

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DE ENDÜSTRİYEL TASARIMCILARIN 3 BOYUTLU
YAZICILARI KULLANIMLARI HAKKINDA BİR İNCELEME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Negrıcan Sandalcı

Endüstri Ürünleri Tasarımı Anabilim Dalı

Endüstri Ürünleri Tasarımı Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Özlem Er

Haziran 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DE ENDÜSTRİYEL TASARIMCILARIN 3 BOYUTLU
YAZICILARI KULLANIMLARI HAKKINDA BİR İNCELEME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Negrıcan Sandalcı

Endüstri Ürünleri Tasarımı Anabilim Dalı

Endüstri Ürünleri Tasarımı Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Özlem Er

Haziran 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502131905 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Negrıcan Sandalcı, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “Türkiye’de Endüstriyel Tasarımcıların 3 Boyutlu Yazıcıları Kullanımları Hakkında Bir İnceleme” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Özlem Er**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Özlem Er**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Adnan Dikicioğlu**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Hakan Ertem**
Marmara Üniversitesi

Aileme,

ÖNSÖZ

Öncelikle bana tüm tez çalışmamda yol gösterici olan ve tezin şekillenmesinde çok büyük katkısı olan, bilgisiyle ve öngörüsüyle hep yanımda olan, en zor koşullarda dahi muhteşem bir danışman olan çok sevgili Prof. Dr. Özlem Er'e sonsuz teşekkür ederim.

Ardından, tez yazma sürecinin büyük çoğunluğunda yanımda olan ve eşsiz arkadaşlığı ile sağladığı motivasyon için Ezgi Torun'a ve sevgili Cansu Kaya'ya çok teşekkür ediyorum. Ayrıca tez çalışmasına sağladığı büyük faydalar için Seyyid Bucak'a da sonsuz teşekkür ediyorum.

Tezin oluşmasında önemli katkıları olan, Deniz Karasahin'e, Burak Pekcan'a, Mehmet Mert Sezer'e, Gizem Çelebi'ye, Ali Gökkurt'a, Erdem İnanç'a, Ali Can Erk'e, Ahmet Alpat'a, Serhat Özperçin'e, Utku Demirkan'a, Furkan Bakır'a, Selçuk Keser'e, Mertcan Avcı'ya, Emre Uzun'a, Enver Tatlısu'ya, Mehmet Aydın Baytaş'a, Mustafa Kemal Akser'e ve Özkan Bebek'e ayrı ayrı teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak, her zaman ve her koşulda yanımda olan ve bana yardımlarını hiç esirgemeyen sevgili anneme, babama ve kardeşlerime çok teşekkür ediyorum. Onlar olmasaydı bu tez çalışması olamazdı.

Haziran 2016

Negrigan Sandalcı
Makine Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
TABLO LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Arka Planı.....	2
1.2 Endüstriyel Tasarımda Modelleme	3
1.2.1 Endüstriyel tasarım eğitiminde görselleştirme aracı olarak prototip yapımı	4
1.2.2 Endüstriyel tasarımda üç boyutlu yazıcıların potansiyeli	16
1.2.3 Endüstriyel tasarım eğitiminde üç boyutlu yazıcılar.....	26
1.3 Üç Boyutlu Yazıcılar.....	27
1.3.1 Üç boyutlu yazıcı nedir?	27
1.4 Üç Boyutlu Yazıcıların Tarihsel Gelişimi.....	30
1.5 Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanıldığı Endüstriler.....	44
1.5.1 Havacılık endüstrisinde üç boyutlu yazıcılar	45
1.5.2 Otomotiv endüstrisinde üç boyutlu yazıcılar	46
1.5.3 Tüketici ürünleri ve elektronik endüstrisinde üç boyutlu yazıcılar.....	46
1.5.4 Medikal ve dental sektöründe üç boyutlu yazıcılar	46
1.5.5 Eğitim sektöründe üç boyutlu yazıcılar	46
1.5.6 Savunma sanayisinde üç boyutlu yazıcılar	50
1.5.7 Mimarlık alanında üç boyutlu yazıcılar	50
1.5.8 Diğer alanlarda üç boyutlu yazıcılar	51
1.6 Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanıldığı Uygulamalar	51
1.7 Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojileri	57
1.7.1 Vat photopolymerisation	58
1.7.2 Material jetting	60
1.7.3 Binder jetting.....	61
1.7.4 Material extrusion.....	64
1.7.5 Powder bed fusion.....	66
1.7.6 Sheet lamination.....	68
1.7.7 Directed energy lamination	70
1.8 Üç Boyutlu Yazıcılarla Üretimde Kullanılan Malzemeler.....	72
1.8.1 Plastikler.....	72
1.8.2 Metaller	76
1.8.3 Seramik ve kompozitler	78

1.9 Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Avantajları	80
1.9.1 Üç Boyutlu yazıcıların sağladığı doğrudan avantajlar	81
1.9.1.1 Üç boyutlu yazıcıların ürün tasarımcılarına yararları	82
1.9.1.2 Üç boyutlu yazıcıların üretim mühendislerine yararları	82
1.9.2 Üç boyutlu yazıcıların sağladığı dolaylı avantajlar	83
1.9.2.1 Pazarlamaya olan yararları	83
1.9.2.2 Tüketiciye olan yararları	84
2. ARAŞTIRMA METODU	85
2.1 Giriş	85
2.2 Araştırmanın Ana Amaçları	86
2.3 Araştırma Yöntemlerinin Belirlenmesi	87
2.4 Araştırma Metodu Olarak Görüşme	88
2.4.1 Endüstriyel tasarımcılarla öngörüşmeler	89
2.4.2 Görüşme yapılacak firmaların seçimi	91
2.4.3 Görüşmenin yapısı	93
3. BULGULAR	95
3.1 Görüşme Yapılan Tasarımcılar ve Kurumlar	95
3.1.1 Ön Görüşme yapılan tasarımcılar hakkında genel bilgiler	95
3.1.2 Görüşülen üç boyutlu yazıcı firmaları hakkında genel bilgiler	96
3.1.3 Görüşülen okullar ve kuluçka merkezleri hakkında genel bilgiler	100
3.2 Görüşmelerin Analiz Edilmesi	100
3.2.1 Ön görüşmelerin sonuçları	100
3.2.1.1 Tasarımcıların ilk defa üç boyutlu yazıcı kullanımları	100
3.2.1.2 Tasarımcıların üç boyutlu yazıcı uygulamaları	102
3.2.1.3 Tasarımcıların kullandığı üç boyutlu modelleme programları	103
3.2.1.4 Tasarımcıların üç boyutlu yazıcı kullanım bilgisi	105
3.2.1.5 Tasarımcıların üç boyutlu baskı süreci hakkındaki düşünceleri	106
3.2.1.6 Tasarımcıların üç boyutlu baskı hizmeti almaları	107
3.2.1.7 Tasarımcıların üç boyutlu yazıcılardan beklentileri	109
3.2.1.8 Tasarımcıların üç boyutlu yazıcı kullanım süreçleri	110
3.2.1.9 Tasarımcıların Türkiye’de üç boyutlu yazıcı kullanımı ve bilinirliği Hakkındaki Düşünceleri	111
3.2.2 Üç Boyutlu yazıcı firmalarıyla görüşme sonuçları	113
3.2.2.1 Türkiye’de üç boyutlu yazıcı müşterileri	113
3.2.2.2 Türkiye’de kullanılmakta olan üç boyutlu yazıcı teknolojileri	116
3.2.2.3 Türkiye’deki üç boyutlu yazıcı teknolojileri alanında bilgili/bilgisiz müşteri dağılımı	118
3.2.2.4 Üç boyutlu yazıcılar ve endüstriyel tasarımcı ilişkisi	123
3.2.2.5 Türkiye’de üç boyutlu yazıcı pazarı	128
3.2.3 Okullar ve kuluçka merkezleriyle yapılan görüşme sonuçları	137
3.2.3.1 Yerleşkenin imkanları	137
3.2.3.2 Yerleşkede bulunan üç boyutlu yazıcı sayısı ve özellikleri	145
3.2.3.3 Sarf malzeme tüketimi ve üç boyutlu yazıcıların çalıştırılma süreleri	147
3.2.3.4 Hedef kitle olarak endüstriyel tasarımcılar	150
4. SONUÇ VE TARTIŞMA	153
KAYNAKLAR	157
EKLER	1655
ÖZGEÇMİŞ	245

KISALTMALAR

FDM : Fused Deposition Modelling
SLA : Stereolithography
SLS : Selective Laser Sintering

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1 : Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanıldığı Endüstriler ve Yüzdelik Dilimleri.	45
Tablo 1.2 : AM Teknolojilerinin Uygulamaları.	52

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Fikir Görselleştirme.	5
Şekil 1.2 : Çalışma Görselleştirme.	5
Şekil 1.3 : Referans Çizimi.	6
Şekil 1.4 : Hafıza Skeçleri.	6
Şekil 1.5 : Kodlanmış Skeç.....	6
Şekil 1.6 : Bilgi Skeci.	7
Şekil 1.7 : Skeç Görselleştirme.....	7
Şekil 1.8 : Yerleşik Sketch.....	7
Şekil 1.9 : Senaryo & Hikaye kartları.....	8
Şekil 1.10 : Senaryo & Hikaye kartları.....	8
Şekil 1.11 : Düzen Görselleştirme	8
Şekil 1.12 : Sunum Görselleştirme.	9
Şekil 1.13 : Perspektif Çizimi.....	9
Şekil 1.14 : Gen Düzeni Çizimi	9
Şekil 1.15 : Detay Çizimi	10
Şekil 1.16 : Teknik Görselleştirme	10
Şekil 1.17 : Skeç Model.....	10
Şekil 1.18 : Tasarım Geliştirme Modeli.	11
Şekil 1.19 : Fonksiyonel Model.....	11
Şekil 1.20 : Operasyonel Model	11
Şekil 1.21 : Görüntü Modeli	12
Şekil 1.22 : Montaj Modeli.....	12
Şekil 1.23 : Üretim Modeli.	12
Şekil 1.24 : Servis Modeli.	13
Şekil 1.25 : Deneysel Prototip	13
Şekil 1.26 : Alfa Prototip	13
Şekil 1.27 : Beta Prototip.....	14
Şekil 1.28 : Sistem Prototipi.	14
Şekil 1.29 : Final Donanım Prototipi.....	14
Şekil 1.30 : Ara parçasız komponent.....	15
Şekil 1.31 : Görüntü Prototipi.....	15
Şekil 1.32 : Ön Üretim Prototipi.....	15
Şekil 1.33 : Normal tarafından üretilmiş özelleştirilmiş kulaklık.....	17
Şekil 1.34 : Soreq'in enerji geçiren üç boyutlu baskıyla alınmış ayakkabı tasarımı.	19
Şekil 1.35 : 'The Metsidian' Kyttanen tarafından tasarlanmış masa.....	20
Şekil 1.36 : Bakır katmanlardan oluşan 'The Avoid' tabure.	21
Şekil 1.37 : Nex Balance tarafından üretilmiş ayakkabı tabanı.....	21
Şekil 1.38 : Nex Balance tarafından üretilmiş ayakkabı tabanı prototipi.....	22
Şekil 1.39 : Deniz Karaşahin tarafından tasarlanan 'Osteoid'	23

Şekil 1.40 : Osteoid ve LIPUS cihazı	24
Şekil 1.41 : Defne Koz tarafından tasarlanan Solid Air koleksiyonundan bir parça .	25
Şekil 1.42 : Solid Air koleksiyonundan bir parça	25
Şekil 1.43 : SLA 1.	30
Şekil 1.44 : 3d systems SLA 250.	31
Şekil 1.45 : 'The DTM'	32
Şekil 1.46 : LOM Sistemi.	32
Şekil 1.47 : 3D Modeller.....	33
Şekil 1.48 : DTM SinterStation 2000.....	33
Şekil 1.49 : Actua 2100 Modeli	34
Şekil 1.50 : Bioprinter: Bladder	35
Şekil 1.51 : SLA 7000 Model	35
Şekil 1.52 : Quadra.	36
Şekil 1.53 : Prodigy.	36
Şekil 1.54 : Stratasys Dimension.	37
Şekil 1.55 : Kulak Dokusu.....	37
Şekil 1.56 : Dimension SST Modeli.	38
Şekil 1.57 : Spectrum Z510.	38
Şekil 1.58 : 'Red Eye RPM' Sistemi.	39
Şekil 1.59 : Z450 Modeli.	39
Şekil 1.60 : Connex 500 Modeli	40
Şekil 1.61 : Darwin ve Thingiverse.	40
Şekil 1.62 : Mendel.	41
Şekil 1.63 : Makerbot.....	41
Şekil 1.64 : Urbee.	42
Şekil 1.65 : Çikolata basan üç boyutlu yazıcı	42
Şekil 1.66 : Çift nozullu üç boyutlu yazıcı.	43
Şekil 1.67 : Dental Model.	43
Şekil 1.68 : Amazon 3d store.	44
Şekil 1.69 : Katmanlı üretim ile üretilmiş kopingler.	47
Şekil 1.70 : Alan Schoen tarafından keşfedilmiş üçlü periyodik minimal yüzeyleri olan 'Gyroid'	48
Şekil 1.71 : Coğrafik özelliklerin yer aldığı bir jeolojik model.....	48
Şekil 1.72 : Üç boyutlu yazıcı ile üretilmiş sanatsal obje.....	49
Şekil 1.73 : Üç Boyutlu Yazıcıdan Basılmış Mimari Bir Model.....	50
Şekil 1.74 : Katmanlı üretim ile üretilmiş cerrahi model.	52
Şekil 1.75 : Silikon Kalıp.....	53
Şekil 1.76 : AM yöntemiyle üretilmiş hassas döküm modeli.	53
Şekil 1.77 : Üç boyutlu yazıcı tarafından üretilmiş çevreleyen soğutma kanalları ...	54
Şekil 1.78 : AM ile üretilmiş CMM Kontrol amaçlı parça tutucu sabitleyici.	54
Şekil 1.79 : LEAP motoru yakıt nozulu.....	55
Şekil 1.80 : AM ile üretilmiş 'Mazzo di Fiori' heykeli, Joshua Harker	55
Şekil 1.81 : Idea 2 product lab.	56
Şekil 1.82 : Novogen Bioprinter.	56
Şekil 1.83 : DLP Teknolojisi.	59
Şekil 1.84 : DLP ile üretilmiş takı modelleri	59
Şekil 1.85 : Form 1+ Üç Boyutlu Yazıcı	60
Şekil 1.86 : Polyjet.....	60
Şekil 1.87 : Material Jetting Teknolojisi.....	61
Şekil 1.88 : Binder jetting sistemi baskı başlığı.....	62

Şekil 1.89 : ‘Binder Jetting’ Sistemi.....	62
Şekil 1.90 : 3D Systems, Projet 4500 ile üretilen ayakkabı modeli	63
Şekil 1.91 : Voxeljet tarafından üretilmiş dişli kutusu için kumdan gövde.....	63
Şekil 1.92 : Material Extrusion Sistemi.....	64
Şekil 1.93 : Ultimaker Masaüstü Üç Boyutlu Yazıcı.	65
Şekil 1.94 : ‘Powder bed’ Fusion Teknolojisi	66
Şekil 1.95 : sPro, 3D Systems tarafından üretilmiş power bed fusion teknolojili 3d printer.....	67
Şekil 1.96 : ‘Powder bed fusion’ ile üretilmiş Airbus A350 kabin bağlantı ayıracı..	68
Şekil 1.97 : ‘Sheet Lamination’ Teknolojisi.....	69
Şekil 1.98 : ‘Sheet Lamination’ ile üretilmiş bir ürün	69
Şekil 1.99 : ‘Sheet Lamination’ Teknolojisi.....	70
Şekil 1.100 : SonicLayer 400, UAM teknolojisiyle çalışan üç boyutlu yazıcı.....	70
Şekil 1.101 : Directed energy deposition yöntemi.....	71
Şekil 1.102 : LENS.....	72
Şekil 1.103 : ULTEM 9085 Malzemesinden Üretilmiş Parça.....	73
Şekil 1.104 : OXPEKK ile üretilmiş kafatası implantı.....	75
Şekil 1.105 : Paslanmaz çelikten saat çerçevesi, EOS.....	76
Şekil 1.106 : <i>Ortho Tough 3SP</i> , Envisiontec tarafından üretilmiş ortodontik model.....	79
Şekil 1.107 : Mobius band, HDPE HX 17 to malzemesinden üretilmiştir.....	80
Şekil 1.108 : 25 yıllık sürede, proje zamanları ve ürün karmaşıklık derecesi	81
Şekil 1.109 : RP teknolojilerinin entegrasyonunun sonuçları	81
Şekil 3.1 : Yat Modeli Mehmet Mert Sezer Tasarımı.	111
Şekil 3.2 : Atolye İstanbul Ortak Çalışma Alanı.	138
Şekil 3.3 : Girişim Fabrikası Atolye (Fotoğraf 1).....	140
Şekil 3.4 : Girişim Fabrikası Atolye (Fotoğraf 2).....	141
Şekil 3.5 : Koç Incubation Atolye (Fotoğraf 1).....	142
Şekil 3.6 : Koç Incubation Atolye (Fotoğraf 2).....	142
Şekil 3.7 : İTÜ Maket Atolyesi.	143
Şekil 3.8 : Bilgi Üniversitesi Tasarım Atolyesi (Fotoğraf 1).....	143
Şekil 3.9 : Bilgi Üniversitesi Tasarım Atolyesi (Fotoğraf 2).....	143
Şekil 3.10 : Özyeğin Üniversitesi Robotik Araştırma Laboratuvarı (Fotoğraf 1).	144
Şekil 3.11 : Özyeğin Üniversitesi Robotik Araştırma Laboratuvarı (Fotoğraf 2).	145

TÜRKİYE’DE ENDÜSTRİYEL TASARIMCILARIN 3 BOYUTLU YAZICILARI KULLANIMLARI HAKKINDA BİR İNCELEME

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, üç boyutlu yazıcıların hitap ettiği öncelikli kitle arasındaki endüstriyel tasarımcıların, üç boyutlu yazıcı kullanımı hakkındaki görüşlerini ortaya koymaktır.

1970’li yıllarda geliştirilen üç boyutlu yazıcılar günümüze gelene kadar bir çok farklı alanda kullanılmaya başlanmış ve çeşitli tipleri üretilmiştir. Geliştirilen modeller arasında plastik, metal, seramik ham maddelerinin yanı sıra kompozit malzemeleri de kullanabilenler vardır. Kullanım alanlarına bakıldığında ise oldukça geniş bir perspektifi görmek mümkündür.

Üç boyutlu yazıcıların hitap ettiği bir kitle de endüstriyel tasarımcılardır. Aldıkları eğitim ve profesyonel uygulama alanları dahilinde endüstriyel tasarımcıların, bilgisayar üzerinde tasarladıkları üç boyutlu modellerin, fiziksel olarak üretilebilmesinde üç boyutlu yazıcılar büyük avantaj sağlarlar. Ancak üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin hızla büyüüp yaygınlaşmasına rağmen, ülkemizdeki endüstriyel tasarımcıların bu teknolojilere yeterince ilgi göstermediği gözlemlenmiştir.

Bu doğrultuda, üç boyutlu yazıcı kullanmış endüstriyel tasarımcılar ile ön görüşmeler düzenlemiştir. Ardından, Türkiye’de ki en büyük üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarıyla görüşmeler yapılmıştır. Son olarak ise üniversiteler ve kuluçka merkezleriyle görüşmeler düzenlenerek, bu durumun nedenleri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre ise birden fazla üç boyutlu yazıcı teknolojisinin olduğu ancak bunun çoğunlukla bilinmediği; FDM tipi masaüstü yazıcıların kullanıldığı ancak istenilen performansın elde edilemediği; üç boyutlu yazıcıları kullanmak için belirli seviyede bir bilgi birikimi olması gerektiği ve üç boyutlu modelleme programlarında belirli tasarım kısıtlarına dikkat edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİYEL TASARIMCILARIN 3 BOYUTLU YAZICILARI KULLANIMLARI HAKKINDA BİR İNCELEME

SUMMARY

The aim of this research is finding out the thoughts of industrial designers about 3d printers in Turkey according to the 3d printer distributors and manufacturer. Since one of the prior target group of 3d printers is thought to be as industrial designers.

A result of the improving technology, 3d printers became a masterpiece in any area. The usage of 3d printers are getting larger and larger in medicine, automotive, education, structure, engineering, architecture and industrial design. And one of the most important area is thought to be as industrial design. 3d printers are used to make model and make ups in this area. It provides a large manufacturing possibility which products can not be produce by traditional manufacturing systems. Through this point, a better free design environment is occurred for industrial designers.

After the invention of 3d printers in 70s, there has been lots of progress in 3d printing technologies and invented very different types of them. The improved models can use metals, plastics, ceramics or composites as raw materials. According to usage areas, there could be seen a very large spectrum.

Industrial designers are one of the intended group which 3d printers adress. Through their education and professional working style, 3d printers provide them a huge advantage while taking tangible models by the 3 dimensional modelling programs. However, although 3d printer technologies are getting extended and improved, it is observed that industrial designers in our country are not paying so much attention on 3d printers.

To observe this situation deeply, 7 expert industrial designers who used 3d printers are interviewed. In interviews, the questions about the usage of 3d printers are asked industrial designers. According to collected data from these interviews, the biggest 3d manufacturers, distributors and service providers are selected through 3D Expo

2015 Turkey and interviewed to find out the details of 3d printer usage of industrial designers as customers.

In this research, interviews are used as a method. Familiarness of 3d printers to industrial designers are investigated by interviews with 3d printer manufacturers, distributors and service providers in our country. The scope of research is including the firms which 3d printer distributors, service providers and manufacturers.

Determining the method, some specific criteria are considered. To investigate the research question properly, some ways are eliminated. One of the eliminated ways is reaching the all industrial designers in Turkey who used a 3d printer and making interviews. This method could not be thought as possible. However, all industrial designers who used a 3d printer should have contacted a 3d manufacturer, distributor or service provider in Turkey. So, reaching the firms seemed to be more possible to investigate the research question and this way is chosen as the method.

To choose the firms which including 3d printer manufacturers, distributors and service providers, 3D Expo 2015 Turkey Fair list is examined and the firms which attended to fair are reached. 12 company out of 32 are determined and interviewed with authorized people.

In the research, the usage areas of 3d printers, types of technologies and the market places are searched and listed according to literature. To find out the 3d printer usage of industrial designers in Turkey, 3d printer companies are interviewed. To collect this data, interview is selected as the method because this way seemed to be most applicable. In this interviews, some questions are prepared to find out: ‘What are the thoughts of industrial designers about 3d printers according to 3d printer companies?’, ‘Do industrial designers are aware of all of the 3d printer technologies?’, ‘Is there any challenge to use a 3d printer according to an industrial designer?’

After the interviews with 3d printer companies, the other 3d printer usage areas which are fablabs, universities, incubation centers, are determined and visited. 4 University, 4 incubation centers which including 3d printers are interviewed. In this interviews, research question is examined. During the conversations, voice recording method is applied.

According to research, firstly interviews with industrial designer are made. Secondly, the biggest 3d printer producers in Turkey, 3d distributors, maker spaces and service providers are interviewed. Finally, universities and incubation centers are interviewed and searched reasons of this situation.

According to collected data, there is a lot of different kind of 3d printers but mostly they are not known; FDM type 3d printers are used but they are not satisfying the expectations mostly; for using the 3d printers there is a knowledge required and there are some details should known on 3d modelling programs to produce a thing by a 3d printer.

GİRİŞ

Çalışmanın bu kapsamında irdelenen soru: Üç boyutlu yazıcı sektörü, globalde ve Türkiye’deki pazarda büyümesine rağmen neden endüstriyel tasarımcılar tarafında yeterince rağbet görmemektedir? Bunun nedenleri nelerdir? Üç boyutlu yazıcıların endüstriyel tasarımcılar arasında kullanımını arttırmak için neler yapılabilir?

Gelişen teknolojinin eserlerinden biri olan 3d printerlar hayatın birçok alanında boy göstermeye başlamıştır. Tıp sektöründe, otomotive sanayinde, eğitimde, yapı işlerinde, mühendislik, mimari ve endüstriyel tasarım çalışmaları gibi birçok farklı segmentte üç boyutlu yazıcı kullanımı görülmektedir. 3d printerların hitap ettiği öncelikli kullanıcılardan biri de endüstriyel tasarımcılardır. Model ve/veya maket üretim aşamalarında başrol oynayabilecek olan üç boyutlu yazıcılar, normal üretim teknikleriyle üretilmesi mümkün olmayan ürünlerin oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Bu açıdan endüstriyel tasarımcılar için daha özgür bir tasarım imkanı oluşturmaktadır. 3d printerlar son kullanıcıya ulaşabildiğinden bu yana kullanım alanları ve sıklığı giderek artmıştır. (Wohler Report, 2015)

Ancak, ülkemizde de üç boyutlu yazıcı sektörü hızla büyüyüp gelişirken, endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcılara olan ilgisinin doğru orantılı olarak artmadığı gözlemlenmiştir. Bu durumu gözlemlemekte öncelikli olaran İTÜ ve Özyeğin Üniversiteleri Endüstriyel Tasarım Bölümlerinden, üniversitenin üç boyutlu yazıcı sorumlusu öğretim görevlisi ile görüşülmüştür. Bu görüşmelerde, öğrencilerin sadece bir kaçının üç boyutlu yazıcı ile çıktığı aldığının, makinenin çoğunlukla çalışmadığı bilgisi alınmıştır.

Daha sonra bu durumu daha derinlemesine inceleyebilmek için üç boyutlu yazıcı kullanmış 7 endüstriyel tasarımcıyla ön görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler sırasında tasarımcılara, üç boyutlu yazıcı kullanımları hakkında sorular yöneltilmiştir. Bu

görüşmelerden elde edilen veriler doğrultusunda Türkiye’deki en büyük üç boyutlu yazıcı üreticileri ve hizmet sağlayıcıları ile görüşmeye gidilerek, endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcı kullanımları hakkında daha detaylı bir sorgulama yapılmıştır.

Firmalarla yapılan görüşmelerde, Türkiye’deki 3d printer sektörünün gelişiminin nasıl ilerlediği sorulurken, bunun yanında endüstriyel tasarımcılardan gelen taleplerin ve iş birlikteliklerinin olup olmadığını ve 3d printer kullanımının endüstriyel tasarımcılar arasında yaygınlaşıp yaygınlaşmadığı sorularına cevap aranmıştır (12 firma ile görüşme).

Ardından, üç boyutlu yazıcıların kullanım yerleri olarak tabir edilen ‘fablab’ yani kuluçka merkezleri ile üç boyutlu yazıcıların bulunduğu üniversiteler ziyaret edilmiştir. (4 Üniversite ve 4 Kuluçka Merkezi) Bu görüşmeler ile de endüstriyel tasarım öğrencilerinin üç boyutlu yazıcı kullanımları hakkında bir araştırma yapılmıştır. Araştırma kapsamında bire bir görüşmeler gerçekleştirilerek, ses kayıtları alınmıştır.

1.1 Araştırmanın Arka Planı

Üç boyutlu yazıcıların icadı ve kullanımıyla birlikte dördüncü sanayi devrimini getirebileceğine dair ön görülerde bulunulmuştur. Birçok farklı sektörde kullanılmakta olan üç boyutlu yazıcılar, üretilebilirlik kavramına yeni bir boyut getirirken geleneksel üretim yöntemleriyle üretilemeyen bir çok ürünün eski yöntemlere kıyasla daha kısa sürelerde üretilmesinin önünü açmıştır.

Dijital ortamda oluşturulan üç boyutlu modeller, üç boyutlu yazıcının arayüzüne aktarıldıktan sonra makine çalışmaya başlayarak üç boyutlu modeli fiziksel olarak oluşturmaya başlar. Hızlı prototipleme de denilen bu baskı sürecine, katman katman ilerlemesinden dolayı ‘katmanlı üretim yöntemi’ de denilmektedir. Dolayısıyla modelleme ve prototip üretimiyle ilgilenen kişiler, üç boyutlu yazıcıların başlıca hedef kitlelerini oluşturmaktadır.

Endüstriyel tasarımcılar da gerek eğitim süreçlerinde gerek profesyonel yaşamlarında tasarladıkları modelleri fiziksel çıktılarına dönüştürerek, prototipler üreterek, tasarımlarını bir çok açıdan test ederler. Dolayısıyla, üç boyutlu yazıcıların hitap ettiği öncelikli kitle arasında endüstriyel tasarımcıların yer aldığı düşünülmektedir. Ancak yapılan ön çalışmalar neticesinde ülkemizdeki endüstriyel tasarımcılar arasında üç boyutlu yazıcıların kullanımının çok yaygın olmadığı görülmüştür. Araştırma kapsamında bunun nedenleri araştırılmıştır.

Öncelikli olarak üç boyutlu yazıcıların ne olduğundan bahsedilerek, çeşitleri ve üretimde kullanılan malzeme tipleri anlatılmıştır. Sonrasında uygulama alanları ile üç boyutlu yazıcıların kullanıldığı sektörler anlatılmıştır. Ardından, Türkiye’de ki üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarıyla temasa geçilerek, üç boyutlu yazıcıların bilinirliği ve endüstriyel tasarımcılara arasındaki yaygınlığı incelenmiştir.

1.2 Endüstriyel Tasarımda Modelleme

Endüstriyel tasarım denilince akla gelmesi gereken birinci unsur, endüstriyel faaliyetin önemli basamaklarından biri olan modellemenin, ürün geliştirme sürecinin parçası olmasıdır. Kullanıcı ve ürün arasındaki görsel ve/veya fiziksel ilişki gerektiren tüm etmenlerin göz önüne alınmasında ve kullanıcıların o ürünleri tercih etmesinden güvenli, verimli ve rahat bir kullanıma erişmesine kadar ki tüm basamaklar endüstriyel tasarımcının uzmanlık alanı içersine girer. Dolayısıyla endüstriyel tasarım, bir ürünün görüntüsünden veya ‘estetikinden’ ibaret bir unsur değildir.

Endüstriyel tasarımcıların amacı, bir ürünü sadece daha güzel göstermenin bir yolunu bulmak değil, onları her anlamda daha iyi yapmanın ardına düşmektir. Bir ürün ile kullanıcı/müşteri arasındaki her türlü algısal, fiziksel ve işlevsel ilişkilendirilmenin yapılması sürecini kapsayan endüstriyel tasarım, yaratıcılık içeren bir endüstriyel faaliyet olarak isimlendirilebilir. (Er ve diğerleri, 2007)

Endüstriyel tasarımın, yaygın şekilde kullanılan bir diğer tanımı da “Kullanıcı ve üreticinin karşılıklı yararını gözeterek; ürünlerin işlev, fayda ve görünümünü optimize edecek şekilde yeni ürün fikirleri yaratmaya ve geliştirmeye yönelik

profesyonel bir etkinlik”dir. Endüstriyel tasarımcılar müşteriler ve üreticiler tarafından elde edilmiş spesifik ihtiyaçlar doğrultusunda elde edilen verileri analiz edip sentezleyerek ürün ve/veya sistem geliştirirler. Ürettikleri fikirleri ise çizimler, modeller ve tanımlamar üzerinden temiz ve anlaşılır öneriler halinde sunarlar. Ayrıca, endüstriyel tasarımcılar yeni ürünler yaratmanın yanında, multi disiplinler bir şekilde yönetim, pazarlama, mühendislik ve üretim departmanlarıyla da birlikte çalışarak ürün geliştirme süreçlerinde yer alırlar.(Industrial Designers Society of America IDSA, 2014)

Müşteri ihtiyaçlarının en doğru şekilde tespit edilebilmesi ve bu doğrultuda uygun bir maliyetle ürün geliştirebilme süreci, günümüzün modern ekonomisinde firmaların ticari başarı elde edebilmesi için önceliklidir. Endüstriyel tasarım da mühendislik ve pazarlama kadar ürün geliştirme sürecinde aktif rol oynayan ve bu açıdan önemle ele alınması gereken bir disiplindir. Endüstriyel tasarım sürecinde, tasarımcının temel görevleri aşağıdaki gibidir:

- Endüstriyel tasarım sürecinin en başında ürün fikirlerinin ve konseptlerinin oluşturulması
- Konseptlerin iki ve üç boyutlu ortamda görselleştirilmesi. Eskizler, çizimler yardımıyla iki boyutlu görselleştirme ve ardından üç boyutlu modelleme yöntemleriyle somutlaştırılması
- Sürecin bütününde ise ürün geliştirme etkinlikleri arasında yer alan mühendislik, pazarlama, ürün geliştirme departmanları arasında iletişimin ve entegrasyonun sağlanması olarak özetlenebilir. (Innovationturka.com, 2016)

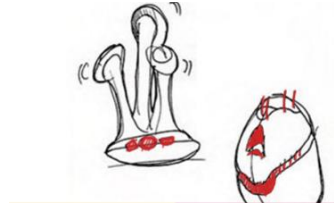
1.2.1 Endüstriyel tasarım eğitiminde görselleştirme aracı olarak prototip yapımı

Endüstriyel tasarımda model yapımının, endüstriyel tasarım eğitim sürecinden başlayarak profesyonel iş hayatına kadar önemli bir yer kapladığı düşünülebilir. Bu kapsamda endüstriyel tasarımcılar üç boyutlu düşünebilme yetisine sahip olmanın yanında düşüncelerini üç boyutlu modellere dönüştürerek fizikselleştirirler. Böylelikle tasarladıkları ürünle ilgili revizyona gidebilir, müşterilere sunum yapabilir ve tasarımlarını test edebilirler.

Endüstriyel tasarımcılar, yaratıcılık süreçlerini ve geliştirdikleri bir sistem/ürünü bir çok farklı yolla görselleştirebilirler. (Industrial Designers Society of America IDSA, 2014) Bu yöntemler, Amerikan Endüstriyel Tasarımcılar Derneği tarafından 32 farklı metod olarak gösterilmiştir. Ayrıca Loughborough Üniversitesi tarafından da ‘ID Card’lara dönüştürülen 32 adet görsel, tasarım araçlarını ve yeni bir ürün üretim süreçlerini daha iyi algılayabilmek için kullanılmaktadır.(Evans, 2011)

1.2.1.1 Fikir görselleştirme

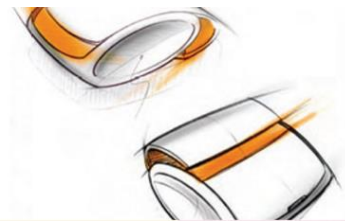
‘Thumbnail’, ‘Thinking’ ya da ‘Napkin’ sketch olarak da bilinen bu çizim yöntem, basit çizgileri kullanarak düşüncelerin hızlı bir şekilde dışa vurulabilmesi için kullanılır.



Şekil 1.1 : Fikir Görselleştirme

1.2.1.2 Çalışma görselleştirme

Idea sketch’inde ki çizimin daha da ayrıntılı hale getirilmesiyle görünüm, proporsiyon ve ölçek gibi detayların incelenmesini sağlar. Çoğunlukla renklendirme uygulamasıyla desteklenir.



Şekil 1.2 : Çalışma Görselleştirme

1.2.1.3 Referans çizimi

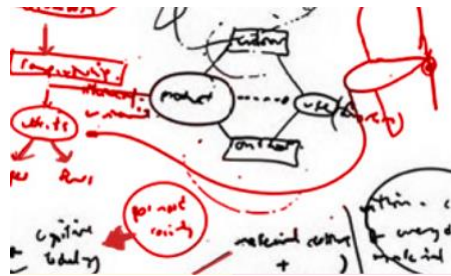
Gelecekte referans olarak ya da metafor amaçlı kullanmak üzere ürün, obje ya da yaşayan bir varlığın görüntüsünü kaydetmek amaçlı kullanılır.



Şekil 1.3 : Referans Çizimi

1.2.1.4 Hafıza skeçleri

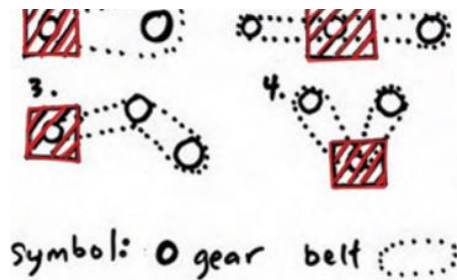
Düşünce haritaları, notlar ve anotasyonlar yardımıyla düşüncelerin genişletilmesine yardımcı olması için kullanılır.



Şekil 1.4 : Hafıza Skeçleri

1.2.1.5 Kodlanmış skeç

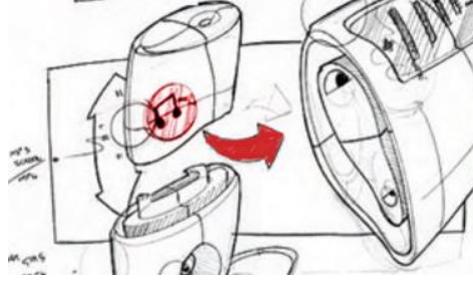
Bir prensibi ya da şemayı, resmi olmayan bir şekilde kodlayarak sunulması için kullanılır.



Şekil 1.5 : Kodlanmış Skeç

1.2.1.6 Bilgi skeci

‘Explanatory’ ve ‘Talking’ sketch olarak da bilinen bu metod, anotasyon ya da grafikler üzerinden ürünün özelliklerinin hızlı ve efektif bir şekilde gösterilmesi için kullanılır.



Şekil 1.6 : Bilgi Skeci

1.2.1.7 Skeç görselleştirme

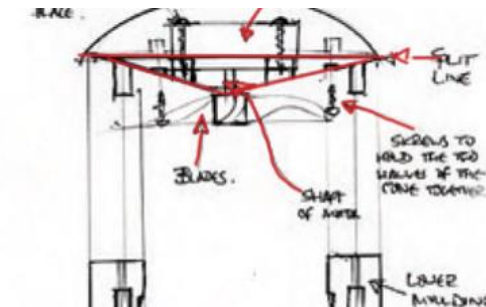
‘First concept’ olarak da bilinen bu yöntem, kontrol edilmiş sketch’lerin renk ve tonların da kullanılmasıyla birlikte üretilerek, tasarım önerisinin net bir şekilde tanımlaması için kullanılır.



Şekil 1.7 : Skeç Görselleştirme

1.2.1.8 Yerleşik skeç

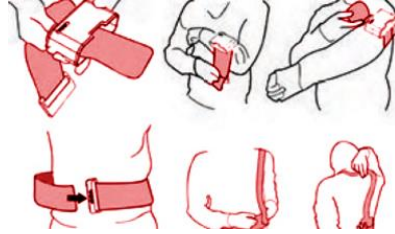
Resmi olmayan ancak mekanizmaları, üretimi, materyalleri ve ölçüleri görebilmek için kullanılan teknik detayları keşfetmek için kullanılan sketch türüdür.



Şekil 1.8 : Yerleşik Skeç

1.2.1.9 Senaryo&hikaye kartları

Uygun bir içerik içerisinde, ürün ve kullanıcı arasındaki etkileşimi göstermek amaçlı kullanılır.



Şekil 1.9 : Senaryo&Hikaye Kartları

1.2.1.10 Senaryo&hikaye kartları 2

Ürünün renklendirilerek, belirli bir çizgide üç farklı ortografik açıdan gösterilmesi amaçlı kullanılır.



Şekil 1.10 : Senaryo&Hikaye Kartları 2

1.2.1.11 Düzen görselleştirme

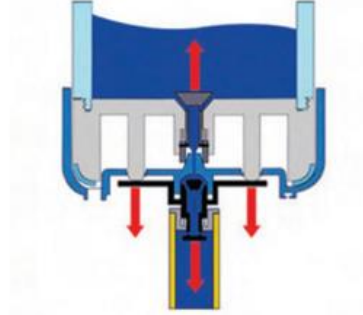
Ürünün görünümü ve perspektifi açısından yüksek seviye bir gerçeklik barındıran görselleştirme türüdür. Tasarımcı olmayanlar için de karar alma sürecinde kısmen yararlıdır.



Şekil 1.11 : Düzen Görselleştirme

1.2.1.12 Sunum görselleştirme

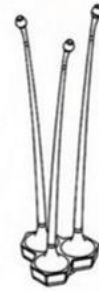
Şematik ve diagramatic çizim olarak da bilinen bu yöntem, komponentlerin birbiriyle ilişkisini ve çalışma prensibinin ortaya döküldüğü şematik bir sunumdur.



Şekil 1.12 : Sunum Görselleştirme

1.2.1.13 Perspektif çizimi

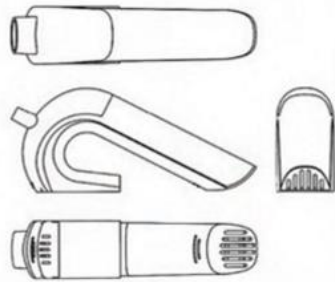
Ton ya da renk uygulaması yapılmadan sadece çizgilerle ifade edilir. Ürünün üç çeyrek görünümünün yer aldığı görselde perspektif çizim tekniği kullanılır.



Şekil 1.13 : Perspektif Çizimi

1.2.1.14 Gen düzeni çizimi

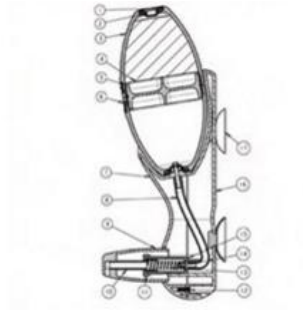
Modelin görüntüsünü ortaya koyabilmek için sadece gerekli çizgilerin kullanıldığı, tüm komponentlerin dış görüntülerinin ortaya konduğu çizim türüdür. Genellikle ürün, üç açıdan çizilir.



Şekil 1.14 : Gen Düzeni Çizimi

1.2.1.15 Detay çizimi

Üretim aşamasındaki ürün için, komponentlerinin detaylarını kapsayan çizim türüdür. Ayrıca ‘teknik’, ‘üretim’ ve ‘yapı’ çizimi olarak da adlandırılır.



Şekil 1.15 : Detay Çizimi

1.2.1.16 Teknik görselleştirme

Bazen sembollerle de desteklenen teknik detayların yüksek bir gerçeklik seviyesinde iletişim kurduğu çizim türüdür. Patlatılmış görüntüleri de kapsar.



Şekil 1.16 : Teknik Görselleştirme

1.2.1.17 Skeç model

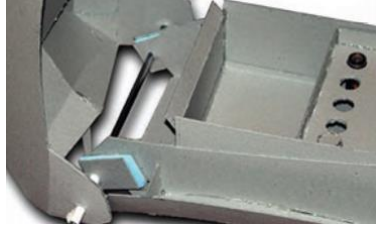
Ürün formunun anahtar karakteristik özelliklerini gösteren, göreceli olarak düşük tanımlama kabiliyetine sahip 3D modelin gösterildiği çizimdir. Ayrıca üç boyutlu çizim için ‘Foam model’ (köpük model) olarak da isimlendirilir.



Şekil 1.17 : Skeç Model

1.2.1.18 Tasarım geliştirme modeli

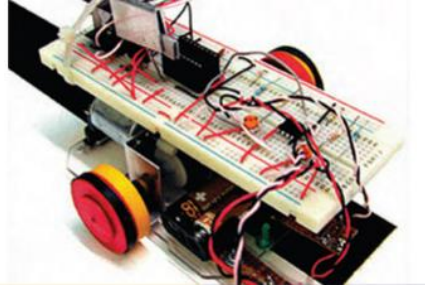
Komponentler, arayüzler, yapılar, boşluklar arasındaki ilişkiyi görseleştirmek ve incelemek amaçlı oluşturulan basit mock-up modellerdir. Genellikle kartlardan yapılır.



Şekil 1.18 : *Design Development Model*

1.2.1.19 Fonksiyonel model

Anahtar fonksiyonel özelliklerin gösterildiği ve çalışma prensiplerinin anlatılabildiği bir modelin oluşturulmasıdır. Ürünün bitmiş son görünümüne benzer değildir.



Şekil 1.19 : Fonksiyonel Model

1.2.1.20 Operasyonel model

Potansiyel ergonomik hesaplamalar dahilinde ürünün nasıl çalışacağını gösteren modeldir.



Şekil 1.20 : Operasyonel Model

1.2.1.21 Görüntü modeli

‘Block Model’ olarak da bilinen bu model çalışan herhangi bir parça içermemesine rağmen, ürünün görüntüsünü tam olarak sunan fiziksel modeldir.



Şekil 1.21 : Görüntü Modeli

1.2.1.22 Montaj modeli

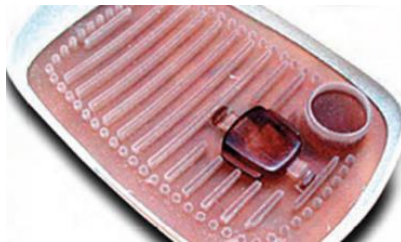
Ürünün parçalarının monte edilebilmesi için gerekli olan hesaplamalara izin veren ve geliştirmelere olanak sağlayan model türüdür.



Şekil 1.22 : Montaj Modeli

1.2.1.23 Üretim modeli

Bireysel bir parçanın diğer alt montaj parçalarına olan uyumunu geliştirmek ve parçanın gireceği yerle ilgili hesaplamaların yapılmasına olanak sağlayan modeldir.



Şekil 1.23 : Üretim Modeli

1.2.1.24 Servis modeli

Ürünlerin servis içerisinde nasıl çalışacağını anlatan ve geliştirmek için destekleyen model tipidir.



Şekil 1.24 : Servis Modeli

1.2.1.25 Deneysel prototip

Modeli oluşturabilmek için çalışan fiziksel parçalardan meydana gelen prototiptir. Sonraki çalışmalarda yapılacak geliştirmeler için performans datası alınmasını sağlar.



