabii ki bu haberlerin doğruluk payı birazcık abartılıyor. Çünkü şuan tek seferde canlı organ basımı gerçek değil. Bir organın canlı dokular kullanılarak basılması mümkün ama bu organlar henüz yaygın anlamda kullanılabilir durumda değil veya bir arabayı sıfırdan çalışabilir olarak üretilmesi mümkün olsada şuan için ticari üretim söz konusu değil. Ama gelecekte materyalin zenginleşmesi ile birlikte hızlı üretim ve ticari gelişmeler artış gösterecektir.

Sinemis Taşık : Peki bir de metal materyal basabilen 3 boyutlu yazıcılar var onlar hangi sektörde kullanılıyor ?

Doğukan Güngör : Metal 3 boyutlu yazıcılar daha çok sanayi sektöründe kullanılıyor. Prototip anlamında veya son kullanıcıya yönelik üretimler yapan otomotiv sektörü sanayinde daha çok kullanılıyor. Tabi ki onlar şuan ev tipi 3 boyutlu yazıcılardan değil. Çok daha büyük objeler üretebilen çok daha kapsamlı profesyonel üç boyutlu yazıcılar. Ev kullanıcılarına yönelik 3 boyutlu yazıcılar henüz metal üretim gerçekleştiremiyor.

Sinemis Taşık : 3 boyutlu yazıcılar gerçekten maliyeti düşüyor mu ?

Doğukan Güngör : Bu en çok aldığımız ve en önemli sorulardan bir tanesi bence. Çünkü diğer üretimin teknikleriyle karşılaştırıldığında mesela bir kalıp teknolojisiyle karşılaştırdığımızda maliyetler oldukça düşük. Buradaki ham maddelerin kilo fiyatları 80-100 tl arasında değişiyor. Bir kilodan bir kiloluk üretim gerçekleştiriyorsunuz.

Bunu şöyle örneklendirebiliriz yaklaşık 30 cm çapındaki bir su türbinini kalıp teknolojisiyle 50-60 bin dolara üretirken 3 boyutlu yazıcıyla 1000-2000 tl gibi bir maliyet karşılığında üretebiliyorsunuz.

Sinemis Taşık : Gelecekte ne gibi gelişmeler göreceğiz bunu sormak istiyorum.

Doğukan Güngör : Gelecekte aslında üç boyutlu yazıcı teknolojisinde akıllı malzeme devreye girecek. Nano teknolojinin gelişmesiyle birlikte malzeme teknolojisinin de dahil olmasıyla hareket edebilir ve kontrol edilebilir üretimler gerçekleştireceğiz. Yani tek seferde çalışır bir robotu üretebileceğiz. Malzeme teknolojisinin gelişmesiyle çok daha ileri seviyelere gelecek diyebilirim.



3Dörtgen Mağazası 3 Boyutlu Yazıcılar ve Basılmış Ürün Örnekleri

Sinemis Taşık : Son olarak 3 boyutlu yazıcıların moda tasarımı ve aksesuar tasarımı alanlarındaki yeri ve önemini sormak istiyorum. Ne gibi gelişmeler bizi bekliyor?

Doğukan Güngör : Ülkemizde yazıcılar bu alanlarda yeni yeni kullanılmaya başlanmış olmasına rağmen özellikle yurt dışında 3 boyutlu yazıcılar ile çok ilginç tasarımlar yapıldığını görüyoruz. Fakat sevinerek söyleyebilirimki son dönemde bizimle çalışmak isteyen moda tasarımcıları artış gösterdi. Özellikle bu teknolojinin yaratıcılık konusunda sınırsız olması tasarımcıların yenilik peşinde koşabilme özgürlüğünü destekliyor. Materyal çeşitliliği artışı ile gelecek yıllarda evde kendi giysisini üretebilme teknolojisinin gelişeceğini ön görmekteyiz.

SONUÇ

Yapısı gereği yenilik kavramı ile iç içe olan moda tasarımı ve aksesuar tasarımı bilim ve teknoloji ile birlikte ilerlemektedir.

Birçok alanda kullanımı yaygınlaşan 3 boyutlu yazıcılar, inovatif anlamda öncü olan moda tasarımı ve aksesuar tasarımı alanlarında kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

İlk 3 boyutlu yazıcı yöntemi ile üretilen giysiden bugüne gözlemlenen gelişmeler bu teknolojinin gelecekteki gelişiminin öngörüsü niteliğindedir.