Şekil 1.25 : Deneysel Prototip

1.2.1.26 Alfa prototip

Görüntü ve fonksiyonun ilk defa bir araya geldiği prototip tipidir. Üretim materyalleri ile simüle edilir.



Şekil 1.26 : Alfa Prototip

1.2.1.27 Beta prototip

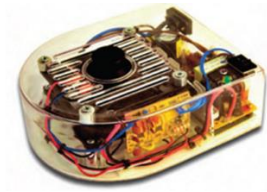
Alpha prototipin geliştirilmiş versiyonudur ve komponentlerin final özelliklerinin belirlenmesin süregelmekte olan tasarım değişikliklerinin yapılmasına olanak sağlar.



Şekil 1.27 : Beta Prototip

1.2.1.28 Sistem prototipi

Görünümü dert edinmeden fonksiyonu yerine getirecek parçaların bir araya getirildiği prototip tipidir. Mekanik ve elektronik performansı hesaplayabilmek için kullanılır.



Şekil 1.28 : Sistem Prototipi

1.2.1.29 Final donanım prototipi

Ürünün fonksiyonel özelliklerini sunabilmek için ‘system prototype’ın geliştirilmiş versiyonu olarak, ortaya konulan final sunumu için kullanılır.



Şekil 1.29 : Final Donanım Prototipi

1.2.1.30 Ara parçasız komponent

Komponentlerin görünümünü elde edebilmek ve materyal özelliklerini hesaplayabilmek için üretimde ve makine işlemede kullanılan parçaların elde edilmesi



Şekil 1.30 : Ara Parçasız Komponent

1.2.1.31 Görüntü prototipi

Bitmiş ürünün tam olarak görüntüsü ve fonksiyonlarını kombine etmiş yüksek ölçüde detay barındıran prototip tipidir. Üretim materyalleri kullanılabilir ya da simüle edilebilir.



Şekil 1.31 : Görüntü Prototipi

1.2.1.32 Ön üretim prototipi

Üretim komponentlerinin kullanıldığı final prototiptir. Üreticilerden bazıları, ürünlerini test edebilmek için tam ölçekli olarak bu tip prototipi geliştirirler.



Şekil 1.32 : Ön Üretim Prototipi

32 farklı modelleme çeşidinden de görüldüğü üzere, görselleştirme tekniklerinin endüstriyel tasarım alanı içerisinde oldukça geniş bir alanda yer aldığı görülebilir. Dolayısıyla, üç boyutlu modellerin fizikselleştirilerek meydana getirilmesi aşamasında kullanılan üç boyutlu yazıcıların, endüstriyel tasarımcılar için önemli bir araç olması gerektiği düşünülebilir.

1.2.2 Endüstriyel tasarımda üç boyutlu yazıcıların potansiyeli

Endüstriyel tasarım, sanat ve mühendisliğin kavşak noktasında yer alır. Problemleri sadece çözenin yetmediği, aynı zamanda güzel ve yaratıcı yollarla çözüme ulaşmanın gerektiği bir alandır. Endüstriyel tasarım, sadece bir şeyleri daha güzel hale getirmek değil, verilen vazife doğrultusunda en verimli performansın alınabileceği ve en efektif üretimin sağlanabileceği yolları aramaktan geçer. (Pelovits, 2014)

Fikirlerini test etme ve yaratma sürecine hakim olmak da profesyonel bir endüstriyel tasarımcının sahip olması gereken unsurlardan biridir. Eski günlerde bu durum, model atolyelerinde kesme, kumlama ve prototipleri birbirine yapıştırma gibi çok zaman tüketilen eylemleri kapsıyordu. Bugünlerde hala benzer durum mevcutken, birçok iş öncelikli olarak CAD datası haline dönüştürülerek test edilebiliyor. (Pelovits, 2014)

Üç boyutlu baskı teknolojileri uzunca bir zamandır var olmasında rağmen, katmanlı üretimin gerçek potansiyeli yeni yeni ortaya çıkmaktadır. Bu teknoloji, tüketiciler için yeni bir değer yaratmanın yanı sıra tıpkı 19. yüzyılın başlarında boy gösteren endüstriyel devrim gibi yeni bir çağa öncülük etmektedir. Üstelik, üç boyutlu baskı teknolojilerinin gelişmesi endüstriyel tasarımcıların daha yaratıcı ve etkili olabilmesi yolunda önünü açarken, daha önce hiç olmadığı kadar son kullanıcıya yakın olabilmek fırsatı sağlamaktadır. (Designit, 2014)

Hızlı prototipleme, tasarım alanında büyük bir özgürlük alanı yaratmakla birlikte, akıl almaz derecede çeşitli geometrilerin oluşturulabilmesine olanak sağlamaktadır. Katmanlı üretim, var olduğu bu kısa tarihe rağmen CAD üretim yöntemlerini aşarak,

üretim yöntemlerine büyük bir yenilik kazandırmıştır. Bu durumda, tasarımları meydana getirmek için kolay kısma dönüşürken, tasarım işi önemli bir hal almıştır. Bu teknolojilerin gelişmesiyle birlikte, bir tasarımı fiziksel olarak üretebilmek onu görselleştirebilmekten daha kolay bir duruma dönüşmüştür. (Hopkinson ve diğerleri, 2006)

Bu teknolojilerin ve bu teknolojiler ile üretilmiş ürünlerin yaygınlaşmasıyla birlikte yaratıcılık artacak ve prosesin tamamına hakim olunabilecek potansiyel ortaya çıkacaktır. İleride, üç boyutlu modelleme paketlerinin de yazılım ile verilen standart paketlere dönüşmesi mümkündür. (Hopkinson ve diğerleri, 2006)

Üç boyutlu baskı, önceki ve sonraki endüstriyel devrim dünyalarıyla çok iyi bir uyum sağlar: Bir makine kullanımının rahatlığıyla ürün üretmek ve yüksek seviyede zanaatkarlık gerektiren el yapımı özgün ürünleri oluşturabilmek gibi. Her bir ürün ayrı olarak üretilmediği için, yetenekli bir tasarımcı ürünün maliyetlerine etki etmeden ürün üzerinde renk, şekil, detay gibi değişikliklere giderek istediği varyasyonları yaratabilir. Bireyselleştirme işine gittikçe uyum sağlayan bir çok firma vardır. Bunlardan biri olan Normal firması, kişiye özel kulaklık tasarımlarını piyasaya sürerken, Organovo isimli firmaysa hastaya birebir uyum sağlayan transplant organlar üretmektedir. Aşağıdaki resimde Normal tarafından kişiye özel üretilmiş bir kulaklık gösterilmiştir. (Designit, 2014)



Şekil 1.33 : Normal firması tarafından üretilmiş özelleştirilmiş kulaklık

Peki, üç boyutlu baskı teknolojileri bir tasarımcıya farklı şeyler üretebilmesi konusunda nasıl bir yarar sağlar? Öncelikli olarak, bir tasarımcı oluşturduğu grafik tasarımını kolayca fiziksel bir objeye dönüştürebilir ve bunu yaparken tasarımını tekrar tekrar geliştirebilir. Hali hazırda birçok tasarımcı geleneksel üretim

yöntemleriyle ya da el işçiliğiyle prototip oluşturmak yerine üç boyutlu baskı teknolojilerini tercih etmektedir. (Designit, 2014)

Daha da önemlisi, tamamlanmış tasarımlar bilgisayar ortamında direk olarak son kullanıcıya gönderilebilir ve üç boyutlu baskı teknolojileriyle kişi isterse evinde ya da üçüncü parti servis sağlayıcıları tarafından ürününü üretebilir. Son kullanıcıya doğrudan ulaşılabilen bu sistemde, tasarımcılar normalde var olan üreticiler, distribütörler, nakliyatçılar, toptan satışıçılar ve perakendecilerden oluşan bu uzun zinciri kırabilir. Bu diğer endüstriler için de yıkıcı bir devrim olarak nitelendirilebilir. Bu teknoloji sadece tasarımcıların özgürlüklerinin ve esnekliklerinin artmasını sağlamıyor aynı zamanda ürünün kendisinin ve üretimi prosesini de tasarımcının ellerine veriyor. (Designit, 2014)

Üç boyutlu baskı trendi büyümeye devam ettikçe tasarımcıların üstünde daha önemli etkileri ve rolleri olacaktır. Dijital komüniteler ya da pazar yerlerinden kolayca sağlanan tasarımlar ile birlikte herkes yeni bir ürüne ulaşabilme özgürlüğüne sahip olacaktır. iTunes modeli gibi dijital tasarımların istenildiği gibi alınabilceği platformlarda fikri mülki hakların korunması hala çözülmesi gereken bir konudur. Bu yeni sektörler ve yıkıcı iş modellerinin bir kaç örneği mevcuttur. Bunlardan biri olan Shapeways, üç boyutlu baskı hizmetinin verildiği ve üç boyutlu modellerinin dijital datalarının satıldığı bir platformdur. (Designit, 2014)

Üç boyutlu yazıcı kullanımına başka bir örnek olarak İsrail’li tasarımcı Neta Soreq, yeni bir yürüme deneyimi sunan üç boyutlu yazıcılar tarafından üretilmiş yaylı bir platform ve topuk özelliklerine sahip ayakkabılar tasarlamıştır. Modeller, bükümlü çubukların kas lifleri gibi ayağı sarmasından oluşmaktadır. Soreq, bu tasarımını hiperaktif insanlar üzerinde çalışırken yağığını belirtmiştir. Vücuttaki enerjiyi farklı bir şekilde yönlendirebilmek için terapi tedavileri üstünde odaklanırken tasarımını geliştirmiştir. Soreq, tasarımı hakkında: “Kasların yapısından ve ayağın farklı pozisyonlardaki doğal hareketinden ilham aldım.” demiştir.

Ayakkabıyı oluşturan teller, yukarıdan aşağıya doğru kıvrılırken tabanın etrafında spiral bir şekilde bir araya gelmektedir. Tasarımcı, yaylı bir topuk tasarladığını, bunu yaparken kullanıcıya yeni bir yürüme deneyimi sunmayı ve aynı zamanda mekanizmasından dolayı şok emici görevini görmesini istediğini belirtmiştir.

Aşağıdaki resimde Soreq tarafından tasarlanmış ve üç boyutlu yazıcıda üretilmiş ayakkabı gösterilmektedir.



Şekil 1.34 : Soreq'in enerji geçiren üç boyutlu baskıyla alınmış ayakkabı tasarımı

Soreq, bu ayakkabıları tasarlamadan önce, anatomik olarak doğru bir ayakkabı ağacının üç boyutlu taratılmış görüntülerini toplamıştır. Bunu yaparken ayakkabıların kendi şeklini koruyabilmesi için içine ahşap bir parça sokmuştur.

Üç boyutlu modelleme programı olan SolidWorks'ü kullanarak ayakkabı tasarımını modellemiştir Soreq. Daha sonra ayakkabıların gövdesi, ticari adı olan 'Nylon' ham madde ile SLS (Selective Laser Sintering) yöntemiyle üretilirken, tabanlar ise tutucu olabilmesi için fotopolimer bir malzeme ile başka bir üç boyutlu üretim yöntemi ile üretilmiştir. Her birinin ağırlıkları 220 ile 330 gram arasınd olan ayakkabılar, tasarımcıya göre oldukça konforlu bir yürüyüş deneyimi sunmaktadır. (Howarth, 2016)

Üç boyutlu baskı teknolojilerini kullanmadaki öncü tasarımcılardan biri olan Finlandiya'lı Janne Kyttanen, katmanlı üretim yöntemlerini kullanarak metal ve volkanik taşları bir arada kullandığı heykel niteliği taşıyan bir masa tasarlamıştır. Aşağıdaki resimde Kyttanen'in tasarladığı masa gösterilmiştir.



Şekil 1.35 : ‘The Metsidian’ Kytanen tarafından tasarlanmış masa

Kytanen, Metsidian’ı oluşturmak için üç boyutlu baskı teknolojisi ile patlamalı kaynak (geleneksel kaynakla birleştirilemeyen parçaların, kimyasal bir yapıştırıcı yardımıyla kaynak edilmesi) yöntemini bir arada kullanmıştır. Geminin ön kısmına benzeyen tasarımın temel gövdesinde obsidiyen (siyah camı bir volkanik kaya) kullanılmıştır. Bu materyal, tasarım içerisinde yavaş yavaş bakırdan meydana gelmiş gözenekli bir yapıya dönüşmektedir. Bakırdan oluşan kısım ise katmanlı üretim teknikleriyle üretilmiştir.

Kytanen tasarımı hakkında, ”Sonuç bir metamorfoza zorluyor ve imkansız gerçeğe dönüşüyor. Metsidian, bir heykel ve mobilya arasındaki sınırları ortadan kaldırıyor. Diğer dünyadan olan birlikteliği gösteren formu, günlük fonksiyonlarla bir araya getiriyor.” şeklinde düşüncelerini belirtmiştir. Aşağıdaki resimde, tasarımcının başka bir üç boyutlu baskı teknolojisiyle elde ettiği çalışması olan ‘The Avoid’ isimli tabure tasarımı görünmektedir. (Tucker, 2015)



Şekil 1.36 : Bakır katmanlardan oluşan ‘The Avoid’ tabure

Spor ayakkabı markası olan New Balance, Adidas’ın üç boyutlu üretim yöntemlerini kullanmasının ardından, koşucunun kişisel temposuna uyum sağlayabilecek üç boyutlu baskı yöntemleriyle üretilecek tabanlar üzerinde çalışmaktadır. Amerikan markanın, tasarım stüdyosu olan ‘Nervous System’ ile birlikte geliştirdiği prototip tabanlar bir kaç koşucu tarafından test edilerek ayakların yere bastığında uyguladığı basıncı kaydetmiştir. Nervous System bu konu hakkında şunları demiştir, “New Balance bize bir problemle geldi. Üç boyutlu yazıcı tarafından üretilmiş bu tabanların tasarımlarını iyileştirmek ve koşuculardan daha iyi veriler alarak, onlara daha çok adapte olabilecek bir gelişim istiyorlardı.” Aşağıdaki resimde prototip olarak üretilen ayakkabı tabanı görünmektedir.



Şekil 1.37 : Nex Balance tarafından üretilmiş ayakkabı tabanı

Tasarım ofisi ekibi, taban üzerinde bir takım deneyler yaptı. Ayaklar her yere çarptığında ve kaldırıldığında, taban içinde yer alan ızgara örüntülü sensörler kuvvet ölçümü yaptılar. Nervous System ayrıca, doğal yollarla oluşan köpükleri de incelediler ve bu bilgiyi hızlı bir yapı oluşturabilmek için üç boyutlu yazıcılar tarafından üretilmiş köpükler üzerinde kullandılar.

Ham madde olarak esnek bir elastomerin kullanıldığı tabanları üretmek için SLS (Selective Laser Sintering) teknolojisi kullanıldı. Böylelikle, ürünün çeşitli varyasyonları hızlı bir şekilde üretilerek koşucular üstünde test edilebildi. Nervous System, tasarladıkları prototipler hakkında şunları belirtmiştir, “Köpük yapılar, hücrelerin üç boyutlu oklarıdır. Göreceli olarak düşük yoğunluğa sahip olmakla birlikte gözenekli yapıları, onlara aynı zamandan güçlü ve hafif kılmaktadır. Biz, koşu sırasında elde ettiğimiz verileri, köpükleri farklı kuvvetler altında bu kuvvetlere geometrik olarak uyum sağlayabilen formlar olarak tasarlamak için kullanıyoruz.” Aşağıdaki resimde, tabanlar için geliştirilen başka bir prototip görünmektedir. (Tucker, 2015)



Şekil 1.38 : Nex Balance tarafından üretilmiş ayakkabı tabanı prototipi

Üç boyutlu baskı teknolojilerini kullanarak, tasarladığı ürün ile ‘A’Design Award 2013’ yarışmasında altın ödül alan endüstriyel tasarımcı Deniz Karaşahin ‘Osteoid’ adını verdiği ürünü geliştirmiştir. (Altun, 2014) Klinik çalışmalarda, düşük frekansta ultrasonik titreşimlerin (LIPUS, Low Intensity Pulsed Ultrasound Stimulation) kemik

gelişimini hızlandırdığı ortaya çıkmıştır. Böylelikle Karaşahin, bu prosesi tasarımında kullanmaya karar vermiştir.

Tasarımcı, ‘Osteoid’ adını verdiği, alçı yerine kullanılan kişiye özel üç boyutlu baskıyla üretilmiş medikal bir ürün geliştirmiştir. Ürün, aynı zamanda LIPUS kemik uyarıcı sistemi aparatıyla birlikte çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Karaşahin, geleneksel tedavi sürecine ultrasonik uyarıcı sistemi entegre edebileceği bir tasarım geliştirmiştir.

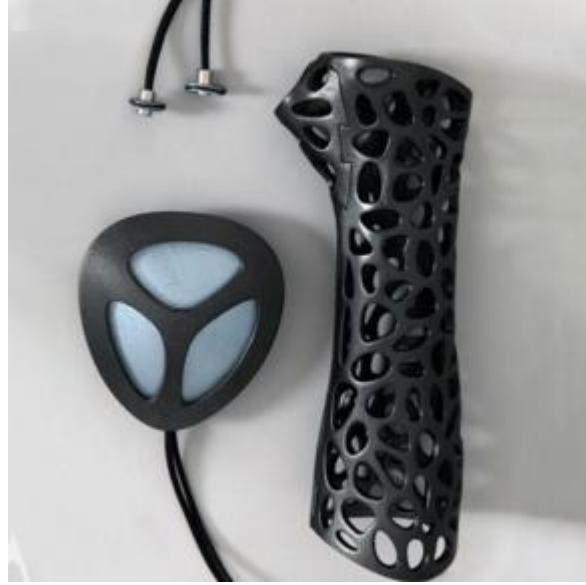


Şekil 1.39 : Deniz Karaşahin tarafından tasarlanan ‘Osteoid’

Düşük frekansta ultrasonik titreşimler yaparak iyileştirme sürecini hızlandıran ürün, günlük 20 dakikalık seanslarla klinik ortamında hastalar üzerinde denenmiştir. Sonuçlara göre, tasarımın iyileşme oranını %80 yükselttiği, iyileşme sürecinde de %38’lik bir oranda zaman kazandırdığı görülmüştür.

Medikal alçı olan ‘Osteoid’ geleneksel alçı tiplerine göre büyük bir sıçrama gerçekleştirmiştir. Tasarlanan hava delikleri, derinin nefes almasını sağlamanın yanında LIPUS titreşimlerini sağlayacak olan probların direk olarak deriye temas edebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu titreşimler, hasta için herhangi bir rahatsızlık yaratmamakta ve oldukça konforlu bir iyileşme süreci sunulmaktadır.

Osteoid’in yapıldığı plastik, su geçirmez ve hafif olmanın yanı sıra, geleneksel alçının oluşturduğu kötü koku, kaşınma, hantal ve ağır malzeme gibi olumsuz etmenleri ortadan kaldırarak hastaya büyük bir konfor sağlar. Osteoid kişiye özel, dayanıklı ve su geçirmezdir.



Şekil 1.40 : Osteoid ve LIPUS cihazı

LIPUS titreşim cihazı da içerdiği renk değiştirebilen ledlerle cihazın çalışma durumunu ve seans süreleriyle ilgili bilgiyi kullanıcısına iletiyor. Karaşahin, Osteoid'i tasarlamak için önce bir hastanın kolunu üç boyutlu tarayıcılar ile tarayarak, kolun üç boyutlu datasına ulaşmıştır. Daha sonra bu datayı modelleme yazılımında kullanarak kilitleme mekanizmalarını ve havalandırma delikleri bir algoritma oluşturmuştur. Dijital tasarımı tamamlanmış ürün son olarak FDM tipi üç boyutlu yazıcı tarafından ABS ham maddesiyle üretilmiştir. (3D Printer World, 2014)

One-Off-Infinity markasıyla üretilen Koz Susani Design tarafından tasarlanmış Solid Air koleksiyonu 12 aydınlatma heykelinden oluşmaktadır. Solid Air, üç boyutlu baskı teknolojileri gibi yeni üretim tekniklerinin kullanıldığı, akıllı boşaltmanın, şekilleri, dokuları ve ışık etkisini keşfetmenin bir egzersizi gibidir. (WOW!, 2015)



Şekil 1.41 : Defne Koz tarafından tasarlanan Solid Air koleksiyonundan bir parça

Solid Air, gelenekel anlamda tabir edilen ‘lambalar’ değildir. Onlar, ışığın karanlık içersine dolmasını temsil eden manevi ama dokunulabilir ışık bulutları ve yansımalarla hacim bulmuş paketlenmiş örgülerdir. Parametrik geometrinin ve LED ışık kaynaklarının potansiyelini keşfetmeye yönelik tasarlanan koleksiyonda yer alan tüm parçalar bilgisayar ortamındaki tasarımın üç boyutlu fiziksel modellere dönüştürülebildiği katmanlı üretim yöntemiyle üretilmiştir. (WOW!, 2015)



Şekil 1.42 : Solid Air koleksiyonundan bir parça

1.2.3 Endüstriyel tasarım eğitiminde üç boyutlu yazıcılar

Konu üç boyutlu üretim yöntemleri olduğu zaman, teknolojinin daha faydalı hale getirilebileceği limitsiz konu vardır. İş dünyası, hobi olarak merak eden kitle ve eğitim enstitüleri bu teknolojinin sağlayabileceği potansiyel faydaları anlamaya başlamıştır. Geçmişte sadece iki boyutlu çizimler ya da diyagramlarla anlatılan tasarımlar, üç boyutlu baskı sayesinde kolayca prototiplere dönüşebilecek ve bu durum yatırımcılara, mucitlere ve vizyonerlere büyük fayda sağlayacaktır. Bu yöntemle birlikte yaratıcı insanlar fikirlerini somut prototiplere ve modellere dönüştürüp test edebileceği için, üç boyutlu üretim yöntemleri kesin olarak buluşların önünü açacaktır. (Krassenstein, 2014)

Üç boyutlu baskı teknolojileri dünya üzerinde büyük bir etki yaratmasına rağmen, eğitim enstitüleri açısından bu etki çok hızlı yayılmamaktadır. Bu aralık, ilkokullardan liselere, üniversitelerden ‘maker’alanlarına kadar oldukça geniş bir alandır. Üç boyutlu baskının eğitim enstitüleri açısından olan etkisinin böylesine yavaş ilerlemesindeki bir neden, yönetimde karar alıcı kişilerin teknoloji hakkındaki bilgi yoksunluğudur.

Üç boyutlu baskı teknolojilerinin göreceli olarak yeni olması nedeniyle bu teknolojinin tanıtılması sonucu oluşacak en büyük etki, özel okullardan gelecektir. Öğrenci ne kadar gençse, yeni fikirlerin ve metodolojilerin gösterilmesi o kadar kolay olacaktır. Bu sebeple, küçük çocuklar yeni bir dili, yetişkinlere göre daha hızlı öğrenirler. Bu sebepler, ana okulları, ilkokullar ve liseler, üç boyutlu baskı teknolojilerinin gösterileceği mükemmel yerlerdir. (Krassenstein, 2014)

Günümüz tasarım eğitiminde, bilgisayarın çok büyük bir rolü vardır. Bilgisayar ortamında çizim, üç boyutlu modelleme ve animasyon gibi teknikler geleneksel tasarım sürecini etkileyerek görselleştirme konusunda önemli katkılar sağlamaktadır. Ayrıca, üç boyutlu çizim programlarıyla birlikte hızlı prototipleme yöntemleri, tasarımcının ürün geliştirme sürecine ve yaratıcılığına büyük fayda sağlar.

Geleneksel tasarım ortamında, görsel düşünme faaliyeti önemli bir yer tutarken bunu sağlayabilmek için çeşitli temsiller kullanılır. Örnek olarak, geleneksel tasarım sürecinde fikirler önce kağıt üzerinde eskizler ya da teknik çizimler olarak yer

aldıktan sonra maket ve prototip olarak fiziksel çıktılarına dönüştürülerek görsel düşünce ilişkilendirmesi yapılır. (Demir, 2016)

Çeşitli disiplinler ve teknolojiler ile ortak bir paydada birleşen Tasarım Araştırma (Design Research) kavramı ise ürün geliştirme süreçlerini irdeleyerek, ürünün tasarımından ziyade ürünün ortaya çıkma sürecini inceler. (Cross, 1999) Bu kapsamda, kullanılmakta olan üç boyutlu modelleme ve üretim yöntemleri, geleneksel tasarım ortamını hızlandırarak birden fazla tasarım konseptinin daha kısa sürede oluşmasına katkı sağlar Üç boyutlu sayısal teknolojilerin (CAD/CAM) tasarım sürecine entegrasyonu ile geliştirilen tasarımların üç boyutlu modelleri, hızlı prototipleme yöntemleriyle oluşturulabilir. Bu durum, sayısal tabanlı bir üretim sistemine geçişin temsili olarak görülebilir. (Demir, 2016)

Üç boyutlu baskı teknolojileriyle birlikte başarılı bir üretim öncesinde ,bir tasarım üzerinde hızlı ve sürekli olarak çeşitli geliştirmeler yapıp test edilebilir. Optimize edilmiş bir tasarım sürecinde, ne kadar çok prototip üretilirse o kadar risk azaltılarak, son ürünlerdeki olumsuzlukların önüne geçilebilir. Çünkü, üç boyutlu yazıcılar iyi detaylar ve dayanım özelliklerine sahip modeller üretebilmektedir ve bu durumda tasarımcılar geliştirecekleri ürün hakkında daha özgüvenli ve emin olabilirler. (Stratasys, 2015)

1.3 Üç Boyutlu Yazıcılar

1.3.1 Üç Boyutlu yazıcı nedir?

Üç boyutlu baskı teknolojisinin 1980li yıllarda boy göstermesinin ardından, günümüzde birçok alanda kullanılmaya başlamıştır. Yeni raporların gösterdiğine göre, üç boyutlu yazıcılar ile yapılanlar çocuklar için yapay uzuvlar, bir bebek için soluk borusu implantı, CAT bilgilerinden anatomik organlar, uzayda yiyecek, arabalar ve hatta silah üretimi gibi alanları da kapsamaktadır. Google trendlerine göre üç boyutlu yazıcılar hakkında yapılan araştırmalarda 2010'dan 2014 yılına kadar büyük bir artış olmuştur. "3D Printing" kelimelerinin araştırılması neticesinde 76,100,000 sonuç ortaya çıkmıştır. Ayrıca üç boyutlu yazıcılar, üretim sektörü

açısından yıkıcı teknoloji (disruptive technology) olarak sınıflandırılmıştır. Bunun en büyük nedeni ise insanların ihtiyaç duydukları şeyleri bir firmadan satın almak yerine daha düşük maliyetlere evinde ya da iş yerinde üretebiliyor olması olacaktır. (Kolitsky, 2014)

Katmanlı üretim (Additive Manufacturing [AM]), üç boyutlu bir model verisinin genellikle katman katman materyallerin bir araya gelme işlemidir. Ayrıca bu işlem, hızlı üretim (rapid manufacturing) ya da hızlı prototipleme (rapid prototyping) olarak da bilinir. Geleneksel üretim tekniklerinin aksine, makinada işleme ya da presleme gibi ürün imalatı sırasında daha büyük bir materyalden asıl ürünü elde etmek için materyallerin bir kısmını uzaklaştırmak yerine katmanlı üretim, ürünün son şeklini malzeme ekleyerek oluşturur. Böylelikle verimli bir ham madde kullanımı sağlanırken istenilen geometrik hassasiyetlere ulaşılmaya çalışılırken de minimum malzeme kaybı meydana gelir. (Huang, Liu, Mokasdar, Hou, 2012)

Katmanlı üretim (AM) yöntemiyle birlikte, bilgisayar ortamında tasarlanmış üç boyutlu katı bir model dışaradın ek bir sabitlemeye ya da kesici bir araç kullanmaya gerek kalmadan direk olarak son ürün haline getirilmektedir. Bu durum, normalde üretilebilmesi için üzerinden malzeme oyulması ya da kesilmesi gereken karmaşık geometrilere sahip ürünlerin oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Katmanlı üretim, aynı zamanda çevre dostu ürün tasarımlarını mümkün kılar. Geleneksel üretim yöntemlerinin aksine katmanlı üretimin esnekliği, üreticiler için yalın üretime olanak sağlarken malzeme israfının da önüne geçilmesini sağlar. Ek olarak, karmaşık geometriye sahip bir ürünün parçalarının, geleneksel yöntemlerle ancak ayrı ayrı üretilebilmesinin yerine, katmanlı üretim sayesinde ürünün tüm parçaları bir arada ve bir bütün olarak üretilebilmesi mümkün olur. Üstelik, katmanlı üretimle oluşturulabilen topolojik olarak optimize edilmiş tasarımlar ürünün fonksiyonelliğini artırır böylece operasyon için gerekli enerji miktarı azalır, az ölçüde yakıt ve doğal kaynakların tüketilmesine neden olur. (Huang, Liu, Mokasdar, Hou, 2012)

Katmanlı üretim teknolojisinin gelişmesi 1980li yıllarda başladı. O zamandan bu yana önemli bir gelişim gösteren bu teknolojisinin, geniş alanda sağladığı yararlarla birlikte üretim endüstrisinde devrim yapacağına dair beklentiler oluştu. Bu yararlardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir,

- Sağlık ürünleri, bireysel müşterilerin ihtiyaçlarına göre özelleştirildi. Böylelikle popülasyonun refah seviyesinin önemli ölçüde gelişeceği umut edildi.
- Ham madde kullanımını ve enerji tüketimini azalttı, bu durum çevresel sürekliliğe katkı sağlayan anahtar faktör oldu.
- Üretim sektöründe, tedarik zincirinin yeniden şekillenmesi için bir fırsat oluşturdu ve daha az kaynak kullanarak tüketicilere daha hızlı ve ucuz ürünlerin ulaşmasını sağladı. (Huang, Liu, Mokasdar, Hou, 2012, b)

AM teknolojisi üç temel adımı içermektedir:

1. Bir model ya da parça Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) sisteminde modellenir. Fiziksel ürünü oluşturacak olan model, tartışmasız bir şekilde kapalı yüzeylerle temsil edilmeli ve bir hacmi olmalıdır. Bu demek oluyor ki modelin datası iç, dış ve sınır çizgileri belirtecek içeriğe sahip olmalıdır. Eğer modelleme tekniği katı modellemeyse bu gereksinim gereksizdir. Kullanılan program eğer katı modelleme programıysa da modele otomatik olarak bir kapalı hacim verecektir. Tüm bu gereksinimler, yatay kesit alanların kapalı eğriler içinde kalmasını garantileyerek RP ile katı bir objenin oluşmasına olanak sağlar.
2. Katı ya da yüzel modeli CAD/CAM ile oluşturulduktan sonra kökeni 3D Systems'a dayanan dosya formatı olan "STL" (Stereolithography) olarak kaydedilir. STL formatı, yüzeyleri poligonlara yakınsar. Çok kıvrımlı yüzeyler çok fazla poligon içerir, bu da demek oluyor ki kıvrımlı bu tip parçalar için olan STL dosyaları çok büyük olacaktır. Fakat bazı RP sistemleri, İGES (Initial Graphics Exchange Specifications) isimli formatı da kabul eder ki bu daha doğru oranlarda 'tat' sağlar.
3. Bir bilgisayar programı, modeli tanımlayan STL formatındaki dosyayı analiz eder ve üretim için kesit alanlar halinde 'dilimler'. Bu kesit alanlar, sistematik olarak sıvı ya da toz halindeki ham maddenin katılaştırılması ve bir araya gelmesiyle fiziksel olarak üç boyutlu modeli meydana getirir. (Chua, Leong, Lim, 2003)

1.4 Üç Boyutlu Yazıcıların Tarihsel Gelişimi

1983: Charles Chuck Hulls, CAD/CAM dosyalarını katı objelere dönüştürebildiği ve adını kendi verdiği teknoloji olan ‘Stereolithography’ı (SLA) icat eder. SLA, ultraviyole bir lazer kaynağının sıvı haldeki fotopolimerik reçineyi katman katman kürleyerek katılaştırması işlemidir. Böylelikle ‘katmanlı üretim’ diğer isimleriyle ‘hızlı prototipleme’ ve ‘üç boyutlu baskı’ doğmuş oldu. (3D Systems, 2016)

1986: Selective Laser Sintering (SLS), toz haldeki ham maddenin yüksek güçlü bir lazer tarafından eritilerek katman katman bir araya getirildiği bir üç boyutlu baskı teknolojisidir. SLS, Carl Deckard ve Joe Beamsn tarafından Texas Üniversitesi makine mühendisliği bölümünde geliştirilmiştir. Deckard ve Beaman bu teknolojiyi ticarileştirmek için Nova Automation’ı kurmuşlardır. Bu sırada 3D Systems ilk ticari yazıcıları olan SLA-1’i piyasaya sürmüştür. (Selective Laser Sintering, 2012)

Standart STL formatındaki dosyalar ile CAD/CAM dosyalarını üç boyutlu baskı alınabilir hale getirmişlerdir. 3D Systems, 2014 temmuz itibariyle pazarda 5.9 milyon dolarlık bir hacme sahiptir.(3D Systems, 2016)



Şekil 1.43 : SLA

1988: İlk ticari başarıyı yakalamış SLA 250, 3D Systems tarafından üretildi. 1.64 metre boyunda büyük bir panele sahip yazıcının üretim hacmi 25 cm^3 ‘tür ve 187 bin dolar civarında bir satış fiyatında piyasaya çıkmıştır. Yıllık bakım ücreti 36 bin dolar civarında iken lazer değişimi olmazsa 20 bin dolar civarında olmuştur.

(3dsystems.ru, 2016)

Üçboyutlu baskı dünyasındaki bir diğer önemli gelişme de Scott Crump'ın 'Fused Deposition Modelling (FDM)' isimli, günümüzde en çok kullanılan üç boyutlu baskı teknolojisini bulmasıdır. Bu teknoloji termoplastik malzemeyi eriterek STL dosyalarına göre katman katman bir araya getirmesiyle çalışmaktadır. ABS ve PLA gibi birçok termoplastik kullanılmaktadır. Baskı sırasında genellikle sökülebilir destek malzemesi kullanımı gerekmektedir. (Stratasys.com, 2016)



Şekil 1.44 : 3d systems SLA 250

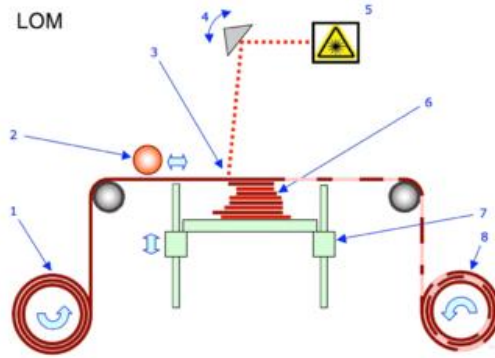
1989: FDM teknolojisinin mucidi Scott Crump eşi Lisa'yla birlikte Stratasys'i kurmuştur. 2014 Temmuz verilerine göre, Stratasys pazarda 5.2 milyon dolarlık bir hacme sahiptir. (Stratasys.com, 2016)

1990: İlk olarak ticarileştirilen SLS tipi olan üç boyutlu yazıcı 'The DTM' piyasaya sürüldü ancak 4 adet üretilmesine rağmen hiçbiri satılamadı. Bunun nedeni 300.000 – 400.000 dolar civarındaki fiyat aralığı olabileceği düşünülmüştür. (Selective Laser Sintering, 2012)



Şekil 1.45 : *'The DTM'*

1991: Helisys, 'Laminated Object Manufacturing' (LOM) adını verdikleri üç boyutlu baskı teknolojisini geliştirmiştir. Bu teknoloji, plastik ya da metal kağıt katmanlarının dijital olarak yönlendirilmiş bir lazerin kesmesi ve ardından yüksek ısıli bir merdanenin yeni kağıt katmanını bir öncekinin üstüne eklemesiyle çalışmaktadır. Helisys LOM-1015 isimli ürünü 85 bin dolardan, daha büyük boyutu olan LOM -2030'u ise 140 bin dolardan piyasaya sürmüştür. (Wikipedia, 2016)



Şekil 1.46 : LOM Sistemi

1992: Stratasys 3D Modeler ilk ticari FDM tipi üç boyutlu yazıcı olarak piyasaya sürülmüştür. Fiyatı 130 bin dolar olarak belirlenmişken yazılım ve iş istasyonuyla birlikte 178 bin dolara yükselmiştir. 3D Modeller için üretilen bir makara filamentin fiyatı ise 350 dolar olarak satışa sunulmuştur. (Wikipedia, 2016)



Şekil 1.47 : 3D Modeller

1992: Dördüncü jenerasyon olarak SLS teknolojisiyle çalışan DTM SinterStation 2000, DTM tarafından tasarlanıp üretildi ve yüksek fiyatlarına rağmen ticari başarı sağladı. Bir SinterStation 2000'in fiyatı, bir baskı malzemesiyle birlikte 397 bin dolar olarak belirlenmiştir. Bir SinterStation 2000'in üretim hacmi 13 inçlik çapı olan bir silindirden oluşmuştur. (Selective Laser Sintering, 2012)



Şekil 1.48 : DTM SinterStation 2000

1993: MIT, 3DP adını verdiklerin üç boyutlu baskı teknolojisini icat etmiştir. Bu teknoloji, seramik tozlarının ince bir katman halinde serilmesinin ardından bir bağlayıcının jet sistemi ile püskürtülerek seramik tozlarının katman katman bir araya getirilmesiyle katılaşmasını sağlamaktadır. Bu sistemin avantajı, SLS sistemindeki gibi destek malzemesine ihtiyaç duymamasıdır çünkü üretilen parça baskı sırasında içinde bulunduğu toz granüller arasında desteklenmektedir. MIT, lisansını bir çok firmaya satmıştır bunlar arasında Z Corporation da vardır. (Web.mit.edu, 2016)

1996: İlk ink jet teknolojiyle çalışan üç boyutlu yazıcı ‘The Actua 2100’ 3D Systems tarafından geliştirilmiştir. Metal döküm için kullanılmak üzere mum tipi bir malzemenin katman katman bir araya getirilmesiyle çalışmaktadır. Açılış fiyatı 65 bin dolar civarında olmuştur. (<http://www.zdnet.com/article/the-history-of-3d-printing-a-timeline/>) Z Corporation adlı firma ise 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. 2012 yılında Z Corporation, 3D Systems tarafından 135.5 milyon dolara satın alındı. (Wohlerassociates.com, 2016)



Şekil 1.49 : Actua 2100 Modeli

1997: 3D Sytems, EOS GmbH isimli avrupadaki en büyük rakibi olan alman şirketinden satılmakta olan SLA tipi üç boyutlu yazıcının satın alma haklarını 3.25 milyon dolara devralmıştır. (Corporation, 2016)

1999: 3D Systems, o zaman ki piyasa koşullarına göre en pahalı üç boyutlu yazıcı olan SLA 7000’i 799 bin dolardan piyasaya sürmüştür. Üretim hacmi 50.8 cm*50.8 cm*58.4 cm olan yazıcı bir önceli SLA tipi yazıcının performansının iki katı kadar daha iyi bir performansa sahip olmuştur. SLA 7000, 2.03 metre boyunda ve 1.193 kg ağırlığındadır. (McLellan, 2014)



Şekil 1.50 : Bioprinter: Bladder

Ayrıca bio printing alanında Anthony Atala, laboratuvar ortamında geliştirdikleri implant bir idrar torbasını hastaya naklettiler. Organ, üç boyutlu baskıyla üretilmiş bir iskeleye idrar torbası hücrelerinin ekilmesiyle oluşturulmuştur. Organın hastaya nakledilmesinden sonra herhangi bir reddedilme durumu yaşanmamıştır ve operasyon başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir. (Number, 2016)



Şekil 1.51 : SLA 7000 Model

2000: İsrail kökenli bir firma olan Object Technologies, ink jet teknolojisiyle çalışan üç boyutlu yazıcı Quadra'yı geliştirdiler. Dört baskı kafasıyla malzemenin püskürtüldüğü 1.535 nozzle ile birlikte fotopolimer haldeki malzemeyi Ultraviyole ışınla kürleyerek katılaştırması işlemini yapmaktadır. Orijinal modeli daha sonra geliştirilen bir üst versiyonu olan Quadra Tempo takip etmiştir. (Wikipedia, 2016)



Şekil 1.52 : Quadra

Diğer yandan Stratasys, ‘Prodigy’ adını verdikleri düşük fiyatla piyasaya sürülen FDM tipi teknolojiyle çalışan ve prototip tasarımları için ABS malzemeden ürünler veren üç boyutlu yazıcıyı geliştirmişlerdir. 2002’nin mart ayında ise bir üst model olan Prodigy Plus’ı piyasaya süren ekip, sisteme ekledikleri suda çözünebilen destek malzemesi özelliğini de eklediler. (McLellan, 2014)



Şekil 1.53 : Prodigy

2001: SLS teknolojisinin öncüsü olan DTM, 3D Systems tarafından 40.3 milyon dolara satın alınmıştır. Bu sırada 3D Systems, inkjet, termojet ve SLA tipi olmak üzere fiyat aralığı 49 bin dolardan 799 bin dolara kadar değişen bir aralığa sahip üç boyutlu yazıcıları piyasaya sürüyordu. Aynı yıl içerisinde 3D Systems, bir Fransız firması olan Optoform ile İsviçreli bir firma olan RPC’yi de satın almıştır.

2002: Stratasys, Prodigy altyapısına sahip olan ABS malzemeyi modelleyebilen masaüstü üç boyutlu yazıcı olan ‘Stratasys Dimension’ı geliştirmiştir. Piyasaya sürüldüğünde, 29.900 dolarlık fiyatıyla hızlı prototipleme piyasası içerisindeki en ucuz üç boyutlu yazıcı olmuştur. (Investors.stratasys.com, 2016)



Şekil 1.54 : *Stratasys Dimension*

Diğer taraftan Wake Forest üniversitesi böbrek hücrelerinin, biyo materyal destekleriyle oluşturulmasını sağlayan bir üç boyutlu yazıcı geliştirmiştir. Bu deneysel makine aynı zamanda kulak doku örneğini oluşturmak için de kullanılmıştır. Bu modelin çıktısı, üç boyutlu yazıcılardan katman katman oluşturulabilecek bir üç boyutlu organ prototipi için örnek olmuştur. (Wakehealth.edu, 2016)



Şekil 1.55 : Kulak Dokusu

2004: Stratasys, 2002 Dimension'ın üst modeli olarak geliştirdikleri The Dimension SST adlı üç boyutlu yazıcıyı piyasaya sürmüştür. Geliştirdikleri yazıcıda, çözünabilir destek malzemesinin otomatik olarak sökülebildiği bir sistem tasarlamışlardır. Bu sistem daha karmaşık geometrilere sahip modellerin ve prototiplerin üretilmesine imkan sağlamıştır. The Dimension SST'nin fiyatı ise 34.900 dolar olarak belirlenmişti.