Kullanılan malzemelerin kısıtlılığına rağmen özellikle geri dönüştürülebilir olması, kalıp gereksinimini azaltması ve ürün çoğaltma konusundaki kolaylığı bu teknolojinin tercih edilme sebeplerinden sadece birkaçıdır.

Yapılan çalışmada görüldüğü üzere 3 boyutlu yazıcılar sayesinde bireyselleşmiş ürünler elde etmek ve yaratıcılığın sınırlarını kaldırmak mümkünleşmiştir. Kullanıcılar bilgisayar ortamında modellenmiş tasarımları istedikleri malzeme, boyut, renk ve dokuda baskılayabilmektedir. Bu sayede 3 boyutlu yazıcı sistemlerinin gelişmesiyle doğru orantılı olarak kişilerin ihtiyaçlarını karşılama konusunda daha az problem yaşayacakları ön görülmektedir.

Yapılan araştırmalar ışığında, yakın gelecekte tasarımcı ve markaların giysi veya aksesuar üretmek yerine tasarımlarını üretilmeye hazır dijital 3 boyutlu model olarak internet üzerinden satışa çıkaracağı, kullanıcının tasarımı istediği beden, renk ve dokuda basabileceği ön görülmektedir.

Bunun yanı sıra malzeme sınırlarının kalkması ve gelecekte yüzeylerin filament şekline (örn: denim kumaş flamenti vb. gibi) dönüştürülmesi, böylelikle kullanıcıların istedikleri malzemeyi filamentler halinde satın alıp üretim yapabilmeleri beklenmektedir. Bu şekilde mağaza, ham madde depolama alanı ve nakliye maliyetlerinin ortadan kalkacağı da söylenmektedir.

Yurt dışındaki tasarımcı ve markaların bireysel çabaları, teknolojik firmalar ve fonlar ile global yaygınlaşma ve tanıtım adına desteklenmektedir. Bu sebeple ülkemizde henüz 3 boyutlu yazıcı teknolojisi diğer ülkelerde olduğu kadar gelişmiş değildir.

Özellikle Avrupa ülkelerinde ilkokullardan başlanarak 3 boyutlu yazıcı sistemlerinin ders olarak müfredata eklenmesi ve 3 boyutlu yazıcıların okullarda bulundurulması ile tasarımcı adaylarının teknolojik gelişmelere uyum süreci küçük yaşlardan itibaren oluşturulmaya başlanmaktadır.

Her eve girmesi beklenen sistem sadece moda tasarım ve aksesuar tasarımı alanında değil bir çok alanda yaygınlaşmaya başlamıştır.

Moda tasarım ve aksesuar tasarımı alanında ilk kullanılmaya başlandığı dönemde heykelsi formlar ve avangart stilde varlığını hissettiren teknoloji, son dönemlerde gerçekçi ve giyilebilir tasarımlar üzerinde kullanılmaya başlanılmıştır. İnsan bedeni ile hem sağlık hem de form açısından uyumlu yapılar elde etme girişimlerinde bulunan tasarımcılar, hazır giyim alanında ilerleyebilmek için öncelikli olarak malzeme teknolojisi üzerine yoğunlaşmaktadır.

Moda alanında bu inovatif yöntemin hem bazı fırsatları hem de bazı kısıtlılıkları bünyesinde bulundurduğu görülmektedir. Pozitif yönleri arasında kişiye özel, özgün ve yenilikçi tasarımları destekler nitelikte oluşu, geleneksel yöntemlere kıyasla zaman ve maliyet açısından kazanç sağlaması, 3 boyutlu modelleme imkanı ile hayal edilene en yakın sonucun üretilebiliyor olması, hızlı prototip ve tekrar üretim imkanı sağlayabilmesi sıralanabilmektedir. Negatif yönleri arasında ise hammadde çeşitliliği konusunda kısıtlı olması, telif haklarının yasalaşmamış olması sebebi ile izinsiz kullanımın önüne geçilememiş olunması, silah, delici alet vb. gibi tehlikeli aletlerin izinsiz üretilebiliyor olması, renk ve doku konusunda yeterli çeşitliliğe ulaşılamamış olunması, üretim aşamasında ürün boyutlarının kısıtlanıyor olması. üretim sınırlaması olmaması sebebiyle çevre kirliliği yaratabilecek olması, insan üretimi ve geleneksel yöntemleri geri plana atılıyor olması sıralanabilmektedir.