Şekil 1.56 : Dimension SST Modeli

2005: Z Corporation, ilk yüksek çözünürlüklü renkli üretim yapabilen Spectrum Z510 adını verdikleri üç boyutlu yazıcıyı geliştirdi. Düşük üretim maliyetlerine sahip olan Z510, kendi sınıfında en büyük üretim hacmine sahip olarak (25.4cm*35.6cm*20.3cm) geliştirilmiş yüzey kalitesiyle birlikte 49.900 dolardan piyasaya sürülmüştür. (3D Systems, 2016)



Şekil 1.57 : Spectrum Z510

2005: RepRap (Replicating Rapid Prototyper) adıyla bilinen açık kaynak projesi UK Bath Üniversitesinden makine mühendisliği departmanı öğretim görevlisi Dr. Adrian Bowyer tarafından kurulmuştur. Bu projenin amacı kendi parçalarını da basabilen böylelikle kendi taklidini oluşturabilen bir FFF (Fused Filament Fabrication) tipi üç boyutlu yazıcı üretmektir. FFF yasal gerekçelerden dolayı Stratasys'in keşfettiği FDM (Fused Deposition Modelling) işlemi ismine alternatif olarak üretilmiş bir isimdir. (Wittbrodt ve diğerleri, 2013)

Diğer taraftan Stratsys, Red eye RPM adını verdikleri üç boyutlu yazıcıyı geliştirdiler. Tasarladıkları sistemde 7/24 otomasyon seçeneğini getirerek, müşterilerin internet üzerinden yükledikleri CAD dosyalarını seçtikleri malzeme doğrultusunda basılmasını sağlayarak, ürünü 3-5 gün içerisinde teslim etme opsiyonu getirmişlerdir. (Stratasys Direct Manufacturing, 2016)



Şekil 1.58 : 'Red Eye RPM' Sistemi

2007: Z Corporation, Z450 adını verdikleri ve 40 bin doların altına piyasaya sürülen ilk renkli üç boyutlu yazıcıyı geliştirmiştir. Ayrıca üretim hızı kendi sınıfındakilere göre oldukça yüksektir, günler boyunca üretilecek bir ürünü saatler içinde üretebildiği öne sürülmüştür. Geliştirilmiş Zprint yazılımı sayesinde makinenin LCD panelinde eş zamanlı olarak kullanılmakta olan toz malzeme, yapıştırıcı ve mürekkep miktarını izlemek mümkün hale getirilmiştir. Z450'nin üretim hacmi 20.3cm*25.4cm*20.3cm olarak tasarlanmıştır. (McLellan, 2014)



Şekil 1.59 : Z450 Modeli

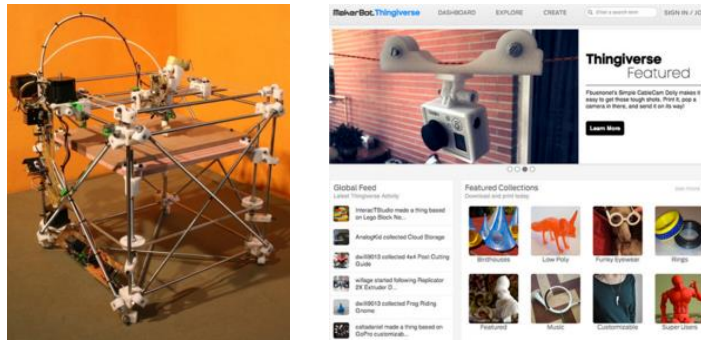
Diğer yandan Phillips'in oluşturduğu bir platform olan 'Shapeways' kurulmuştur. Üç boyutlu yazıcı servisi sağlayan bu platform, üç boyutlu tasarımların ve ürün

tasarımcıların pazar alanı olmuştur. Bu sırada Stratasys, Connex 500 adını verdikleri polyjet teknolojisiyle çalışan bir kerede çeşitli materyallerin basabilen bir üç boyutlu yazıcı geliştirdiler. 100 farklı malzemenin kullanılabildiği sistemde, transparant, opak, kauçuk benzeri polipropilen tipleri kullanılmaktadır. Connex 500'ün üretim hacmi 50cm*40cm*20cm olarak tasarlanmış ve 250 bin dolardan piyasaya sürülmüştür. (Stratasys.com, 2016)



Şekil 1.60 : Connex 500 Modeli

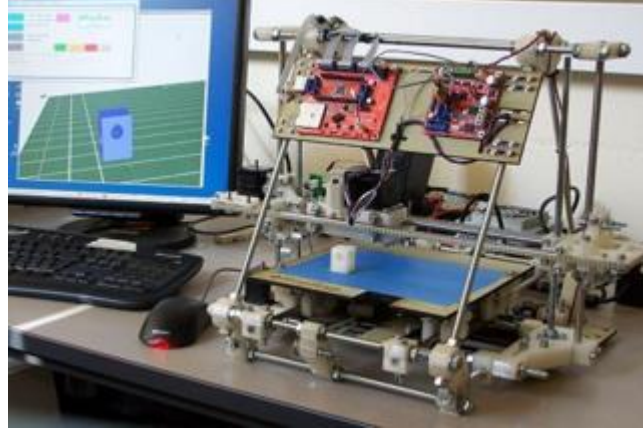
2008: İlk RepRap projesi sonucu olan 'kendi taklidini yapabilen' Darwin isimli üç boyutlu yazıcı üretildi. Tüm modeller, devrimci biyolojistlerin isimleriyle adlandırıldı. Darwin, kendi parçalarının %50sini üretebiliyordu. (Reprap.org, 2016) Diğer taraftan, üç boyutlu yazıcı üreticisi olan Makerbot tarafından 'Thingiverse' isimli üç boyutlu baskı sürecine hizmet edecek bir websitesi kuruldu. Thingiverse, üç boyutlu katı modellerin hardware tasarımlarının açık kaynak olarak ücretsiz bir şekilde sunulduğu bir platform oldu. Wikipedia'ya göre 19 temmuz 2014'e kadar 400 bin 'şey' indirildi. (Thingiverse.com, 2016)



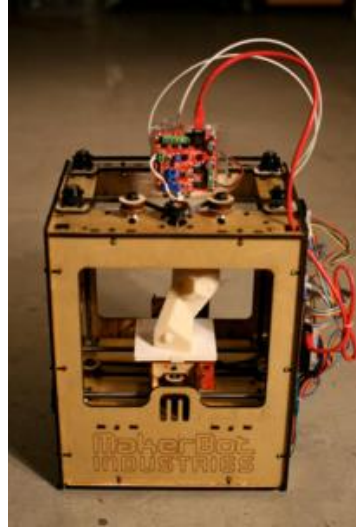
Şekil 1.61 : Darwin ve Thingiverse

2009: RepRap projesinden ilham alan MakerBot şirketi, üç boyutlu yazıcı kitlerini (demonte haldeki yazıcı parçaları) üretmeye ve satmaya başladı. İlk ürünlerinin tüm

fiziksel parçaları Thingiverse üzerinde açık kaynak olarak ulaşılabilir bir konumdaydı. 2013 haziranda Stratasys, MakerBot ve Thigiverse’i satın aldı. (Replicator, 2016) Diğer taraftan RepRap 2.0 projesi olarak, ‘Mendel’ isimli üç boyutlu yazıcı üretildi. Tasarımda geliştirilen noktalar, daha büyük bir üretim hacmi, z eksenindeki tutukluğu giderecek sabit bir tasarım, kolay monte edilebilir parçalar, hafif ve taşınabilir olmasıdır. (Reprap.org, 2016)



Şekil 1.62 : Mendel



Şekil 1.63 : Makerbot

2010: Gövdesi üç boyutlu yazıcıdan üretilmiş Urbee isimli prototip araba geliştirilmiştir. Tüm dış aksamaları, 3D Systems tarafından geliştirilen RedEye on Demand servis sisteminden elde edilerek ABS malzemesi kullanılarak üretilmiştir. (Stratasys.com, 2016) Diğer taraftan bir ilaç firması olan Organovo tarafından ilk bio printed kan hücreleri oluşturulmuştur. NovoGen teknolojisi adını verdikleri sistemi

Missouri Colombia üniversitesinden prof. Gabor Forgacs geliştirmiştir. (Invetech.com, 2016)



şekil 1.64 : Urbee

2011: Exeter ve Brunel üniversitelerinin önderliğinde, yazılım geliştirici Declam ile birlikte üç boyutlu baskı teknolojisi olan ink jet ilk defa çikolata malzemesi için kullanıldı. Çikolatanın basılması, hassas ısıtma ve soğutma döngülerini gerektirmektedir. Bu sistem de araştırma takımının bu işleme özel yeni geliştirdiğı bir sistemle gerçekteştirildi. (Epsrc.ac.uk, 2016)



şekil 1.65 : Çikolata basan üç boyutlu yazıcı

Diğeri taraftan SouthHampton üniverstitesinden mühendisler, ilk üç boyutlu baskıyla üretilmiş SULSA adını verdikleri uçağı tasarladı ve uçurmayı başardı. Tüm yapı, kanatlar, iç kontrol yüzeyleri EOS EOSINT P 730 tarafından naylon malzeme kullanılarak üretildi. Farklı parçaları monte edebilmek için ayrı araç gereçlere ihtiyaç duyulmamıştır. (Southampton.ac.uk, 2016)



Şekil 1.66 : Çift nozullu üç boyutlu yazıcı

2012: Üç boyutlu yazıcı üreticisi olan Z Corporation ve medikal/dental ürünler tasarlayan Vidar Systems, 3D Systems tarafından 135.5 milyon dolara satın alındı. (3D Systems, 2016) Diğer taraftan dünyanın ilk üç boyutlu baskıyla üretilmiş alt çene implantı Belçikalı bir firma olan LayerWise ile üretildi. Yüksek hassasiyette bir lazerin metal toz partikülleri eriterek bir araya getirmesiyle oluşturulan parça, üç boyutlu yazıcıda katmanların başarılı bir şekilde sıralanmasıyla başarılı bir şekilde meydana getirmiştir. (3ders.org, 2016)

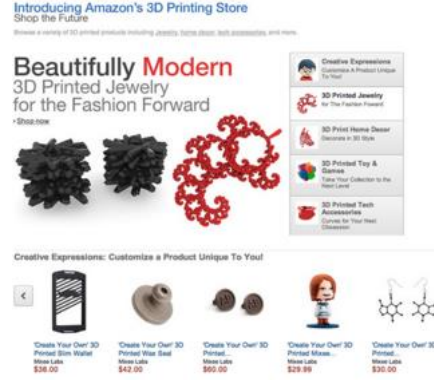
Diğer taraftan FDM teknolojisinin geliştiricisi Stratasys ve polyjet teknolojisinin geliştiricisi olan Objet Geometries birleşmeye karar vererek 1.4 milyar dolar değerinde bir şirket ortaklığına gitmişlerdir. (Investors.stratasys.com, 2016)

2014: Dijital dişçilik sektörü üç boyutlu baskı dünyasından giderek popülerleşmeye başlamıştır. Stratasys'Object bu alanda da öne çıkan firma olmuştur. Geliştirilen yeni bir materyal olan VeroGlaze, A2 dişlerinin doğal renginde ve görünümünde olmasını sağlamıştır. Stratasys'Object, dişçilik odaklı üç boyutlu yazıcıları da piyasaya sürmeye başlamıştır bunlardan bazıları Object EdenV ve OrthoDesk ailesindendir. (Investors.stratasys.com, 2016)



Şekil 1.67 : Dental Model

28 temmuz 2014'te Amazon, üç boyutlu baskı sektöründe önemli bir yer kaplayacak '3d printing store' adını verdikleri üç boyutlu baskı dükkanını web üzerinde açtı. Belirli sayıda ve çeşitte ürün aralığına sahip firma, Sculpteo, 3DLT ve Mixee Labs partnerleriyle birlikte müşterilerin taleplerini karşılamaktadırlar. (Amazon.com, 2016)



Şekil 1.68 : Amazon 3d store

1.5 Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanıldığı Endüstriler

Wohler Associates, rapordaki verileri elde edebilmek için 20 yıldır endüstrinin içinden, üreticilerden ve servis sağlayıcılardan bilgi edinmiştir. Elde edilen verilerin çeşitliliği ve derinliği nedeniyle katmanlı üretim sektörünün analizi yapılabilmiş, boyutu ve gelişimiyle ilgili hassas sayılarla ifade edilebilir bir hale gelinmiştir. Yılların birikimiyle birlikte yapılan sayısız anket ve görüşme neticesinden derlenen bilgiler endüstrinin bugünkü durumunu gözler önüne sermektedir.

Bu raporda elde edilen veriler için dünya çapında 40 endüstriyel AM sistemi üreticisi firma ve 87 servis üreticisiyle görüşülmüş ve anketler düzenlenmiştir. Bu 127 firma, 100,000den fazla kullanıcının ve müşterinin sağladığı bilgileri temsil etmektedir. 40 üreticinin sekizi Almanya, sekizi Amerika Birleşik Devletleri, yedisi Çin, dördü Japonya, üçü Fransa, ikisi İtalya, bir tanesi Avusturya, bir tanesi Danimarka, bir tanesi İngiltere, bir tanesi İrlanda, bir tanesi İsrail, bir tanesi Kuzey Kore, bir tanesi İsveç, bir tanesi Tayvan'dandır. Anketlere ve görüşmelere katılan 87 servis sağlayıcısının otuzsekizi Amerika, sekizi Almanya, beşi Kanada, dördü Avustralya, üçü Çin, üçü Fransa, üçü Hindistan, üçü İtalya, ikisi Belçika, ikisi Hollanda, ikisi İspanya, ikisi Türkiye, ikisi İngiltere, biri Avusturya, biri Brezilya, biri Danimarka,

biri İrlanda, biri Japonya, biri Portekiz, biri Kuzey Afrika, biri İsveç, biri İsviçre ve biri de Tayland'dandır. (Wohler Report, 2015)

Ankette her firmaya hangi endüstrilere hizmet sağladıkları ve oralardan elde ettikleri yaklaşık gelirleri (yüzde olarak) soruldu, Wohler Reports kaynaklarınca. Aşağıdaki tabloda sonuçlar görünmektedir. 2013'ten 2014'e %1'lik küçülme yaşamasına rağmen, endüstriyel ve iş makineleri sektörü lider sektördür. Havacılık sanayi 2013'ten itibaren %2.5lik büyüme gösterirken, akademik enstitüler ve askeriye alanlarındaki kullanım da artmıştır. Tüketici ürünleri ve elektronik sektörü de uzun zamandır lider sektörlerden biridir. (Wohler Report, 2015)

Endüstri	Yüzde
Havacılık Endüstrisi	% 14.8
Otomotiv Endüstrisi	% 16.1
İş Makineleri Endüstrisi	% 17.5
Tüketici Ürünleri ve Elektronik Endüstrisi	% 16.6
Medikal ve Dental Sektörü	% 13.1
Eğitim Sektörü	% 8.2
Savunma Sanayi	% 6.6
Mimari	% 3.2
Diğerleri	% 3.9

Tablo 1.1 Üç boyutlu yazıcıların kullanıldığı endüstriler ve yüzdelik dilimleri

1.5.1 Havacılık Endüstrisinde Üç Boyutlu Yazıcılar

Havacılık sanayi, katmanlı üretim teknolojisini erken benimseyen 'early adopter' olarak adlandırılan bir grup olarak AM teknolojileri ticarileştikten hemen sonra uygulama alanlarını keşfeden bir sektördür. 1990'ların ortalarında, Boeing ve Bell helikopteri, normal üretim yöntemleriyle üretilmeyen parçalarını polimer olarak katmanlı üretim teknolojisi kullanarak elde ettiler ve kullandılar. Boeing on binlerce parçasını bu yöntemle elde etti, 200'den fazla özel parçayı sergiledi ve bunları 16 farklı ticari ve askeri uçaklarında kullandı. (Wohler Report, 2015)

1.5.2 Otomotiv endüstrisinde üç boyutlu yazıcılar

Otomotiv endüstrisindeki büyük üreticiler, katmanlı üretim yönteminin ticarileşmesiyle birlikte hızlı prototip üretimi yapabilmek için bu teknolojilere yatırım yapmaya başlamış ve hızlı bir şekilde uyum sağlamıştır. Nihai ürünlerin sayısı, AM teknolojilerini kullanarak üretmek için çok fazla da olsa, motorlu araçlar sektörü prototip üretim alanında katmanlı üretim yöntemlerini kullanmaya devam etmektedir. (Wohler report, 2015)

1.5.3 Tüketici ürünleri ve elektronik endüstrisinde üç boyutlu yazıcılar

Tüketici ürünleri ve elektronik sektörü oldukça geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Bunlar arasında cep telefonları, ev elektronik aletleri, bilgisayarlar, mutfak araç ve gereçleri, tamir edavatları ve oyuncaklar gibi çeşitli ürünler vardır. Bu endüstriler genellikle büyük hacimlerde ama buna kıyasla yaşam döngüleri kısa olan ürünler üretmektedir. Katmanlı üretim teknolojisi, ürün geliştirme işlemini hızlandırırken hızlı tasarım değişikliklerine ve optimizasyonlara gidilmesine de olanak sağlar. (Wohler report, 2015)

1.5.4 Medikal ve Dental Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcılar

Medikal endüstrisi, ortopedik implantların oluşturulmasında, cerrahi kesimlerde ve delme işlemlerinde model kullanımı gibi alanlarda AM teknolojilerini kullanmaya başlamıştır. 20'nin üzerinde farklı AM yöntemiyle üretilmiş medikal implant FDA'dan (Food and Drug Administration) onay almıştır. Kafatası implantından, kalça, diz ve bel kemiği implantına kadar üretilmiş birçok implantı değerlendirdiler ve aralarında 100.000'in üzerinde kalça implantı üretildiği ve 50.000 kadarının da hastalara yerleştirildiği bilgisine ulaşılmıştır.

Dental endüstrisi ise geliştirilen scanning araçları, yazılımlar ve AM teknolojisiyle birlikte 'dijital dişçilik'e dönüşmektedir. Align Technologies her yıl 17 milyon tane her biri özgün olan ortodontik aligner (hizaya sokucu) üretmektedir ve her biri de AM yöntemiyle belirlenmiş özel bir modele göre tasarlanarak kağıt materyalin termoformingle oluşturulmasıyla meydana gelmektedir. EOS'a göre her yıl 5

milyonun üzerinde metal koping (metal altyapı, dışın üst kısmına oturan ve köprü yapımında kullanılan) AM teknolojileriyle birlikte üretilmektedir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.69 : Katmanlı üretim ile üretilmiş kopingler

1.5.5 Eğitim sektöründe üç boyutlu yazıcılar

Konu üç boyutlu baskı teknolojileri olunca, teknolojinin geliştirilebileceği limitsiz yol bulunmaktadır. İş yerleri, amatörler, eğitim enstitüleri, üç boyutlu baskının sağladığı potansiyel yararları anlamaya başlamışlardır. Ayrıca üç boyutlu baskı teknolojileri sayesinde mucitler, yenilikçiler ve vizyonerler 2 boyutlu çizimlerini kolayla prototipleyerek tasarımlarını üretebilirler. Üç boyutlu baskı teknolojileri apaçık ki yeni buluşların önünü açacaktır çünkü artık mucitlerin, düşüncelerini test edebilmek için somut modellere ve prototiplere ulaşabilecekleri yolları vardır.

Üç boyutlu baskı teknolojileri büyük bir etki yaratmanın yanında, eğitim enstitüleri için de bolca fırsat sağlamaktadır. Üç boyutlu yazıcılar, ilkokullardan liselere, üniversitelerden ‘Maker Space’lere kadar global olarak her yeredirler. Okullar, her ders için üç boyutlu yazıcı teknolojilerinden faydalanabilirler. Bunlar arasında matematik, jeoloji, tarih, sanat olabilir. (Krassenstein, 2014)

1.5.5.1 Matematikte üç boyutlu baskı

Matematik ve üç boyutlu baskı teknolojilerinin bir çok yolda kesiştiği görülmüştür. Çoğunlukla, öğrencilerin matematiksel modelleri ve grafikleri canlandırabilmelerinde yardımcı olmak için üç boyutlu baskı kullanılır. Bazı öğrenciler sayıları ve diyagramları yakalamada zorluk çekerler ve sadece kağıt

üstünde algılayabilir. Bu bir öğrenme zorluğu değildir sadece beyin fonksiyonlarının çalışma şekli böyledir.



Şekil 1.70 : Alan Schoen tarafından keşfedilmiş üçlü periyodik minimal yüzeyleri olan ‘Gyroid’

Üç boyutlu baskı teknolojileri, denklemleri görmekte, grafikleri ve kompleks matematik modellerinin algılamakta zorluk yaşayan öğrencilere yardımcı olarak onların bu görselleri kolayca görebileceği somut sunumlar ortaya çıkarır. (Krassenstein, 2014)

1.5.5.2 Jeolojide üç boyutlu baskı

Üç boyutlu baskı teknolojileri öğrenciler için, iki boyutta sunumları mümkün olmayan jeolojik oluşumları daha iyi anlamaları için harika bir yoldur. Bugüne kadar üç boyutlu yazıcılar ile jeolojiyle alakalı bir çok ilginç form basılmıştır. Örneğin, Kaliforniya’daki depremleri öncekilerle kıyaslayabilmek için deprem datalarının üç boyutlu baskısı alınmıştır. Buna ek olarak şirketler, yağ ve gaz salınımlarındaki sebep ve etkileri daha iyi anlayabilmek için üç boyutlu yazıcılardan yararlanmışlardır.

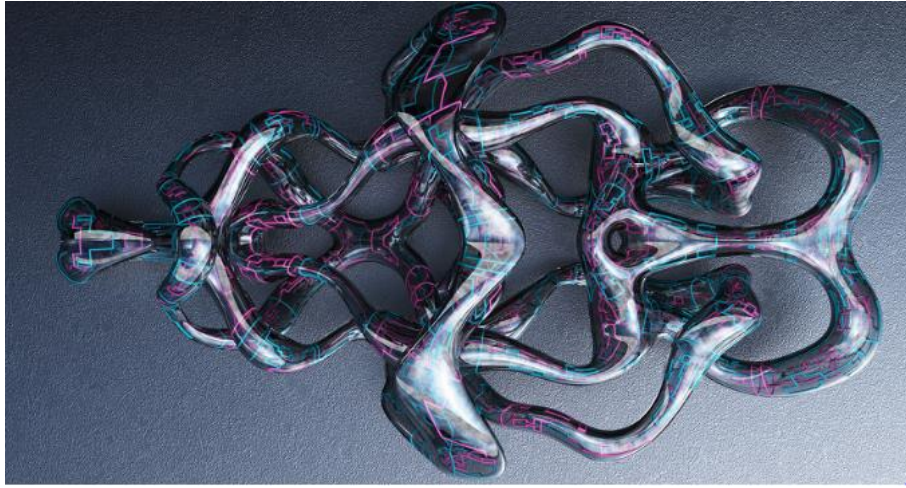


Şekil 1.71 : Coğrafik özelliklerin yer aldığı bir jeolojik model

Ayrıca yazarlar, üç boyutlu baskının önemini anlayıp derslere entegre etmek isterlerse, kitapların her bir bölümüne üç boyutlu basılabilir modellerin dosyalarını iliştirebilirler. Bu durum, öğrencilere eğlenceli bir öğrenme deneyimi sunmuş olacaktır. Dağların, nehirlerin, kanyonların ölçeklenmiş olarak oluşturulduğu modeller çocuklar için harika bir öğrenme aracı olacaktır. (Krassenstein, 2014)

1.5.5.3 Sanatta üç boyutlu baskı

Sanat ve tasarım sınıfları apaçık ki üç boyutlu baskının büyük avantajlarını göreceklerdir. Üç boyutlu baskı teknolojileri sanat öğretmenleri için yepyeni bir gerçekliğin önünü açacaktır. Ders planları üç boyutlu tasarımı içerecek şekilde genişleyebilir ve öğrencilerin tasarımlarını üç boyutlu yazıcılar ile üretmesiyle oldukça ilginç bir hal alabilir. Artık 3 boyutlu modeller olduğundan 2 boyutlu ekranlara güvenmek zorunda değiliz. (Krassenstein, 2014)



Şekil 1.72 : Üç boyutlu yazıcı ile üretilmiş sanatsal obje

Üç boyutlu basılabilir tasarımların dünyadaki tüm okullarla paylaşılabilirliği, projelerin uluslararası ve global seviyelere çıkmasına yardımcı olabilir.

New York'ta ki sınıflar ile Hindistan'da ki sınıflar, final sonuçları üç boyutlu yazıcılardan alındığı aynı projeler üstünde çalışabilir. Son zamanlarda üç boyutlu baskı teknolojileriyle oluşturulmuş oldukça özel formlar sanat dünyasında yerini almıştır ancak daha nelerin mümkün olabileceğiyle ilgili katedilmesi gereken çok yol vardır. (Krassenstein, 2014)

1.5.6 Savunma sanayisinde üç boyutlu yazıcılar

Farklı tüketiciler için olan talep ve askeriyede kullanılan elektronik parçaların daha az bir alan içerisinde daha çok fonksiyonellik sunması isteği elektronik devrelerin sıkışık bir şekilde entegre edildiği fiziksel paketleri oluşturabilecek gelişmiş üretim teknikliklerine olan ihtiyacı oluşturmuştur.

Konformal sensörleri, antenleri, kabukları ve diğer aktif, pasif komponentlerin oluşturulmasında üç boyutlu yazıcılar kullanılabilir. Bu elektronik parçaları direkt olarak fiziksel kabuğun içine basmak, devre kartlarını, kablolalama işlemlerini ortadan kaldırdığı için boyutun küçülmesine ve ağırlığın azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca da montaj prosesinin de kolaylaşmasını sağlamaya neden olmaktadır. (Optomec, 2016)

1.5.7 Mimarlık Alanında Üç Boyutlu Yazıcılar

Mimarlar da mühendisler ve yapı profesyonelleri gibi fikirlerinin üç boyutlu fiziksel objelere dönüşüp de müşterilerin ellerine verebilmenin yerini hiçbir şeyin tutmadığını bilirler. Fakat el yapımı modeller pahalılar ve yapımı haftalar sürer. Modellerin ölçekleri küçüldükçe de vaad edilen doğruluk (hassasiyet derecesi) azalır, beklentiler karşılanamaz ve iş kaybı yaşanabilir. (Mcor Technologies, 2016)



Şekil 1.73 : Üç Boyutlu Yazıcıdan Basılmış Mimari Bir Model

Üç boyutlu yazıcılar ile ilgili harika olan şey ise, elle üretilseydi büyük zaman kayıplarına yol açabilecek modelleri, yüksek detaylı tasarımları, kompleks şekilleri

üç boyutlu yazıcılar ile kısa sürelerde oluşturulabilmesidir. Bir üç boyutlu yazıcı, baskı detayı yüksek olan tasarımlarda, kompleks cephelerde, iç kısımlarda, çevresel elemenlerde (araba, ağaç, insan), çatı tasarımlarında ki baskıları almada kullanılabilir. (English, 2016)

Endüstriyel segmentlere özel olarak AM teknolojsinin kullanımını desteklemek için arayüz araçları geliştirilmektedir. Ayrıca 3d scanning, katmanlı üretimin tamamlayıcı teknolojilerinden biri olarak ortaya çıkmıştır ve gelişmeye devam etmektedir. (Wohler Report, 2015)

1.5.8 Diğer alanlarda üç boyutlu yazıcılar

Diğerleri kategorisi, yağ ve yakıt üreticilerinden, ticari olmayan spor malzemeleri üreticilerine, ticari marin parçaları üreticilerine kadar çeşitli endüstrileri kapsamaktadır. Ayrıca seramik, moda, çikolata yapımı gibi alanlarda da üç boyutlu yazıcılar kullanılmaktadır. (Wohler Report, 2015)

1.6 Üç boyutlu yazıcıların kullanıldığı uygulamalar

127 firmayla yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen verilere göre AM teknolojilerinin yoğunlukla fonksiyonel parça üretiminde kullanıldığı ortaya çıkmıştır. İkinci en popüler kullanım alanı ise test ve montaj amaçlı prototip üretimi olmuştur. Firmalara yöneltilen ‘Müşterileriniz AM teknolojileriyle ürettikleri parçaları nasıl kullanıyorlar?’ sorusuna alınan yanıtlar neticesinde aşağıdaki uygulamalar tespit edilmiştir:

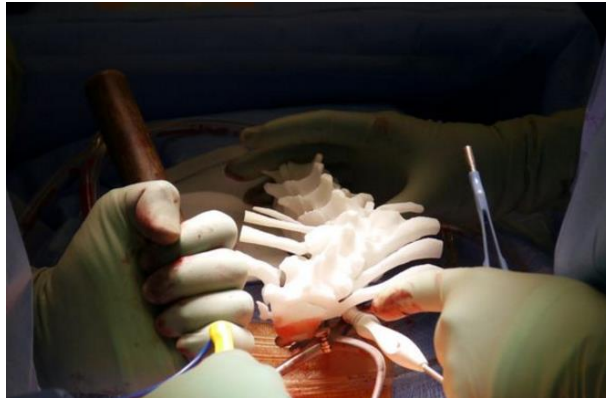
- Görsel destekler (aids, mühendisler, tasarımcılar, medikal profesyoneller için vs.)
- Sunum modelleri (mimari dahil)
- Prototipler uygunluk testi ve montaj için
- Prototip araçları için modeller (silikon kauçuk dökümler dahil)
- Metal döküm için modeller
- İşleme komponentleri
- Fonksiyonel parçalar (prototipleme, kısa sürede tükenen seri üretim için vs.)
- Eğitim/araştırma
- Diğerleri

127 firmadan alınan veriye göre, AM teknolojilerinin uygulamalarının yüzde olarak dağılımı ise aşağıda belirtilmiştir.

Uygulamalar	Yüzde
Fonksiyonel parçalar	% 29.0
Montaj için prototipler	% 17.8
Görsel destekler	% 10.3
Prototip kalıplar için modeller	% 9.9
Metal döküm için modeller	% 9.0
Sunum modelleri	% 8.7
Eğitim / araştırma	% 8.7
İşleme komponentleri	% 4.7
Diğerleri	% 1.8

Tablo 1.2 AM Teknolojilerinin Uygulamaları

Model ve prototipler, tasarım içeriğini anlatabilmek ve mühendislik çizimlerinde görülemeyen anlam belirsizliklerini ortadan kaldırabilmek için kullanılırlar. Ayrıca, yönetim toplantıları ve potansiyel müşteriler için sunum modelleri oluşturmak ve ameliyat gibi karmaşık prosedüre sahip bir cerrahi işlemi planlamak için kullanılır. Prototipleme, yeni bir ürün geliştirmedeki önemli adımlardan biridir çünkü tasarımcıya hızlı değişiklikler yapabilme ve optimizasyona gidebilme şansı tanır. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.74 : Katmanlı üretim ile üretilmiş cerrahi model

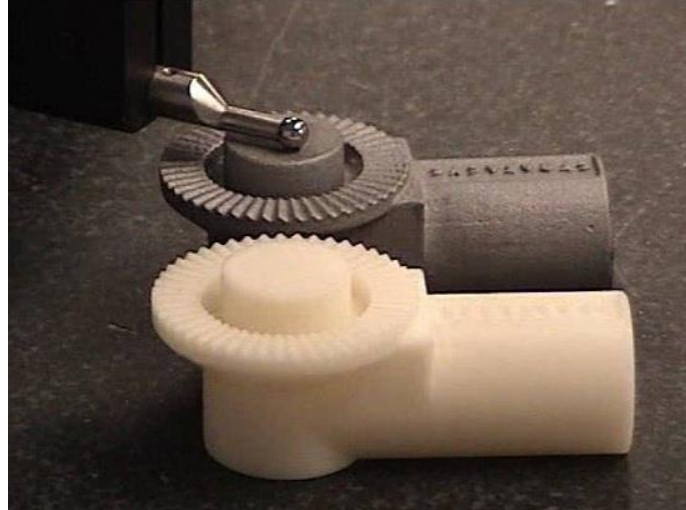
Prototip kalıplar için master modeller oluşturmak da AM sistemlerin başka önemli bir uygulamasıdır. Sıvı silikon AM yöntemiyle oluşturulmuş master içersinde dökülerek

silikon kalıp oluşturulması sağlanır. Bu silikon kalıp daha sonra üretan parçaların dökümünde kullanılacaktır. Döküm işlemi sırasında iki farklı termoset reçine bir araya getirilerek kullanılır, bunun sebebi enjeksiyon kalıplamayla üretilen termoplastik ürünün özelliklerini taklit edebilmektir. Silikon kalıplama yıllardır prototip üretimi, n üretim ve üretan parçalarının üretiminde kullanılmaktadır.



şekil 1.75 : Silikon Kalıp

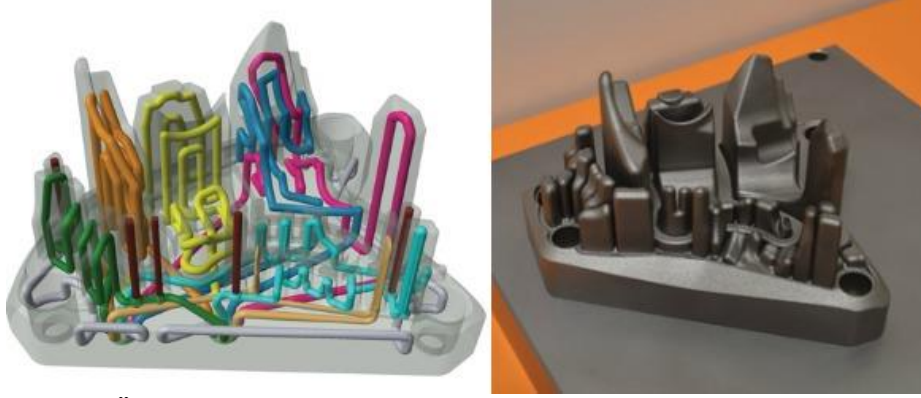
AM yöntemi ayrıca metal parçaların hassas dökümü için mum modeller üretmekte kullanılır. Böylelikle pahalı ve zaman kaybına neden olan eski tip mum-kum kalıplama yöntemi elemine edilmiş olur. Belirli sayıda AM ile üretilmiş malzeme, hassas döküm işlemi için seramik bir kabuk içerisinde eritilir.



şekil 1.76 : AM yöntemiyle üretilmiş hassas döküm modeli

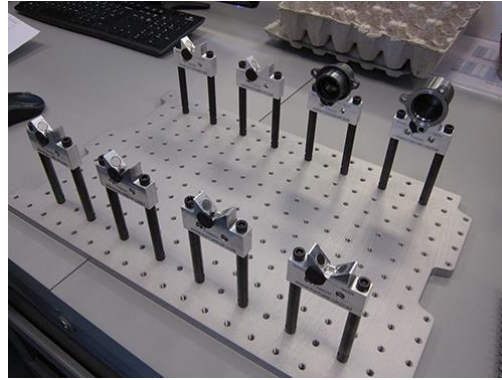
AM teknolojisi kalıplama veya kalıplama içi ek parçalarını direk olarak oluşturmak için kullanılabilir. AM yönteminin kalıplama için sağladığı avantajlardan biri kalıp içerisinde asıl ürünü çevreleyen bir soğutma kanalı oluşturabilme seçeneğidir.

Çevreleyen soğutma kanalları (conformal cooling channels) ısıyı kalıptan daha hızlı uzaklaştırarak kalıp ömrünü arttırırken, kalıplama süresini de düşürmektedir. Ayrıca çevreleyen soğutma kanalları optimizasyonu sayesinde daha iyi kalitede parçaların kalıptan çıkması sağlanmaktadır. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.77 : Üç boyutlu yazıcı tarafından üretilmiş çevreleyen soğutma kanalları

AM teknolojileri daha birçok tip aletin üretiminde kullanılabilir, bunlara örnek olarak şablonlar, göstergeler, matkap, kesici yönlendiriciler, sabitleyiciler, delme aleti gösterilebilir. AM teknolojileri bu tarz ürünler için tam bir doğal uyum sağlamaktadır çünkü bu aletler tipik olarak özgün tasarımlarda ve oldukça az sayılarda üretilmektedir. Ayrıca bu ürünlerin geleneksel üretim yöntemleriyle üretilmesi oldukça pahalıdır ve zaman kaybına neden olmaktadır.



Şekil 1.78 : AM ile üretilmiş CMM Kontrol amaçlı parça tutucu sabitleyici

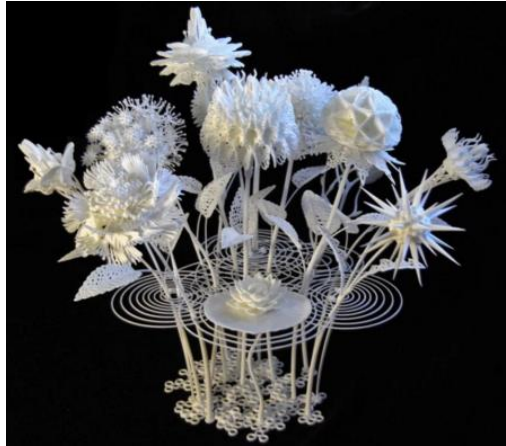
AM'nin hızla büyüdüğü alanlardan biri de parça üretimidir. 2015 yılında, GE Aviation yeni motorları olan LEAP için 30.000'in üzerinde yakıt nozulunu üretmek için metal ham maddeli AM teknolojilerini kullanacaklardır. AM sayesinde tasarım

anlayışı tamamen değişerek, geleneksel yöntemlerle 18 ayrı parça halinde üretilen bir ürün tek bir bütün olarak üretilebilecek ve buna bağlı lehim, kaynak gibi ara işlemleri ortadan kalkacaktır. AM ile üretilecek yeni nozul eskisine göre %25 daha hafif ve 5 kat daha dayanıklıdır. Ayrıca AM ile geliştirilen yeni tasarım carbon yığılmasını azaltarak nozulun daha verimli çalışmasını sağlamaktadır. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.79 : LEAP motoru yakıt nozulu

Tüketici ürünleri de katmanlı üretim ile üretilebilmektedir. Mücevherat, ev dekorasyonu ürünleri, aksesuarlar, cep telefonu koruma kapları gibi ürünler online olarak dijital içerik sunan Shapeways, Thingiverse, i.materialise ve Cubify gibi firmalar tarafından sağlanmaktadır.



Şekil 1.80 : AM ile üretilmiş ‘Mazzo di Fiori’ heykeli, Joshua Harker

AM teknolojilerinin eğitim ve araştırma alanındaki uygulamalarına örnek olarak ise 2011’de Deon de Beer of South Africa tarafından, Vaal Üniversitesinde duyurulan İdea 2 Product (I2P) lab uygulaması gösterilebilir. I2P lab’ları, CAD iş istasyonları ve öğrenme amaçlı üç boyutlu yazıcıların olduğu bir ortam ile birlikte deneme, icat

etme ve yeni ürün geliştirme gibi çalışmalara olanak sağlamıştır. İlk I2P lab, Kuzey Afrikada kırsal bir bölgede yer alan bir üniversite içindeydi. Normalde AM teknolojileriyle tanışma imkanı olamayacak yüzlerce bireye üç boyutlu yazıcıları kullanma imkanı sağladılar. 2015 Mart itibariyle 12’den fazla I2P lab Kuzey Afrika, Singapur, Yeni Zelanda, İngiltere ve Amerika’da kurulmuştur ve daha bir çoğunun kurulması da planlanmaktadır. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.81 : Idea 2 product lab

Heyecanlı ve beklenmedik uygulama alanları da AM teknolojileriyle birlikte gelişmektedir. Internation Space Station’da üç boyutlu yazıcı tarafından alınan baskı testi başarılı olduktan sonra, NASA ve European Space Agency, uzayda metal AM yöntemini kullanabilmek üstünde araştırmalara başlamıştır. Bunun dışında yiyecek için kullanılan bazı üç boyutlu yazıcılar da geliştirilmiş ve piyasaya sürülmüştür. Bioprinting de AM teknolojilerinin kullanımı açısından hızla gelişen bir sektördür. Güncel araştırmalara göre yaşayan dokuların üç boyutlu yazıcılar tarafından üretilbileceği, bir hastanın kendi hücrelerinden vücut parçalarının hatta bir organın tamamının oluşturulabileceği öngörülmektedir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.82 : Novogen Bioprinter

1.7 Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojileri

Katmanlı üretim, bir çok prosesi ve materyal çeşidini kapsamaktadır. Bu çeşitlilik ve olanaklar, AM endüstrisiyle yeni tanışanlar için kafa karıştırıcı olabilir. Ayrıca AM sistemleri üreticileri rakiplerinden farklılaşabilmek için, kendi yarattıkları özgün proseslerine göre özel isimler vermiş ve malzeme tasarımları yapmışlardır. Bu durum anlam karmaşası yaratmaktadır oysa ki temelde benzer sistemler ve özdeş materyaller kullanılmaktadır. Neyse ki endüstri AM teknolojilerini standartlaştırmış, proses ve kullanılan malzeme tiplerine göre kategorilere ayırmıştır.

AM teknolojilerinin bir çok ortak noktası vardır. Özellikle, sisteme girilen üç boyutlu modelin bilgisi ardı sıra gelen materyalin katman katman birleştirilmesiyle fiziksel hale dönüştürülmektedir. Bunun yanında birçok farklı üretim şekline sahip yöntemler de AM şemsiyesinin altında toplanmıştır. 2012 Ocak ayında, ASTM International Committee F42'nin 'Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies' adı altında yayınladığı listede, AM teknolojilerini proseslerine göre kategorilere ayırarak isimlendirmişlerdir. ASTM'nin kabul ettiği sisteme göre kategorilere ayırdığı AM teknolojilerinin isimleri aşağıdaki gibidir:

- Material extrusion: Materyalin bir nozul ya da orifis tarafından dağıtıldığı katmanlı üretim yöntemidir.
- Material jetting: Yapı materyali damlacıklarının seçici olarak bir araya toplandığı katmanlı üretim yöntemidir.
- Binder jetting: Sıvı haldeki birleştirici maddenin seçici olarak toz haldeki ham maddeyi bir araya getirdiği katmanlı üretim yöntemidir.
- Sheet lamination: Kağıt haldeki ham maddelerin birleştirilerek bir objeye form verdiği katmanlı üretim yöntemidir.
- Vat photopolymerization: Bir tank içerisindeki sıvı haldeki fotopolimer malzemenin ışık aktivasyonu ile kürlenerek bir araya getirildiği katmanlı üretim yöntemidir.
- Powder bed fusion: Termal enerjinin, toz yatağına seçici olarak nüfuz etmesiyle objenin oluşturulduğu katmanlı üretim yöntemidir.
- Directed energy deposition: Termal enerji yardımıyla ham maddenin eriterek bir araya getirilmesiyle yürütülen katmanlı üretim yöntemidir. (Wohler Report, 2015)

1.7.1 Vat photopolymerisation

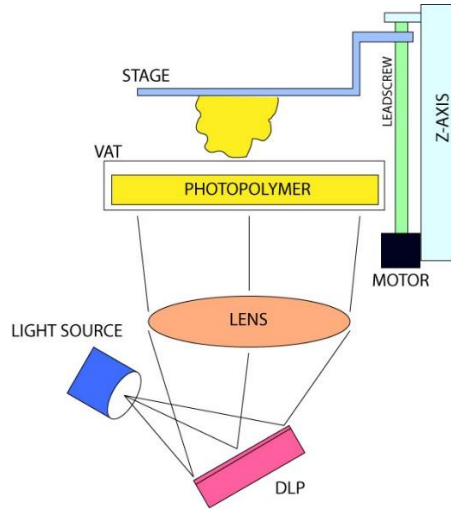
Vat Photopolymerization, bir tank içersindeki sıvı haldeki fotopolimer malzemenin seçici olarak bir ışık kaynağı tarafından kürleştirerek polimerleştirdiği katmanlı üretim yöntemidir. Stereolithography (SL) adı da verilen bu yöntö ticarileşebilmiş ve patent almış ilk katmanlı üretim teknolojisidir. Bu sistemde, ultraviyole bir lazerin, tank içerisindeki sıvı haldeki fotopolimer malzemenin yüzeyini seçici olarak kürlemesiyle çalışmaktadır. Lazerin hareketi, bilgisayar kontrollü galvonometreler ile sağlanmaktadır.

1988 yılında 3D Systems, stereolithography (SL) prosesini ticarileştirmiştir ve SL, katmanlı üretim yönteminin ilk yıllarına su götürmez bir şekilde yön vermiştir. Yeni proseslerin üretilip SL sistemlerinin satışlarının düşmesine rağmen 3D Systems, SL makinelerini üretmeye devam etmektedir.

SL sistemleri önceki yıllarda, Japonya’da birçok firma tarafından geliştirilip ticarileştirilmiştir ancak bu makinelerin satışları 2000 yılının ortalarına doğru büyük bir hızla düşmüştür. Japonya’daki birçok SL sistemi üreticisi pazardan çekilmiştir. Vat photopolymerization sistemleri Avrupa’da üretildiği gibi Çin ve Kore’de de geliştirilmiş ve ticarileştirilmiştir.

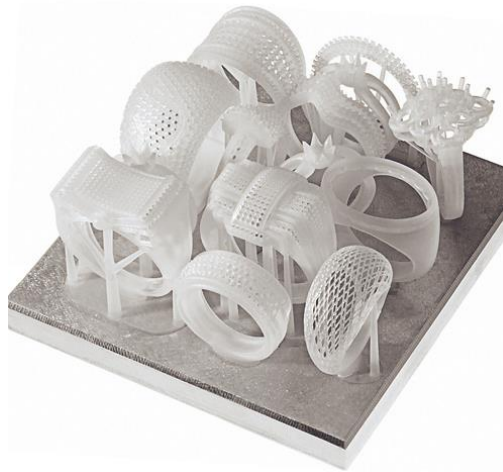
Birçok yeni fotopolimerizasyon teknolojisi enerji kaynağı olarak, ışık saçıcı diodlar (LED) ve dijital ışık işleme (DLP, Digital Light Processing) teknolojisini kullanmaktadır. DLP teknolojisi, ışığı mikro aynalar yardımıyla yönlendirerek tank içindeki sıvı ham maddenin yüzeyini tarar ve kürleştirir. Bu yöntem, sıvı hammadde yüzeyinde kesit alanını bir kerede katılaştırdığı için, lazerin tek bir noktadan diğerine hareket ederek taramasına göre çok daha hızlıdır. DLP teknolojisindeki gelişmeler ile daha yüksek çözünürlükte ve yüzey kalitesinde ürünler elde edilmektedir. Ancak, DLP geniş alanları taramakta o kadar iyi değildir çünkü büyük hacimleri oluşturabilme sırasında teknik olarak bazı sorunlar çıkarmaya başlar ve pahalılaşır. Tipik bir DLP sisteminde ışık kaynağı tankın altında konumlanır ve ışık, sıvı haldeki fotopolimer malzemeyi tankın altındaki transparan yüzeyden geçerek kürleştirir. DLP prosesi, ışık kaynağının bu şekilde tankın altında konumlanması nedeniyle,

üstte konumlanmasına göre daha az tank içerisinde sıvı malzemeye ihtiyaç duyar. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.83 : DLP Teknolojisi

DLP teknolojisiyle çalışan, endüstriyel katmanlı üretim sistemlerini sunan firmalardan bazıları Envisiontec, DWS, Asiga, Rapid Shape, Lithoz ve Prodways'dir. Bu teknolojinin kullanım alanlarından takı modellerinin oluşturulduğu mücevherat sektörüdür.