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi özellikle sanatçılar ve tasarımcılar için hayal gücünün sınırlarını zorlayan yaratıcı fikirler vaat etmekte, moda tasarım ve aksesuar tasarımı ile teknolojinin beraber hareket etmesi durumunda, geleceği şekillendirebileceği ve tasarımda herkesin kazanacağı oluşumları bizlere sunacağı söylenebilmektedir.

KAYNAKÇA

Ben Redwood, Filemon Schöffner, Brian Garret,
İngilizceye Uyarlama: Tony Fadell, **The 3D Printing Handbook**,
3D HUBS, 2017

Brian Evans, **Practical 3D Printers – The Science and Art of 3D Printings**,
New York: TIA, 2012

Christopher Barnatt, **3D Printing – The Next Industrial Revolution**,
U.S.A: ExplainingTheFuture.com, 2013

Claire Warnier, Dries Verbruggen, Sven Ehmann, Robert Klanten,
Printing Things, Berlin: Gestalten, 2014

Bradley Quinn, **Textile Futures: Fashion, Design and Technology**, New York: Berg
Publishing, 2010

Joan Horvart, **Mastering 3D Printing**, New York: TIA, 2014

James Floyd Kelly, **3D Printing: Build Your Own 3D Printer and Print Your Own 3D
Objects**, U.S.A: Que, 2013

Brook Drumm, James Floyd Kelly, John Edgar Park, Brian Roe, John Baichtal, Rick Winscot,
Steven Bolin, Nick Ernst, and Caleb Cotter, **Make: 3D Printing Projects**, San Francisco:
Maker Media, 2015

Dorling Kindersley, **3D Printing Projects: Amazing Ideas to Design and Make**, New York:
United States by DK, 2017

Patrick Hood-Daniel, James Floyd Kelly, **Printing in Plastic Build Your Own 3D Printer**,
New York: TIA, 2011

Liza Wallach Kloski, Nick Kloski, **Getting Started with 3D Printing**, Canada: Maker Media, 2016

Anna Kaziunas France, **Make 3D Printing The Essential Guide to 3D Printers**, Canada: Maker Media, 2013

Marcus Ritland, **3D printing with SketchUp : real-world case studies to help you design models in SketchUp for 3D**, Birmingham: Packt, 2014

Josef Prusa, **3D Printing Handbook**, London: Prusa Research, 2016

Abdulkadir Bedir, Cenk Çırıkka, Esger İsmayilov, **Çift Başlı Üç Boyutlu Yazıcı İmalatı İle Mekanik Özellikleri İyileştirilmiş Kompozit Parça Üretimi**, Trabzon, Haziran, 2018

Mustafa Güney Çalışkan, **Üç Boyutlu Yazıcılar ve Gelecekte Yaratacağı Olası Fikri Haklar Çatışmaları**, Türk Patent Enstitüsü, Patent Dairesi Başkanlığı, 2015

Mine Yıldırım, **Moda Giyim Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcılarla Tasarım ve Üretimi Makalesi**, ART-E, Sayı:17 ISSN 1308-2698, Mayıs-Haziran 2016

Ömer Zaimoğlu, Mine Yıldırım, **Moda Tasarımında İnovatif Bir Yöntem: Üç Boyutlu Yazıcılar İle Giysi Tasarımı Uygulamaları**, idil, Cilt 6, Sayı 38, Volume 6, 2017

3D Make & Print, Mayıs, Sayı:05, U.K., 2017

Doç. Dr. Birsen Çileroğlu, Öğr. Gör. Serdar Egemen Nadasbaş, **Moda Tasarımında 3 Boyutlu Yazıcıların Malzeme-İşlev-Form Odaklı Kullanımları Ve Çok İşlevli Modüler Giysi Tasarımı Çalışması**, Araştırma Makalesi, 15.04.2018, Gazi Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Moda Tasarımı Bölümü, Atılım Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Moda ve Tekstil Tasarımı Bölümü

Ultimaker Internet Sayfası <https://ultimaker.com/en/explore/how-is-3d-printing-used>