Şekil 1.84 : DLP ile üretilmiş takı modelleri

Formlabs adlı şirket 2013'ün mayıs ayından itibaren düşük fiyatlı vat photopolymerization teknolojili üç boyutlu yazıcıları piyasaya sürmeye başlamıştır. O zamandan bu yana, B9 Creator, Peachy, The Pegasus, Touch, MiiCraft, LightForce 3D ve 3D Systems Projet 1200 gibi firmalar da düşük fiyatlı DLP sistemlerini geliştirip satmaya başlamıştır. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.85 : Form 1+ Üç Boyutlu Yazıcı

1.7.2 Material jetting

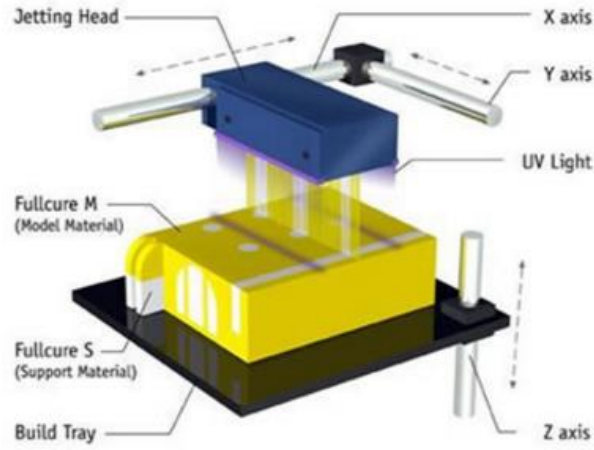
Material jetting teknolojisi inkjet baskı kafası gibi kafa kullanarak yapı malzemesini damlalar halinde üst üste yığılmasıyla çalışmaktadır. Damlalar bir veya daha fazla baskı kafasıyla seçici olarak yapım alanının üzerinde hareket eder. Tipik ham madde olarak fotopolimer bir malzeme ya da hassas dökümde kullanabilmek için üretilen mum tabanlı bir malzeme kullanılmaktadır. Material jetting sistemleri üreten firmalar arasında Stratasys, Solidscape, 3D Systems ve Keyence de bulunmaktadır.



Şekil 1.86 : Polyjet

Material jetting sistemleri, baskı hızını arttırabilmek ve farklı malzeme çeşitlerini basabilmek için birden fazla nozulun bulunduğu bir baskı kafası kullanır. Bir nozul destek malzemesini atamak için kullanılırken diğeri de ana malzemeyi basmak için kullanılır. Ayrıca, material jetting sistemleri çoklu materyal basabilme kapasitesindedir. Stratasys firmasının geliştirdiği Connex adlı üç boyutlu yazıcı,

‘dijital materyaller’ yaratarak eş zamanlı olarak farklı materyalleri basabilmektedir. Her bir materyalden farklı miktarlarda kullanarak bir parça ya da parçanın bir bölümünü farklı özellikteki malzemelerden oluşturabilmektedir. Dijital materyaller fotopolimer malzeme olarak geçmektedir ve baskı kafasıyla damlatıldıktan sonra ultraviyole ışın ile kürleştirilir. Stratasys ayrıca Connex3 adını verdiği teknolojiyi de piyasaya sunmuştur. Bu teknolojinin özelliği ise aynı anda farklı proporsiyonlarda 3 farklı materyali basabiliyor ve bunun sonucunda çeşitli renklerde ve daha geniş bir malzeme içeriğine sahip ürünler oluşturabiliyor olmasıdır. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.87 : Material Jetting Teknolojisi

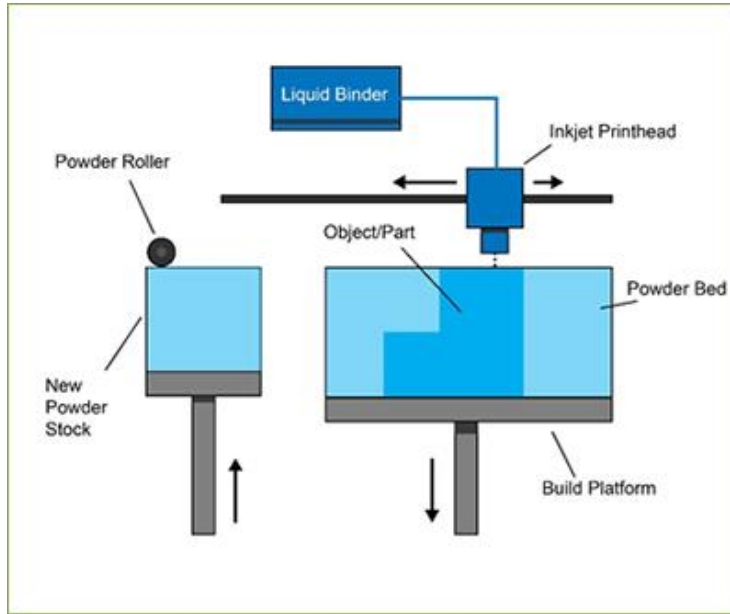
1.7.3 Binder jetting

Binder jetting sistemi, sıvı haldeki birleştirici malzemenin bir inkjet başlığındaki nozullardan toz haldeki malzemenin üzerinde seçici olarak damlatılarak bir araya getirilmesi yöntemiyle çalışmaktadır. Binden jetting teknolojisi, inkjet başlığıyla birlikte malzemeyi dağıttığı için material jetting teknolojisine oldukça benzerdir. Material jetting ile arasındaki fark, binding jetting teknolojisinden baskı başlığından dağıtılan malzeme yapı malzemesi değil toz haldeki ham maddeyi bir araya getirmek için kullanılan sıvı haldeki yapıştırıcı malzemedir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.88 : Binder jetting sistemi baskı başlığı

Binder jetting teknolojisi MIT tarafından icat edilmiştir ve ‘3D Printing (3DP)’ olarak isimlendirilmesine rağmen bu terim resmi olarak markalaştırılmamıştır. MIT teknolojisinin lisans hakları ExOne ve 3D Systems tarafından satın alınmıştır. Aslında orijinal lisans hakları Z Corp firmasına aitti ancak 2012 yılında 3D Systems, Z Corp firmasını satın alarak bu lisans haklarını da ele geçirmiştir. Ayrıca MIT lisans haklarını başka firmalara da satmıştır. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.89 : ‘Binder Jetting’ Sistemi

Z Corp tarafından ticarileştirilen ve geliştirilen Zprinter sistemi, artık 3D Systems tarafından Projet ürün ailesinden biri olarak satılmaktadır. Bu sistemde sıvı bazlı toz ham madde ve sıvı bazlı bir birleştirici kullanılmaktadır. Şirketin en son geliştirdiği binder jetting sistemiyle çalışan üç boyutlu yazıcısı ‘The Projet 4500’ akrilat bazlı toz ham madde kullanmaktadır. Bazı modeller full renkli olarak üretilmektedir.

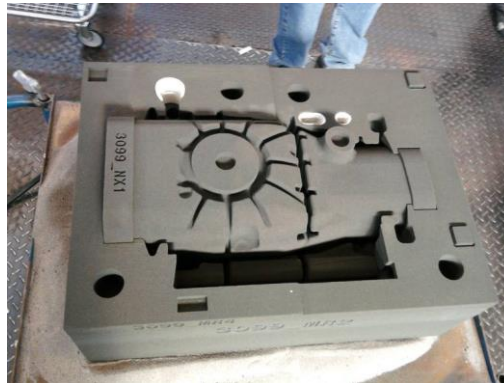
MicroJet Technology isimli bir Tayvan şirketi de binder jetting teknolojisine benzer sistemde çalışan ve full renkli baskı olanağı sağlayan bir üç boyutlu yazıcı geliştirmişlerdir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.90 : 3D Systems, ProJet 4500 ile üretilen ayakkabı modeli

ExOne sistemi ise metal tozları ya da kum halindeki ham maddenin yüzeyine sıvı halde birleştirici malzeme püskürterek çalışır. Binder jetting teknolojisiyle oluşturulan metal parçalar sinterlenmeli ve öncelikli AM prosesi sona erdikten sonra ikinci bir metalle süzdürülmelidir. ExOne makineleri hem kum hem metal malzeme için geniş bir üretim hacmi sunmaktadır. Bu makineler, metal parçalar üretmesi ve sonrasında sinterleme, süzdürme işlemlerini gerçekleştirmesine rağmen yüksek hızlı çalışma performansına sahiptir.

VoxelJet, geniş parçaların üretimi için büyük üretim hacmine sahip sistemleri piyasaya sürmüştür. Voxeljet tarafından kullanılmakta olan toz hammaddeler akrilik polimerler ve döküm kumudur. Birleştirici malzeme oda sıcaklığında etki eder fakat biten ürünleri makine içinden almadan önce yatak içerisinde bir kaç saat kadar kürlenmesi gerekmektedir. (Wohler Report, 2015)



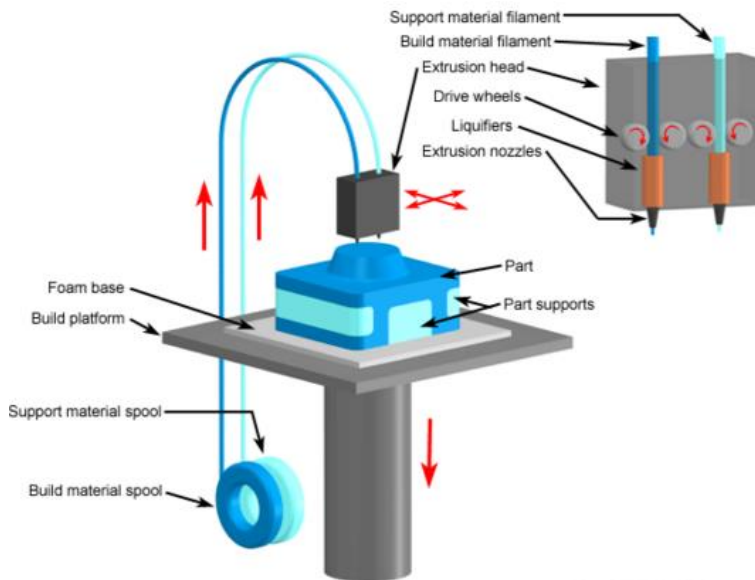
Şekil 1.91 : Voxeljet tarafından üretilmiş dişli kutusu için kumdan gövde

Digital Metal, binder jetting sistemiyle çalışan metal ve seramik ham maddenin kullanılabilildiği bir üç boyutlu yazıcı geliştirmişlerdir. Parçalar üretildikten sonra belirli bir ısıya maruz kalmaktadır. Şirket parça üretim hizmeti sağlamasına karşılık makinelerin satışını yapmamaktadır.

Binder jetting teknolojisinin farklı varyasyonları geliştirilmeye devam etmektedir. Örnek olarak, HP Multi Jet Fusion teknolojisi, toz haldeki termoplastik ham maddeye uyguladıkları birleştirici madde ile çalıştırılmaktadır. Birleştirici ham maddenin uygulandığı yerler üzerinden sonrasında bir enerji kaynağı geçerek o bölgelere nüfuz eder ve katılaşmayı sağlar. Multi Jet Fusion'ın ticarileştirilmesi 2016'da gerçekleştirilecektir. (Wohler Report, 2015)

1.7.4 Material extrusion

Material extrusion teknolojisi, bir nozul ya da orifis tarafında materyalin seçici olarak dağıtıldığı bir katmanlı üretim yöntemidir. Material extrusion sisteminde bir ham madde ekstrüzyon kafasında eritilerek nozul tarafından seçici olarak baskı yatağı üzerine dökülür ya da bu hareket baskı alanı tablasının da x-y düzleminde hareket etmesiyle sağlanabilir. Bir katman tamamlandıktan sonra, yapı platformu aşağıya doğru hareket eder ya da ekstrüzyon kafası hareket eder ve yeni katmanı bir önceki katman üstüne basar. Ham madde genel olarak termoplastik filament makaraları halinde kullanılmaktadır. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.92 : Material Extrusion Sistemi

Ekstrude edilen malzemeler sadece termoplastiklerle sınırlı değildir. Vizkoz sıvılar ya da çamur kıvamındaki ham madde hortum ya da huni benzeri bir eleman içerisinde geçerek eritme işlemi ya da herhangi bir kimyasal işleme maruz kalmadan da katma katman üretim yapılabilir. Bu şekilde kullanılan ham madde örnekleri arasında seramikler, kompozitler, metal içerikli çamurlar, çimento, yiyecek ve hidrojel içerisinde tutulan yaşayan hücreler vardır.

Diğer AM yöntemlerine göre, ‘material extrusion’ teknolojisi daha ucuz ve göreceli olarak uygulaması daha kolaydır. Çoğu sistemde tek bir ekstrüzyon kafası olmasına karşılık bu teknolojinin kullanıldığı sistemlerde iki ya da üç ekstruder da bulunabilir. Material extrusion sistemi, AM makinelerini en geniş alanda temsil etmektedir. Bu sistem, 1991 yılında Stratasys öncülüğünde ilk material extrusion temelli ‘fused deposition system (FDM)’ olarak ortaya çıkmıştır. FDM sistemler iki tip malzeme kullanırlar, biri yapı malzemesi olan ham maddeyi basarken ikincisi de destek materyalini basar. (Wohler Report, 2015)



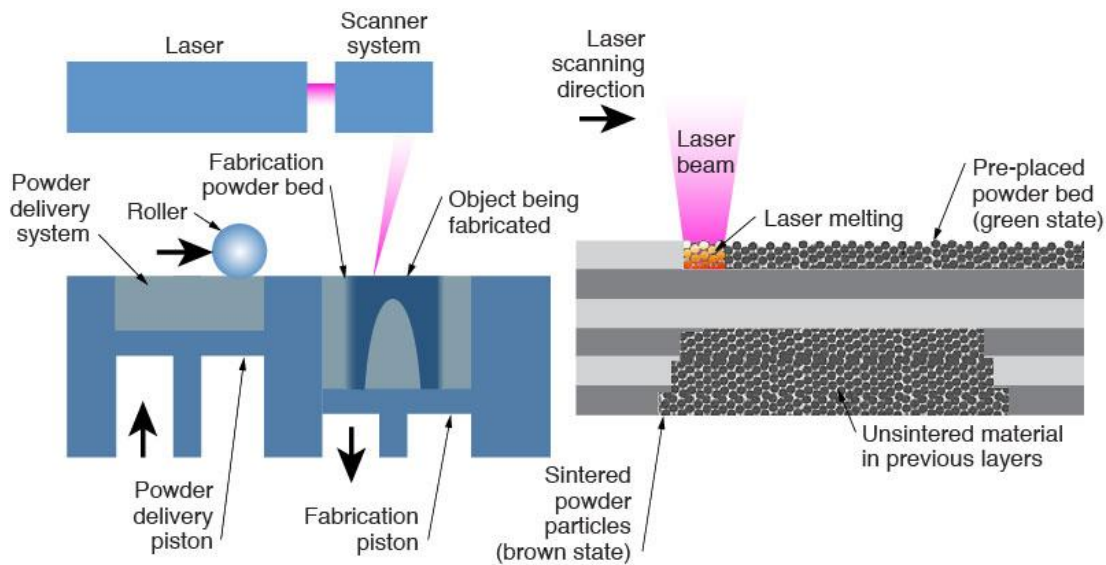
Şekil 1.93 : Ultimaker Masaüstü Üç Boyutlu Yazıcı

Material extrusion sistemleri alanında oluşan bir büyük grup da RepRap akımıdır. Bu akım, açık kaynak paylaşımıyla birlikte masaüstü üç boyutlu yazıcı tasarımları yapan insanları kapsayan ve bu bilgilerin paylaşıldığı komünitedir. Bu akım içerisinde bir kaç firma ortaya çıkmıştır, bunlardan bazıları Aleph Objects, Beijing Tiertime, Makerbot Industries ve Ultimaker’dir. (Wohler Report, 2015)

1.7.5 Powder bed fusion

Powder Bed Fusion prosesi termal enerjinin, toz yatağı üzerinde seçilü alanlar üzerinde nüfuz etmesiyle çalışmaktadır. Termal enerji, toz haldeki materyali eriterek bir araya getirir ardından oluşan parça soğuyarak katı bir model halini alır. Bu tip katmanlı üretim yöntemi için kullanılan diğer terimler şunlardır: Laser sintering, selective laser sintering (SLS), direct metal laser sintering ve electron beam melting.

Polimer ve metal malzemelerin ikisi de bu teknolojiye ham madde olarak kullanılmaktadır. Polimer malzemenin üretimi sırasında, parça meydana gelirken onu çevreleyen toz granüllerin destek olması nedeniyle ekstra bir destek atanmasına gerek kalmamaktadır. Ancak, yapı alanının maruz kaldığı termal enerji nedeniyle, işlenmemiş haldeki toz ham madde her işleme sırasında hafifçe bozulmaya başlar. Bu sebeple, sinterlenmemiş haldeki toz ham madde ancak bir kaç döngüde kullanılabilir. Dolayısıyla kullanıcının sürekli olarak tank içerisindeki sinterlenmemiş toz ham maddeyi yenisiyle değiştirerek tazelemesi gerekir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.94 : ‘Powder bed’ fusion teknolojisi

Metal parçaların üretiminde ise parçanın üretimi sırasında parçayı üretim tablasına bağlı tutabilecek ve destek görevi göreceк bağlayıcılara gereksinim vardır. Bu durum metal tozlarının eriyebilmesi için yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duymasından dolayı

gereklidir. Üretim hacmi içerisindeki termal değişim derecesi yüksek olduğundan dolayı, parçayı sabitlemek için kullanılan bağlayıcıların kullanılmaması, parçaca termal stresin oluşmasına ve çarpılmalara neden olabilir. Kalın üretim tablası, sıcak bir küvet görevi görür. Çünkü ‘powder bed fusion’ bir termal prosesdir ve çarpılma, termal stresler, ısı sebebiyle oluşan bozulmalar tüm materyaller için oluşabilecek potansiyel problemlerdir.

Bu teknolojiye kullanılan enerji kaynağı bir lazer ya da electron beam’dır. Lazer enerji kaynağıyla çalışan ‘powder bed’ sistemleri, ‘electron beam’ ile çalışanlara nazaran daha iyi bir yüzey kalitesi ve parça özellikleri sunar. Electron beam sistemleri ise daha hızlıdır ve pahalıdır. Ayrıca, electron beam sistemleri, parça üretiminde daha az artık gerilmelere ve bozulmalara sebep olmakta, bu nedenle destek amaçlı kullanılan bağlayıcılara daha az ihtiyaç duymaktadır.

Birçok şirket ‘bed fusion’ sistemlerini önermektedir. 3D Systems yıllarca ‘selective laser sintering’ adını verdiği teknolojiyi sistemini satmıştır. Yaygın olarak kullanılan SLS sistemleri sPro adını verdikleri sistemlerdir. EOS adlı firma da bu teknolojiyle çalışan, parça yapımında kum, metal ve plastik kullanılan sistemlerin üretimindeki öncülerden biridir. Her bir makine spesifik bir materyal tipine göre adanmıştır. Formiga P ve EOSINT P modelleri plastik tozlarının kullanıldığı sistemler için, EOSINT M modeli ise özel olarak sadece metal tozlarının kullanıldığı sistemler için üretilmiştir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.95 : sPro, 3D Systems tarafından üretilmiş powder bed fusion teknolojili 3d printer

Metal katmanlı üretim yöntemlerinin büyük bir çoğunluğunda ‘powder bed fusion’ teknolojisi kullanılmaktadır. Bu alanda en büyük üretim hacmine sahip EOS, bu prosese ‘direct metal laser sintering’ (DMLS) adını vermiş ve bu şekilde piyasaya sunmuştur. SLM Solutions ve ReaLizer firmaları ise bu sistemi ‘selective laser melting’ (SLM) olarak isimlendirmiştir. Renishaw adlı firma ise bu prosese ‘laser melting’ demeyi tercih etmiştir. Concept Laser firması ise bu teknoloji ile çalışan ürünlerine LaserCUSING ismini vermiştir. 3D Systems ise 2013’ün ortalarında bu sistemi ‘phenix systems’ olarak piyasaya sürmüş, sonrasında ise üst modeli olan ProX serisini çıkarmıştır. Arcam AB firması ise ‘electron beam melting’ (EBM) adını verdiği teknolojiyle çalışan sistemler üretmektedir. Japon firmaları olan Matsuura ve Sodick ise ‘powder bed fusion’ ve CNC milling fonksiyonlarını kombine ettikleri sistemleri üretmektedir. (Wohler Report, 2015)

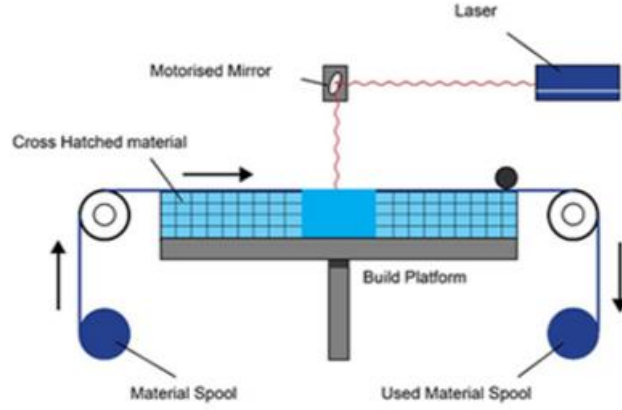


Şekil 1.96 : ‘Powder bed fusion’ ile üretilmiş Airbus A350 kabin bağlantı ayırıcı

Diğer katmanlı üretim yöntemlerine kıyasla, ‘powder bed fusion’ sistemleri göreceli olarak daha pahalı ve karmaşıktır özellikle metal ham maddeyle olan proseslerde. İşletme maliyetleri ham madde maliyetlerine göre daha yüksektir çünkü polimer toz ham maddenin belirli aralıklarla değiştirilmesi gerekir ve güvenlik için inert gazı takviyesine gereksinim duyulur. Bu teknolojiyle üretilen parçalar çoğunlukla final ürünler olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle üreticiler, kalite ve süreklilik koşullarını sağlayabilmek için proses kontrol kapasitesini de makinelerine dahil etmiştir.

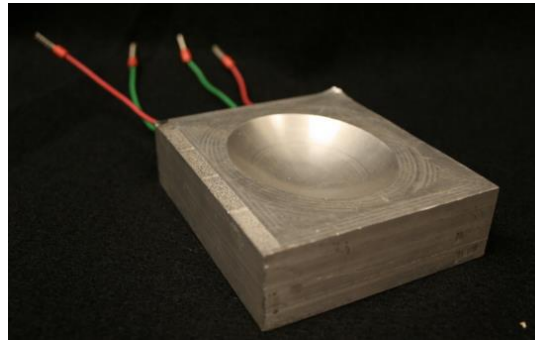
1.7.6 Sheet lamination

Sheet Lamination teknolojisi, kağıt formundaki materyallerin bir araya getirilerek bir objeyi oluşturması olarak tanımlanmaktadır. Kağıt halindeki materyal, yapışkan kaplı kağıtlardan ya da metal şeritleri, folyolarından oluşabilir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.97 : ‘Sheet Lamination’ Teknolojisi

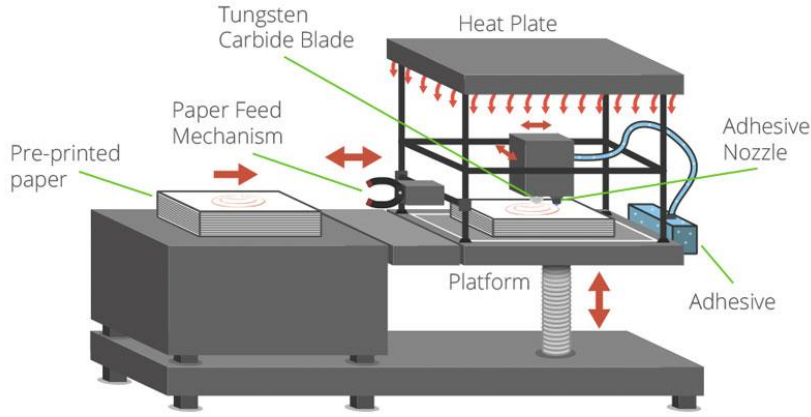
İlk ticarileşen ‘sheet lamination’ teknolojisi Helisys tarafından geliştirilmiştir. İlk yapılan obje, bir tarafı yapışkan maddeyle kaplı craft kağıtlarının, ısıtılmış bir merdaneyle lamine edilerek katman katman bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu yöntem ayrıca, ‘laminated object manufacturing’ (LOM) olarak da piyasada bilinmektedir. Aşağıdaki resimde sheet lamination teknolojisiyle üretilmiş bir ürün yer almaktadır. (Wohler report, 2015) UAM prosesi, bakır, paslanmaz çelik, alüminyum ve titanyum gibi metallerde uygulanabilir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.98 : ‘Sheet Lamination’ ile üretilmiş bir ürün

Mcor Technologies, standart kağıtları ham madde olarak kullanan üç boyutlu yazıcılar üretmektedir. Makina, bir tomar A4 boyutunda ya da mektup boyutunda ofis kağıtlarını kullanmaktadır. Suda çözünebilen bir yapıştırıcının, kağıt yüzeyine seçici olarak dağıtılmasının ardından kağıtlar, katman katman bir araya getirilir. Bir tungsten karbid bıçak ağzı, her bir katmanda bir profil keser. Materyal fiyatları, katmanlı üretim endüstrisindeki en düşük fiyatlardır. Mcor Tech’in geliştirdiği Iris

modeli, renk seçeneğinin de eklenmesiyle full renkli ürünleri ürünleri üretebilmektedir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.99 : 'Sheet Lamination' Teknolojisi

Diğer bir 'sheet lamination' teknolojisi olan 'ultrasonic additive manufacturing' (UAM), Fabrisonic tarafından geliştirilmiştir. UAM, ham madde olarak kullanılan ince metal kağıtlarının, ultrasonic kaynakla katman katman birleştirilmesiyle çalışmaktadır. Katmanlar, ultrasonic enerji kaynağı olan ikiz yüksek frekanslı transduser ve dönen sonotrode'un meydana getirdiği sıkıştırma kuvveti kombinasyonuyla bir araya kaynatılır. Fabrisonic firması, UAM ve CNC işleme kabiliyetini bir arada sunan bir sistemi piyasaya sürmüştür. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.100 : SonicLayer 400, UAM teknolojisiyle çalışan üç boyutlu yazıcı

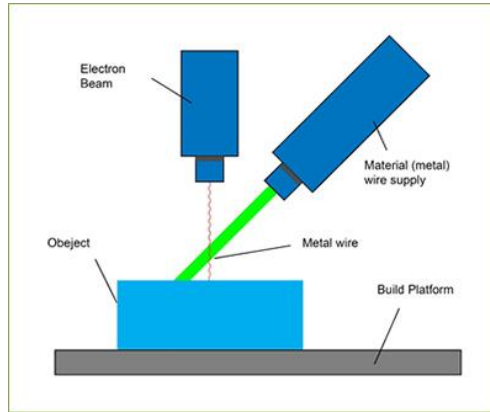
1.7.7 Directed energy deposition

Directed Energy Deposition teknolojisinde, termal enerjinin odaklanarak malzemeyi eriterek bir araya getirmesinin ardından bir araya getirmesi söz konusudur. Çoğu

durumda bir lazer, enerji kaynağı olarak kullanılır ve kullanılan ham madde metal tozları halindedir. Bu proses aynı zamanda ‘Blown powder AM’ ve ‘Laser cladding’ olarak da bilinir.

Bu yöntem özel kabiliyetlere sahip olmasına rağmen, AM pazarında limitli bir yer edinebilmiştir. Örnek olarak, birden fazla materyal eş zamanlı olarak basılarak, fonksiyonel olarak üstün parçalar üretilebilir. Ayrıca çoğu ‘directed energy lamination’ makinesi 4-5 eksenli hareket sistemine ve baskı kafasını yönlendirecek bir robotik kola sahiptir. Dolayısıyla, üretim prosesi sadece yatay birleşimli birbirine paralel katmanlara bağlı değildir. Bu teknoloji sayesinde, var olan bir parçaya malzeme eklenmesi de mümkün olabilmektedir. Örneğin, aşınmış bir parçayı ya da aracı tamir etmek, yüzeyini iyileştirmek bu yöntemle mümkün olabilir. (Wohler Report, 2015)

Optomec firmasının geliştirdiği ‘directed energy lamination’ yöntemiyle çalışan LENS ‘Laser engineered net shaping’ adını verdikleri proses, injekt tarafından verilen metal tozlarının ya da telinin, lazer beam eritilerek katman katman bir önceki eritilip donmuş metalin üstüne eklenmesiyle çalışır. Aşağıdaki resimde prosesin nasıl işlediği gösterilmiştir. (Lboro.ac.uk, 2016)



Şekil 1.101 : Directed energy deposition yöntemi

POM Group isimli firma, DMD sistemlerini üretmiştir ancak 2012 yılında DM3D tarafından satın alındıktan sonra, sadece DMD yöntemiyle üretilmiş parçaları satmaya başlamışlardır. BeAM firması ise Irepa Laser’in yan firması olarak

EasyCLAD makinelerini satmaktadır. Trumpf ise büyük bir makine ‘tool’ üreticisidir ve hali hazırda satmakta oldukları lazer sistemlerini geliştirerek metal AM makinelerine dönüştürüp ‘directed energy deposition’ sistemleri olarak piyasaya sürmektedir. RPM Innovations firması ise ‘directed energy deposition’ sistemlerini 2014 yılında satmaya başlamışlardır. Aşağıdaki resimde Optomec tarafından üretilmiş LENS prosesi gösterilmiştir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.102 : LENS

Directed energy deposition sistemleri oldukça pahalıdır. Metal materyal işleme kabiliyeti, çoklu materyal opsiyonu, çoklu eksen hareketi ve proses kontrolü gibi etkenler bu sistemin pahalı olma nedenlerindendir. (Wohler Report, 2015)

1.8 Üç Boyutlu Yazıcılarla Üretimde Kullanılan Malzemeler

Katmanlı üretim yöntemlerinde kullanılan materyallerden büyük çoğunluğunu plastik ve metal grubu oluşturmaktadır. Bunun yanında seramik ve seramik metal hibridleri gibi çeşitli kompozit ham maddeler de kullanılmaktadır. Materyaller, fonksiyonel kategorilere göre gruplandırılabilir, bunlara örnek olarak dökümde kullanılan model üretimi ve kum kalıp yöntemi gösterilebilir. (Wohler report, 2015)

1.8.1 Plastikler

Ticari plastik endüstrisinde, geniş bir aralıkta materyal özelliklerine sahip plastikler bulunmaktadır ve bu endüstri katmanlı üretim yöntemlerine doğru da genişlemeye başlamıştır. Bu seçenekler katmanlı üretim yönteminde kullanılmakta olan materyallere bakıldığında, AM için kullanılmakta olan polimer türevleri oldukça

büyük bir çeşitlilik göstermektedir. Materyaller, transparanlık, renk, çekme kuvveti, rijitlik, kompaktlık, camsılaşma sıcaklığı, yanıcılık, koku emisyonu gibi birçok özellik dahilinde seçilebilir. Materyaller durometre ölçümlerine göre, çok sert materyallerden kauçuk benzeri elastomerlere kadar çeşitlilik göstermektedir. (Wohler Report, 2015)

Plastikler, yüksek sıcaklık altındaki davranışlarına göre iki gruba ayrılmıştır. Bunlarda, termoplastikler ve termosetlerdir. Termoplastikler, eritilmesi ve soğutulmasına rağmen özelliklerini koruyabilen, tekrar tekrar eritilebilen malzemelerdir. Termosetler ise form verildikten sonra tekrardan eritilemeyen, böyle bir durumda özelliklerini yitiren malzeme grubudur.

Material extrusion teknolojisinde çoğunlukla kullanılmakta olan plastikler, ABS, polikarbonat (PC), PC/ABS blend, nylon gibi termoplastikler ve PLA (polilaktik asit)dir. Stratasys, bu alanda ULTEM 9085'i geliştirmiştir. Bu malzeme, ağırlık oranına karşılık yüksek mukavemet gösteren bir termoplastiktir ve özellikle havacılık endüstrisinde kullanılmaya uygundur. Aşağıdaki resimde material extrusion yöntemiyle üretilmiş ULTEM 9085 malzemesi kullanılmış bir parça gösterilmektedir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.103 : ULTEM 9085 Malzemesinden Üretilmiş Parça

Düşük maliyetli ekstrüzyon ile çalışan üç boyutlu yazıcılarda kullanılmakta olan materyaller ABS ve PLA ile sınırlıyken, 2012 yılında Taulman3D firması, 1.75mm ve 3mm çaplarında nylon kopolimer filament malzemelerini piyasaya sürmüştür. Firma, daha sonra sadece nylon olan filamentleri de geliştirmiştir.

Düşük maliyetli material extrusion ile çalışan üç boyutlu yazıcılarda kullanılmakta olan materyal seçenekleri oldukça düşündürücüdür. Şimdilerde kullanıcılar, yüksek

impact değerlerine sahip polistiren, polikarbonat, polietilen terftalat (PET), polivinil alkol (PVA) ve nylon türevlerini satın alabilmektedir. Ayrıca, yumuşak kauçuk benzeri malzemelere de ulaşmak mümkündür, bunlara TPU, yumuşak PLA ve ‘NinjaFlex’ gibi güçlü ve esnek termoplastik elastomerler dahildir. Ayrıca mineral ve ahşap fiber bileşimli malzemeler de taş ve ahşap görünümlü ürünler oluşturmakta kullanılmaktadır. Bir alman startup firması olan TwoBears, geri dönüşümlü BioFila Silk ve BioFila Linen isimli malzemeleri geliştirmiştir.

Taulman3D firması, T-glase adını verdikleri FDA tarafından onaylanan yiyeceklerle teması konusunda sorunsuz olan PETT bir malzeme geliştirmişlerdir. Bunların dışında poliamid (PA), ‘Powder bed fusion(laser sintering)’ teknolojisinde en çok kullanılan polimerdir ve PA12, PA11, PA6 isimlerinde türevleri bulunmaktadır. Nylon ise sentetik bir poliamid türüdür ve bu iki terim de birbiri yerine kullanılır. Diğer polimerler, polistiren ve polipropilen , glass carbon ve alüminyum içerikli toz PA malzemeleri de kapsar. 3D Systems, DuraForm Flex adını verdikleri elastomerik PA toz malzemesini geliştirmişlerdir. EOS firması ise PEEK HP3 adını verdikleri polyaryletherketone bir malzemeyi geliştirmişlerdir. Hunan Farsoon isimli üretici ise glass carbon poliamid ve mineral bileşimli poliamid toz malzemeleri üretmektedir.

Poliamid tozları sürekli olarak tekrar kullanılamaz. Sinterlenmemiş halde bulunan tozlar, erime sıcaklığının hemen altında bir sıcaklığı absorbe ederler ve bu durumda termal ve mekanik özelliklerinin bir kısmını kaybederler. Bu nedenle, katmanlı üretim sonucunda elde edilmiş parça bittikten sonra bozunmamış toz hammaddeyi kullanabilmek için, bir sonraki üretim sürecine belirli oranda hiç bozunuma uğramamış taze haldeki toz ham madde ilavesi yapılması gerekmektedir.

‘Material jetting’ ve ‘Vat photopolymerization’ gibi fotopolimerizasyon proseslerinde kullanılan malzemeler termoset plastiklerdir. Bunlar tipik olarak patentli akrilik, akrilat ve epoksilerdir. Çoğu sıvı haldeki reçinenin içerikleri, maruz kaldığı ultraviyole enerjiye göre formüle edilmektedir. Bazı reçineler, görünür ışık spektrumundaki enerji ile de kürlenebilmektedir. Her bir AM sistemi üreticisi, kendi sistemine uygun fotopolimer reçine satışını yapmaktadır. (Wohler Report, 2015)

Bazı üçüncü parti üreticiler de AM prosesleri için plastik materyal üretimi yapmaktadır. DSM Somos ve Allied PhotoPolymers isimli firmalar çeşitli fotopolimerik reçineleri piyasaya sürmektedir. CRP Technology ise ‘Powder bed fusion’ prosesinde kullanılmak üzere geliştirdiği ‘Windform’ isimli toz ham maddeyi geliştirmişlerdir. EOS’a bağlı üretilen Advanced Laser Materials (ALM) ise lazer sinterleme için geniş bir aralıkta malzeme çeşidi sunmaktadır. Materialise, lazer sinterlemeye uygun termoplastik poliüretan (TPU) parçaları da üretmektedir. TPU 92A-1 iyi tokluk değerlerine sahip olmakla birlikte, elastik ve sinterlenmemiş toz haldeki malzemesi %100 geri dönüştürülebilir.

Oxford Performance Materials isimli firma ise ürettiği polyetherketoneketone (PEKK) tozlarını satmak yerine bunlardan ürettikleri biomedikal cihazlar ve endüstriyel parçaları satmaktadırlar. Aşağıdaki resimde Oxford Performance Materials tarafından üretilmiş bir kafatası implantı görünmektedir. Diğer üçüncü parti AM polimer üreticileri SABIC, Arkema, Exceltec, Microfol Compounding, Rhodia ve Diamond Plastics’dır. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.104 : OXPEKK ile üretilmiş kafatası implantı

AM yöntemleri için kullanılmakta olan polimer türevleri, benzer özellikleri gösteren geleneksel yöntemlerde kullanılmakta olan tiplerine göre çok daha pahalıdır. AM sistemleri için kullanılmakta olan fotopolimer ve termoplastiklerinin çoğunluğu kilogram başına 175-200 dolar arasında piyasaya sürülmektedir. Bunun aksine, geleneksel enjeksiyon prosesinde kullanılmakta olan termoplastiklerin fiyatları ise kilogram başına 2-3 dolar mertebesinde. Bu durum, AM plastiklerini, enjeksiyon kalıplama plastiklerine göre 58-125 kat daha pahalı kılar. (Wohler Report, 2015)

AM plastiklerinin bu kadar pahalı olmasındaki bir önemli etmen, AM endüstrisinin, geleneksel plastik üretimini kullanan endüstrilere göre göreceli olarak daha küçük olmasıdır. Uluslararası bir kimya firmasının verilerine göre AM endüstrisi için satılan her bir kilogram polimere karşılık, geleneksel plastik üretim yöntemlerinin kullanıldığı endüstride satılan polimer miktarı 100,000 kilogram mertebesinde. AM yöntemlerinde kullanılan plastiklerin bu kadar pahalı olmasının bir diğer nedeni ise, sistem üreticilerinin aynı zamanda bu ham maddelerin satışından da kar sağlamalarıdır ve bu sebeple ham madde fiyatlarını düşürmede gönülsüzdürler. (Wohler Report, 2015)

1.8.2 Metaller

Katmanlı üretim yöntemleri için kullanılmakta olan metal çeşitleri giderek artmaktadır. Takım çeliği, paslanmaz çelik, ticari saf titanyum, titanyum alaşımları, alüminyum alaşımları, nikel bazlı alaşımlar, kobalt krom alaşımları, bakır bazlı alaşımlar, altın ve gümüş gibi çeşitler kullanılmaktadır. Bu liste her geçen yıl genişlemektedir. Bazı metal AM üreticileri, direk ya da dolaylı olarak müşterilerinin yeni malzemeler geliştirmesine katkıda bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak, şimdi GE Aviation'ın bir parçası olan EOS ve Morris Technologies iş birliği verilebilir. Morris, DMLS sistemleri için 17-4 PH adını verdiği paslanmaz çelik malzemeyi üretmiştir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.105 : Paslanmaz çelikten saat çerçevesi, EOS

Metal ‘Powder bed fusion’ ve ‘Directed energy deposition’ teknolojileri, tipik olarak daha önce belirtilmiş olan çeşitli metal materyallerin kullanıldığı prosesleri kapsar. Ayrıca, çoğu ‘Directed energy deposition’ prosesleri daha geniş bir çeşitliliğe sahip

materyalleri de kullanabilir. Bu sistemler, iki veya daha fazla çeşit toz materyalin kombinasyonlarını kullanabilme yani çoklu materyal kapasitesine sahiptir.

Metal parçalar başka AM prosesleri ile de üretilebilir. The ExOne firmasının ortaya çıkardığı ‘Binder jetting’ sistemi, paslanmaz çelik, inconel, kobalt-krom, bronz, demir, tungsten ya da tungsten karbid gibi materyallerden ürünler oluşturabilmektedir. Metal alaşımların oluşturulduğu çoğu durumda, post proses fırın işlemi sırasında, yapıştırıcı yanar ve bronz eriyerek parçaların içersine sızar. Tungstenin birleştirildiği durumlarda öncelikli uygulama, insanların güvenliğinin sağlanması ve gerekli çevresel koşulların sağlanmasıdır.

Digital Metal firması tarafından üretilen ‘Binder jetting’ sistemi de, paslanmaz çelikten küçük parçalar oluşturmaktadır ve post proses fırın işlemi gerektirir. Fabrisonic firmasının geliştirdiği ‘Ultrasonic additive manufacturing systems’ isimli makinesi de metal parçaları oluşturmak için metal şeritler kullanmaktadır. Materyal seçenekleri, bakır, titanyum, ve paslanmaz çelik gibi malzemeleri içeren birçok mühendislik alaşımı olabilir.

Çoğu AM teknolojisinde üretilen metal parçalar, materyallerin eritilmesinde ve üretilmesinde kullanılmak amaçlı dışçılık sektörüne ulaşmaktadır. Metal AM parçalarında vaad edilen en önemli özelliklerden biri kırılma tokluğu ve yorulma değerlerinin iyileştirilmiş olmasıdır. Gözeneklilik ya da küçük bir katmanlar arası boşluk, metal parçanın parçalanmasına yol açabilecek bir çatlağın ilerlemesine neden olabilir. Parçanın tokluk ve yorulma değerleri, havacılık endüstrisi ve ortopedik implantlar alanı için oldukça büyük bir önem arz eder.

Metal AM sektörü, üçüncü parti metal üreticilerinin de ilgisini çekmiştir. Bu firmalar arasında ATI Powder Metals, Carpenter, Erasteel, LPW, NanoSteel ve Raymot Industries de bulunmaktadır. AM plastikleri gibi, AM metal tozları da geleneksel yöntemlerle oluşturulam metal parçalar için kullanılan ham madde fiyatlarına göre oldukça pahalıdır. (Wohler Report, 2015)

1.8.3 Seramik ve Kompozitler

Seramik malzemeler bir kaç AM teknolojisi tarafından kullanılmaktadır. Lithoz ve 3DCeram, seramik içerikli fotopolimer malzeme geliştirmişlerdir. Seramik parçaların üretiminde ise ikinci bir post proses işlemi olan fırınlama %100 gereklidir. Accura CeraMAX isimli firma ise seramik takviyeli fotopolimer malzemeyi geliştirmişlerdir. Viridis3D firması ise 'Binder jetting' teknolojisi için seramik tozları formundaki malzemeyi satmaktadır.

Biyouyumlu malzemeler de AM sektörü içerisinde giderek ilgi çeken ve büyüyen bir alanı oluşturmaktadır. Ti-6Al-4V gibi bazı malzemeler hastalara implat olarak kullanılabilir. Diğer implant grubu malzemeler ise PEEK (polyetheretherketone) ve PEKK (polyetherketoneketone)dur. Envisiontec, geliştirdikleri '3D Bioplotter system' isimli makinesi için birkaç biyouyumlu malzemeyi listelemişlerdir.

2014 yılında ve 2015'in başlarında, AM teknolojileri için birçok yeni malzeme tanıtımı yapılmıştır. 3D Sytems, 'Projet 5500X' jetting makinesinde kullanılmak üzere 'VisiJet' elastomer fotopolimer malzemeyi geliştirmişlerdir. Firma ayrıca, 'Projet 1200 system' makinelerinde de kullanılmak üzere bir kaç VisiJet reçinesini daha tanıtmıştır. FTX Cast ise mücevherat döküm modelleri için geliştirilmiş bir yapışkan reçine hibrididir. FTX Gold ve FTX Silver mücevherat modellerinin sunumları için geliştirilmiştir. FTX Gray, yüksek konsantrasyonlu gri malzemeden oluşurken, FTX Clear ise transparan bir malzemedir.

Envisiontec firması ise iki yeni malzeme geliştirmişlerdir. 'Ortho Tough 3SP' ortodontik modeller için üretilmiş dayanıklı bir malzemedir. 'E-Appliance' ise yine ortodontik uygulamalarda kullanılmak üzere geliştirilmiş beyaz renkli, nano dolumla gerçekleştirilmiş bir reçinedir. Somos Perform ise yüksek ısı toleransına ve iyi çözünürlük değerlerine sahip kompozit bir reçinedir, 355 nm (lazer temelli) ya da 365 nm (LED/DLP temelli) fotopolimer malzemelerin kullanıldığı sistemlerde kullanılabilir. Formlabs ise Aralık 2014'te, 'Form1+' makinesi için geliştirdiği yeni, esnek bir reçineyi piyasaya sürmüştür. Graphite Additive Manufacturing ise stereolithography için geliştirdikleri seramik dolgulu bir reçineyi geliştirmiştir.

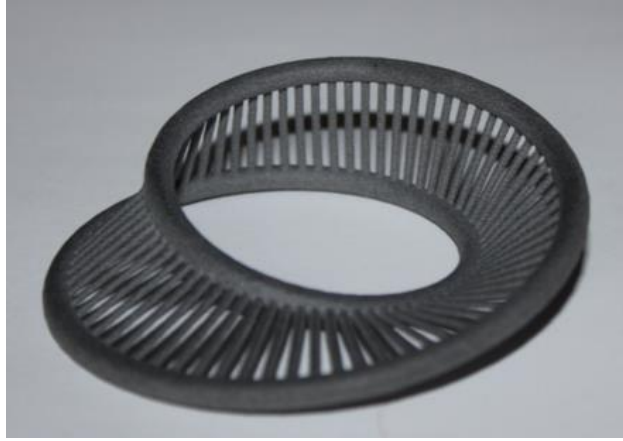
Aşağıdaki resimde Envisiontec tarafından geliştirilmiş Ortho Tough 3SP makinesiyle üretilmiş bir ortodontik model gösterilmiştir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.106 : *Ortho Tough 3SP*, Envisiontec tarafından üretilmiş ortodontik model

ColorFabb firması da ‘Material extrusion’ sistemine yönelik kullanılmakta olan filamentler için karbon fiber takviyeli kopolyester bir malzeme geliştirmişlerdir. Taulman3D firması ise nylon kopolimer ve Filabot firması da grafit karbon takviyeli ABS malzemeleri piyasaya sürmüşlerdir. ProtoPlant firması ise paslanmaz çelik, demir ve başka iletken materyal takviyeli PLA filamentler geliştirmişlerdir. Virtual Foundry firması ise 2015 Şubat ayında pirinç, bronz ve bakır takviyeli filamentleri piyasaya sürmüştür.

Indmatec firması 2015 Mart ayında, yüksek sıcaklıkta çalışan ekstrüderlerli makineler için geliştirilmiş PEEK filamentini geliştirmiştir. Oxford Performance Materials firması ise havacılık ve uzay endüstrisi için lazer sinterleme AM prosesinde kullanılmak üzere iki yeni PEKK malzemesi geliştirmiştir. Diamond Plastics GmbH firması ise pazara, AM lazer sinterleme prosesi için polipropilen ve yüksek yoğunlukta polietilen toz materyalleri geliştirerek girmiştir. Firma, iki tip malzemenin de %100 geri dönüştürülebilir olduğunu belirtmektedir. Aşağıdaki resimde Diamond Plastics tarafından geliştirilen HDPE HX 17 toz malzemesinden üretilmiş Mobius şeridi gösterilmiştir. (Wohler Report, 2015)



Şekil 1.107 : Mobius band, HDPE HX 17 to malzemesinden üretilmiştir.

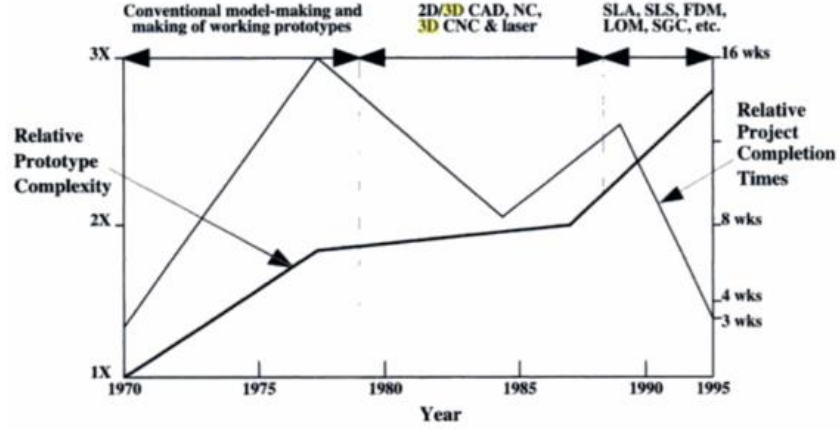
1.9 Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Avantajları

Bugünün otomatikleşmiş, araçsız(tool) ve kalıpsız RP sistemleri direk olarak küçük üretim hacimlerinde fonksiyonel parçalar üretebilmektedir. Bu yolla üretilen parçalar belli bir hassasiyete sahip olmalarına karşın, makinede işlemeye göre daha düşük yüzey kalitesi elde edilir. Ancak bazı gelişmiş RP teknikleri makinada işlemeye yakın kalite ve son şekile sahip parçaların üretilmesini sağlamaktadır. Üretilen parçalar genellikle, uygun bir post process sonrasında son ürüne yakın uygun malzeme özelliklerinde ve kalitesinde olmaktadır. RP sistemlerin avantajları oldukça büyüktür, direk ve dolaylı olarak iki kategori halinde incelenebilir. (Chua, Leong, Lim, 2003)

1.9.1 Üç Boyutlu Yazıcıların Sağladığı Doğrudan Avantajlar

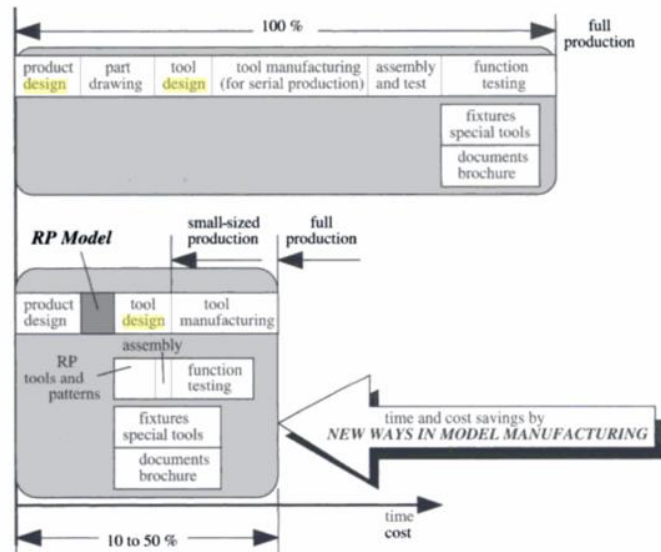
RP sistemleri kullanan bir şirketin birçok avantajı vardır. Bu avantajlardan birisi, herhangi bir karmaşıklığa sahip bir objenin göreceli olarak kısa bir zamanda fiziksel olarak deneyimlenebilmesidir. Son 25 yılda görülüyor ki şekil ve form açısından karmaşıklığa sahip ürünlerin, pazarda yer alma oranı gittikçe artmıştır. Bu duruma örnek olarak 1970li yıllara ait bir otomobille günümüzdeki güzel bir otomobil gövdesini kıyaslayın. Göreceli bir karmaşıklık skalasında, 1 en basit ve 3 en zor olmak üzere, 1970li yıllardaki 1 olarak kabul edilirken bu durum 1980lerde 2, 1990lar'da 3 olarak not edilmiştir. Daha ilginç ve ironik olan ise projelerin tamamlanma sürelerinin şiddetli bir şekilde artmayışıdır. 1970lerde 4 hafta olan proje tamamlanma süresi, 1980de 16 haftaya yükselmiştir. Oysa ki hemen sonrasında CAD/CAM

teknolojileri ve CNC kullanımıyla birlikte proje tamamlanma süreleri 8 haftaya düşürülmüştür. Son olarak RP sistemlerin sürece dahil olmasıyla birlikte 1995'te proje tamamlanma süresi 3 haftaya düşürülmüştür. (Chua, Leong, Lim, 2003)



Şekil 1.108 : 25 yıllık sürede, proje zamanları ve ürün karmaşıklık derecesi

Şirket içinde çalışan bireylere göre RP sistemlerin yararları çeşitli ve birçok farklı etkiye sahip olabilir. Bu durum, şirket içerisinde hangi pozisyonda çalışıldığına bağlıdır. Bir ürünün üretilmesi, geniş bir spektrumda birçok aktiviteyi içerir. Kochan ve Chua RP teknolojilerinin etkilerini ürünün geliştirme aşamalarının tamamında ve proses üzerinde tanımlıyorlar. Şekil 1.5'in üstteki kısmında geleneksel bir modelin üretiminin tamamı için gerekli aktiviteler gösterilmiştir. Şekil 1.5'in alttaki kısmın ise bir RP sistem modelidir. Üretimin hacmine göre, para ve zaman kazancı %50'den, %90'a kadardır. (Chua, Leong, Lim, 2003)



Şekil 1.109 : RP teknolojilerinin entegrasyonunun sonuçlar

1.9.1.1 Üç Boyutlu yazıcıların ürün tasarımcılarına yararları

Ürün tasarımcıları, hazırlık süreci ve maliyetlere sadece küçük etkiler doğurarak istedikleri ölçüde parçanın kompleksliğini arttırabilir. Fonksiyonel ve estetik sebeplerden dolayı daha organik ve yontulmuş şekiller mümkün olabilecektir. Üretimde sadece küçük sınırlamalar ile müşterinin ihtiyaçlarına göre parçanın tasarımıyla ilgili istediği optimizasyonlara gidebilir. Ek olarak, daha önceleri makinede işlemeyle ilgili zayıf koşullar nedeniyle bir bütün ürünün ayrı ayrı üretilmek zorunda kalan parçalarını tek bir bütün halinde tasarlayabilir ve tasarımdaki parça sayısını düşürebilir. Daha az parça ile tolerans analizi, bağlayıcı ara komponent seçimi, vida delikleri detayları ve montaj resimlerine harcanan zaman büyük ölçüde azaltılır. (Chua, Leong, Lim, 2003)

Ayrıca parça dizaynında daha az engeller olacaktır. Draft açılarının seçimleri, bölümlene çizgileri ve daha benzeri sınırlamalar gibi etmenler azalacaktır. Makinede işlemeyle kolaylıkla üretilemeyen, sahip olduğu şekil dolayısıyla makinede işleme süresi kısaltılamayan, işleme sırasında malzeme ziyanına neden olan, keskin bir şekle sahip olan ya da ince et kalınlığındaki parçaların tasarımı artık mümkün olabilecektir. Tasarımcılar, makinede işleme maliyetlerine karşılık, materyal kullanımını minimize ederek dayanım/ağırlık oranlarını optimize edebilecektir. Sonunda ise, zaman kaybına neden olabilecek tartışmaları minimize ederek üretim olanakları hakkında hesaplamalar yapacaklardır. (Chua, Leong, Lim, 2003)

1.9.1.2 Üç boyutlu yazıcıların üretim mühendislerine yararları

Temel birikimler maliyetlerin içindedir. Üretim mühendisi, üretimi, tasarımı ve makinede işleme işlemleri için gerekli varyasyonları azaltabilir. Sabit giderler az olacağı için, yeni üründen elde edilebilecek karı önceden fark edebilir. Ayrıca ürünün parça sayısını azaltabilir böylelikle montaj, satın alma ve stok maliyetleri azalır. (Chua, Leong, Lim, 2003)

RP sistemleri sayesinde parçaya özgü ayarlamalar ve programlama elemine edildiği için üreticiler, daha az sayıda çalışan çalıştırarak aynı üretimi yapabilecek aynı

zamanda parça üretimi için yapılan denetleme ve montaj da azalacaktır. Malzeme israfının azaltılması, atık malzemeyi elden çıkarma masrafı, malzeme nakliye giderleri, ham madde için stok maliyetlerinin azaltılması ve son ürünün direk üretilebilmesi genel giderlerin düşmesine katkıda bulunur. Böylelikle tasarım değişiklikleri ya da hayal kırıklığı yaratan satışlar sebebiyle oluşabilecek zarar, daha az stok tutulduğu için azalacaktır. (Chua, Leong, Lim, 2003)

Ek olarak, imalatçılar satın alımlarını kolaylaştırabilirler çünkü tek bir ürünün fiyatı genel sayıdan bağımsız olacak böylelikle ürün için gerekli adet neyse kısa dönem içerisinde satın almaya sipariş verilebilecektir. Normalde bir ürünü üretimi sırasında işlemek için gerekli birbirinden farklı makine tipleri yerine hepsinin fonksiyonunu yerine getiren bir tek RP sistemiyle çalışan makine yeterli olacaktır. Bu durumda, temel yatırım maliyetleri azalırken, çalışması gereken operatör ve kalifiyeli çalışan sayısı azalacaktır. Küçük üretim hacimlerindeki işletmeler, daha az efor ile üretim planlaması yapabileceklerdir. Üstelik, birbiriyle uyumu önemli parçalar ayrı ayrı üretilmek zorunda kalınmayacağı için, kalite kontrol için harcanan zaman ve maliyetler de düşecektir. Makinede işleme süreci elimine edildiği için tasarım açısından oluşan yanlış anlaşılmalara, yüksek hassasiyetlerle birlikte tasarım boyutlarındaki hızlı değişiklikler ile giderilerek yüksek parça tekrarlanabilirliği başarılabilecektir. Son olarak, yedek parça için gerekli olan stok azaltılabilir. Mutlak parçalar için bile olsa sadece talep üstüne, yedek parçaların üretimi sağlanabilir. (Chua, Leong, Lim, 2003)

1.9.2 Üç boyutlu yazıcıların sağladığı dolaylı avantajlar

Tasarım ve üretim departmanları dışında, RP sistemlerinin getirdiği dolaylı avantajlar da vardır. Pazarlama departmanı ve tüketiciler de RP sistemlerinin yararlarından çıkar sağlarlar. (Chua, Leong, Lim, 2003)

1.9.2.1 Pazarlamaya olan yararları

RP sistemleri pazara, yeni kapasiteler ve olanaklar sağlar. Aşağıdaki sonuçlar nedeniyle pazarda büyük zaman kazanımları sağlayacaktır:

1. Müşterilerin isteklerine daha yakın ürünler üretilebilecek
2. Teknoloji sayesinde ürünler maksimum fiyat/performans kalitesi sunabilecek

3. Yeni ürünler pazarda ekonomik olarak test edilebilecek

Pazarlama ayrıca, pazardan gelen talepler doğrultusunda üretim kapasitesinde değişikliğe neden olabilir ve bunu yaparken gelen talep doğrultusunda eş zamanlı çalışabilecek ve üretimde çok küçük etkilere neden olacaktır. Ürün çeşitliliğini arttıracak ürün önerileri sunulabilirken, küçük miktarlardaki üretimlerin normalde makinede işleme maliyetlerini göz önüne alınması durumu ortadan kalkacaktır. Ayrıca dağıtım kanalları kolayca genişletilebilirken, yerel marketlere de hızlı bir şekilde giriş yapılabilme imkanı doğacaktır. (Chua, Leong, Lim, 2003)

1.9.2.2 Tüketicilere olan yararları

Tüketiciler, daha bireysel ihtiyaç ve isteklerine yönelik ürünleri alabileceklerdir. Öncelikle seçmek için geniş bir çeşitlilik oluşacaktır. İkinci olarak ise sipariş üstüne üretilen ve ekonomik ölçekte tedarik edilebilen, hatta tasarımında katkıda bile bulunabilecek ürünler satın alınabilecektir. Üstelik, imalatçının da üretim sırasında daha düşük maliyetlere üretebilmesi tüketicinin de ürünü daha az maliyete satın almasını sağlayacaktır. (Chua, Leong, Lim, 2003)

2. ARAŞTIRMA METODU

2.1 Giriş

Bu araştırmanın amacı, gittikçe büyüyen üç boyutlu baskı teknolojileri pazarının öncelikli hitap ettiği kitlelerden biri olduğu düşünülen endüstriyel tasarımcılar tarafında, bu teknolojilerin yarattığı faydalar ve getirdiği yeniliklere rağmen, katmanlı üretim yöntemlerinin yaygın bir şekilde kullanılmadığı ön bilgisine erişilmesiyle birlikte bunun nedenlerini sorgulamak olmuştur. Araştırmanın temel hedefi, Türkiye’de faaliyet göstermekte olan üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcıları nezdinde, endüstriyel tasarımcılar ile üç boyutlu yazıcı kullanımı ilişkisini incelemektir. Bu araştırma, üç boyutlu baskı teknolojilerinin Türkiye’de ki endüstriyel tasarımcılar tarafından bilinirliğini ve kullanım alanlarını incelemektedir.

Araştırmadaki temel sorular şöyledir:

- Katmanlı üretim teknolojilerinin Türkiye’deki gelişimi nasıl olmuştur? Bu teknolojilerin Türkiye’de kullanılmaya başlamasından bu yana, kullanım alanları ve müşteri kitlesi bir artış göstermiş midir?
- Katmanlı üretim teknolojilerinin kullanım alanlarının büyümesi ve bu yöntemlerde geliştirilen yeniliklerin gün geçtikçe artış göstermesine rağmen, bu teknolojilerin kullanımı Türkiye’de faaliyet gösteren endüstriyel tasarımcılar tarafında neden çok yaygınlaşamamıştır?
- Katmanlı üretim teknolojilerinin sağlayacağı faydalar endüstriyel tasarımcılar tarafından yeterince biliniyor mu?

Bu soruların yanıtlarını verebilmek için, 3D Expo Türkiye 2015 Fuarı'na katılan ve ülkemizde faaliyet göstermekte olan üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarıyla görüşmeler yapılmıştır. 3D Expo Fuarı, sektörde önde gelen paydaşların katıldığı bir fuar serisi olması sebebiyle tercih edilmiştir.

2.2. Araştırmanın Ana Amaçları

Yapılan araştırmanın ana amaçları şu şekilde özetlenebilir.

1. Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin kullanım alanları ve müşteri kitlesi ülkemizde ne durumdadır?
2. Üç boyutlu yazıcı teknolojilerini kullanması beklenen hedef kitle arasında endüstriyel tasarımcıların da yer alacağı hipotez geçerli midir?
3. Endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcılardan beklentileri nelerdir?
4. Endüstriyel tasarımcılar katmanlı üretim yöntemleri hakkında ne kadar bilgiye sahiptir?

Yukarıda belirtilen amaçlar doğrultusunda, hedeflenen sonuçlara ulaşmak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

1. Daha önce ve halen de İTÜ ve Özyeğin Üniversiteleri üç boyutlu yazıcı laboratuvar sorumlusuyla üç boyutlu yazıcı kullanımı hakkında görüşme yapılarak, 2015 3D Expo Fuarı'na katılanlar arasında görüşme yapılacak kişilerin belirlenmesi sağlanmıştır.
2. Üç boyutlu yazıcı teknolojilerini kullanan endüstriyel tasarımcılar ile ön görüşmeler yapılmıştır.
3. Ön görüşmeler sonrası, araştırmanın asıl örneklemini oluşturan Türkiye'nin önde gelen üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcıları listelenmiştir.
4. Bu firmalarla, üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin ülkemizdeki kullanım oranını ve bu kitle arasındaki endüstriyel tasarımcıların konumu üzerine görüşmeler yapılmıştır.

5. Firmalardan elde edilen verilerin ardından, okullar ve (makers lab) kuluçka merkezlerindeki endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcıları kullanımı hakkında görüşmeler yapılmıştır.
6. Elde edilen tüm verilerin analiz edilmesi ve belirlenen firma yetkilileri ile araştırma amaçları çerçevesinde görüşmeler yapılması sağlanmıştır.

Bir sonraki bölümde araştırma yöntemi açıklanacaktır.

2.3 Araştırma Yönteminin Belirlenmesi

Yapılan araştırmada kullanılan yöntem yarı yapılandırılmış görüşmelerdir. Üç boyutlu yazıcıların endüstriyel tasarımcılar tarafında bilinirliği ve kullanım oranının, ülkemizdeki üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcıları bakış açısından değerlendirilmesi sağlanmıştır. Araştırma kapsamında görüşülen firmaların bir kısmı üç boyutlu yazıcı distribütörleri, bir kısmı hizmet sağlayıcıları ve küçük bir kısımda üreticilerdir.

Araştırma yöntemi belirlenirken belirli kriterlere dikkat edilmiştir. Araştırma sorusu için izlenecek yöntem belirlenirken bazı yollardan vazgeçilmiştir. Bunlardan biri, Türkiye’deki üç boyutlu yazıcı kullanmış endüstriyel tasarımcıların tamamına ulaşmak ve onlarla anket yapmaktır. Öte yandan endüstriyel tasarımcıların tamamına ulaşmak mümkün olmayacağı için, bu yöntem tercih edilmemiştir. Ayrıca üç boyutlu yazıcı edinmiş ya da kullanmış her bir tasarımcı ürünü ya da hizmeti sağlayan firmayla temasa geçmek durumunda kalacağı için, bilgi sağlamak üzere Türkiye’deki üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarına ulaşmak daha kolay olacağı için bu yöntem seçilmiştir.

Görüşme yapılacak firmaların seçiminde, sektörün önde gelen firmaların katıldığı 3D Expo 2015 Türkiye Fuarı listesine erişilerek, fuara katılan firmalar belirlenmiştir. Fuarı katılan 32 katılımcıdan, en büyük distribütörlerin ve hizmet sağlayıcılarının da içinde bulunduğu 12 firmaya ulaşılarak görüşmeler yapılmıştır. Anketlere geri dönüşler oranlarındaki düşüklük dikkate alınarak bu yöntemden vazgeçilmiştir.

Archer’a (1999) göre “İyi bir araştırma amacı olan, meraklı, bilgi verici, metodolojisi olan ve iletişim kurabilen bir araştırmadır.” Araştırma sorusuna cevap aranırken, üç

boyutlu yazıcıların tarihsel gelişimi, var olan teknoloji tipleri, kullanım alanları ve uygulamaları, üretimde kullanılan materyal tipleri gibi bilgileri erişebilmek için literatür taraması yapılmıştır.

Araştırma yapıyor olmanın tüm odak noktası, doğal ya da yapay dünyadan elde edilmiş güvenilir bilgileri genişleterek, başkaları için de bu bilgileri tekrar kullanabilir hale dönüştürmektir. (Cross, 2006) Bu kapsamda yapılan literatür araştırması, bu çalışma için büyük bir önem arz etmektedir. Blaxter ve diğerlerine (1996) göre literatür taraması “İncelenmekte olan alanda var olan bilginin değerlendirilmesi ve özetlenmesi” olarak tanımlanmıştır.

Araştırmanın amacına ulaşabilmesi için bilgi toplama yöntemleri incelenmiş ve yarı yapıtlı görüşme yapılmasına karar verilmiştir. Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin neler olduğu, kullanım alanları ve uygulamaları ile sektörel durum literatür araştırmalarıyla karşılaştırılmış, endüstriyel tasarımcılar ve üç boyutlu yazıcı ilişkisinin incelenmesi, bilinirliğı ve kullanım alanlarını konuları da üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarıyla birinci elden sağlanan veriler ile ortaya konulmuştur.

2.4 Araştırma Metodu Olarak Görüşme

Araştırmanın ana amaçlarına ulaşmak için, Türkiye’de kullanılmakta olan üç boyutlu yazıcı teknolojileri ve ürün ya da baskı hizmeti veren firma yetkilileri bilgi kaynağı olarak değerlendirilmiş, araştırma yöntemi olarak yüz yüze görüşme tercih edilmiştir. Çalışmada üç boyutlu yazıcıların kullanım yaygınlığı ve kullanıcılar arasında endüstriyel tasarımcıların yeri üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarının gözünden incelenmiştir. Görüşmelerin endüstriyel tasarımcılarla yapılamamasının nedeni, üç boyutlu yazıcı kullanan tüm endüstriyel tasarımcılara ulaşmanın güçlüğü olmuştur.

Firmalar ile görüşmeler için hazırlanan sorular, öncelikli olarak üç boyutlu yazıcı kullanmış endüstriyel tasarımcılarla yapılan ön görüşmeler neticesinde belirlenmiştir. Ön görüşmeler sonrasında, firmalara yöneltilecek sorulara bir revizyon yapılarak görüşmenin yapısı netleştirilmiş ve sorulara son hali verilmiştir.

Yapılan görüşmeler sırasında, akıllı telefon aracılığıyla ses kayıtları alınarak notlar tutulmuştur. Daha sonra ses kayıtları çözümlenerek, analiz edilmek üzere yazıya

dönüştürülmüştür. Görüşmelerden elde edilen bilgilerin analizi ve değerlendirme yöntemi, ayrıntılı olarak bulgular bölümünde yer almaktadır.

2.4.1 Endüstriyel tasarımcılarla öngörüşmeler

Tasarımlarında üç boyutlu yazıcı teknolojileri kullanarak çeşitli ödüller almış bir tasarımcı, freelancer olarak tasarım hizmeti veren ve üç boyutlu yazıcı sahibi olan bir tasarımcı, şirket çalışanı olarak şirket imkanları içerisinde üç boyutlu baskı hizmeti alan bir tasarımcı ve harici firmalar ile üç boyutlu baskı hizmeti alan 5 uzman endüstriyel tasarımcı ön görüşmeler için belirlenmiştir. Böylelikle üç boyutlu yazıcılar ile birçok farklı noktadan temas sağlayabilen kişilere ulaşılarak, kapsamlı bir öngörüşme gerçekleştirilebilmiştir. Üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarının belirlenmesi konusundaki yöntem ise bir sonraki bölümde anlatılmaktadır.

Endüstriyel tasarımcıların firmalarda tasarım görevini yerine getirebilmek için 4 farklı seçeneği mevcuttur. Bu seçenekler; firma bünyesinde tasarım, firma dışında tasarım, firma bünyesinde ve dışında tasarım ve son olarak tasarım becerilerinin firma bünyesinde korunmakla beraber dışsallaştırılmasıdır. Bu seçenekler firmanın yapısı ve kurumsal kimliği dahilinde seçilebilir.

2.4.1.1 Firma bünyesinde tasarım

Doğrudan Tasarım Birimi altında ya da Ar-Ge, Üretim, Pazarlama gibi birimlerin altında tasarım işlevinin firma bünyesi içerisinde gerçekleştirdiği seçenek, firma bünyesinde tasarımdır. Bu biçimde meslek tanımı ‘tasarımcı’ olmayan kişiler de tasarım görevini üstlenebilir ya da tam zamanlı tasarımcılar tasarım görevini üstlenebilir.

Bu seçenek, gizlilik gerektiren ve çok sık ürün değişimine giden firmalar için daha maküldür çünkü tam zamanlı tasarımcı çalıştırmak daha hesaplı gelmektedir firmalara. Endüstrilere örnek olarak, otomotiv endüstrisi verilebilir. Ayrıca Philips ve Sony gibi markalar da kendi bünyelerinde dahilinde tasarımcılar çalıştırmaktadır. (Er, 2002)

2.4.1.2 Firma dışında tasarım

Tasarımın, firma bünyesinde değil de dışarıdan bir hizmet olarak alındığı seçenek ise firma dışında tasarımdır. Firma ihtiyaç duyması halinde dışarıdan tasarım becerilerini kullanarak profesyonel tasarımcılara başvurur. Yurtiçinde veya yurtdışında yerleşik olabilen tasarımcılar bu hizmeti verebilirler. Tasarım yöneticileri ya da tasarım konusunda yetki sahibi olan firma elemanları tarafından yönetilen süreçte, tasarımcı seçimi, iş tarifi (brief), süreç boyunca ilişkilerin yürütülmesi ve süreç sonunda işin değerlendirilmesi yapılır.

Bu süreçte firma dışı tasarım kaynaklarının belirlenmesi ve firma ilişkilerinin yürütülmesi başlıca önemli noktadır. Verimli bir iş oluşturulabilmesi, firma dışı tasarım kaynaklarıyla firma ve firma müşteri arasındaki ilişkinin iyi kurulması önemlidir. Firma dışında tasarım, tam zamanlı bir tasarımcı için yeterli bütçesi olmayan küçük ölçekli firmalar için uygundur. (Er, 2002)

2.4.1.3 Firma bünyesinde ve dışında tasarım

Bu seçenekte ise, firma hem kendi bünyesinde tasarım hizmeti almakta hem de dışarıdan tasarımcılarla birlikte çalışmaktadır. Bu seçenekte yeni ve taze fikirlerin alınabilmesi, iş yükünün hafifletilmesi ya da belirli bir konuda uzmanlık sağlayan tasarımcılardan yararlanılabilmesi için dışarıdan tasarım hizmeti alınırken, firma kendi bünyesinde tasarımcıları istihdam etmeyi sürdürür.

Arçelik, Nurus, Kelebek, Koleksiyon, Tuna, Vestel gibi Türk firmalarının yanında Apple, Herman Miller, Samsung, Steelcase gibi birçok yabancı firma da bu seçeneği kullanmaktadır. Ayrıca, firmanın reklamını yapabilmek ve imajını etkileyebilmek için de isim yapmış yıldız tasarımcılarla çalışılmaktadır. Türkiye’de buna örnek olarak Eczacıbaşı’nın Vitra’da Defne Koz ile birlikte çalışması gösterilebilir. Bünyesinde güçlü tasarım ekipleri olan firmalar da zaman zaman bu yönteme başvurmaktadır ve bu durum bir zaafıtan çok olgunluk olarak algılanabilir. Daha da gelişmiş bir süreçte ise sadece sonuç ürünler için değil ürün tasarımı ve geliştirme sürecinde de dışarıdan tasarımcılarla iş birliğine gidilmesi mümkündür. (örn. Arçelik- IDEO İsrail, Samsung-IDEO) (Er, 2002)

2.4.1.4 Tasarım becerilerinin firma bünyesinde korunmakla beraber dışsallaştırılması

Bu seçenekte ise firmalar kurdukları tasarım merkezleri, uydu stüdyolar vs. ile tasarım birimlerini dışsallaştırarak firma bünyesindeki tasarım birimlerinin, dışsallaşmış tasarım birimleriyle birlikte çalışmasını ya da rekabet halinde olmasını sağlarlar. Bu iş birlikteliğindeki amaç hedef pazara yakın olarak tasarımcıların yaratıcılıklarını ve dinamizmini sürdürmektir. Ayrıca dışsallaşmış tasarım gruplarıyla ile doğrudan rekabet içinde olunmayan üçüncü firmalar ile çalışmalarına olanak yaratılır.

Dışsallaşmış tasarım birimlerine örnek olarak Siemens Design and Exhibitions, Vestel USA, Nissan Design International, Caltex Design Research (Toyota) gösterilebilir.

Firmaların hangi seçenekleri kullanması gerektiğine dair bilgilendirilmeye ihtiyaçları vardır. Bu bilgilendirme, tasarım aktivitelerinin firmanın hedefleri kapsamında tasarım ekiplerinin firma içinde ya da dışında oluşturulmasının yanında bunların iş birliği ya da rekabet çatısı altında sağlıklı bir şekilde yürütülmesi gerekliliğine karar verebilmek için önemlidir.(Er, 2002)

Görüşme yapılacak tasarımcıların seçimi, tasarımlarında üç boyutlu yazıcı teknolojileri kullanarak çeşitli ödüller almış bir tasarımcı, firma dışından tasarım hizmeti veren ve üç boyutlu yazıcı sahibi olan bir tasarımcı, firma içinden tasarım hizmeti veren şirket imkanları içerisinde üç boyutlu baskı hizmeti alan bir tasarımcı ve firma içinde ve dışında tasarım hizmeti veren, üç boyutlu baskı hizmeti alan bir tasarımcı olmak üzere toplam 5 uzman endüstriyel tasarımcıdan oluşturulmuştur. Böylelikle, üç boyutlu yazıcılar ile birçok farklı noktadan temas sağlayabilen kişilere ulaşarak, kapsamlı bir öngörüşme gerçekleştirilebilmiştir. Üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarının belirlenmesi konusundaki yöntem ise bir sonraki bölümde anlatılmaktadır.

2.4.2 Görüşme yapılacak firmaların seçilmesi

Görüşme yapılacak firmaların, iyi bilinen üç boyutlu yazıcı markalarının distribütörleri olması, hizmet sağlayıcıların belirli müşteri kapasitesinin olması ve üreticilerin satış başarıları yakalamış olması gibi faktörler gözetenmiştir. Bu kapsam dışında kalan firmalar araştırmanın dışında kalmıştır.

Görüşme yapılacak firmalar tespit edebilmek için çeşitli kaynaklar incelenmiş, medya arşivleri taranmış, web araştırmaları yapılarak Türkiye’de ki en büyük üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarına ulaşılabilecek kanal belirlenmiştir.

Bu doğrultuda, ilki 2014 yılında gerçekleştiren ilk ve tek, Türkiye’deki üç boyutlu yazıcı teknolojileri alanında düzenlenen fuar olan ‘3D Print Expo Türkiye Fuarı’ dikkate alınarak, 2015 yılında katılım gösteren firmaların bilgisine ulaşılmıştır. Fuar katılan 32 firmadan 22’si yerli üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarıdır. Diğer firmalar arasında kalıp firmaları, tersine mühendislik firmaları, üç boyutlu tarayıcı üreticileri ve satıcıları gibi firmalar bulunmaktadır. Bu firmalardan, en köklü, üretim hacmi ile satış hacmi en büyük olan 12 tanesine ulaşılarak görüşmeler yapılmıştır.

3D Print Expo Türkiye 2015 Fuarı’na katılan üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcıları aşağıda listelenmiştir (3dexpoturkey.com, 2016):

- 3B Atölye
- 3D Market Tek. Tas. Tic.
- 3D Master Korab International A.Ş
- 3Dörtgen Teknoloji Bilişim Hizmetleri Sanayi ve Dış Ticaret A.Ş
- 3Durak Arge Teknoloji Bilişim Sanayi A.Ş
- Bordotek İleri Teknolojiler ve Savunma SAN. LTD
- CAD2PARTS
- EMESYS END. MED. ELK. HAVA YAZ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ
- Hepsi3D – 3 Boyutlu Baskı Merkezi
- Katı Hal A.Ş
- Poligon Mühendislik
- Plastosel Kimya A.Ş.
- ESP MÜHENDİSLİK
- KMB Teknoloji
- Roboton Endüstriyel Elektronik BİLG. MÜH. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ
- Sintertek Makina SAN.TİC.LTD.ŞTİ
- Süttaş Boya Kimya Maden Makine Özel Eğitim SAN TİC. LTD. ŞTİ

- +90 3B Dijital Fabrika
- Vektron Elektronik SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ
- Viapia Danışmanlık Grafik Tas. DIŞ TİC. LTD. ŞTİ
- ZAXE 3D Printer Technologies
- Priyoid 3D Printing Technology

Bu firmaların tamamı ile görüşülerek, üç boyutlu yazıcıların ülkemizde ki konumu ve kullanıcı kitleleri arasında yer alan endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcı kullanımları hakkında bilgi edinilmiştir.

2.4.3 Görüşmenin yapısı

Araştırma yöntemi olarak yarı yapılandırılmış görüşme seçilmiştir. Görüşme yapılacak üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarına araştırmanın konusu ve amacını ileten bir özet iletilmiştir. Bu özette, araştırma konusundan kısaca bahsedilerek görüşmede kullanılacak sorulara yer verilmiştir. Tasarımcılar ve firmalara yöneltilen sorular ve ön sorulara verilen yanıtların dökümü EK’de sunulmuştur.

Endüstriyel tasarımcılarla yapılan görüşmelerin yapısını şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Endüstriyel tasarımcıları tanımaya yönelik sorular
- Endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcılar ile işbirliklerini anlamaya yönelik sorular
- Endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcı kullanımları hakkında sorular
- Endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcılardan beklentilerini anlamaya yönelik sorular
- Endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcıları kullanarak neler gerçekleştirdiklerine yönelik sorular

Firmalarla yapılan görüşmelerin yapısını şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Görüşme yapılan firmanın tanınmasına yönelik sorular
- Firmaların hitap ettiği müşteri profilinin anlaşılmasına yönelik sorular
- Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin hangilerinin kullanıldığına yönelik sorular

- Endüstriyel tasarımcılar ile iş birliklerini anlamaya yönelik sorular
- Endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcılarla deneyimlerini anlamaya yönelik sorular
- Türkiye’deki üç boyutlu yazıcı sektörünün durumunu anlamaya yönelik sorular

Endüstriyel tasarım bölümlerinin bulunduğu okullar ve kuluçka merkezleri ile yapılan görüşmelerin yapısını şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Laboratuvar / kuluçka merkezlerinin imkanlarını anlamaya yönelik sorular
- Hangi tip üç boyutlu yazıcılara sahip olunduğuna yönelik sorular
- Üç boyutlu yazıcıların ne kadar sıklıkla kullanıldığını anlamaya yönelik sorular
- Laboratuvar/kuluçka merkezi atolyelerinin kimlerin kullanımına açık olduğunu anlamaya yönelik sorular
- Üç boyutlu yazıcıları kullanması beklenen kitle arasında endüstriyel tasarımcıların olup olmadığını anlamaya yönelik sorular
- Endüstriyel tasarımcıların bu yerleşkelerde yer alıp almadığını anlamaya yönelik sorular

3. BULGULAR

3.1 Görüşme Yapılan Tasarımcılar ve Üç Boyutlu Yazıcı Firmalar

Araştırma kapsamında, öncelikli olarak endüstriyel tasarımcılarla ön görüşmeler yapılmıştır. Yüzyüze yapılan bu görüşmede, alınan yanıtlar doğrultusunda sorular revize edilerek yeniden düzenlemiştir ve son hali ile firmalara yöneltilmiştir.

3.1.1 Ön görüşme yapılan tasarımcılar

3.1.1.1 Deniz Karaşahin

1986 İzmir doğumlu olan Karaşahin, 2008 yılında İzmir Ekonomi Üniversitesi, Endüstriyel Tasarım Bölümü'nden mezun olmuştur. Mezun olduğu dönemden itibaren aktif olarak çalışma hayatı içerisinde olan Karaşahin, hi-fi ses sistemleri, hoparlör, plakçalar, amfi ve kablo tasarımları üzerine çalıştı ve tasarımlar/ürünler geliştirdi. Vitrifiye alanında Ege Vitrifiye ile Diamas Serisi üzerinde çalışmalar yapmıştır. Bunların dışında marin otopolot sistemleri özelinde dolap tipi dümeni olan yelkenli tekneler için otopolot ürün ve sistem tasarımları geliştirdi. Üç sene üst üste avrupalardaki en büyük tasarım yarışmalarından olan A'design Award yarışmasında ödüller kazandı. Ayrıca, vakit bulduğu zamanlarda İzmir'de iki ayrı Üniversitede part time eğitim görevlisi olarak çalışmıştır.

3.1.1.2 Mehmet Mert Sezer

Mehmet Mert Sezer 1988 yılında Ankara'da doğdu. Lise eğitimini Ankara'da bitirdikten sonra İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Endüstriyel tasarım lisans derecesini aldı. Eğitiminin 6 ayını Erasmus değişim öğrencisi olarak Belçika'da Hogeschool West-Vlaanderen'de, geri kalanını İstanbul Teknik Üniversitesi'nde tamamladı, şuan hala mezuniyet sonrası kurduğu Mertadam Design Studio'da firmalara dışarıdan tasarım desteği vermeye devam etmektedir. Geçtiğimiz 5 sene içinde, teknoloji şirketleri ağırlıklı olmak üzere, denizcilik, beraber görselleştirme

alışmaları yapma fırsatı buldu. Ayrıca diğeri bir önemli Pazar olan Yeni kurulan firmalarla (startup) beraber hem ülke içerisinde hem de dışarısında çeşitli ödüller kazanmıştır. Mertadam Design Studio’nun yeni partnerler ve yeni Pazar arayışı srmektedirmedikal ve küçük ev aletleri alanında endüstriyel tasarım, reklam ve içerik ajanslarıyla.

3.1.1.3 Gizem elebi

2012 yılında Endüstriyel Tasarım Bölümü’nde Lisans eğitimini tamamladı. 3 yılı aşkın süredir, kendi pazarında büyük bir firmada endüstriyel tasarımcı olarak çalışmakta. Terfiyle bu sene uzmanlığını almıştır ve uzman endüstriyel tasarımcı olarak çalışmaya devam etmektedir. Tekstik aksesuarları üzerinde çalışan bir firmada firma bünyesinde tasarımcı olarak çalışmaktadır.

3.1.1.4 Enes Büyüktopbaş

Büyüktopbaş, İstanbul Üniversitesi Meslek yüksek okulu makine bölümünden mezun olduktan sonra, Işık Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Endüstri rnleri Tasarımı Bölümünü derece ile bitirdi. 7 senedir aktif olarak çalışmakta. İş hayatında farklı sektörler de bulunmuştur. Mobilya, Otomotiv, mücevherat sektörlerinde yer almıştır ve son olarak şehir mobilyaları sektöründe çalışmaktadır.

3.1.1.5 Mustafa Emre Gözleveli

Gözleveli, 13 yıldır çalışma hayatının içerisindedir. Lisans eğitimini şehir Planlama zerine aldıktan sonra yüksek lisans eğitimini endüstri ürünleri tasarımında almıştır. Mobilya sektöründe, İSTON’da ürün tasarımcısı olarak çalışmaktadır. Kendisinin çok sayıda tescilli ve üretilmiş ürünü bulunmaktadır.

3.1.2 Üç Boyutlu yazıcı firmaları hakkında genel bilgiler

3.1.2.1 +90 3B Dijital Fabrika

2005’te kurulan +90 3B Dijital Fabrika, Türk sanayisi ve tasarımcılarını katmanlı üretim teknolojileri (3 boyutlu baskı) ile tanıştırmış ve kısa sürede dijital imalat sektörünün lideri konumuna ulaşmıştır. Makine parkı ve teknolojisini, mühendislik bilgisi ve tecrübesiyle birleştiren +90 3B Dijital Fabrika her türlü ürünün kısa zamanda ve uygun maliyetle temin etmeye çalışmaktadır.

+90 3B Dijital Fabrika prototip üretimi ve ön seri üretim hizmetlerinin yanı sıra, farklı hızlı kalıplama tekniklerini kullanarak müşterilerinin tasarım ve ürün geliştirmede ihtiyaç duydukları, gerçek ürün olarak da kullanılabilecek nitelikte acil parça servisi vermektedir. (arti90.com, 2016)

3.1.2.2 Infotron

Yüksek teknolojiye dayalı çözümler ve hizmetler üretmek amacıyla Haziran 1994'te kurulan Infotron, İstanbul ve Ankara ofisleri, Almanya, Münih'teki iştiraki ve İMES Organize Sanayi Bölgesi'ndeki imalat atölyeleri ile endüstrinin değişik konularında, öncelikle Türk Sanayiine ve dünyanın çeşitli kuruluşlarına [+] değer katmaktadır. Infotron'un hedef kitleleri arasında savunma, uzay, havacılık, otomotiv, ulaştırma, inşaat ve enerji sektörlerinden kurum ve firmalar yer almaktadır.

Infotron'un misyonu, var olan yüksek teknolojiyi kullanarak veya gereken yeni teknolojileri yaratarak, en kısa zamanda, en iyi ürün veya servisi sağlayarak, müşterilerine değer katmak ve aynı zamanda kişisel bilgi, yetenek ve işbirliğini arttırabilmektir.

Infotron'un çözüm ve hizmet portföyü; Endüstriyel Tasarım, Mühendislik, 3D Printing, Tersine Mühendislik, CAD/CAM gibi Ürün Geliştirme teknolojilerinden Yazılım Geliştirme, Danışmanlık, ve Ürün Yaşam Döngüsü yönetimi (Dassault Systemes-PLM), Yapı Bilgi Sistemi (BIM) ve Simülasyon teknolojileri, Sanal Gerçeklik sistemlerine yönelik gerçek-zamanlı sistem ve altyapıları kurulmasına kadar geniş bir yelpazeden oluşmaktadır.

Infotron'un uzman teknoloji ekipleri, müşterilerinin iş süreçlerini daha iyiye doğru sürekli geliştirmek çabası içindedirler. Infotron, hedef sektörlerindeki müşterilerinin beklentilerini karşılayabilecek şekilde, en kısa süre içerisinde, mümkün olan en yüksek teknolojileri kullanarak veya oluşturarak çalışmaktadır. (infotron.com.tr, 2016)

3.1.2.3 Zaxe

2013 yılında Baki Gezgen, Can Geliş ve Serhat Özperçin tarafından kurulan Zaxe, bugüne kadar kendi 3D yazıcısını geliştirmeye odaklandı. Zaxe Discover adı verilen masaüstü 3D yazıcı, ekip tarafından ürüne özel olarak geliştirilen X

Desktop yazılımıyla geliyor. Windows, Mac ve Linux ile uyumlu olduğu belirtilen yazılım, Wi-Fi üzerinden farklı cihazların tek bir arayüzden kontrol edilmesini sağlıyor. X Discover'ın bir diğer iddiası piyasadaki rakiplerine göre kullanımı kolay ve basit bir arayüz tasarıma sahip olması. (Kara ve Kaplanseren, 2015)

3.1.2.4 3Dörtgen

Üç boyutlu yazıcı mağazası ve kafesi olan 3dörtgen, üç boyutlu baskı, tasarama, tasarım hizmetlerini vermenin yanında üç boyutlu yazıcı ve tarayıcı satışları da yapmaktadır. Türkiye'de ki ilk konsept üç boyutlu yazıcı mağazadır. Müşteriler, aynı zamanda kafe ortamı olan mağazada vakit geçirebiliyor, istedikleri tip üç boyutlu yazıcıdan hizmet alabiliyorlar. (3dörtgen.com, 2016)

3.1.2.5 Katı Hal

Katı Hal, masaüstü FDM tipi üç boyutlu yazıcı üretimi yapan yerli bir firmadır. Çocukların kullanıma yönelik tasarladıkları üç boyutlu yazıcı ALYA, çocukların yaratıcılıklarını ortaya çıkarmak ve üretken olabilmelerini sağlamak amacıyla üretilmiştir. Geliştirdikleri üç boyutlu yazıcının en çarpıcı yanlardan birisi, kabuk kısmının legolardan oluşmasıdır. Böylelikle, çocuklar kendi yazıcılarından başka lego parçaları üreterek yazıcının gövdesine istedikleri gibi eklemeler yaparak kendi tasarımlarını yaratabilmektedirler. (katihal.com, 2016)

3.1.2.6 3dmast

3dmast, '3d systems'in resmi distribütörüdür. 3D Systems tarafından geliştirilen birçok çeşit üç boyutlu yazıcının satışı yapılmaktadır. 3D Systems, 20 yılı aşkın süredir, kendi profesyonel üretim hizmet ve servislerine eklemeler yaparak büyümüştür. 3D yazıcıları, tasarım ve sanayi müşterileri için verimliliği arttırarak fonksiyonel, dayanıklı ve geleneksel yollarla ulaşılamayacak direk üretim yeteneklerini sunmuştur. Yakıt ekonomisini geliştirmek, işçilik maliyetini ortadan kaldırmak ve kullanılan parça sayısını azaltmak gibi yeteneklerini otomotiv ve taşıma sektöründeki uzmanlara sunarak sektörün başarı çizgisini arttırmaya katkı sağlamaktadırlar. (3dmast.com.tr, 2016)

3.1.2.7 Poligon Mühendislik

Poligon Mühendislik, müşterilerine 3 boyutlu sayısallaştırma, hızlı prototipleme, üç boyutlu tarama, tersine mühendislik ve kalite kontrol konularında hizmet

sunmaktadır. Kalite, maliyet ve hız faktörlerini de göz önünde bulundurarak müşterilerine kazanç sağlama öncelikleridir.