Mustafa Kemal Akgül (2014). Sanayi Üretiminde Çığır Açan Teknolojiler Üç Boyutlu [3D] Yazıcılar. Anahtar Dergisi. <https://Anahtar.Sanayi.Gov.Tr/Tr/News/Sanayi-Uretiminde-Cigir-Acan-Teknolojiler-Uc-Boyutlu-%5b3d%5D-Yazicilar/1820>

Semiz, T. (2018). 3D Yazıcı (Printer) Nedir? Nasıl Çalışır? Neler Yapılabilir? <https://Maker.Robotistan.Com/3d-Yazici-Printer/>

3D Printers, <http://Www.3dsystems.Com/30-Years-Innovation>

Üç Boyutlu Yazıcı Nedir? (2016). <https://Fibilo.Com/Uc-Boyutlu-Yazici-Nedir/>

Polimer Nedir? Çeşitleri, Özellikleri Nelerdir?
<https://Teknolojiprojeleri.Com/Mekanik/Polimer>

3 Boyutlu Yazıcılarda Filamentlerin Özellikleri
<https://Www.Artiboyut.Com/Index.Php/Tr/Bilgi-Bankasi/39-3d-Yazici-Filament-Ozellikleri>

Selective Laser Sintering, Birth Of An Industry Department Of Mechanical Engineering (2012). <http://Www.Me.Utexas.Edu/News/News/Selective-Laser-Sintering-Birth-Of-An-Industry>

How FDM 3D Printing Works. (2016).
<http://Www.Stratasys.Com/3d-Printers/Technologies/Fdm-Technology>.

Lindstrom, A. Selective Laser Sintering, Birth of an Industry. The University of Texas Austin. Ashley Lindstrom. (2012) <http://Www.Me.Utexas.Edu/News/News/Selective-Laser-Sintering-Birth-Of-An-Industry>

3D Yazıcı Tarihi ve Gelişimi (2019).<http://Priyoid.Com/3d-Yazici-Teknolojisi/3d-Yazici-Tarihi/>

Engineering a Kidney.Wake Forest. School of Medicine.
<http://Www.Wakehealth.Edu/Research/WFIRM/Research/Engineering-A-Kidney.Htm>

Fibilo 3D. 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanım Alanları, (2017)

<https://Fibilo.Com/3d-Yazicilarin-Kullanim-Alanlari/>

Yazıcı Organ Üretimi <https://Www.Webtekno.Com/Bilim-Haberleri/3d-Yazici-Organ-Uretimi-H11837.Html>

3 Boyutlu Yazıcılar ile Yapay Organ Çalışmaları, <https://teknolojiProjeleri.com/3d-Yazici/3-Boyutlu-Yazicilar-%C4%B0le-Yapay-Organ-Calismalari>

3D Yazıcı İle Organ Üretimi Yaygınlaşıyor, 2016

<https://www.webtekno.com/bilim-haberleri/3d-yazici-organ-uretimi-h11837.html>

Protolabs Adopts Carbon's 3D Printing for On-Demand Production, (2019)

<https://Www.Engineering.Com/3dprinting/3dprintingarticles/ArticleId/11223/Manufacturing-Wearable-Computers-With-3D-Printed-Textiles.AspX>

Eğitimde 3 Boyutun Faydası, <http://www.voksel.com.tr/blog/egitimde-3-boyutun-faydasi>

Atlantic Council Report (2013). <https://www.atlanticcouncil.org/publications/reports>

Harmonograph Dress and Pangolin Dress (2016).

<https://3dprintedart.Stratasys.Com/Threeasfourharmonographandpangolin>

Watkin, H. (2016). 3D Printed Amimono Vest by Started and Masaharu Ono.

<https://All3dp.Com/Amimono-3d-Printed-Vest/>

Peleg, D. (2014). My 3D Printing Journey. <https://Danitpeleg.Com/The-Process/>

Tess (2015). Iris van Herpen's astonishing 3D printed fashion arrives at the High Museum of Art. <https://Www.3ders.Org/Articles/20151111-Atlanta-High-Museum-Of-Art-3d-Printed-Fashion-Designer-Iris-Van-Herpen.Html>

Mendoza, H, R. (2018). 3D Printed Dress from Iris van Herpen Pushes Boundaries of Fashion. <https://3dprint.Com/201774/3d-Printed-Dress-Iris-Van-Herpen/>