Poligon Mühendislik altyapısı uzun yıllardır sektörde 3 boyutlu tarayıcılar, 3 boyutlu noktasal ölçüm sistemleri, tersine mühendislik ve kalite kontrol konularında hizmet veren uzman bir kadro tarafından desteklenmektedir. (poligonmühendislik.com)

3.1.2.8 KMB Technologies

KMB Technologies, 2D-3D modelleme, tasarım, hızlı prototipleme, tersine mühendislik, mock-up maket hizmetleri veren bir firmadır. Aynı zamanda projelere danışmanlık hizmeti de sunan KMB, proje için gerekli en doğru üretim teknolojisinin seçilmesi ve en uygun fiyatlı malzemenin belirlenmesinde müşterilerine yol gösterir. Yüzey kalitesi, esneklik ve dayanıklılık beklentisi olan tasarımlar için de silikon kalıplama hizmeti sunmaktadırlar. İlave olarak üç boyutlu tarayıcı sistemler ile CNC veya üç boyutlu yazıcı ile üretim yapabilme kapasitesine sahiptirler. (kmbtech.com, 2016)

3.1.2.9 Plastosel Kimya

Plastosel Kimya Sanayii A.Ş., 1972 yılından itibaren plastik ve kimya endüstrilerine yönelik dünya çapında üretim yapan katkı ve hammadde üreticilerinin Türkiye mümessilliğini ve distribütörlüğünü yapmaktadır. Kurulduğundan beri Plastosel her yıl büyüyen bir faaliyet göstermiştir. Dünya firmalarının getirdiği avantajla, Plastosel, müşterilerine kaliteli ve çok çeşitli ürünler sunmakla kalmayıp, bu ürünler ile ilgili her türlü teknik bilgi ve desteği de beraber verebilmektedir.

Plastosel, plastik ve kimya, kompozit ve ürün geliştirme teknolojilerine kadar uzanan sektörlerde tedarikçi olarak güçlü bir iş ortağıdır. Yetişmiş personeli, 30 yılı aşkın bilgi ve tecrübe birikimi, misyon edindiği, müşteriye ihtiyacı olan hizmet desteğini sağlaması ile Plastosel, bugün olduğu gibi ileride de en çok tercih edilen iş ortaklarından biri olacaktır. (plastosel.com, 2016)

3.1.2.10 3Durak

3Durak Dijital Fabrika, üç boyutlu tasarım, baskı ve tarama hizmetleri veren bir firmadır. Tasarım konusunda müşterilerin ihtiyaçları doğrultusunda hareket ederek çözümler geliştiren firma aynı zamanda lazer kesim hizmeti de sunmaktadır.

Firmanın temel felsefesi, hayal gücünü harekete geçirmek ve dünyayı daha kreatif bir yer haline dönüştürebilmektir. Bu kapsamda, müşterilerin üretim kapasitesini arttırmaya yönelik ürün ve hizmetler sunmaktadırlar. (3durak.com, 2016)

3.1.2.11 Priyoid

Üç boyutlu yazıcı teknolojileri haber portalı niteliği taşıyan web siteleri ile üç boyutlu baskı ve tarama hizmeti veren bir firmadır. Online mağazalarında çeşitli teknolojilere sahip üç boyutlu yazıcı, ham madde ve tarayıcı satışı yapmaktadırlar.

3.1.3 Görüşülen okullar ve kuluçka merkezleri hakkında genel bilgiler

Araştırma kapsamında İstanbul'da yer alan ve tasarım atolyeleri bulunan okullar ile kuluçka merkezleriyle görüşülmüştür. Görüşme yapılan okullar arasında İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilgi Üniversitesi, Koç Üniversitesi ve Özyeğin Üniversitesi yer almaktadır. Ziyaret edilen kuluçka merkezleri ise Özyeğin Üniversitesi'ne bağlı 'Girişim Fabrikası', Koç Üniversitesi'ne bağlı 'Incubation', İstanbul Teknik Üniversitesi'ne bağlı 'İTÜ Çekirdek' ve 'Atolye İstanbul' yerleşkeleridir.

3.2 Görüşmelerin Analiz Edilmesi

Yapılan görüşmeler doğrultusunda elde edilen bulgular, sorulan soruların içeriklerine göre belirlenen ana başlıklar altında derlenerek belirtilmiştir

3.2.1 Ön Görüşmelerin Sonuçları

3.2.1.1 Tasarımcıların ilk defa üç boyutlu yazıcı kullanımları

Ön görüşmeler neticesinde tasarımcıların, üç boyutlu yazıcıyla ilk defa ne zaman tanıştıkları ve kullanmaya başladıkları hakkında bilgi toplanmıştır. Bu kapsamda, tasarımcılara aşağıdaki soru yöneltilmiştir:

- 3d printer ile tanışma hikayeniz nedir? 3d printer'lar ne zamandır hayatınızda?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, üç boyutlu yazıcıların uzun yıllar önce keşfedilip endüstriyellemesine karşılık, tasarımcıların üç boyutlu yazıcılar ile ilk defa ne zaman ve ne amaçla bir araya geldiğini öğrenebilmektir. Elde edilen sonuçlara göre, tasarımcılar tasarladıkları ürünlerin prototiplerini görebilmek amacıyla üç boyutlu yazıcıları kullanmıştır. Tasarımcıların bir kısmı fuarlar aracılığıyla bir kısmı da kendi imkanlarıyla ve okul aracılığıyla üç boyutlu yazıcılar ile tanışmıştır.

Karavaşahin'in dediğine göre "3D printer ile tanışma hikayem göreceli olarak biraz eski, yanlışlıyorsam ilk defa bir 3d printer ile üniversite 2. sınıfta tanıştım. İlk olarak bir projemde, yine üniversite yıllarında kullandım, hikâyesini paylaşayım sizinle.

Üniversite 4. sınıfta kask projemiz vardı geometrik olarak çok komplike bir ürün tasarlamıştım ve modelini asla istediğim zamanda ve istediğim düzgünlükte yapamayacağımı biliyorum. O dönem İzmir ve İstanbul'da bulunan birkaç firmadan astronomik fiyat teklifleri aldıktan sonra internette bulduğum Hong Kong'lu bir firmada Türkiye fiyatının yaklaşık onda birine modelimi yaptırtıp getirtmişim. Bu teknoloji o gün bu gündür hayatımın içerisinde."

Büyüktopbaş ise üç boyutlu yazıcılarla tanışma hikayesinden şu şekilde bahsediyor, "2008 yılında İMMİB Endüstriyel tasarım yarışmalarından ödül aldığım projemin prototipinin üretimi sırasında 3d printer ile tanıştım."

Bir fuar aracılığıyla üç boyutlu yazıcılarla tanıştığını belirten Çelebi ise şunları söylüyor, "3D printerla tanışmam fuarlar vasıtası ile oldu. Ancak 3D printerdan çıktı edinmem mezuniyet projem sırasında Vestel Elektronik'ten danışmanlık almam esnasında oldu. Tasarladığım ürünün prototipini İzmir'de bir atölyede 3D printerdan pastırdılar. Daha sonra yüzey işlemleri, boyama vs. gibi post süreçler ile son haline getirildi. Ancak sürekli olarak kullanımım, şuan çalıştığım şirkette işe başlamam ile oldu."

Üç boyutlu yazıcı sektörünü yaygınlaşmadan önce dahi takip ettiğini söyleyen Sezer, şunları eklemiştir, "3d printer sürecinin en başından beri haberdarım. İstanbul Teknik Üniversitesi'nde eğitim gördüğüm zaman içerisinde (2007-2011 yılları arasında) prototiplerimizi strafor üzerine metal macunu sürüp zımpara çekerken, 3d printer teknolojisinin farkındaydık ama bu teknoloji ne yaygındı ne de bir öğrenci için 3d printer hizmeti alabilecek durmumuz vardı. Belçika'ya gittiğim zaman, okulun içerisinde Design Center vardı ve orada ilk defa somut olarak 3d printer görme ve kullanma fırsatım oldu. 2010ların başlarında 3dprinter FDM teknolojisinin patenti düşünce tüm Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de 3dprinter üretmeye çalışan firmalar arttı ve birkaç firma ile beraber çalışma fırsatı bulduk. Bunlar Formhane, 3Durak ve Zaxe firmalarıdır."

Bir fuar aracılığıyla üç boyutlu yazıcılarla tanıştığını belirten Gözleveli şunları söylemiştir, “4-5 sene önce bir fuarda karşılaştım. Ertesinde maket yapma ve müşterilere somut bir şey sunma hevesi ile ilgimi çekti. 1 senedir de aktif kullanıcısıyım.” (2016)

3.2.1.2 Tasarımcıların üç boyutlu yazıcı uygulamaları

Bu kısımda, tasarımcıların hangi amaçlarla üç boyutlu yazıcıları kullandıkları hakkında bilgi toplanmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki soru yöneltilmiştir:

- 3d printer ile neler yapıyorsunuz? Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz?
3d printer’iniz var mı? Varsa hangi model? (Teknoloji, marka vs.)

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, tasarımcıların hangi tip üç boyutlu yazıcı teknolojilerinden faydalanabildiğini görmek ve bu konudaki farkındalığı ölçebilmektir.

Elde edilen sonuçlara göre, tasarımcıların büyük çoğunluğu FDM tipi masaüstü üç boyutlu yazıcıları kullandığı tespit edilmiştir. Bu durumda daha profesyonel baskı sonuçları verebilen diğer teknolojilerdeki üç boyutlu yazıcıların kullanılmadığı sonucuna varılmıştır.

Medikal ürünler üzerine yoğunlaştığını belirten Karaşahin şunları söylemiştir, “Biliyorsunuz aslında her şey yapılıyor aslında 3d printer ile çok geniş kapsamlı kullanımı günlük hayatta mobilya detayları, aydınlatma gibi ürünlerde kullanıyorum fakat esas kullanımımız medikal ürünler üzerine. Metal hariç pek çok teknoloji/materyali kullanabilme fırsatım oldu, çoğunlukla kendi yaptırdığımız FDM makinalarını kullanıyoruz.” (2016)

Projeler için gerekli maketleri oluşturmak için üç boyutlu yazıcıları kullandığını belirten Büyüktopbaş şunları eklemiştir, “Henüz kendime ait 3d printerim yok. Serbest olarak takip ettiğim projeler için yapmış olduğum tasarımların ölçekli maketlerinde ve organik yüzeyler ve objeler için 3d printer’ı tercih ediyorum.”

Özel bir şirkette çalışmakta olan ve şirket imkanlarıyla üç boyutlu yazıcı kullanan Çelebi, kullanılmakta olan üç boyutlu yazıcının modelini tam olarak bilmediğini

belirterek şunları ekliyor, “Tam modelini bilmiyorum ancak Eden Prototype machine adında birkaç modeline fabrikamızdaki Cadcam departmanında sahibiz.”

FDM tipi üç boyutlu yazıcı kullandığını belirten Sezer ise şunları söylüyor, “Kendi ofisimizde ‘Ultimaker 2 Extended’ mevcut. FDM (Fused Deposition Modelling) teknolojisini kullanıyor. 3dprinter bizim için olmazsa olmaz. Çünkü 3dprinterlar, 3 boyut ile uğraşan her tasarımcının eli ayağı oldu/olmalı. Mertadam Design Studio olarak tasarım hizmeti verdiğimiz firmalara artık ürünlerimizi, 2d hardcopy sunmak yerine, 1/1 ölçekli olarak 3d printer çıktısı ile yapıyoruz. Hem sürpriz sonuçlar yaşamıyoruz hem de geçme detayları ve ergonomik kaygılar 2d hardcopy üzerinde anlama fırsatı bulamazken, şuan böyle bir problem yaşamıyoruz. Daha rahat projelerimizi ilerletebiliyoruz.” (2016)

Başka bir FDM tipi üç boyutlu yazıcı kullandığını belirten Gözleveli ise şunları ekliyor “Ürünlerin çıktılarını alıyoruz. Tasarım aşamasında fikir vermesi için de kullanıyoruz. Zortrax m200 kullanıyoruz.”

3.2.1.3 Tasarımcıların kullandığı üç boyutlu modelleme programları

Bu kısımda, üç boyutlu yazıcılar ile ürün üretimi öncesinde hangi üç boyutlu modelleme programlarının kullanıldığı araştırılmıştır. Bunu öğrenebilmek için tasarımcılara aşağıdaki soru yöneltilmiştir:

- 3d modellerinizi hangi programla yapıyorsunuz? Kullandığınız modelleme programıyla ilgili olarak 3d printing sürecinde yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, üç boyutlu modelleme programları ile üç boyutlu yazıcılar arasında uyum sorunlarının olup olmadığını görmektir. Ayrıca, üç boyutlu yazıcı ile üretim yapılabilmesi için gerekli üç boyutlu modelin tasarım kistaslarının tasarımcılar tarafından aşına olup olunmadığını da görebilmek bu sorunun diğer bir amacıdır. Elde edilen bilgilere göre, tasarımcıların üç boyutlu modelleme ile ilgili tasarım kistaslarına hakim olduğu görülmüştür. Ancak bazı üç boyutlu modelleme programlarının ‘3dsmax’ gibi üç boyutlu baskı sürecine uygun modelleri yapabilmesinde sorunlar oluşturabildiği tespit edilmiştir.

Modelleme sürecine hakim olunması gerektiğini söyleyen Karaşahin şunları söylüyor, “Temel olarak Rhino ve eklentilerini kullanıyorum (t-splines ve grasshopper). Açıkçası modelleme sürecini 3d Printing sürecinden pek ayırmıyorum veya karşılaştırmıyorum diyelim zira birbirlerini tamamlayan süreçler benim için o sebepten iki süreci de gerçek anlamda derinlemesine öğrenilmesi ve hâkim olunması gerektiğini düşünüyorum.” (2016)

Üç boyutlu yazıcı ile parça üretimi konusunda modelleme bilgisine sahip olduğunu belirten Büyüktopbaş ise şunları söylüyor, “Rhinoceros kullanıyorum. Çok fazla olumsuz bir şey yaşadığımı söyleyemem. Yapmış olduğum tasarımları pc ortamında hazırlarken solid olarak modelliyorum. Açık yüzey bırakmıyorum. Böylece stl e çevirdiğimde yüzeyler arasındaki yırtılmaların önüne geçmeye çalışıyorum.”

Katı modelleme programı kullandığını belirten Çelebi ise şunları söylüyor, “3D modellemeyi Pro-engineer programında yapıyoruz. Katı modelleme programı olduğu için, curve based çizim programları kadar organik çizimler yapılamıyor; yapılsa da çok uzun süreçler alıyor. Ancak zaten üretilebilirlik düşünüldüğünde bu programlar çok daha efektif. Hazırladığımız modelden hem ürün, hem kalıbı işlenebiliyor. 3D printing sürecinde, küçük ürünler üzerinde çalıştığımız için yollukları kırarken bazen ürünün kendisi de kırılabilir. Yüzey kalitesinin çok iyi olmasını istediğimizde daha uzun vakit alması, müşterilerin taleplerine yetişebilmemiz yolunda sıkıntı çıkarıyordu. Ancak bunun önüne geçmek için birkaç adet makine edinildi.” (2016)

Üç boyutlu yazıcı ile üretim konusunda önemli bir ayrıntı olan katı modelleme programlamayla ilgili kapalı yüzeylere dikkat ettiğini belirten Sezer şunları söylüyor, “Genel olarak Rhinoceros kullanıyoruz. Closed polysurface yapıp Stl uzantılı export edebildiğiniz süre boyunca her program kullanılabilir. Gcode’a çevirmek için de Ultimaker’ın kendi software’i Cura’yı kullanıyoruz.”

Kullandığı modelleme programında bazı sorunlar yaşadığını belirten Gözlevli şunları söylüyor, “Autocad ve 3dsmax. 3dsmax üzerinden stl’ye çevirdiğimde zaman zaman sorun yaşayabiliyorum. O noktada autocad daha iyi sonuç veriyor.” (2016)

3.2.1.4 Tasarımcıların üç boyutlu yazıcı kullanım bilgisi

Bu kısımda tasarımcıların üç boyutlu yazıcıları kullanımları hakkındaki düşünceleri alınmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki soru yöneltilmiştir:

- 3d printer ile üretim sürecine hakim olduğunuzu düşünüyor musunuz? 3d printer kullanımıyla ilgili bir eğitim aldınız mı? Bu konuyla ilgili olarak herhangi bir eğitim alınmasını gerekli görüyor musunuz? Neden?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç tasarımcıların üç boyutlu yazıcı kullanabilmek için herhangi bir eğitim alıp almadıklarını öğrenebilmektir. Ayrıca üç boyutlu yazıcıyı kullanabilmek için gerekli teknik bilginin onlar için bir zorluk teşkil edip etmediğini anlayabilmek de bu sorunun diğer bir amacıdır. Elde edilen verilere göre, tasarımcıların kullandıkları FDM tipi üç boyutlu yazıcılar için kısa süreli bir eğitimin yeterli olabileceği ayrıca kullanıcının kendi imkanları dahilinde araştırması sonucunda da kullanım bilgisine erişebileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

Meraklı ve öğrenme alışkanlığına sahip bir kişinin, üç boyutlu yazıcı kullanabilmek için gerekli bilgiyi edinebileceğini belirten Karaşahin şunları söylemiştir, “Bir kursa gidip 3d printer kullanmayı biliyorum diye bir “belge” almadım, fakat ticari uygulamalar için gerekli seviyede teknolojiye ve sürece hakim olduğuma inanıyorum. Eğitim her konuda olduğu gibi çok önemli fakat enformasyon teknolojilerinin geldiği noktayı da göz önüne alarak kişinin meraklı ve öğrenme alışkanlığına sahip olmasını yeterli görüyorum.” (2016)

Okullarda lisans seviyesinde, hızlı prototipleme ile ilgili derslerin verilebileceğini ancak üç boyutlu yazıcıları kullanabilmek için seminerlerin yeterli olabileceğini belirten Büyüktopbaş şunları söylüyor, “Herhangi bir eğitim almadım. Bu konu ile ilgili eğitim olması gerektiğini düşünmüyorum, seminerler yeterli gibi. Fakat bir eğitim modeli hazırlanacak olursa örneğin; okul hayatından sonra mesleki hayatında 3d printer kullanımına ihtiyacı olacak bölüm mezunları için seçmeli ders gibi düşünülerek bilgisayar ortamında modelleme ve hızlı imalat teknolojileri gibi bir öneri olabilir.”

Üç boyutlu yazıcı kullanımı ile ilgili özel bir eğitim almayı tercih etmeyeceğini belirten Çelebi şunları söylüyor, “3D printerı dolaylı yoldan kullanıyorum. Üretim çizimi ve data convert gibi aşamaları gerçekleştirdikten sonra, hazırladığım dataları

Cadcam departmanındaki iş arkadaşlarıma gönderiyorum. Onlar basım işlemlerini tamamladıklarında bana ürünleri gönderiyorlar. Şirket içinde bir nevi 3D printer müşterisiyim. Eğitim almadım, eğer ben kullanacak olsaydım şirket içinde kullanımını bilen arkadaşlarımdan göstermesi yeterli olurdu. Bilgi aktarımı bizim şirkette bu şekilde ilerlemekte. Pro-engineer kullanmayı bilmezken 10 gün içinde bir iş arkadaşımın verdiği yoğun eğitim ile bilir duruma geldim. Bu yüzden dışardan 3D printer ile ilgili eğitim almayı kesinlikle düşünmezdim.” (2016)

Bir günlük kısa süreli bir eğitimden sonra üç boyutlu yazıcılarını kullanabildiğini belirten Sezer şunları söylüyor, “3dprinter aldığımız dönem boyunca 1 günlük eğitim aldık. Daha öncesinde de 3dprinter üretmeye çalışan firmalar ile çalıştığımız için onlardan da 1’er gün eğitim almıştık ve somut olarak printer’ı ofisimize getirip, deneme fırsatımız olmuştu. 3d printer’a hakim olduğumuzu düşünüyorum. Çünkü 2 nokta çok önem arz ediyor, 3d data ve seçtiğiniz malzeme özellikleri. 3d datada sorun yaşamıyoruz. Malzeme değiştirdikçe de ilk çıktımız tam istediğimiz sonucu vermese de şuan bu konuda da sıkıntımız olduğunu düşünmüyorum.”

Üç boyutlu yazıcı kullanımı için aldığı seminerin yeterli olduğunu belirten Gözleveli şunları ekliyor, “Seminerlere katıldım ama eğitim almadım. Farklı bakış açısı getirilebilir eğitim ile ancak ben kendim için şu an bir gereklilik görmüyorum. Çalışma mantıklarını anladıktan sonra kullanıcı için yeterli oluyor. Ancak makine geliştirilecekse eğitim gerekli olabilir.”

3.2.1.5 Tasarımcıların üç boyutlu baskı süreci hakkındaki düşünceleri

Bu kısımda tasarımcıları, üç boyutlu yazıcıdan beklentileri ve baskı sonucu hakkındaki düşünceleri araştırılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki soru yöneltilmiştir,

- 3d printer ile üretim sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Üretim süreci ve çıktılarıyla ilgili olumlu/olumsuz düşünceleriniz nelerdir?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, üç boyutlu yazıcılardan beklenenlerin tasarımcıların gözünden karşılanıp karşılanmadığını ölçebilmektir. Elde edilen verilere göre, tasarımcıların FDM tipi masaüstü üç boyutlu yazıcıları kullandığı bilgisi esas alınarak, üç boyutlu yazıcılardan beklentilerin tam olarak karşılanamadığı

tespit edilmiştir. Bu sebeplerin en başında uzun üretim süresi yer almaktadır. Bunun dışında ise üretim materyallerinin ve renk çeşitliliğinin sınırlı olması, tasarımcılar tarafından önemli sorunlardır.

Üç boyutlu yazıcıların üretim sürecini oldukça özgürleştirdiğini ifade eden Karaşahin şunları söylüyor, “Ben 3d printer ile üretim sürecini çok özgürleştirdiğini düşünüyorum zira biraz alıştıktan sonra geliştirdiğiniz çözümlerin veya uygulamaların kalıtsal olarak neredeyse sınırsız seviyede komplikeleşebildiğini görüyorsunuz, gerçekten çok heyecan verici...”

FDM tipi masaüstü üç boyutlu yazıcılarda renklerin sınırlı olduğunu ve materyal çeşitliliğinin bulunmadığını belirten Büyüktopbaş, üretimle ilgili en önemli sorunun uzun üretim süresi olduğunu belirtiyor ve şunları söylüyor, “Yeterli materyal yok. Renkler sınırlı. Üretim sürecindeki başta gelen sıkıntılardan birisi zamanlama.”

Üç boyutlu yazıcılar ile üretim sürelerinin çok uzun olmasının bir problem olduğunu belirten Çelebi şunları söylüyor, “Süreç uzun, kısaltmak isterseniz yüzey kalitesi ve detaylardan feragat etmeniz gerekiyor. Müşterilere direkt plastik numuneyi göndermek yerine üzerine kaplama rengi gösterebileceğimiz bir tutucu yüzey işlemi daha olabilse, işimize çok yarayabilirdi. Yani plastik çıktının üstüne ekstra işlem yapılamaması bizim için olumsuz bir özellik.”

Doku, renk ve malzeme çeşitliliğinin yeterli olmadığını belirten Sezer ise şunları ifade ediyor, “3dprinter sonuçları hala tatmin edici düzeye gelmedi ama daha önce bahsettiğimiz gibi ürünü 1/1 ölçekli görmek için ve elimize alıp test etmek için çok faydalı. Doku, renk ve malzeme gibi önemli faktörler hala emekleme aşamasında.”

Gözlevedi de üç boyutlu yazıcılardaki renk ve malzeme çeşitliliğinin yeterli ölçüde olmadığını belirterek şunları ifade ediyor, “Renk ve malzeme kısıtlaması en sıkıntılı konu. Tasarımcılar için fikir verse de müşteri için çıktının albenisi pek olmuyor.”

3.2.1.6 Tasarımcıların üç boyutlu baskı hizmeti almaları

Bu kısımda, masaüstü FDM tipi üç boyutlu yazıcı sahibi olan ya da olmayan tasarımcıların daha profesyonel üç boyutlu baskı teknolojilerinin farkında olup

olmadığı ve baskı hizmetinden faydalanıp faydalanmadığı araştırılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki soru yöneltilmiştir,

- Dışarıdan 3d printing hizmeti alıyor musunuz? Alıyorsanız nereden? Bu iş birlikteliği sürecini anlatır mısınız? Hizmet alımı sırasında yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, tasarımcıların masaüstü FDM tipi üç boyutlu yazıcılar dışında diğer üç boyutlu baskı teknolojilerine sahip üç boyutlu yazıcılar hakkında bilgi sahibi olup olmadığını anlayabilmektir. Ayrıca, masaüstü FDM tipi yazıcılarla üretemedikleri bir ürün için dışarıdan hizmet almaya gereksinim duymadıklarını anlayabilmek de bu sorunun amaçları arasındadır. Elde edilen verilere göre, tasarımcılar kendi masaüstü FDM tipi yazıcılarını alana kadar üç boyutlu baskı hizmeti veren firmalardan hizmet almışlardır. Kendi üç boyutlu yazıcılarına kavuştuktan sonra ise herhangi bir hizmet alma ihtiyacı duymamışlardır.

Üç boyutlu baskı hizmetlerinin pahalı olabileceğini belirten Karaşahin şunları söylüyor, “Kendi ekipmanıma kavuşmadan önce +90’dan hizmet alımı yapıyordum, çok sevdiğim çalışmaktan zevk aldığım bir firma.”

Çalışmakta olduğu firmanın, dışarıdan üç boyutlu baskı hizmeti aldığını belirten Büyüktopbaş şunları söylüyor, “Çalıştığım yerlerin destek aldığı firmalar oluyordu. Daha önce çalışmış olduğum kuyumculuk sektöründe tasarladığımız ürünlerin 3d printer çıktılarını Kapalıçarşı da ki fason olarak çalışan printer işleri yapan farklı atölyelerde üretildiği biliyorum.”

Üç boyutlu baskı hizmeti almadığını söyleyen Çelebi şunları ekliyor, “Dışarıdan 3D printing hizmeti almıyorum. Bu işlerle ilgilenen birçok arkadaşım var, alacak olsam büyük ihtimalle onlardan yardım isterdim.”

Kendi üç boyutlu yazıcılarını almadan önce üç boyutlu baskı hizmeti aldığını söyleyen Sezer şunları ifade ediyor, “Dışarıdan 3d printer hizmeti aldığımız projelerimiz oldu. Ama kendi printer’ımızı aldıktan sonra, aynı yerden printer hizmeti değil de filament alıyoruz. Kullandığımız şirket de Altunizade’deki Ultimaker distribütörü 3Dörtgen. Olumsuz bir deneyimimiz olmadı, çünkü hizmet alırken de modelimizi printera hazır halde gönderdik. Hatta firma olarak 3Dörtgen’den çok memnunuz.”

3.2.1.7 Tasarımcıların üç boyutlu yazıcılardan beklentileri

Bu kısımda tasarımcıların, üç boyutlu yazıcılardan beklentirleri incelenmiştir. Bu kapsamda aşağıdaki soru yöneltilmiştir,

- 3d printer’lardan beklentileriniz nelerdir? 3d printer’lar ve 3d printing süreci, beklentilerinizi sağlayacak çıktılar sunuyor mu?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, tasarımcıların üç boyutlu yazıcılardan istedikleri verimi alıp alamadığını görebilmektir. Elde edilen verilere göre, FDM tipi masaüstü yazıcılara sahip tasarımcıların ortakl beklentileri baskı sürelerinin kısılması yönündedir. Ayrıca, renk ve malzeme çeşitliliğinin de artması diğer beklentiler arasındadır.

Üç boyutlu yazıcılar ile üretim süresinin uzun olduğunu belirten Karaşahin şunları söylüyor, “Sistemlerin çok daha süratlenmesini bekliyorum demek biraz klişe olacak ama gerçekten bekliyorum, ayrıca nano teknoloji ve/veya kompozit malzemeler gibi alanlarda henüz bilimsel makale seviyesinde gördüğümüz teknolojilerin endüstriyel ölçekte ulaşılabilir olmasını bekliyorum. Ayarlanabilir fiziksel vasıflarda homojen olmayan malzeme/form geliştirilmesi gerçek anlamda üretim konusunda yüzyıllardır ezberlediğimiz dinamikleri değiştirip, tabiri caiz ise bizleri ancak hayal edebildiğimiz şeyleri görmeye alıştırarak.”

Üretim süresinin kısılması gerektiğini belirten Büyüktopbaş şunları söylüyor, “Zamanlama konusunda muhakkak değişiklikler olmalı. Yüzey kaliteleri daha iyi olmalı. İsteddiğimiz renk ve malzemeyi temin edebilmeliyiz.”

Üç boyutlu yazıcılar ile üretim yapıldıktan sonra üretilen ürünün istenilen renge boyanabilmesi gerektiğini ifade eden Çelebi şunların söylüyor, “Bahsettiğim gibi post işlem yapılabilse çok iyi olurdu”

Baskı sürelerinin kısılması gerektiğinden bahseden Sezer şunları ekliyor, “Ne kadar hızlı o kadar iyi aslında. Ama biliyorsunuz ne kadar hızlı o kadar az hassasiyet. Öncelikle bu segment, günümüz 3d printer teknolojisinin ilerlemesi gereken noktadır. Belki de daha az sesli çalışabilirler de.”

Daha iyi bir yüzey kalitesi beklentisi olan Gözleveli ise şunları söylüyor, “Daha iyi yüzey kalitesi, renk ve malzeme bekliyorum. Ayrıca hız konusunda da geliştirilmesi gerektiğini düşünüyorum.”

3.2.1.8 Tasarımcıların üç boyutlu yazıcı kullanım süreçleri

Bu kısımda, tasarımcıların üç boyutlu baskı teknolojilerine hakim olup olmadığı ve bu doğrultuda parça üretimi yapıp yapmadıkları incelenmiştir. Bu kapsamda aşağıdaki soru yöneltilmiştir,

- 3d printer’lar ile istediğiniz her şeyi yapabiliyor musunuz? Tasarımlarınızda 3d printing sürecini göz önüne alarak yaptığınız değişiklikler oluyor mu? Neler?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, ‘Tasarlanacak parça için üç boyutlu baskı teknolojileri göz önüne alınarak belli başlı değişiklikler yapılıyor mu?’ sorusuna cevap bulmaktır. Ayrıca, üç boyutlu baskı prosesine uygun bir şekilde parçanın pozisyonunun ayarlanması ve üç boyutlu modelleme programında, modelleme sırasında baskıya uygun olacak şekilde yüzeylerin konumlarına dikkat edilip edilmediği konularına cevap aranmıştır.

Üç boyutlu baskı teknolojilerinde, ürünün kalıptan çıkma sorunları gibi problemler yaşanmadığını belirten Karaşahin şunları ifade ediyor, “Tabiki fiziksel dünya kurallarından kaçamıyorsunuz, 3d printing süreci ile alakalı yaptığım değişiklikler esasında eskiden “bu ürün kalıptan nasıl çıkacak ? ” sorusu ile ilgili çektiğim bütün çilelerden kurtardı beni.”

Topbaş ise, üç boyutlu modelleme programında bazı değişiklikler yaptığını belirterek şunları söylüyor, “Tasarımı tekrar ölçekli model için uyarladığım oluyor.”

Üç boyutlu yazıcıları, prototip üretmek müşterilere daha somut örnekler sunmak amacıyla kullandıkları belirten Çelebi şunları söylüyor, “3D printerdan geçen gün 0.1 mmlik bir yüzey üzerine logo uygulaması denemesi aldık. Çok efektik olmamakla birlikte bunu bile yapabildik. 3D printing işlemini tasarımlarımın ana çıktısı için kullanmıyoruz. Daha çok yaptığımız ürünlerle ilgili müşterilerimize 3boyutlu

Çizimlerin 2 boyutlu görsellerinden daha gerçekçi bir çıktı sunabilmek ve boyut / form vb. konularda müşteriden teyit almak için kullanıyoruz.”

Büyük objelerin uygun oranlardan ölçeklendirilip üç boyutlu yazıcılardan basılabileceğini belirten Sezer şunları ekliyor, “Plastik objeleri göze aldıımızda kalıba uygun modelleme ve 3d printer için modelleme birbirinden çok farklı. Daha detaylı açıklamak gerekirse. Bazen printer’dan çıkmayacak kadar büyük objeleri leklendirip çıktı aldıımızda, et kalınlığında da oynamak gerekiyor. Çünkü genel olarak et kalınlığı 10mm altına düşüyorsa modelinizde hata payınız oldukça yükseliyor.Diğer bir nokta da. Tabla yüzeyinde katman katman yükselttiğimiz için modeli bazen parçalara ayırmak gerekiyor. Aşağıya eklediğimiz model sanırım 20’den fazla parçadan oluşuyor.”



şekil 3.1 : Yat Modeli Mehmet Mert Sezer Tasarımı

Baskı öncesinde uygun parça boyutlarını üretebilmek için ölçeklendirmenin önemli olduğunu belirten Gözleveli şunları ekliyor, “Tasarımını yaptığımız ürünlerin çıktılarını alabiliyoruz ancak ölçekleme gerektiğinde bazı incelikleri kalınlaştırmak gerekebiliyor. Bu da ürün hakkında yanlış fikir edinmesine yol açabiliyor.”

3.2.1.9 Tasarımcıların Türkiye’de üç boyutlu yazıcı kullanımı ve bilinirliğı hakkındaki düşünceleri

Bu kısımda tasarımcıların, üç boyutlu yazıcıların kendi alanları için nasıl bir fark yaratıp yaratmadığını anlayabilmek için araştırma yapılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki soru yöneltilmiştir,

- Endüstriyel tasarım alanı içerisinde, Türkiye’de 3d printer kullanımı ve bilinirliği hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu konuda gelecekle ilgili görüşleriniz nelerdir?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, tasarımcıların ülkemizde üç boyutlu yazıcıların kendi alanları için önemli bir gelişme yaratıp yaratmadığını sorgulamaktır. Elde edilen verilere göre tasarımcılar ortak düşüncesi, ülkemizin üç boyutlu yazıcı sektöründe daha emekleme aşamasında olduğudur. Ancak gün geçtikçe üç boyutlu yazıcıların kullanımının artacağı ve yaygınlaşacağı yönünde bir ortak düşünce de söz konusudur.

Karashaahin konuyla ilgili olarak şunları söylemiştir, “Her konuya olduğu gibi merak ve heves oldukça var ama ne yazık ki her konuda olduğu gibi derinliğine inildiğini limitlerin gerçek anlamda zorlandığını düşünmüyorum.”

Üç boyutlu yazıcı kullanımının gittikçe artacağını belirten Büyüktopbaş şunları eklemiştir, “3d Printer desteği sektör haline dönüştüğü gibi Endüstriyel tasarım faaliyetlerinde de 3d printerlar yerini almaya başladı. Artık bir çok firmalarda, ofislerde, tasarım ajanslarında basit de olsa 3d printer görebiliyoruz. Gelecek te kişisel kullanımın artacağını düşünüyorum, evlerde hobi amaçlı kullanılabilir olacaktır.”

Üç boyutlu yazıcıların tasarım alanında çok büyük bir yer kaplayamacağını söyleyen Çelebi şunları ifade ediyor, “Bilinirliğinin son birkaç yılda çok arttığını düşünüyorum. Ancak tasarım aktivitesini domine edebilecek nitelikte bir kapsama ulaşmasını yakın gelecekte öngörmüyorum.”

Üç boyutlu yazıcıların ülkemizde oldukça pahalı olduğunu belirten Sezer şunları söylüyor, “Her alanda olduğu gibi, bu alanda da emekleme aşamasındayız. Birkaç nedeni var. Birincisi insanlar ne kadar faydalı olabileceğinin farkında değil. İkincisi 3d printer fiyatları Türkiye’de çok yüksek. Bizim aldığımız Ultimaker 2 Extended, üretildiği ülke olan Hollanda da yaklaşık 2 asgari ücret iken ülkemize girdikten sonra bizim ülkemizde yaklaşık 10 asgari ücrete tekabül ediyor. Fiyatı 3100€. Bu da aslında hem alım gücümüzün göstergesi hem de rekabet içerisinde olduğumuz

Avrupalı tasarım ofislerinden sadece printer üzerinden 1-0 yenik başlamamız anlamına geliyor. Trajik.”

Üç boyutlu yazıcılar ile tasarımın daha da kişiselleşeceğine inanan Gözleveli şunları ekliyor, “Tasarım işinin daha fazla kişiselleşeceğini ve kişiye özel üretimlerin yaygınlaşacağını düşünüyorum. Ayrıca 3d printerların yayılması ile belki bir gün nakliyeyle bile gerek kalmadan ürünleri bir eposta ile bile yollayabiliriz ve yerine çıktı alınır.”

3.2.2 Üç Boyutlu yazıcı firmalarıyla görüşme sonuçları

3.2.2.1 Türkiye’de üç boyutlu yazıcı müşterileri

Türkiye’de ki üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarıyla yapılan görüşmelere göre firmalardan hizmet alan ve ürün satın alan müşteri kitlesi hakkında bilgi alınmıştır. Türkiye’de ki üç boyutlu yazıcı müşterilerinin kimler olduğunu öğrenebilmek amacıyla aşağıdaki soru sorulmuştur:

- Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Bu sorunun sorulmasında ki amaç, firmaların hedef kitleleri arasında endüstriyel tasarımcıların olup olmadığını anlayabilmektir. Doğrudan olarak “Hedef kitleniz arasında Endüstriyel Tasarımcılar var mı?” şeklinde bir sorunun yöneltilmemesinin sebebi, firmaların kendi verdiği öncelik sırasına göre olan müşteri profillerini öğrenebilmektir. Elde edilen verilere göre, üç boyutlu yazıcıların sağladığı faydalar ve olanaklar sebebiyle öncelikli olarak hitap etmesi beklenen Endüstriyel Tasarımcılar, çoğunlukla hedef kitle olarak görülmemektedir. Firmaların büyük bir çoğunluğu şirketlere hizmet sağlamaktadır.

Üç boyutlu yazıcılarla baskı hizmeti sağlayan firmadan sorumlu Pekcan’ın dediğine göre “Genelde , endüstride kendi ürününü geliştiren şirketler bizim müşterilerimiz. Kendileri deniyor, geliştiriyor. Bir hatayı buldukça yeniden tasarlıyor ve bastırıyor. Otomotiv, beyaz eşya, savunma sanayi bunların hepsi müşteri grubumuza dahil. Ford, Tofaş mesela müşterilerimiz. Renault değil, onlar kendi ürünlerini geliştirmiyorlar. Türkiye’de bir ürününü geliştirmiyor. Daha çok üretim ve montaj yapıyorlar, kalite kontrol yapıyorlar. Beyaz eşyada Arçelik, Bosch bunlar müşterilerimiz. Genelde müşterilerimiz büyük şirketler. Amatör sistemler satsak, son kullanıcılar da olur müşterimiz ama amatör kullanıcı müşterimiz az. Yüzdesi az yani.

Yani dişçiler var mesela. D n, bir buzluk yapan bir firma vardı. Adam, printerdan çıkan Şeyleri buzdolabına takıp satıyormuş. Böyle makina alanlar da var. Hizmet alanlar arasında sanatçılar da var tasarımcılar da var. Seramik sanatçısı var mesela. Erdil Yaşaroğlu var mesela, zamanında yapmıştık. Mimarlar var. Ancak dediğim gibi bireysel müşterilerin sayısı az.”

Bireysel kullanıcılara hizmet sağlayan firmalar ise çoğunlukla medikal ve dental sektörüne yönelik iş birliktelikleri geliştirmektedir. Bucak’ın dediğine göre hedef kitleleri arasında “Diş hekimleri, ortodontistler, Aktif 200+ hekim ile  aişıyoruz. Yeni  r n geliştiren arge firmaları; Otomotiv; MAN, cf-maier, farplas, hexagon studio, Tofas, Mercedes Benzbeyaz eşya; Arçelik, Vestelsavunma; Roketsan, TAI Havacılık; THY, TCI, TSI” bulunmaktadır.

Diğer taraftan, üç boyutlu yazıcı üreticisi olan yerli firmalardan ikisi de masaüstü FDM tipi üç boyutlu yazıcılar üretmektedir. Ancak iki firmanın da temel hedef kitlesi arasında endüstriyel tasarımcılar yer almamaktadır. Eğitim sektörünü hedeflediklerini belirten Özperçin “ ok farklı sektörde m şterilemiz var. Hitap ettiğimiz en büyük sektör bizim için eğitim sektörü. A ı okulları, Hisar okulları, Enka okulları, Robert Koleji gibi okullar 3d printer laboratuvarları kuruyorlar. İT  Endüstriyel Tasarım bölümünde de var bir ürünümüz var. Koç  niversitesi’nde var. Fablab’ler, maker space’ler yine büyük bir kitlemiz, bilim, sanat merkezleri. Kısaca eğitim sektörü, ana okulundan liseye,  niversiteye kadar bizim müşteri kitlemizin %60-70’ini kapsıyor. P&G de bizim müşterimiz. Onun dışında sanayi, GE, kalıp sanayi, Hisar Kalıp müşterilerimiz arasında. Mobilyacılar, mobilya bağlantı parçaları üretiyorlar. Sağlık sektörü de diğer bir hitap ettiğimiz sektör, ortopedi uzmanımız var mesela. Kendi evinde kullanıyor. Bireysel kullanıcılar da var. Öğrenciler var.  sk dar’dan bir müşterimiz vardı. Kendisi, teknelerin çok pahalı olan yedek parçalarını 3d printer ile basıyor. Kendi evinde, SolidWorks’de tasarlayıp basmaya başladı ve bunu ticarete döktü aslında. Kendi evinde, haftasonları ürünler  reterekten böyle bir Şey yaptı.” demiştir.

Diğer bir yerli üç boyutlu yazıcı üreticisi olan firmanın sahibi olan Alpat ise hedef kitleleri arasında üretim sektörünün olduğunu belirtmiş ve şunları demiştir, “Firmalara ürünümüzü satıyoruz, Alya’yı ( ocuklara yönelik tasarladıkları masaüstü FDM tipi üç boyutlu yazıcı) da okullara satıyoruz. Genelde teknoparkta arge firmaları, sanayi, mimarlık fak lterine, ürün geliştiren devre elektronik tasarımı

yapan firmalara satış yapıyoruz. Arge amaçlı çalışan, ürün geliştiren elektronik kartı kutusu tasarımı yapan firmalar hedef kitlemiz arasında.”

Üç boyutlu yazıcıların distribütörlüğü yapmakta olan firmadan sorumlu Fitilcan “Müşterilerimizin bulunduğu sektörleri şu şekilde sıralayabilirim: Dental laboratuvarlar, uzay ve havacılık sanayii, savunma sanayii, maket ve protatip üreticileri, medical sektör firmaları, makine ve parça imalat sektörleri.” demiştir.

Üç boyutlu yazıcılar ile baskı hizmeti sağlayan firmadan sorumlu İrgi şunları demiştir, “Müşterilerimiz, üretim yapan firmalar , aasarım ve Ar-Ge departmanları , sanayideki bütün kuruluş ve kurumlardır.”

Başka bir üç boyutlu yazıcı hizmet sağlayıcısı firmadan sorumlu olan Dikkulak, çoğunlukla firmalara hitap ettiklerini ancak küçük bir kitle de olsa endüstriyel tasarımcıların da müşterileri arasında olduğunu belirterek “Müşterilerimiz genellikle, elektronik firmaları, aydınlatma firmaları, ürün geliştiren ve prototip ihtiyacı olan arge firmalarıdır. Küçük bir kısmını da endüstriyel tasarımcılar oluşturmaktadır.” demiştir.

Üç boyutlu yazıcılarla hizmet sağlayan çoğu firma bireylerle çalışmak yerine şirketlerle çalışmayı daha karlı bulmuştur. Bucak bu konuyla ilgili olarak bilinçli müşterilerin ve ne istediğini bilen kesimin çoğunlukla firmalardan oluştuğunu belirtirken, müşterileri hakkında şunları söylemiştir, “Diş hekimleri, ortodontistler, Aktif 200+ hekim ile çalışıyoruz. Yeni ürün geliştiren arge firmaları; Otomotiv; MAN, cf-maier, farplas, hexagon studio, Tofas, Mercedes Benzbeyaz eşya,; Arçelik, vestelsavunma; Roketsan, TAI Havacılık; THY, TCI, TSI da müşterilerimiz arasındadır. Ayrıca küçük bir kesim olarak endüstriyel tasarımcılar da var.”

Türkiye’de ki üç boyutlu yazıcı satın alımlarını yapan kitlenin bireysel kullanıcılardan çok şirketlerin olduğunu belirten Demirhan’ın dediğine göre, “Onlarca müşterimiz bulunmakta fakat özetlemek gerekirse neredeyse Türkiye de ilk 50 içindeki firmaların tamamı ürünlerimizi kullanmakta. Daha çok bu firmaların ARGE bölümlerinde görevli tasarım ve mühendislikle sorumlu kişiler makinaları kullanmakta.”

Diğer bir taraftan, üç boyutlu yazılarla baskı hizmeti sunan firmadan sorumlu Erk, müşterilerinde bir kısmının endüstriyel tasarımcılar olduğunu ancak küçük bir kısmını oluşturduklarını söylemiştir. Şirketlerle çalışma sebeplerinin, ne istediklerini bilen ve bilinçli kitlenin orada olduğunu ve daha karlı olduğunu belirten Erk'in dediğine göre "Firmalarımız arasında mimarlık büroları, endüstriyel tasarım ofisleri, mühendislik firmaları, medikal sektörde ortez, protez alanında. Son kullanıcı tarafında ise öğrenciler, maker'lar. Genelde ajanslar da var müşterilerimiz. İş olarak baktığımızda B2B %70, B2C %30. Ciro olarak da %90'a %10 olarak söyleyebilirim. Çünkü B2B'nin bıraktığı para daha fazla oluyor."

Yurdumakan ise hitap ettikleri müşteriler için şunları söylemiştir, "Ağırlıklı olarak sanayiye hizmet vermekteyiz. Otomotiv, havacılık ve savunma sanayi firmalarının çoğu ile aktif olarak çalışıyoruz. Son kullanıcılara hizmet vermeyi tercih etmiyoruz. Çünkü bilinç seviyesi çok düşük ve üretilemez datalar çok yoğun. Ayrıca bütçe ayırmadan en iyi üretimi isteme gibi bir anlayış var. Bu mümkün olamıyor."

Üç boyutlu yazıcılarla hizmet sunan firmadan sorumlu Demirkan'ın müşterileri hakkında söyledikleri şöyledir, "+90'ın müşterilerini sektör olarak sınıflandırmak gerekirse, otomotiv, beyaz eşya, savunma sanayi, elektrik-elektronik alanında hizmet veren firmalar genel müşteri profilini oluşturmaktadır."

3.2.2.2 Türkiye'de kullanılmakta olan üç boyutlu yazıcı teknolojileri

Yapılan görüşmelerden elde edilen cevaplara, Türkiye'de kullanılmakta olan üç boyutlu yazıcı teknolojileri hakkında genel bir bilgi edinilmiştir. Bu bilgiyi edinebilmek için firmalara, aşağıdaki soru yöneltilmiştir:

- Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, globalde yaygın olan ve kullanılmakta olan farklı üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin ülkemizde de kullanılıp kullanılmadığını görebilmektir. Elde edilen cevaplara göre, üreticilerden, distribütörlere ve hizmet sağlayıcılara kadar çoğu firmada birden fazla teknolojiye üç boyutlu yazıcı bulunmakta ve satışı yapılmaktadır. Satışı yapılmakta olan ve hizmet verilen üç boyutlu yazıcı tipleri ve çeşitlerinin, globalde ki gibi güncel teknolojik çeşitliliğe sahip olduğu görülmüştür.

Fitilcan satışını yaptıkları üç boyutlu yazıcı çeşitleri hakkında şunları söylemiştir, “Firmamız 3D SYSTEMS markalı ürünlerin satış ve servis hizmetini vermektedir. Ürün olarak sektördeki en geniş ürün yelpazesine sahip markayız. Bünyesinde dünyadaki en fazla patent hakkını elinde bulunduran firmamızın SLA, SLS, DMP (Direct Metal), Multijet Plastic, Colorjet ve FDM baskı teknolojilerinde baskı yapabilen 25 ayrı modelde 3D yazıcı bulunmaktadır. ”

Yerli üç boyutlu yazıcı üreticilerinden Özperçin ve Alpat, FDM tipi masa üstü üç boyutlu yazıcılar üretmekte olduklarını belirtmişlerdir.Üç boyutlu yazıcı baskı hizmeti sağlayan firmadan sorumlu Bakır, “Kullanımını ve satışı yaptığımız cihazlar, Ultimaker, Raise3D, Atom3D dir. ” demiştir.

Dikkulak, “FDM, Stratasys, Uprint ve 2 adet zotrax M200 sistemini aktif olarak kullanıyoruz.” Demiştir. Başka bir üç boyutlu yazıcılarla hizmet sunan firmadan sorumlu Pekcan kullandıkları üç boyutlu yazıcı tipleri için şunları söylemiştir, “Genelde bizim kullandığımız iki tip ana printer var. Bir, FDM’in profesyonel tipleri var. Bir de polyjet dediğimiz tipleri var. Muazzam bir şey. İş bitirmişler. İstedğin renkte ve malzemede üretim yapabiliyor. 360 bin renk skalasında çalışabiliyor.”

Elde edilen cevaplara göre, Türkiye’de kullanılmakta olan üç boyutlu yazıcı tiplerinin profesyonel ve amatör kullanımlara da hitap eden bir çeşitlilikte globalde var olan marka ve modelleri kapsadığı görülmüştür. Yurdumakan’ın dediğine göre “Temel olarak FDM teknolojisi tercih ediliyor. Gerçek mühendislik malzemesi kullanabilen tek teknoloji. Fortus 400MC modelinde bir makine kullanıyoruz. Destek malzemesi temizlenebilecek olan modellerde yarı profesyonel bir sistem olan Zortrax M200 tercih ediyoruz. SLS teknolojisi de hayli talep görüyor. Esneme ve kırılmama özelliği nedeni ile tırnaklı yapılarda SLS daha ön planda. Formiga P110 modelini kullanıyoruz. Ayrıca zaman zaman SLA ya da Polyjet teknolojisi de ihtiyaç oluyor. Özellikle yüzey kalitesi ön planda olan bir iş yapılacaksa Objet marka Polyjet teknolojisi tercih ediyoruz.”

Bucak kullanmakta oldukları üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin “Stratasys Objet, Polyjet ve FDM teknolojisi” olduğunu belirtmiştir. Başka bir üç boyutlu yazıcı

hizmeti sunan firmadan sorumlu Demirhan'ın dediğine göre “İki tip teknoloji kullanılıyor; FDM ve Polyjet (Stratasys,Objet)”

Demirkan, kullanmakta oldukları üç boyutlu yazıcılar hakkında şunları söylemiştir, “+90 bünyesinde 3 farklı 3d printer teknolojinde hizmet vermekte. Bu teknolojiler ve kullanılan cihazlar şu şekilde; FDM: 7 adet Stratasys 400 MC, 1 adet Stratasys 900 MC, Polyjet: 1 adet Stratasys Connex 500, SLS: 1 adet EOS P390 (P 380 modelinden upgrade olmuş bir model)”

Erk ise sahip oldukları üç boyutlu yazıcı tipleri hakkında“FDM teknolojisi var, SLA , SLS var. Powder, binder jet renkli üretim yapılan teknoloji de kullanıyoruz. SLS ve SLA sistemlerini outsource hizmet alıyoruz. Powder ve seramik tozuyla çalışan makinelerimiz başka bir atolyede.” demiştir.

3.2.2.3 Üç boyutlu yazıcıları kullanabilmek için gerekli bilgi düzeyi

Bu bölümde, firmalara aşağıdaki sorular yönlendirilmiştir ve sonrasında alınan cevaplar derlenmiştir.

- Başarılı bir üretim için 3d printer'nızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?
- 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Bu soruların sorulmasındaki amaç, üç boyutlu yazıcı kullanımı için gerekli olan bilgi seviyesini anlamaktır. Aynı zamanda, üç boyutlu yazıcıların kullanımına ve parça üretimine ilişkin bilinmeyen ve arka planda kalan bilgileri ortaya çıkarmak da sorulan soruların amaçları arasındadır. Her şeyi yapabilme kapasitesine sahipmiş gibi görülen bu araçların kullanımı için gerekli bilgi seviyesinin endüstriyel tasarımcılarda olup olmadığını anlayabilmek için, sorular dolaylı bir şekilde sorulmuştur. Böylelikle, üç boyutlu yazıcıların endüstriyel tasarımcılar arasında yaygınlaşmasının önünde, üç boyutlu yazıcı kullanımına yönelik bir eğitim eksikliğinin, engel teşkil edip edemeyeceği araştırılmıştır.

Elde edilen verilere göre, üç boyutlu yazıcıları kullanabilmek için kısa süreli bir eğitimi yeterli olduğu görülmüştür. Bu konu hakkında Demirhan şunları söylemiştir, “Bazen 3 boyutlu datalar gerektiği kadar detaylı olmuyor yada modellemelerde

hatalar olabiliyor. Bunları düzeltmek için ayrıca bir yazılıma ihtiyaç duyuluyor.(magics ve catia) Ürünün satışından sorumlu olduğum için 2 haftalık çok ayrıntılı bir eğitim aldım üretici firmadan. Son kullanıcı olan müşterilerimiz bu denli bir eğitim almıyorlar. Printer içindeki ara yazılımlar genellikle çok basit yazılımlardır ve printer'ı kullanabilmek için genellikle bir günlük bir eğitim yeterli oluyor.”

Üç boyutlu yazıcıları kullanabilmek için eğitimin kesinlikle gerekli olduğunu belirten Fitilcan'a göre “Kendi yazılımlarımız bu konuda yeterli oluyor. 3 boyutlu çizim yapabilen tüm yazılımlardan alınan STL uzantılı veriler cihazlarımızda başarı ile basılabilmektedir. Tabi ki gerekli olduğu için başlangıçta bir eğitim alıyoruz. Tüm makinelerimizi aktif olarak kullanmak suretiyle baskı yeteneklerimizi geliştirdik ve geliştirmeye devam ediyoruz. Eğitim ve uygulamaları kesinlikle gereklidir.”

Bakır konu hakkında şunları söylemiştir, “Genelde Cura kullanıyoruz ama nadiren bazı spesifik destekler için başka yazılım da kullanıyoruz. Dilimleme önemli bir konu. Ben kendi kendime öğrendim. Eğitim gerekli ama çok kolay bir eğitim. Cihaz kullanımından çok tasarım eğitimi bence daha önemli. Cihaz modeli olan bir şey değişebilir ancak tasarım bir mantık işidir ve alışkanlık kazanmak önemli. Ben kendi kendime öğrendim. Eğitim gerekli ama çok kolay bir eğitim. Cihaz kullanımından çok tasarım eğitimi bence daha önemli. Cihaz modeli olan bir şey değişebilir ancak tasarım bir mantık işidir ve alışkanlık kazanmak önemli.”

Üç boyutlu yazıcılarla hizmet sağlayan bir firmadan sorumlu Erk'e göre “Başka bir yazılım kullanmaya ihtiyaç duyuyoruz model onarma kısmında. Örneğin hatalı model geldi, onu onarabilecek bazı tool'lar var. Mesh mixer tarzında programlar var, model üzerinde oynama yapabileceğin, bir takım kesme biçme onları kullanıyoruz. Eğitim tabi süreci hızlandıran bir şey. Eğitim alınırsa kısa sürede bir şeyler olabiliyorsun. Bizim eğitimimiz mühendislik bölümünden mezun olmamız. Okumuş olmamızda. Ama sadece 3d printing'e spesifik bir eğitim almadık. Tamamen deneye yanıla öğrendik.”

Dikkulak'a göre, kullanılmakta olan üç boyutlu yazıcının teknolojisini ve çalışma metodolojisini bilmek çok önemlidir. Konuyla ilgili olarak şunları söylemiştir,

“Evet, başarılı bir üretim için 3D printer’ın kendi yazılımlarından hariç yardımcı ek yazılımlar kullanıyoruz. Ben dışarıdan bir eğitim almadım, makinayı almakla beraber printer kullanmasını öğrendim. Eğitim alınması gerektiğini düşünüyorum. Çünkü servis aldığımız firmalar bizlere çok düzgün ürünler veriyorlardı. Makinayı kendimiz aldığımızda epey bir süre aynı kalitede üretim yapabilmek için uğraştık. İyice sistemi öğrendikten sonra kaliteli parçalar elde etmeye başladık. Bununla alakalı detaylı bir eğitim alsaydım başında bu sorunlarla daha az karşılaşmışdım diye düşünüyorum.”

Pekcan’a göre ise “3D printer’ın üç boyutlu modelini yaratmak için zaten bir yazılım bilmeniz gerekiyor. Onda sorunlar çok çıkmıyor. Eskiden çok çıkıyordu. Ama şu var, hizmet veren şirketler bizim gibi, gelen datayı açıp onu düzgün bir şekilde okuyacak şeyler yapmak için özel bir yazılım var ancak o da sadece bizim gibi hizmet veren şirketler için lazım. Büyükse parça mesela onu nerden keseyim, nasıl keseyim ya da içini. Üretim öncesi kontrol ediyoruz. Bu işe özel yazılım var. Aslında artık sistemler çok kolay. Aslında ben hiç kullanmadım şimdi düşününce. Başlattım, o düğmeye bastım ama. Eskiden de kolaydı şimdiden de kolay.”

Alpat konuyla ilgili olarak, üç boyutlu yazıcı kullanımı için kısa süreli eğitimin yeterli olabileceğini söyleyerek, insanların genel algısında üç boyutlu yazıcıların anlaşılması çok zor makineler olarak yer edinmesinden bahsetmiştir. Konuyla ilgili olarak şunları söylemiştir, “Bizim yazılım kendimizin. Cura’yı geliştirdik. Tamamen farklı bi yazılım projemiz var. Mevcut yazılımlar, sorunlar yaşıyor. Kullanıcı bilgisine bağlı. 3D printer’ı kullanabilmek için 2-3 saatlik tanıtım yeter. Ama 3d printer diyince insanlar korkuyor, dokunursak bozulur mu diye bir algı var. Görüyorlar ki uzayda kullanılıyor ya da organ basıyor, anlaşılması güç makineler olarak düşünüyorlar.”

Bucak, soruları şu şekilde yanıtlamıştır, “Evet, Üretilecek modellerin temizlenmesi, üretime hazır hale getirilmesi ve üretim tablasını hazırlarken (nesting) ek yardımcı yazılımlar kullanıyoruz. Öncelikle stratasys ve Objet Geometries firmasının yurt dışı eğitimlerine katıldım. Suan aktif olarak kullandığımız sistemlerin eğitimlerini yurt içindeki distribütörleri de verdiler. Eğitim makinanın nasıl çalıştığını öğrenebilmek, neler yapabileceğini, hangi tolerans aralıklarında olduğunu anlayabilmek açısından çok önemli. Eğitimi gerekli görüyorum.”

İrgi konuyla ilgili şunları söylemiştir, “Sektörlere göre geliştirilen özel yazılımlar kullanılmakta gerekli test deneme ve düzenlemeleri yapmak için bunun yanında makineyi baskıya vermek için kendi yazılımı haricinde bir yazılım kullanmıyoruz Eğitim almak gerekli ve eğitim aldım yurt dışında fakat en iyi eğitimin makine ile bireir çalışarak olduğunun mancındayım çünkü bunlar üretim ve profesyonel makineler mas ustü yazıcılar gibi olmadığından makinenin sınırlarını ve her geometriye verdiği tepkiyi bilmek lazım”

Yurdumakan da üç boyutlu yazıcı kullanımına ilişkin bilinmesi gereken yazılımlara dikkat çekmiştir. Konuyla ilgili olarak şunları söylemiştir, “ Evet. Magics RP adlı yazılımı kullanıyoruz. Çünkü gelen datalarda olabilecek sorunları bu yazılım ile hızlıca giderebiliyoruz. Örneğin açık kalan yüzeyler, birleşmeye köşeler gibi sıkıntılar hızlıca düzeltilebiliyor. Ayrıca üretim tablasına sığmayan dataları da bu yazılım ile bölerek üretime hazırlıyoruz. 1mm altında kalan et kalınlıkları 3D Printer üretiminde istenmez. Bu analizi de Magics RP ile yapıyoruz.

Evet Aldım. Almanya’da Stratasys firmasının düzenlediği farklı eğitimlere katıldım. Eğitimde sadece teorik olarak öğreniyorsunuz, asıl öğrenme süreci sistem sahibi olup uygulamalara başlayınca oluyor. Her yeni gelen üretim yeni bir geometri ve ona göre bir yöntem geliştirmek gerekiyor. Bu yüzden aynı parçayı bir çok farklı yöntem ile üretebilirken, müşterinin ihtiyacı dayanım mı, yüzey kalitesi mi, hassasiyet mi gibi parametrelere göre üretim planlamak gerekiyor.”

Demirkan ise üç boyutlu yazıcı kullanmanın bilinmeyen zorluklarından bahsetmiştir. Ayrıca üç boyutlu yazıcıları doğru şekilde kullanabilmek için modelleme programları hakkında bilgi sahibi olunmasının önemli olduğunu söyleyerek şunları belirtmiştir, “3d printer ile üretim yapmak Word’de yazılan bir dokümanı Ctrl+P ile yazdırmaya maalesef benzemiyor. Öncesinde parçanın üretilebilirliğinin incelenmesi gerekiyor. Bunun için de .stl formatındaki datanın kontrol edilmesi gerekiyor. Parçanın katı model olup olmadığı, açık yüzeylerin olup olmadığı, et kalınlıklarının üretim teknolojisine uygun olup olmadığı gibi özellikler incelenmeli... Bu işlem için Magics RP yada Netfabb gibi ek yazılımları kullanmak mümkün. Makine kullanımına göre eğitim aldım. Eğitim şart. Ancak bu iş eğitimin yanında tecrübeye de bakıyor. Ürettiğim her parça farklı bir deneyim. Her parça üzerinde beklenmedik detaylar olabilir. Önemli olan bunları önceden öngörebilmek.”

Üç boyutlu yazıcı kullanımına ilişkin, göz ardı edilen bazı düzeltme programlarının da bilinmesi gerektiğini vurgulayan Özperçin, bu duruma neden ihtiyaç duyulduğuna değinmiştir. Üç boyutlu yazıcılarda ürün üretebilmek için katı modelleme programlarının kullanılması gerektiğini belirten Özperçin, yüzey modellenen ve üretim tekniklerine uygun olmayan parça tasarımlarıyla çok karşılaştıklarını belirterek, bunun nedeninin üç boyutlu yazıcıların da bir üretim metodu olarak bilinmemesinin aksine bir ‘sihirli değnek’miş gibi algılanmasının yattığını söylemiştir. Ayrıca konuyla ilgili olarak şunları söylemiştir, “Tasarladığın programa bağlı. Solidworks’de çizim yaptıysan, kendi yazılımı gayet yeterli oluyor. Ama ek yazılımlar, 3d printer’ı daha profesyonel anlamda kullanmaya başladığında illa ihtiyacın oluyor. Bunlarda bir tanesi ‘Netfab’ ve Autodesk’in bir programı ‘Mesh mixer’. Bunlar, internetten indirdiğin ya da kendi tasarladığın modeller patlak olduğu zaman tamir etmeye yarıyor. Yani, sen 3dmax’ten yüzey modelleme yaptın, yüzey modellem CAD programında ya da 3d printer yazılımında okuyamaz. Rhino, 3D Max gibi programlar, özellikle mimarlar kullanıyor, baskı alması imkansız yani çok fazla patlak yer çıkıyor. Örnek olarak iki yüzey yan yana konumlanmış ama birbirine mikronluk bile olsa değmiyor ve açıklık var ayrıca bu yüzeyin et kalınlığı yok. Bunun için yazıcı bunu hesaplayamıyor. Ben buraya ne basacağım bilemiyor ve boş çıkartıyor. Ama SolidWorks ve Catia gibi programlar, katı modelleme programları olduğu için sorun olmuyor, rahatlıkla baskı alınabiliyor. 3d printer için modelleme diye bir şey var gerçekten.

Bir de 3d printer her şeyi yapar algısı var. Her şeyi yapar ama modellemeyi bilersen. Daha support’lu modeller sen. Mesela baskı pozisyonunu bilmek gerek. Zamanla anlıyorlar ama. Sıfırdan bir 3d printer alan biri 10 gün sonra üst düzey bir kullanıcı olabiliyor.

Tabi bu işin içinde olduğum için hiçbir eğitim almadım. Kullanım süreci de 1 saatlik bir eğitim yeterli oluyor. Müşterilere öyle bir eğitim veriyoruz. Ama en güzel eğitim kullanmaktır. Bir kaç kere belki kötü baskı alacaksın. En iyi yöntem deneme. Ama en başta, sıfırdan yazıcı nedir, filament nedir nasıl takılır, filament nasıl çıkartılır, tabla kalibrasyonu nedir, bu cihazın iç hacmi nasıldır, parçalı baskı alırken nelere dikkat etmelisin gibi 1 saatlik bir eğitim veriyoruz. Cihazı alan herkese yapıyoruz bunu. Ben, 2-3 ay kadar 7/24 baskı alınca anladım tabi.”

3.2.2.4 Türkiye’deki üç boyutlu yazıcı teknolojileri hakkında bilgili/bilgisiz müşteri dağılımı

Bu bölümde, firmalara yöneltilen aşağıdaki soruya verilen cevaplar derlenmiştir,

- Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, üç boyutlu yazıcıların ülkemizdeki bilinirliğini ölçmektir. Ayrıca, üç boyutlu yazıcılar konusunda bilinçli olan kitle arasında endüstriyelk tasarımcıların olup olmadığını görebilmek de sorunun sorulmasındaki diğer bir amaçtır. Bu noktada, doğrudan ‘Endüstriyel tasarımcılar üç boyutlu yazıcılar hakkında yeterli bilgiye sahipler mi ya da fonksiyonlarını biliyorlar mı?’ şeklinde bir soru yöneltilmemesinin nedeni, konuyla ilgili olarak firmaların öncelik verdiği sıraya göre müşterilerinin algı durumunu öğrenebilmektir.

Görüşmelerden elde edilen veriler ışığında, müşterilerin çoğunun üç boyutlu yazıcı kullanımı hakkında bilgi sahibi olmadığı görülmüştür. Fıtilcan’a göre “Taleplerin %30’u bilinçli müşterilerden geliyor. Kalan % 70 ise konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmuyor. En büyük zorluğu 3 boyutlu baskının metodolojisini anlatma prosesinde yaşıyoruz. Ülkemiz için oldukça yeni bir sektör olduğu için bilinenler oldukça kısıtlı. Şu anda bence en bilinçli müşteri grubu medikal ve dental sektörlerimiz. Diğerleri halen adaptasyon sürecindeler.”

Görüşme verilerine göre, üç boyutlu yazıcılar ile üretim yapabilmek için tasarlama bilgisinin ötesinde üretim yöntemlerinin de bilinmesi gerekmektedir. Bakır, konu hakkında şunları söylemiştir,“%50 biliçli şu anda. Biliçsizlerin %20si ilk defa duyuyor. Olaya sadece bir cihaz olarak bakınca talepler farklı, tasarlamak ve üretmeyi satın aldığını anlayanın talebi çok farklı. Bir general ceketini aldığını düşünmek ile generalin rütbesini/yetkisini almak arasında fark gibi. Ceket alan sadece bakımını, rengini vs sorarken ceket ile beraber aslında rütbeyi ve sorumluluğu aldığını anlayanın durumu çok farklı oluyor.”

Firma yetkililerinden elde edilen verilere göre, üç boyutlu yazıcılar hakkında bilgi seviyesinin az olduğu ancak bilinirliğin yıldan yıla büyük bir ivmeyle arttığı sonucuna varılmıştır. Ancak üç boyutlu yazıcıların bilinirliğinin artmasının yanında fonksiyonları ve yapabilecekleri hakkında bilgi yetersizliği olduğu da görülmektedir. Erk konu hakkında şunları söylemiştir, “Yani hala bilinirlik oranı çok düşük tüm Türkiye’de. Her sektörde hala bilen sayısı çok az. Genelde yaşadığımız problemler, insanlar üç boyutlu baskıyı 2 boyutlu baskıyla kıyaslıyorlar. Kağıt üzerindeymiş gibi. Yazıcaksın bir şeyi üretecekmiş gibi görüyorlar. Böyle yani paintte çizip üretebiliyorsun diye hayal ediyorlar. Bir de her şeyi üretebileceğini sananlar var. Şöyle söyleyebilirim, bir promosyon firması düşünün. Adam bir üründen 10 bin adet üretiyor. Tasarım ve üretim yöntemlerini bilmiyor. 3 bin dolara alabileceği bir makineden 100 bin adet ürün üretebileceğini düşünüyor. Ve diyor ki evde bunun tasarımını çok kolay yaparım. Oysa en azından bir tasarım programını çok iyi kullanabiliyor olmak lazım. Onun dışında bu makinelerde üretim süreleri çok kısa değil. Öyle 2d printerlardaki gibi kağıdı koyuyorsun ve hemen baskı alıyorsun şeklinde değil. Bir su bardağı büyüklüğünde ürünü üretmek 3-4 saati bulabiliyor. Bunun dışında yüzey kalitesi son ürün gibi olmuyor. Katmanlar görünüyor, katman katman bir üretim yöntemi olduğu için. O konuda ‘Aa bunun çıktıları bu kadar kötü mü?’ tepkileri alıyoruz. Yani genel olarak modellemeyi bilmiyorlar ama üretimin de hızlı olduğunu düşünüyorlar.

Hali hazırda bu eğitimi almış olanlar bilinçli oluyorlar. Ya bizden ya başka bir yerden. Ama ilk defa bu teknolojiyi bir yerden duyarak bize ulaşanlar da oluyor, onlar çoğunluklar bilinçsizler. O da iki sene önce bilinçsiz ve bilmeyen çok vardı. Bilmeyen hiç bilmiyor, bilinçsiz olanlar duymuş ama ne işe yaradığını bilmiyor. İki yıl önce bilmeyen çoktu. Şuan bilmeyen sayısı çok az ama bilinçsiz çok. İnsanlar en azından 3d printer’ı duymuşlar, 3d printer dediğinizde bir şeyler canlanıyor kafalarında.

Ayrıca, insanlar bunu büyülü bir makina olarak sanıyorlar. Düşündüğün şeyi hemen yapacak. Halbuki öyle değil. Yüzey kalitesi çok iyi olmayabiliyor, katmanlar görünüyor. Bazen öyle geometriler oluyor ki onların masaüstü yazıcılardan üretilmesi imkansız. Mesela malzeme konusunda insanların beklentisi çok yüksek. Mesela metal basabiliyor mu diye soruyorlar. Metal 3d printerlar var ama 2-

3 milyon dolar mertebelerinde. Bu makinalardan beklenti çok yüksek diyebilirim, oysa malzeme sınırlı yüzey kaliteleri sınırlı.

Yanlış anlatanlar olursa, onu denedik zaten iyi çıkmıyor diye hayal kırıklığına uğrayıp daha iyi 3d printer teknolojilerini araştırmıyor bile. Yani bir çok sektöre çok fayda sağlayabiliyor ancak kullanılacak teknolojiyi çok iyi seçmek gerekiyor. Burdaki süreci iyi yönetmek lazım. Örneğin masaüstü FDM makineleriyle bir dışçıye hizmet vermeye çalışırsanız çuvalalayacaksınız muhtemelen çünkü yeterli hassasiyet sağlanmayabilir. Bu durum o kişinin hevesini de kırabilir.”

Dikkulak ise “Siparişlerimizin ne ile üretildiğini müşterilerimiz merak etmiyorlar. Biz bu yöntemi daha affordable olduğu için tercih ettik. Ama müşterilerimize anlattığımızda çok seviyorlar sistemi. Genelde de yarı bilinçliler konu hakkında. Tasarımı ve üretimi ekibimizdeki tasarım mühendisleri yaptıkları için Bilinçsiz olanlar ile bir sıkıntı yaşamıyoruz.” demiştir. (2016)

Üç boyutlu yazıcıların, bilinçli müşteri ayağını çoğunlukla şirketler oluşturmaktadır. Pekcan’a göre “Genelde bize bilinçliler geliyor. Bilinçsiz olanlar amatör sistemlerle yapıyorlar. Onlarla da yapamayıp bize geliyorlar. Biz ilk geldikleri yer olmuyoruz. Şimdi her yerde bi dolu böyle hizmet veren şirket olduğu için. Bazıları da 3d printing bu muymuş diye hayal kırıklığı da oluyor. Kötü çıkıyor parçaları, saçma sapan çıkıyor. Öyle olunca 3d printerla daha iyi yapıları araştırmıyor. Cidden profesyonel sistemlerle masaüstü olanlarla kalite farkı var. Adam o masaüstü printerlarla bir şeyler yaptırıyor ve saçma sapan şeyler çıkıyor. Yani daha iyi sistem olduğunu araştırmıyor, araştırmak da istemiyor daha iyisini. Bize de bilenler geliyor. Bizim maliyetler de yüksek geliyor amatörlere. Şirketler, ürünlerin hangi teknolojiyle yapılması gerektiğini biliyorlar. İlk kez çalışanlar bilmiyorlar ama genelde biliyorlar. Biz de yönlendiriyoruz ama bilenler de var. Sadece, yeni çıkan teknolojileri ve malzemeleri bilmeyebiliyorlar.

Yaratıcı insan az Türkiye’de. Ya animasyona gidiyor ya reklamcılığa gidiyor. Ürün yaratıp da para kazanan tasarımcı fazla yok ülkemizde. Hepsi can çekişiyor. Kim var tasarımcı Türkiye’de? Yok malesef ülkemizde. Beklediklerini alamıyorlar, hepsi yurt

dışına kaçıyorlar. Orda tasarıma verilen önem farklı. Bir de üç boyutlu modelleme programlarının bilinirliğinde sıkıntı var, eğitim kısmında eksiklik var. Alias bilen tasarımcı yok mesela.”

İrgi’ye konuyla ilgili olarak şunları söylemiştir, “Her meslek grubunda sorunlar var cunku sosyal medya da olan masaustu makine lerı insanlar sadece gormekte fakat bunun esasında arkasında üretim yapan 24 saat durmadan çalışan makinelerin olduğunu ve klasik metodlarla yapamayacağınız üretimleri daha kaliteli kusursuz ve daha hızlı yapabileceğinizi bılmıyorlar bu şekilde sıkıntılar oluyor fakat ılerde duzeleneceğini dusunuyoruz” (2016)

Alpat’a göre “Müşteri bir ihtiyaç doğrultusunda geliyor. Ona gidip 3d printerı anlatıyoruz. Bir de 3d printer hakkında bir şeyler biliyor ama kulaktan dolma. Onların yanlışlarını düzeltmeye çalışıyoz. Genelde sorun yaşamıyoruz. Bak abi bunla uzaya gitmeyeceksiniz diyoruz.”

Bazı müşteriler ise üç boyutlu yazıcılar ile neler yapılabileceğinin farkında ancak üretim yöntemleri konusunda bilgisizler. Bucak’a göre “Bizim medikal taraflardaki müşterilerimizin 3D printerlar konusunda çok bir bilgileri yok, 3D printerla ürettiğimiz modelleri alıp hastalarına tatbik ediyorlar. Onlar için end product önemli, biz doğru ürettiğimiz sürece müşterilerimiz ile sıkıntı yaşamıyoruz. Arge departmanları ise genelde ne üretmek istedikleri konusunda bilgi sahibiler. Bilinçli müşteri olarak adlandırabileceğim arge firmalarıyla üretime yönelik çok fazla sıkıntı yaşamıyorum. Consept olarak design edilmiş bir modelden ziyade mekanik olarak tasarlanmış çalışır parça beklentileri olduğu için genelde ne istediğini bilen müşteri tipi olarak değerlendiriyoruz kendi içimizde. Endüstriyel tasarımcılar ile ise bazen sorun yaşadığımız olabiliyor. Genelde üretime yönelik ürün tasarlanmadığını gözlemliyoruz.” (2016)

Demirhan ise konuyla ilgili şunları söylemiştir, “Artık hem görsel hemde yazılı medya sayesinde 3d printer bilinirliği bundan 5 yıl öncesi ile karşılaştırıldığında çok daha ileri seviyede. Bu sebeple genelde hiç bilgisi olmayan müşteri çok az diyebiliriz. Fakat çok ayrıntılı değil yine de bilgileri. Doğru ürünü seçmeleri

konusunda ayrıntılı bilgiler veriyoruz. Çünkü en pahallı ürün her zaman en doğru ürün değildir. Sıkıntı değil ama mühendis yada tasarımcı olmayan müşteriler genel olarak konu ile ilgili daha az bilgiye sahip oldukları için ürünü ve ne amaçla kullanılabileceğini anlatmak daha uzun sürüyor ”

Yurdumakan’ın (2016) dediğine göre “Bir çok müşteri 3D Printer sistemleri ile ilgili sadece yüzeysel bilgi sahibi. Üretim tekniğini ve yöntemlerini bilmesini zaten beklememeliyiz. Onların datalarını inceleyip, ihtiyaçlarını doğru anlayarak bizim bir yöntem belirlememiz gerekiyor. Hatta hangi teknoloji ile üretileceğine bile bizim karar vermemiz gerekiyor. Ayroca maliyet önemli diyorlar genelde. Ama *3D Printer* üretimlerinde en ucuza üretebildiğiniz parametreler bazen ihtiyaçları karşılayan üretim yöntemi olmayabiliyor. Üretim tablasındaki konmalındırma şeklinizden bile maliyetler değiştiği için sadece ihtiyaca yönelik planlama yapmamız gerekli. Bir de en büyük sıkıntılardan biri dataların düzgün gelmemesi oluyor. STL formatında göndermelerini talep etsek bile sadece 2 boyutlu çizim gönderen müşterilerimiz hala bir sürü var.”

Özperçin de bilinçsiz müşterilerin oduğunu, çoğuyla yaşadıkları sıkıntının sebebinin üretim metoduyla ilgili bilgi yetersizliği olduğu söylemiştir. Ancak üç boyutlu yazıcıların bilinirliğinin gün geçtikçe arttığını belirten Özperçin, konuyla ilgili şunları söylemiştir, “Bilinçsiz müşterilerle yaşadığımız çok sıkıntı oluyor. Çok farklı müşteri tipi var. Hiç 3d printer bilmeyenler var, daha önce 3d printer satın almış ama memnun kalmamış, kötü deneyime sahip olan müşteriler var. Onlar bizim en sevdiklerimiz. Çünkü biz daha kaliteli bir ürün verince sorunsuz kullanıyorlar bir de 3d printer’la ilgili her şeyi çözmüş oldukları için bize soru da sormuyorlar satın aldıktan sonra. Mesela Ultimaker’ı kullanımı zordur. Pro user isen çok iyi baskı alabilirsin, baskı sıcaklığı nedir, fan ne zaman nerde açılır gibi şeyleri bilmek zorundasın Ultimaker’da. Onun kullanıcıları bizim printer’a çok rahat aşına olabiliyorlar mesela.

Bizimki ondan daha basit, içine her şey gömülü. Ama hayatında ilk kez 3d printer görenler çok garip sorular soruyorlar. Mesela, ‘F’ şeklinde bir baskıyı basabileceklerini düşünenler var. Yani, support’suz havaya o şekilde baskı yapabileceğini düşünüyorlar. Her şeyin çıkabileceğini düşünenler var. Ama bazen çok support gerektiren modellerde içinde de support oluyor ve onları sökemiıyorlar.

Çalışan parçaların nasıl çalıştığına inanamıyorlar. Makas var mesela, tamamen tek parça olarak basılabiliyor. Biri de sormuştu, elektrikle mi çalışıyor diye. Renkli baskı alabileceğini düşünüyorlar, herkes genelde bunu soruyor. Bunu renkli olarak daha hızlı istiyorlar. Işınlanma gibi bir şey isityorlar. Bir de 3d printer'ı bilen sayısı İstanbul'da 100 kişiden 10 kişiye şimdi 90 kişi biliyor. Hızlı bir şekilde arttı bu rakam. Sayı git gide artıyor ama dokunan sayısı az. İlk gördüklerinde hayran oluyorlar ama sonra 6 saatte bir ürünü bastıklarını öğrenince 'aaaa' diyorlar. Zaman çokmuş diyorlar. Oysa maliyetleri çok düşük 3-4 liraya bir ürün basabiliyorsun. O zaman mutlu oluyorlar. Ama insanların mutsuz olduğu kısım 'zaman' diyebiliriz."

3.2.2.5 Üç boyutlu yazıcılar ve endüstriyel tasarımcı ilişkisi

Bu bölümde sorulan sorular, endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcılara olan talebini anlamak amaçlı sorulmuştur. Elde edilen cevaplar derlenerek belirtilmiştir. Sorulan sorular aşağıdaki gibidir:

- Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?
- Üç boyutlu baskı süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Elde edilen verilere göre, endüstriyel tasarımcılar üç boyutlu yazıcılar konusunda ve yapabilecekleri hakkında yeterli bilgiye sahip değildirler. Bu durumun bir kaç sebebi vardır.

Öncelikli olarak, birden fazla üç boyutlu yazıcı teknolojisi vardır ve her birinin parça üretme kalitesi farklıdır. Ancak, her biri oldukça pahalıdır ve bu durum, endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcıları satın almasına ve kullanmasına engel yaratmaktadır.

İkinci olarak, üç boyutlu yazıcılar hakkında bir üretim metodundan ziyade 'her şeyi üretebilen araçlar' algısı olmasından dolayı, modelleme konusundaki bazı bilgi eksiklikleri nedeniyle, üretime uygun olmayan ürünlerin tasarlanması ve ardından uygun üç boyutlu üretim metodunun tespit edilememesinden kaynaklı hayal kırıklığı yaşandığı görülmüştür. Modellemeyle ilgili olarak yaşanan en büyük sıkıntının,

‘yüzey modelleme’ ile oluşturulan tasarımların üç boyutlu yazıcılar ile üretilmemesidir. Elde edilen cevaplara göre, üç boyutlu yazıcı ile üretilecek herhangi bir parçanın üretime uygun olabilmesi için,

- Belirli bir et kalınlığına sahip olması,
- Birbirine değen yüzeylerin kenarları arasında boşluk olmaması,

gerekmektedir.

Üçüncü olarak ise, her bir ürünün üretilmesi için (geometri, malzeme, mukavemet özellikleri doğrultusunda) kullanılması uygun belirli üç boyutlu üretim teknolojileri vardır. Yani her ürün her üç boyutlu yazıcı tarafından oluşturulamamaktadır. Dolayısıyla, bu durumla ilgili bilgi yetersizliğinin olması endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcılardan beklediklerini alamamasına ve sonucunda hayal kırıklığına neden olmaktadır.

Fıtılcan’a (2016) göre “Endüstriyel tasarımcılar halen 3 boyutlu baskı teknolojisine çok net hakim değiller. Kendilerine ne kazandıracığı konusunda çok bilinçli olmadıklarını düşünüyorum. Bunu da yaşadığım bir örnekle açıklamak isterim. Bir tasarımcıma cihazlarımızı anlattığımızda her şey güzel fakat bu ne işimize yarayacak diye bir soru ile karşılaştık. Ben de şöyle cevapladım tasarımlarınızı ellinizde görmek istermisiniz diye sordum ve evet cevabını aldım. peki mevcut üretim teknikleri ile tasarımınızı kaç gün sonra elinize alıyorsunuz soruma ise 45 gün cevabını aldım. Tasarımınızı ertesi gün elinizde görseniz ne olur diye sorduğumda ise süper olur daha fazla tasarım yapar daha fazla geliştirebilirim yanıtını aldım. Bu çok önemli bir kazanım aslında. Bizim bir sloganımız var ‘tek sınırınız hayal gücünüz’. Siz hayal edin biz baskısını alalım diyoruz.

Hayal ettiklerinin baskısını alabileceğimizi bilmelerini istiyoruz. Üretim teknolojilerinin kısıtlamalarının etkisinde kalmamaları gerektiğini düşünüyoruz. Bunun büyük bir aşama ve kalite getireceğine inanıyoruz.”

Bakır (2016) konuyla ilgili şunları söylemiştir, “Evet çalışıyoruz. Genelde 3B Yazıcıları bilmiyorlar ve bu nedenle tasarlarken cihazın gereksinimlerine göre tasarım yapmamış olmaları 3B baskı işini zorlaştırıyor. Tasarım dijitalde başlıyor. Bu nedenle dijitalde tasarlama başlığı altında gelişen tüm teknolojileri çok yakından takip etmeleri ve kullanmaları lazım. Gazeten takip edilecek bir şey değil bu. Haber

okumak, kullanmak manasında gelmiyor ama öyle zannediliyor. Tasarım süreçlerine uzak olmayan bir vakitte yapay zeka girecek. Bu da önemli bir mesele.”

Erk’e (2016) göre “Çalıştık, çalışıyoruz. Hedef kitlemizde varlar. Bilgisayarda modellemeye aşınalar ve birşeyler üretmek istiyorlar. O nedenle onlarla çalışıyoruz. Eğer üretim tarafına aşına değilse, modelleme konusunda sıkıntılar yaşıyoruz. Üretilmeyecek modeller tasarlayabiliyorlar. Bizim onlarada şurda düzenlemeler yapmanız lazım ancak o şekilde üretebiliriz şeklinde geri dönüşlerde bulunuyoruz. Üretilemez modellerden kastım, 3d printerla üretim için belli kıstaslar söz konusu. Mesela bir et kalınlığı olması gerekiyor. Yüzeylerin kesişmemesi gerekiyor. Yüzeylerde kenar birleşim noktaları arasında boşluklar olmaması gerekiyor. Modellemeyi biliyor olabilirsin ama 3d yazıcılarla üretilabilir modeller tasarlamayı bilmiyor olabilirsin. Arasında fark var. Genelde mimarlar et kalınlığıyla çalışmaz sadece yüzeylerden oluşuyor, o üretilemez mesela. Eğer bu bizim kısa sürede yapabileceğimiz şeylerse yapıyoruz ama değilse geri göndermek zorunda kalıyoruz. Biz oturup yaptığımızda baştan çizmeyle eşdeğer bir iş var.

Üretim tarafına daha fazla aşına olmaları. Hepsi bi şekilde modellemeyi biliyorlar ama üretilabilir modelleme kısmında bilinirlik arttıkça bu teknolojinin kullanım oranı artacaktır.”

Dikkulak’a (2016) göre “Endüstriyel tasarımcılar ile çalışmalarımız oldu, direk 3D printerlar ile kendilerine hizmet verdik. Gözlemlediğim sorunların başında endüstriyel tasarımcıların kullandığı yazılımların bazıları katı modelleme programı değil, yüzey modelleme programı. Bu modelleri biz tekrardan düzeltmek zorunda kalıyoruz üretim öncesi. 3D printer ile nelerin nasıl üretilebileceğini bilen müşterilerimiz ile ise bu sıkıntıları yaşamıyoruz. Endüstriyel tasarımcılardan, üretime yönelik tasarım yapmalarını bekliyoruz.”

Pekcan (2016) konuyla ilgili şunları söylemiştir, “Bilgi seviyesi düşük oluyor ama onlar yaratıcı insanlar olduğu için çok heyecanlanıyorlar. Bir tane seramik ürünleri çalışan tasarımcı var mesela ürünlerini her yere götüremiyor kırılacak diye. Biz ürünleri taradık ver 3d printer’dan yeniden ürettik onları götürüyor. Onları sergiliyor. Bunlar gizli projeler ama replikalarını böyle yapıp sergileyebiliyorlar. Bunlar ucuz

şeyler de olmadığı için yavaş yavaş yayılıyor. Genelde pahalı geliyor bizim sistemler. Genelde bütçeyle alakalı. Büyük bütçeyle çalışanlar bize gelliyorlar. Endüstriyel tasarımcı barındıran şirketlerle de çalışıyoruz. Bazıları kendikleri 3d printer almışlar. Bazıları direk servis alıyorlar. Yani tasarımcı geçmişi az Türkiye’de. Bir şey ürettikleri zaman, nasıl daha iyi yapabilirim bir hata var mı yok mu görmek için kullanmak istiyorlar. Genelde tasarımcılar 3dmax kullanıyorlar. Ucu açık yazılımlar kullanıyorlar, katı modelleme programları kullanmıyorlar. Render alabiliyor güzel ama onunla 3 boyuta geçmeye çalıştığı anda 3d printer’dan çıkartmada sorunlar çıkabiliyor. 3dmax gibi yazılımlar animasyon için kullanılabilir. Daha önce kağıtla gidiyorlardı müşteri karşısına şimdi ürünyle gidebiliyorlar. Eskiden çizim gösteriyorlardı. Aslında eğitim sisteminin daha pratiğe dönmesi lazım. Çoğu üniversiteye gidiyoruz, Alias öğrenin diyoruz hala yok ama.”

Alpat’a (2016) göre “Entasçılar çok üretimi bilmiyorlar, orası bizim işimiz değil diyorlar. İşin kabuğunu yapıyorlar. Ama bunu gerçekleştirmek için gerekli teknik detayları bilmiyorlar. Üretim maliyeti hakkında bilgi eksikliği var. Genelde öğrencileri de öyle. Bitmiş ürünler üzerinden hareket ediyorlar. Çıktı bazında beslenme var. Bence mutfaktan beslenmeli. Statik boya atmalı, 1.1. mme düşmeli. Biz onlardan cihaz tasarlamasını istedik. Biz mühendisiz siz çalışın diyoruz. Ama üretilemez oluyo çok pahalı oluyor, bu teknolojiyle üretilmesi mümkün değil. Metal, enjeksiyon gibi şekil alamaz. Çizdikleri şeyler üretilir mi üretilemez takmıyorlar.”

Bucak’a (2016) göre “Evet, yurt içinde bir çok endüstriyel tasarımcı ile çalışma fırsatımız oldu. Çok değerli prototiplemeyi bilen ve bilmeyen müşterilerimiz oldu. Harika design edilmiş projelere hayat vermek bizler için çok motive edici, endüstriyel tasarımcılarla çalışırken bizi en çok bu motive ediyor. Fakat bazı müşterilerimizin yapabileceğimizin üzerinden ürünler tasarladıklarını görüyoruz. Aynı zamanda üretime yönelik tasarım programları kullanmamış olmaları da bizleri epey zorluyor.

Gelişen 3D print sektöründe endüstriyel tasarımcıların etkileri çok büyük olacaktır. 3D print End Tas da concept doğrulamadan çok ergonomi kontrolü ve hızlıca ürünü elde konusunda inanılmaz faydalar sağlıyor. End Tas. İse bu teknoloji ile her ürünün tasarladıkları gibi çıkmayacağını bunun bir prototipleme teknolojisi olduğunu bilmesi ve bu konuda kendisini geliştirmesi gerekiyor. Bu teknolojinin sınırlarını

zorlamak, farklı tasarımlar için farklı teknolojileri kullanmaları daha efektif ürün ortaya çıkartmalarına yardımcı olacaktır. ”

Demirhan’a (2016) göre “Endüstriyel tasarımcı olan müşteri ve son kullanıcılar var. Çok rahat bir süreç olarak değerlendirebilirim. Çünkü tasarımcı neye ihtiyacı olduğunu en ince ayrıntısına kadar anlatabiliyor. Ayrıca teknolojiyi de yakından takip ettiği için ihtiyaçlarını bu teknoloji ile birlikte nasıl çözebileceğini öngörebiliyor. Böylelikle birlikte çok daha çabuk ilerleyebiliyoruz. Aynı dili konuşabilmek bu durumda önem kazanıyor. Olumsuz yönleri ise yukarda anlattığım konunun aynısı; konuya hakim oldukları için bazen bizi zorlayıcı olabiliyorlar.