Augur, H. (2016). Wipprecht Talks 3D Printed Spider Dress, FashionTech. <https://All3dp.Com/Wipprecht-Talks-3d-Printed-Spider-Dress-Fashiontech/>

Krassenstein, E. (2014). The “Synapse Dress”: Intuitive 3D printed wearable body response dress by Anouk Wipprecht. <https://3dprint.Com/14852/Synapse-Dress-Anouk-Wipprecht/>

Olewitz, C. (2015). Cars, fashion and technology: Audi-inspired 3D printed fashion pieces hit the runway. <https://www.Techly.Com.Au/2015/09/02/Cars-Fashion-Technology-Oh-Audi-Inspired-3d-Printed-Fashion-Pieces-Hit-Runway/>

Krassenstein, E. (2015). Anouk Wipprecht’s 3D Printed Audi A4 Dress Collection Brings Incredible Virtual Reality to Fashion. <https://3dprint.Com/83069/Audi-A4-3d-Printed-Dresses/>

Fabian. (2015). Fashion Meets 3D Printing – An Overview of Anouk Wipprecht’s Amazing Tech Dresses. <https://i.Materialise.Com/Blog/En/Fashion-Meets-3d-Printing-An-Overview-Of-Anouk-Wipprechts-Amazing-Tech-Dresses/>

O’Neal, B. (2014). 3D Printing and Knitting Converge: Technical crafting brings new dimension to apparel. <https://3dprint.Com/22901/Knitting-3d-Printing-Textiles/>

O’Neal, B. (2019). 3D Printed Knitted Textile Structures. <https://3dprint.Com/236944/Manchester-Metropolitan-University-School-Art-Researcher-Tests-3d-Printed-Knitted-Textile-Structures/>

Flexible Textile Structures, 3D Printing. (t.y.) <https://Vimeo.Com/84501377>

Korpimaa, Karoliina (2014). <https://www.Bryanoknyansky.Com/Heavymetalseries>

Howarth, Dan (2014). <https://www.dezeen.com/2014/05/07/janne-kyttanen-3d-printed-lost-luggage-kit/>

Payne, S. Cubify 3D Printed Shoes by Janne Kyttanen. <https://www.thecoolist.com/cubify-3d-printed-shoes-by-janne-kyttanen/>

Watkin, H. (2016) Oscillation is a 3D Printed Dress Inspired by Quantum Physics. <https://all3dp.com/oscillation-3d-printed-dress-stratasys/>

Iris Van Herpen, (2015) <https://www.dezeen.com/2013/07/02/3d-printed-shoes-by-iris-van-herpen-and-rem-d-koolhaas/>

Hollandalı Tasarımcı Iris Van Herpen Modanın Giyilebilir Sanat Olduğunu Savunuyor, (2015)
<https://www.alem.com.tr/foto-galeri/hollandali-tasarimci-iris-van-herpen-modanin-giyilebilir-sanat-oldugunu-savunuyor-636314>

Iris Van Herpen: Transforming Fashion <https://high.org/exhibition/iris-van-herpen/>

About threeASFOUR <https://threeasfour.com/pages/about>

My 3D Printed Fashion Workshop Is Finally Here <https://danitpeleg.com/>

Iris Van Herpen Teams With 3D Systems Create Mesmorizing Crystal Esque 3d Printed Dress & Shoes <https://3dprint.com/53854/iris-van-herpen-3d-fashion/> Eddie Krassenstein
27.03.2015

Ice Shoe By United Nude
<https://www.deluxe-distribution.de/ice-shoe-united-nude/>

Zaha Hadid, Fernando Romero And Friends Reinvent The High Heel For Milan Design Week 2015 <https://archpaper.com/tag/fernando-romero/> 7.04.2015

Arzu Kaprol Kimdir, (2019) <https://www.biyografi.net.tr/arzu-kaprol-kimdir/>

MBFWI/Arzu Kaprol Show, (2016) <https://www.elele.com.tr/moda/trend/mbfwiarzu-kaprol-show>

3b Yazıcı Sayesinde Kendi Markasını Yarattı: Mirimalist, (2018)
<https://blog.3dortgen.com/3b-yazici-sayesinde-kendi-markasini-yaratti-mirimalist/>

Röportaj: Doğukan Güngör, 3Dörtgen Pazarlama ve İletişim Yöneticisi, “3 Boyutlu Yazıcı Teknolojisi” konulu görüşme. İstanbul 10.05.2019