Tek beklentimiz ulaşmak istedikleri sonuca yardımcı olacak 3D Printerı alırken en başta doğru karar vermeleri. Şuda unutulmamalıdır ki bir tek 3D Printing teknolojisi tüm ihtiyaçlara cevap veremez. Farklı ihtiyaçlara farklı printerlar gerekebilir. Fakat daha en başta ağırlıklı olarak neye ihtiyaçları olduğunu iyi belirleyip ona göre printer seçimi yapılmalı. Şayet sonrasında ellerinde ki printer ile çözemeyecekleri bir proje ile karşılaşılırsa bu konuda servis veren firmalardan yardım isteyebilecekleri seçeneğini unutmamalıdır.”

Yurdumakan’a (2016) göre “Endüstriyel tasarım yapan arkadaşlarımız ile çalışıyoruz. Biz de end. Tasarım yapıp prototip üretiyoruz. Bizim için ciddi potansiyel olan bir grup. Sadece mekanik doğrulama değil endüstriyel tasarımın doğrulaması da bu yöntem ile yapılmakta. Kaldı ki bir takım ardıl işlemler ile son kullanım ürün elde etmek mümkün. Bizim ve onlar için geliştirmeye açık bir süreç oluyor. Olumlu olan konular görsel olarak zengin ürünler çıkartıyoruz ve yaptığımız iş daha zevkli oluyor. Olumsuz yönü ise 3D Printer ile üretilen ama seri üretime geçildiğinde üretilmeyecek datalar ile karşılaşabiliyoruz.

Bazen sadece kabuk data gönderilebiliyor. Bu datalara et kalınlığı vermek ve üretilbilir hale getirmek zorlayıcı. Bir de prototip hizmeti pahalı geldiği için tek bir model ile prototip üretme yoluna gidip daha iyi olabilecek diğer tasarımlarını göz ardı ediyorlar. ”

Demirkan’a (2016) göre “+90’ın müşteri portföyünde bir çok kurum ve kuruluş var. Ancak endüstriyel tasarımcılar ile doğrudan çok da fazla iş yaptığımızı söyleyemem.

Yaptığımız işler içerisinde karşılaştığımız en büyük sorun talep edilen ürünlerin üretime uygun olmaması olduğunu söyleyebilirim. Bazen ürün çok küçük bir ayak üzerine tasarlanır, ancak ürettikten sonra görürsünüz ki parça o ayak üzerinde durmuyor. Bazen de montaj olacak parçalar tasarlanır ancak o montaj imkansızdır. Prototip aşamasında bunları iyi analiz etmek gerekir. Endüstriyel tasarımcılardan beklentimiz, tasarımı yüzey modelleyerek değil de katı model üzerinden yapmaları ”

Özperçin’e (2016) göre “Endüstriyel tasarımcılarla çalışıyoruz evet. Ben kendim endüstriyel tasarımcıyım. KMS mobilyada ve Şişe cam’da endüstriyel tasarımcılarla çalıştık. Tire’de mesele Cemer’e gittik, sunum yaptık, bir sürü endüstriyel tasarımcı vardı ama satın almadılar mesela. Endüstriyel tasarımcılar, 3d printer sektöründe çok az. Neden böyle? Ya önceden almış oluyorlar ya da çalıştıkları şirket almayı düşünmüyor. Öyle ilginç bir durum var aslında. Endüstriyel tasarımcılar çok fazla, müşterimiz değil. Tek, tük nadir yani 100 makineden 5 tanesi endüstriyel tasarımcılar tarafından satın alınıyor. Öyle diyebilirim, çok az. 3d printer’ı hiç bilmeyen endüstriyel tasarımcılar da gördüm. Yani kendilerini çok geliştirmedikleri için de olabilir, maliyet de olabilir. Ama aslında 3d printer ile yaptıklarıyla maliyet çok düşüyor. Muhtemelen, çok fazla bilinirliği yok diye düşünüyorum.

Yani, endüstriyel tasarımcıların çok fazla prototip yapması gerekiyor. Biz strafordan yapardık ve 1 hafta sürerdi yapması. Sonuçta dayanıklı da olmuyordu. Yani, 3d printer’dan maliyetleri çok ucuz olacak şekilde bir gecede istediğin maketi çıkartabiliyorsun. ”

3.2.2.6 Türkiye’de üç boyutlu yazıcı pazarı

Bu bölümde üç boyutlu yazıcıların Türkiye pazarını anlamaya yönelik aşağıdaki sorular sorulmuştur.

- Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

- Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Elde edilen verilere göre, Türkiye’de ki üç boyutlu yazıcı pazarı artan bir ivmeyle büyümektedir. Oldukça hızlı bir şekilde üç boyutlu yazıcılar hakkındaki bilinirlik artarken, üç boyutlu yazıcıların fonksiyonları hakkındaki bilgi yetersizliği de boy göstermektedir. Genellikle birden fazla üç boyutlu yazıcı teknolojisinin olduğunun bilinmemesi durumu, düşük performanslı masaüstü üç boyutlu yazıcılardan elde edilebilen yetersiz sonuçlar karşısında hayal kırıklığı yaratabilmektedir.

Fitilcan’a göre “Bilinçli müşteri sayısı artıyor. Bu konuda bizim tanıtımlarımızın da etkisi var. Küçülme söz konusu değil. Kesinlikle hep büyüme var ve bu böyle artarak devam edecek. Her geçen gün bilinirlik ve kullanım alanları çoğalıyor. Yıllara sair olarak katlanarak büyüyeceğine inanıyorum.”

Bakır (2016) konuyla ilgili şunları söylemiştir, “Her sene en az %100 büyüdük. Üretim, satış ve müşteri sayısı. Rakam çok küçük olduğu için yüzde olarak çok büyüdü ama aslında az büyüdü. Türkiyede 3B Yazıcı duyunurluğu var. Yani görmemiş çünkü okulda gösterilmemiş (evet okulda varmış ama hiç görmedik), kullanmamış çünkü merak etmemiş/çekinmiş ve heveslenmemiş çünkü dergiden resimlerine bakmak ve sadece haberlerini okumak yeterince tatmin etmiş. Genel resim bu.”

İrği’ye (2016) göre “Yıllık yaklaşık artış %44 herkes gün geldikçe bilinleniyor Daha ne yazık ki insanlar sadece masaüstü FDM yani oyuncak yapan makineleri biliyor fakat biz bu dünyanın bundan ibaret olmadığını gösteriyoruz ve 2-3 sene içinde pazar çok büyüyeceğine eminiz”

Erk (2016) ise Ocak 2015’te kurulduklarını ve kullanımlarının aydan aya arttığını belirtmiş ve eklemiştir, “Ulaşılabilirlik ve bilinirlik sayısı artıyor. Daha da iyiye gideceğini düşünüyoruz. Ama genel bir artış var. Şöyle, 3d yazıcı sektöründe her yıl %30 büyüme söz konusu, tüm dünyada. Türkiye’de de büyüyor. Yani bizim işler de buna bağlı olarak büyüyor.” demiştir.

Dikkulak'ın (2016) dediğine göre “Hem müşterilerimiz, hem de bilinçli müşteri oranımız her geçen yıl artıyor. Pazar büyüyor, Türkiye'deki Pazar da büyüyor. 3D printer kullanımı bugün ortaokullara kadar indi. Bilinirlik her geçen gün artıyor.”

Pekcan'a (2016) göre “Geçen sene 500'den çok müşteriye baya bir parça yaptık. Başlangıçta çok azdı bu hizmeti alanlar. 25 bin parça yapmışız 2014'de. 2015'de daha da fazla yaptık. Başlangıçta hizmet anlamında çok azdı, 10 tane filan müşterimiz vardı. O zaman Solidworks'de yoktu, bir kaç yazılım vardı onlar da 20 bin dolardı tanesi. Genelde müşterimiz beyaz eşyaydı, Vestel, Arçelik. Ürün geliştirme de rekabeti nerde sağlıyorsun, kaliteli ürünü daha hızlı geliştirdiğinde. Çok hızlı büyümedi ama. Son iki üç senede hızla yayıldı ama insanlar 3d printer'la ne yaparım ne ederim bir karmaşa içerisinde, bilmiyorlar ne yapabileceklerini. Amatör sistemler çıktı. Masaüstü olanlar. 3d ile uğraşan kitle artıyor. Bu kitle arttıkça daha çok insanın haberi oluyor. İşte kreması bize geliyor.Üst seviye talepleri olanlar, başka yerde çözemeyenler bize geliyorlar.

Baya artıyor. Bakanlık filan da baya üstüne düşüyor. Ama dünyada o kadar büyük fonlar dönüyor ki kendi üretimimizi yapmak için yeterli destek yok. Desteği almak kolay da yapmak zor. O kadar yüksek fonlarla bu şirketler işin içine giriyor ki, 1 milyon dolar mertebelerinde. Türkiye'de de bilinirlik artıyor. Şöyle bir şey var, 3d printerlar var ama ucuzlarıyla birşeyler yapamıyorsun. İyi olanlar var iyiler de pahalı hem malzeme hem kendisi pahalı. Son 3 senedir çok yatırım almaya başladı bu işler. Dolayısıyla katlana katlana büyüyor. ”

Alpat'a (2016) göre “Her sene 2-3 kat büyüyüyoruz. Bir önceki senenin 30 kat fazlası ürün sattık. Bilinirlik artıyor. Biz bir şey yapmıyoruz. Hedefe yönelik ilerliyoruz. Belirlediğimiz sektörler, üretim sektörü.

Pazar sürekli büyüyor. Geçtiğimiz 2015 Pazar 1.2 milyar dolardı, 2017de 5.7 milyar dolar olacak. Türkiyede, toplam dünyadaki üretilen toplam ürün değerinde türkiyenin bütçesi %1.4üne takabül ediyor. Aynı oran türkiyeye de yansıyor.”

Bucak'a (2016) göre “KMB Teknoloji olarak her yıl büyüyen bir grafik çiziyoruz. Medikal tarafta bir önceki yıla göre %150 bir büyüme ile sektörün kişiye özgü

Üretilmiş model ihtiyaının büyük kısımnı biz karşıladık. Aynı zamanda üretim tesisindeki 3D printer kapasitemizi de sürekli arttırıyoruz. Sanayi tarafında ise bir önceki yıla göre %30 gibi bir büyüme gerçekleşti aktif çalıştığımız müşteri sayısında. Bilinçli müşterilerimizin sayısı da zamanla birlikte her geçen gün artıyor.

Pazardaki büyüme olduğu görülmekte. Geçen yıla kıyasla ilk çeyrekte çok fazla bir taleple karşılaşıyoruz. 3D printer bilinirliğinin artmasında bunun büyük bir payı var tabiki. ”

Demirhan’a (2016) göre “Hersene artarak devam eden bir büyüme var. Çok büyük oranda büyümeler değil ama artıyor(ortalama %5-10). Bilinirliğin artmasında bunda etken. Sonuçta bu cihazlar hem maliyet hem de zaman açısından üreticilere fayda sağlıyor. Pazarda şuan çok keskin değişikliler yok. Küçük de olsa hep bir büyüme trendi var.”

Yurdumakan (2016) konuyla ilgili şunları söylemiştir, “şu an için Pazar artarak gidiyor. İlk yıla göre katlanarak artan bir iş potansiyelimiz var. Müşteri sayısı da artıyor. Ama bilinçsiz müşteriler bu artışda önemli bir yüzde tutuyot. Ve hobi amacı ile hizmet almak isteyenler artmakta. Bu da amatör bir sistem alan herkezin hizmet vermeye çalışması gibi bir durum ortaya çıkartıyor. Müşteri amatör sistemden hizmet aldığında çıktılar kötü olduğu için bu sefer teknoloji beklediği gibi değilmiş hissine kapılıyor. Ve 3D Printer dünyasından uzaklaşıyor.

Pazar şu anda büyüyor. Avrupa ve Amerika’ya göre oldukça gerideyiz. Hem Profesyonel sistem sayısı hem de bilinirlik olarak daha çok yol almamız gerekli. Sistem sayısı artıp ulaşılabilirlik çoğaldıkça daha fazla büyüyecek bir Pazar. Ülkemizde bir çok nc firma hala bu teknolojiyi kullanmıyor ya da haberdar bile değil. Almamız gereken çok yol var ama geleceğin sektörü olarak düşünüyoruz. Ülkemizde devlet desteği ile sistem alımları artarsa teknoloji de yaygınlaşacaktır. Asıl ilginç olan nokta ise bize en sık iş yaptırان firmalar genelde kendi sistemlerine sahip olan firmalar oluyor. Buradan da anlayabileceğiniz gibi teknoloji ile ilgili bilinç arttıkça, faydaları daha net anlaşılıyor ve vazgeçilmez bir tasarım – retim prosesi haline geliyor.”

Demirkan'a (2016) göre "Üretim taleplerinin her geçen gün detaylanması ve beklentilerin yükselmesini esas alarak bu teknolojilerin gün geçtikçe daha da yaygınlaştığını söylemek mümkün."

Özperçin'e (2016) göre "Artış var. Kurulduğumuzdan bu yana üretim de arttı. Türkiye'de talep de artıyor. Ya bizim çok fazla geçmişimiz olmadığı içi sayısal veriler vermem doğru olmaz. Bayilere gidiyoruz, bayi satışları da oluyor."

Çok büyük. Zaten dünya da her geçen gün yeni teknolojiler çıkıyor ve Pazar gittikçe büyüyor. Bunlar bilgisayarın ilk keşfi gibi. Tüm dünyada herkes bir şeyler yapmaya çalışıyor. Bir şekilde bir kaç firma Asus, Lenova nasıl kaldıysa 3d printer firmalarından da bir kaç tanesi geriye kalacak ama bu çok ivmeli olacak. 1976'da ilk bilgisayarlar çıkarken, Apple falan kurulurken 80lere 90lara doğru oturmaya başlıyor. O bir on-on beş senede olduysa, 3d printer sektöründe bu durum 3-4 sene içerisinde olacak. Çok hızlı, ivmeli olacak. Mesela 'Makerbot' dünyada 1 numarayken düşmeye başladı, 6 yıllık bir firma 2009'da kuruldu. Şimdi %20 küçülmeye gitti Makerbot tüm dünyada. Arkadan mesela, 2 yıllık Zortrax çok hızlı bir atılım yaptı. Ultimaker, Makerbot'u geçmeye başladı. Arkadan değişik çin markaları geliyor ama çok tutulmuyor. Bilinirlik hızlı bir şekilde artıyor. 7-8 sene sonra belki evinde her şeyi basmaya başlayacaksın ve çok doğal bir şey olacak 3d printer'lar. Fiyatlar çok ucuzlayacak. Bisküvi, çikolata, metal basan var. 5-10 sene içerisinde çok patlayacak. 4. Endüstri devrimi olarak da görülüyor bu akıllı üretim sektörü."

3.2.3 Okullar ve kuluçka merkezleriyle yapılan görüşme sonuçları

3.2.3.1 Yerleşkenin imkanları

Bu kısımda okulların ve kuluçka merkezlerinin ne amaçla kurulduğu ve ne gibi imkanlara sahip olduğu araştırılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki sorular yöneltilmiştir,

- Adınız, soyadınız. Buradaki pozisyonunuz nedir? Bu oluşumu anlatabilir misiniz?
- Adınız, soyadınız. Okuldaki pozisyonunuz nedir?

Bu soruların sorulmasındaki amaç, okullardaki üç boyutlu yazıcı laboratuvarları ile kuluçka merkezlerindeki üç boyutlu yazıcı imkanlarını öğrenebilmektir. Elde edilen verilere göre kuluçka merkezlerinin sadece kendi bünyelerine girmeye hak kazanan girişimcilere hizmet verdiği görülmüştür. Bunun yanında ise öğrencilere de yardım amaçlı destek veren yerler de mevcuttur. Özellikle ‘maker lab’ olarak algılanan kuluçka merkezlerinin, kendi bünyelerinin dışındakilere hizmet vermediği dolayısıyla üç boyutlu yazıcı kullanımının sadece kendi içlerinde sınırlı kaldığı sonucuna varılmıştır.

Atolye İstanbul’un ‘Makerlab’ yöneticisi olan Keser (2016), yerleşkeyle ilgili şunları söylüyor, “Burası etkileşim ve yaratıcılık platformu. 80’e yakın üyemiz var farklı disiplinlerden, Makine mühendisi, yazılım mühendisi ya da antropolog, ses mühendisleri, kurgu video yapanlar da var. Onları etkileştirmeye çalışıyoruz, happy hour’lar düzenliyoruz. Onların bir araya gelip proje üretebilecekleri bir ekosistem sağlıyoruz. Ve bir ürün çıkarsa da burada benim sorumlu olduğum mekanda prototiplerini yapıyorlar. Buraya ‘hata yapma atolyesi’ diyoruz. Yani ürün olana kadar burada test ediyorlar, artık ürün hazır olduğunda endüstriyel olarak başka bir yerde üretim yapıyorlar. Biz burda ticari 200 tane 300 tane baskı yapmıyoruz. Onun dışında sadece buradaki cihazlarla sınırlı değiliz. Yani kalkıp 200 bin lira olan cihazı buraya getirmek yerine onlarla anlaşıyoruz, onlar da maliyeti fiyatına bize hizmet sağlıyorlar. Mesela üç boyutlu yazıcı bizde 3 tane var ama piyasanın bir sürü 3 boyutlu yazıcı çeşidi var. Tüm cihazları buraya almak mantıklı değil. O zaman da biz hizmet alıyoruz.



Şekil 3.2 : Atolye İstanbul Ortak Çalışma Alanı

Burası 3-4 yıl kadar önce kuruldu. İlk kurulumu Taksim'deydi. Sonra Çukurcuma'daki yere geçti. Orada acaba daha büyük bir yere geçerse nasıl olurun denemeleri yapıldı. Ondan sonra da buraya geldik. Burada da 6 ay kadar zaman oldu. Burada üyelik sistemi var. İfo'ya mail atan herkesle bir kahve içiyoruz. Sonra bir buluşma günü ayarlıyoruz. Sonra komünitenin ihtiyacı var dahil edilebiliyor. Mesela bizde çok fazla mimar var, beşinci mimarı almayalım gibi. Komünitede ne kadar multidisipliner insan olursa elimiz o kadar uzayabiliyor. Eğer komüniteden bir yazılımcı ayrıldıysa bir yazılımcının girmesi daha kolay olabiliyor. 80 kişilik bir sınırimız var. 40 kadın, 40 erkek olmak zorunda.

Burası normalde Atolye Labs'in bir projesi. Atolye İstanbul onların sadece bir tane projesi. Başka mimari destekler de veriyorlar. Kalkınma ajansında desteğimiz de var. Bu kapsam da 3 tane proje çıkması bekleniyor.”

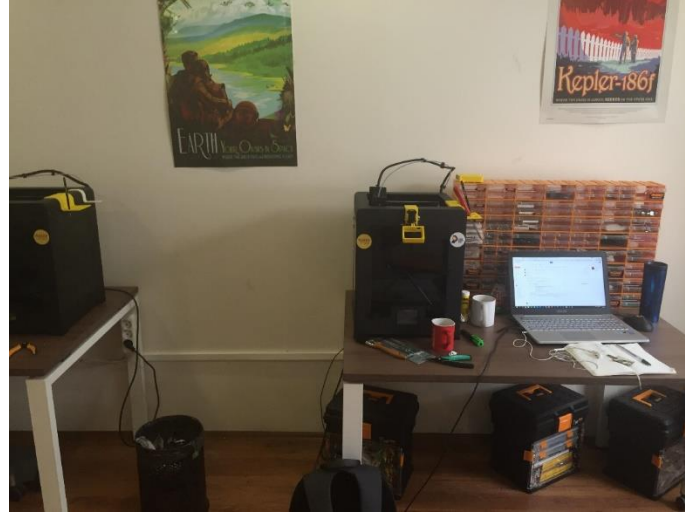
Özyeğin Üniversitesi'ne bağlı 'Girişimcilik Fabrikası' isimli kuruluşta 'Maker Studio' koordinatörü olan İnaç (2016), yerleşke hakkında şunları söylüyor, “Özyeğin Üniversitesi'ne bağlı maker studio'nun koordinatörü olarak çalışıyorum. Bu yeni bir yapı, maker studio. Aslında burası dışarıya hizmet veriyor şuanda. Dışardaki donanım geliştiren girişimcilere hizmet veriyor. Bir donanım hızlandırma programı. Yurt dışındaki örnekleri hardware accelerator olarak geçiyor. Biz bunu Türkiye'de yapmak istiyoruz ve Türkiye'de ilk kez yapılıyor. Yani donanım özelinde bir hızlandırma programı ilk kez yapılıyor. Burası iş dünyasına daha yakın olduğu için öğrencilerden ziyade dışarıya hizmet veriyor. Çünkü okul Çekmeköy'de. İş dünyasına daha yakın olması açısından böyle bir yer tutuldu. İlk bu işi Özyeğin Üniversitesi yaptı yani üniversitenin dışında böyle bir yer açma fikrini gerçekleştirdi. Ardından Koç Üniversitesi de bunu izledi.



Şekil 3.3 : Girişim Fabrikası Atolye (Fotoğraf 1)

Burası girişim fabrikası, özel konularda dikey programlar açıyor. Bu dikey programlara başvuru alıyor. Örneğin, fintech programı açıyor ve oraya finansal teknoloji üreten start up'ların başvuru yapmasını bekliyor. Oraya başvurans start up'lar arasında bir eleme yapıyor ve onları 5 haftalık bir eğitimden geçiriyor. Bu eğitimin içerisinde yalın gelişim, finans, muhasebe eğitimleri ve birebir mentorluklar var. Sonunda bir yatırımcı sunumu ortaya çıkarmaları bekleniyor. Bir yandan bu 5 haftalık eğitim boyunca müşterilerle yüz yüze görüşmeler yapıyorlar. Yani burada hedef şu, ilk başta start up'ın bir hipotezi var burada.

Örneğin, finansal teknoloji üzerine konuşursak işte kurumsal çalışanlar için bir ödeme sistemi geliştiriyorsunuz. Diyorsunuz ki mevcut ödeme sistemleri, yeterince Pratik değil ve şöyle bir çözüm olsaydı, insanlar daha büyük bir kolaylıkla ve hızla ödeme yapabilirlerdi diyorsunuz. O çözümü valide etmeye çalışıyorsunuz yani bu çözüm gerçekten insanların hayatlarını kolaylaştırıyor mu? Ne kadar bir problem çözüyor? Bir problem çözüp çözmediğini test ediyorsunuz. Onun için daha ürünü geliştirmeden müşterilere sorarım ki işe yaramayacak bir ürün geliştirmeyelim diye bir düşünce var. Yalın girişimin ana felsefesi bu zaten lean start up diye geçer.



Şekil 3.4 : Girişim Fabrikası Atolye (Fotoğraf 2)

Bu aşamaları geçen bir yürütme kuruluna çıkıyor ve sunum yapıyor. Sunumda da girişimcilik camiasından ünlü isimler var Sina Afra, İhsan Elgin gibi. Onlara bir sunum yapıyorlar. Sunum sonucunda seçilenler girişimcilik fabrikası mezunu oluyorlar. Ve girişimcilik fabrikasının bütün network’ünden ve camiasından imkanlarından yararlanabiliyorlar. Ve buradaki açık ofisi kullanabiliyorlar. Bu söylediklerime ek olarak, hardware design programında da bütün ekipmaların kullanabiliyorlar ücretsiz bir şekilde. 3D printer’lar, lazer kesiciler, CNC’ler gibi.

Bu maker lab ocak ayından beri aktif 2016. Bir program yaptık, ikinci programın da başvurularını kapattık. Öncelikli konularımız var, IOT, 3d printer malzemeleri ve otonom sistemler gibi öncelikli konular var.”

İTÜ Çekirdek’te atolye sorumlusu olan Uzun (2016) ise oluşum hakkında şunları belirtiyor, “Ben Emre Uzun. Çekirdek bünyesindeki atolyeden sorumluyum. Burası 15 aydan fazla süredir var. Çekirdek’in atolyesi burası oluyor. İTÜ Çekirdek Girişimcilik Ekosistemi; teknoloji tabanlı yenilikçi iş fikirlerine sahip, fikrinin inovatif ve ticari faaliyete dönüştürülebilir olduğuna inanan girişimciler ve start-up’lar için oluşturulmuş bir girişimcilik merkezidir. İTÜ ve İTÜ ARI Teknokent tarafından 2011 yılında kurulmuştur.”

Koç Incubation Center pazarlama sorumlusu olan Akser (2016) yerleşke ve atolye hakkında şunları söylüyor, “Ben Mustafa Kemal Akser, pazarlamadan sorumluyum.

Aynı zamanda buradaki etkinliklerin düzenlemesinden sorumluyum. Burdaki laboratuarı girişimcilere hizmet vermek için açtık. Henüz dışarıya hizmet vermiyoruz ama vermeyi planlıyoruz.Burası Koç Üniversitesine bağlı bir kuluçka merkezi, İstanbul Kalkınma Ajansının bize sağladığı 800 bin liralık fonlar burası kuruldu. Burası 2 ay önce kuruldu, şuanda da eksik olan ekipmanları tamamlamaya çalışıyoruz. Onlarla da beraber içerdeki girişimcilere hizmet veriyoruz. Burda şuanda hızlandırma programına Kabul edilmiş 17 girişim var.”



Şekil 3.5 : Koç Incubation Atolye (Fotoğraf 1)



Şekil 3.6 : Koç Incubation Atolye (Fotoğraf 2)

İTÜ Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü maket atolyesinden sorumlu olan Tatlısu, kendini ve pozisyonunu anlatırken şunları ifade etmiştir, “Enver Tatlısu. Burada

araştırma görevlisiyim. Doktorama devam ediyorum. Aynı zamanda bu atolyeden sorumluyum.”



şekil 3.7 : İTÜ Maket Atolyesi

Bilgi Üniversitesi’nde Endüstriyel Tasarım Bölümüne ait maket atolyesinde sorumlu olan Avcı, şunları ifade etmiştir, “Ben Mertcan Avcı. Bilgi Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı bölümünde 3. sınıf öğrencisiyim. Buradaki laboratuvarın asistanlarından birisiyim.”



şekil 3.8 : Bilgi Üniversitesi Tasarım Atolyesi (Fotoğraf 1)



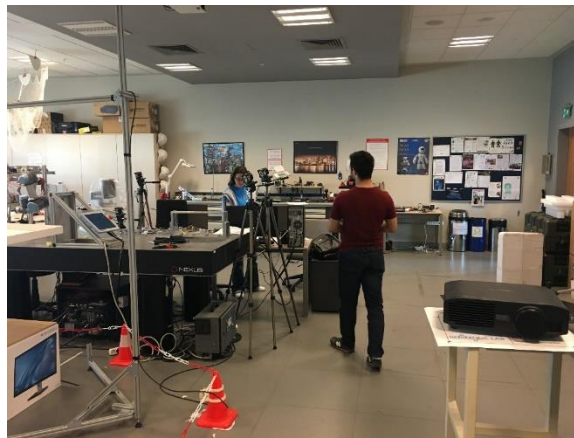
şekil 3.9 : Bilgi Üniversitesi Tasarım Atolyesi (Fotoğraf 2)

Koç Üniversitesi içerisinde yer alan ‘Desing Lab’den sorumlu olan Baytaş yerleşke hakkında şunları söylemiştir, “Mehmet Aydın Baytaş. Okuldaki pozisyonum da doktora öğrencisiyim, Sosyal Bilimler Enstitüsünde. Burada ‘Design Lab’de doktora öğrencisi olarak çalışıyorum. Aynı zamanda bu Design Lab’in de bir parçası olduğu Koç Üniversitesi Arçelik Yaratıcı Endüstriler Uygulama ve Araştırma Merkezi’nin director asistanlığını ve kordinatörlüğünü yapıyorum.

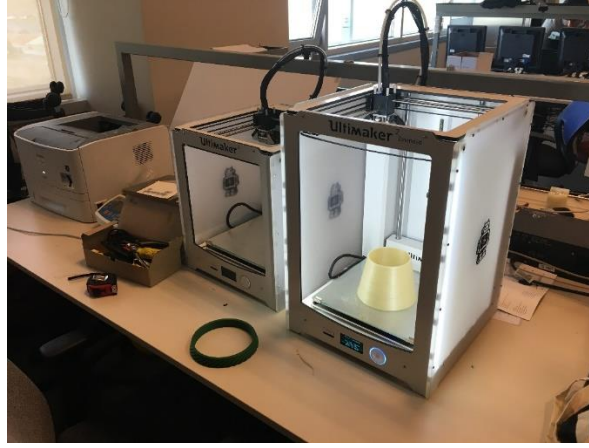
Burası bu senenin başlarında kuruldu. Arçelik ve Koç Üniversitesi’nin anlaşmasının ortaklığının bir ürünü burası. Neden kuruldu? Yaratıcı endüstriler alanında öncelikle tasarımdan, etkileşim tasarımından özellikle başlayarak hem Türkiye’de hem de Avrupa’da dünyada yaratıcı endüstriler adına değer yaratmak, katkıda bulunmak için böyle bir oluşum gerçekleştirildi.

Şuan burada 4 tane hocamız var, direk olarak buraya bağlı olarak çalışıyor. Onların doktora, master öğrencileri var. Her hocanın çalışma sistemi birbirinden biraz farklıdır. İşte bizim Oğuzhan hoca mesela, doktora öğrencilerine proje verir. Her araştırma projesi bir doktora öğrencisinin liderliğinde yürütülür. Bazen master, lisans öğrencileri de çalışır projelerde.”

Özyeğin Üniversitesi içerisinde yer alan robotik araştırma laboratuvarından sorumlu olan Bebek ise Makine Mühendisli Öğretim Üyesidir. Laboratuvar kapsamında çeşitli bitirme tezleri ve doktora çalışmalarının projeleri yürütülmektedir.



Şekil 3.10 : Özyeğin Üniversitesi Robotik Araştırma Laboratuvarı (Fotoğraf 1)



Şekil 3.11 : Özyeğin Üniversitesi Robotik Araştırma Laboratuvarı (Fotoğraf 2)

3.2.3.2 Yerleşkede bulunan üç boyutlu yazıcı sayısı ve özellikleri

Bu kısımda okulların ve kuluçka merkezlerinin sahip olduğu üç boyutlu yazıcıların sayısı araştırılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki soru yöneltilmiştir,

- Sorumlusu/çalışanı olduğunuz laboratuvarda ne kadar süredir 3D printer bulunuyor ve adedi nedir?
- Hangi tip 3D printerlar mevcut? Özellikleri nedir?

Bu sorunun sorulmasındaki amaç, okulların ve kuluçka merkezlerinin ne büyüklükte bir üretim hacmine sahip olabildiğini öğrenebilmektir. Ayrıca bulunan üç boyutlu yazıcıların özelliklerinin bilinip bilinmediği de araştırılan diğer bir unsur olmuştur. Elde edilen verilere göre, yerleşkelerin büyük çoğunluğunda sadece bir kaç adet üç boyutlu yazıcı bulunmaktadır ve bulunanlar FDM tipi masaüstü üç boyutlu yazıcılardır.

Atolye İstanbul'dan Keser, FDM tipi masaüstü üç boyutlu yazıcılara sahip olduklarını söylüyor ve ekliyor, “Ultimaker 1 ve 2 bir buçuk yıldır burada olabilir, ben yokken de vardı. Moment var bir tane, 3 aydır var. FDM tipi masaüstü 3d printerlar var. Plastiği ısıtarak PLA basan var. Buradaki yazıcıları eğitime yönelik kullanıyoruz. Mesela Ultimaker opensource. Ya da Moment’I kullanıyoruz. Orda en güzel özelliği Ultimaker gibi yapıştırıcı kullanmaya gerek kalmıyor. Nozzle tıkanması yaşanmıyor, sürekli bakım gerektirmiyor.”

Bilgi Üniversitesi'nde atolyeden sorumlu Avcı ise şunları ifade ediyor, “6 tane makinamız var (Ultimaker, masaüstü FDM tipi üç boyutlu yazıcı). Yaklaşık iki yılı aştı. Burada aktif olarak kullanıyoruz. İki buçuk yıl kadar oldu alınlı, sonrasında biraz bekleme süresi oldu. İlk geldiklerinde upgrade edildiler. Ultimaker’lar var. ”

Girişimcilik Fabrikası’ndan İnanç şunları söylüyor, “Ocak’tan (2016) beri aktif ve bulunuyor. İki adet var. FDM tipi, masaüstü küçük bir yazıcı var. İkisi de burada kullanıyor.”

İTÜ Çekirdek atolye sorumlusu Uzun ise şunları ifade ediyor, “Burada ofiste çalışan arkadaşlar buranın her yerinde yararlanabiliyor. 2 tane 3d printer var, en çok 3d printerlar kullanılıyor. Burası İTÜ Çekirdek bünyesinde çalışmaya hak kazanmış kişiler kullanıyorlar. 2 adet masaüstü FDM tipi 3d printer var.”

Design Lab’den Baytaş ise sahip oldukları üç boyutlu yazıcılar hakkında şunları söylüyor, “Bir adet bizim kendi 3d printer’ımız var burada. Onu alalı toplam 1 sene olmadı. Yeni aldık onu zaten burayı kuralı da 1 sene kadar oldu. Kurulduğunda ilk aldığımız şeylerden biriydi o. Bir tane de mühendislik fakültesinde var onların laboratuvarında, eskiden onu kullanıyorduk. O da galiba 3 ya da 4 yıldır var orada. Bizde Zortrax M200 var bir tane. FDM yapıyor. Filamentle çalışıyor.”

İTÜ Maket Atolye’sinden sorumlu Tatlısu ise alınan bir adet FDM tipi üç boyutlu yazıcı olduğunu ancak onun da bozuk olmasından dolayı uzun zamandır kullanılamadığı bilgisini veriyor.

Koç Incubation’dan Akser şunları söylemiştir, “Burada 3 tane 3d printer var. Zaxe’den sağladık. Bir de bunun yanında formlabs var. Zaxe ile partnerlik anlaşması sağladık. Onlar 3d printer ve filament sağlıyorlar. Diğer makerspace etkinliklerimizde de varlar. Masaüstü FDM tipi 3d printer’lar mevcut.”

Özyeğin Robotik Araştırma Laboratuvarı’nda Bebek ise şunları söylemiştir, “Bir yıldır var, iki adet var.Ultimaker var iki tane. Birisi Ultimaker extender, ikisi de PLA ve ABS basan standart ucuz 3d printer’lar.”

3.2.3.3 Sarf malzeme tüketimi ve üç boyutlu yazıcıların çalıştırılma süreleri

Bu kısımda okulların ve kuluçka merkezlerinin ne sıklıkta üç boyutlu yazıcı kullandıkları araştırılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki sorular sorulmuştur,

- Bir parça üretimi için gram/maliyet oranı nedir? Sarf malzemesi ve tamir bakım gibi ihtiyaçları nasıl karşılanıyor? Sarf malzemesi tüketiminiz nedir, günlük, aylık ?
- 3D printerların çalışma süreleri nedir? Günde kaç ürün oluşturuluyor?

Bu soruların sorulmasındaki amaç üç boyutlu yazıcıların ne sıklıkta çalıştırıldığını anlayabilmek ve ücretlendirme politikalarını incelemektir. Ayrıca sarf malzemesi ve tamir, bakım gibi ihtiyaçların ne şekilde karşılandığını öğrenebilmek de amaçlardan bir diğeridir. Elde edilen verilere göre, okullar ve yerleşkelerin tamamı ücret almadan üç boyutlu yazıcıların kullanılmasını sağlamaktadır. Bazıları sarf malzemeyi kullanıcının kendisinin tedarik etmesini beklerken bazıları ise ücretsiz şekilde sarf malzemesi ihtiyacını da karşılamaktadır. Üç boyutlu yazıcıların çalıştırılma süreleri incelendiğinde ise beklenilenin altında çalıştığı görülmüştür. Kimi günler hiç çalıştırılmayan üç boyutlu yazıcıların dönem dönem daha çok kullanıldığı ancak yine de 7 gün 24 saat'lik bir performansta çalıştırılmadığı sonucuna varılmıştır.

Atolye İstanbul'dan Keser şunları söylemiştir, “Şuan için çok cüzzi miktarlarda bedava gibi maliyeti üzerinden fiyatlar alınıyor. Üyelik sistemimiz başladıktan sonra asıl fiyatlar ortaya çıkacak. Biz burda en ucuz hizmeti veriyoruz üyelerimiz için. Çünkü üyelerimizin sürekli denemeler yapmaları gerekebiliyor, bir üyemizin dışarıdan baskı almasını istemeyiz. Sarf malzemesi ve bakım ihtiyaçlarının firmalardan karşılıyor. Her malzeme farklı olabiliyor. Günde 20 dk 30 dk kadar çalışıyor. Çünkü üç günde bir 3 saatlik baskılar alıyoruz. Ticari bir hizmet yok. Dışarıda gramı 1,5 – 2 tl olduğu dönemde, burada 1 tl ile ücretlendiriyoruz”

Bilgi Üniversitesi atolyeden sorumlu Avcı şunları söylüyor, “Aslında biz sürekli buradayız ve makinaların temizliği ve nasıl çalıştırıldığını öğrendik. Bir tek ana kartta sıkıntı olursa servisi çağırıyoruz. Ben, üç ayda bir filament bitiriyorum.

Bizde herkes kendi filamentini getiriyor, öyle kullanıyoruz. Bir tek makineleri okul sağlamış oluyor, filament öğrencilerden. Nerden alacaklarını sorduklarında, öyle bir

yönlendirme yapıyoruz sadece. Alacakları filamentlerin özelliklerini söylüyoruz. Onlar temin ediyorlar. Aslında 3dörtgen var, bizim okulun orayla bir anlaşması var. Ufak bir indirim de yapıyorlar, biz de öğrencileri oraya yönlendiriyoruz. Orda bazen kalmadığında da 3Durak’a yönlendiriyoruz.

Aslında makinaların kendi hafızalarında çalışma süreleri var. Bir tanesi 6 ay kadar süredir 932 saat çalışmış bugüne kadar. Ortalama böyle. Hergün bir ya da iki tanesi kullanılıyor. Şuraya tablo asıyoruz, herkesin takvimi var ve sıra alıyorlar. Randevuyla kullanılıyor makineler. Çünkü hem hangi makineyi kullanacakları belli oluyor hem de kendi filamentlerini getirdikleri için onu yerleştiriyorlar. Şuan dönem ortası olduğu için talep az, özellikle dönem sonlarında inanılmaz bir talep oluyor. Final projelerinden dolayı. İlk önce mail atıyorlar, şu saatlerde gelmek istiyoruz diye. Biz cevap veriyoruz takvimde neresi boşsa. Sonra bir randevu formları var, onu getiriyorlar imzalıyoruz ve ondan sonar kullanabiliyorlar.”

Girişimcilerine sağladıkları hizmetin ücretsiz olduğunu belirten İnanç şunları söylüyor, “Biz şuan dışarıya bir hizmet vermiyoruz. Her şey ücretsiz burada. Yani mezunlara her şey ücretsiz. Bu maker studio’yu İstanbul Kalkınma Ajansından alına hibeyle kurduk. O yüzden bütün ekipmanları onlar sağladılar. Okulun da bir desteği var. Ama çoğunu İstanbul Kalkınma Ajansı sağlıyor.

Sarf malzemesi ve tamir bakım ihtiyaçlarını Zaxe’den alıyoruz. Yani makinalar sürekli çalışıyorlar. Haftada 2 kilo filament gidiyordur. Çünkü 3d printer girişimcilik sektöründe baya önemli bir yer kaplıyor. O yüzden kullanıyorlar sürekli. İlk programda 3 mezun var. Bunlardan bir tanesi güneş perdesi yapıyor. Store perdenin üzerine güneş panelleri koyuyor. Ordan kazandığı elektriği evin şebekesine verip enerji tasarrufu sağlıyor. Onun perdenin bağlantı elemanlarını 3d printer’la üretiliyor. Diğer bir proje akıllı bisiklet kilidi. Bir bisiklet kiralama sistemi oluşturmaya dayanıyor. Onun da kilidi sabitleme elemanlarını, kilidi kaplayacağımız kabı 3d printer ile üretiliyoruz. Bir diğeri akıllı masa. Üzerine koyduğunuz ürünle ilgili bilgiler veriyor. Yani bir mağazaya gittiğinizde mağaza görevlisine sormuyorsunuz, ürünün masanın üzerine koyup istediğiniz bilgileri görebiliyorsunuz.

Bu çok değişken oluyor. Burası doğrudan hizmet veren bir yer olmadığı için 3d printer firmalarına göre çok düşük bizim üretimimiz. Hedefimiz de o değil zaten. Ürünün büyüklüğüne göre değişiyor. Makineler çoğunlukla 7/24 çalışıyor. Onu

mezunların talebi belirliyor. Mesela bir tanesi hiç ihtiyaç duymuyor 3d printer'a ama diğerleri ihtiyaç duyuyor projeye göre.”

İTÜ Çekirdek Atolye sorumlusu Uzun ise girişimcilerin kendi sarf malzemelerini kendilerinin aldıklarını söyleyerek şunları ekliyor, “Filamenti Zortrax'ın kendisinininkini alıyoruz.3d printer kullananlar kendi filamentlerini getirdikleri için ne kadarlık bir tüketim olduğunu bilmiyorum. Ama haftanın 5 günü 24 saat çalışıyor. Akış hızı sanırım 60 mm/sn olması lazım. Önümüzdeki haftadan sonra bir filament siparişi vereceğiz ama bundan önce yoktu.Yine zortrax teknik servisinden alacağız.

Burada 3d printer tablomuz var. Haftanın 5 günü çalışıyor. Hatta toplamda 1600 saat çalıştılar. Hala aynı ekipmanlarla hiçbiri değişmeden çalışıyorlar.”

İTÜ Maket Atolyesi'nden sorumlu olan Tatlısu, var olan üç boyutlu yazıcının bozuk olmasından dolayı kullanılamadığını bu nedenle sarf malzemesi tüketimi de olmadığını söylüyor ve şunları ekliyor, “3d printer çalışıyor iken toplamda 10-15 tane ürün ancak basabildik.”

Koç Design Lab'den Baytaş, üç boyutlu yazıcı kullanımının ücretsiz olduğunu ancak laboratuvar çalışanlarının yararlanabildiğini ifade ediyor ve şunları ekliyor, “Ücretli değil, buradaki doktora öğrencileri ya da bu araştırma merkeziyle ilişkili olan herhangi bir insan istediği gibi gelip baskı alabilir. Sarf malzemesi ve tamir bakım ihtiyaçlarıyla ben ilgileniyorum şuanda, kordinatör ve direktör asistan olduğum için. Yani bittikçe alıyorum. Bakımı geldikçe bazı işleri ben yapıyorum arada yaşıyorum şaftlarını. Çok fazla değil sarf malzemesi tüketimimiz. Henüz bir kartuşu dahi bitiremedik, bir kaç aydır. Heralde toplam 1 makara harcamışızdır 5-6 ay içerisinde. Her gün kullanılmıyor.

Buradaki güncel 7 projenin 5'inde 3d printer kullanılıyor. Ama proje direk 3d printer ile alakalı değil. Mesela ‘human to human touch interaction’ gibi bir projemiz var. İnsanın kendi eline dokunarak, oradaki yüzey alanını algılayarak oyun oynayabiliyorlar. Bileklerine bir cihaz takılıyor bunun için. O cihazların kasasını 3d printer ile ürettiler.”

Koç Incubation'dan Akser de girişimcilerine ücretsiz şekilde üç boyutlu yazıcı kullanımı sağladıklarını söylüyor ve şunları ekliyor, “Herhangi bir ücret almıyoruz. Burdaki hızlandırma programına Kabul edilmiş girişimlere %3 ortak oluyoruz. Bu kapsamda bu desteklerden yararlanıyorlar. İhtiyaçlarımızı Zaxe'den karşılıyoruz. Bizdeki 3d printerları farklı objeleri basmak için sürekli test ediyoruz. 3d printerlar nerdeyse sürekli çalışıyorlar.”

Özyeğin Üniversitesi'nden Bebek ise şunları ifade ediyor, “Ücret almıyoruz. Ama filamentin alınması için ayrılmış bir bütçe var. Bitirme projeleri için olan bütçeden oradan filamentleri aldık geçen yıl. Ama yani öğrencilerden özellikle bir şey talep etmiyoruz. Tamir bakım ihtiyaçları da lab.ın kendi bütçesi var oradan karşılıyoruz ama zaten 1 yıl olduğu için hepsi garanti kapsamında, sadece 2 kere bozuldular. İkisi de garanti kapsamında tamir oldu. Sarf malzemesi tüketimi tahminim dönem dönem çok fazla kullanılıyor özellikle bitirme projeleri deadline'ları geldiğinde haftada 700 gr. Kadar gidiyordur ama diğer zamanlarda yani 2-3 ayda bir rulo ancak gidiyordur

Basılan parçaya göre değişir ama. En uzun ben 50 saatte basılan parça biliyorum, yarım saatte basılan parçalar da oluyor. Ama genelde parçalar genelde 8-12 saat sürüyor. Ortalama 3-4 üründür ama çoğu zaman çalışmıyor 3d printer'lar.

3d printer almamızdaki amaç bitirme projelerindeki yoğunluğu azaltmaktır.Çünkü çok fazla üretim yapılıyor, torna var freze var onlar yetişemediği zaman küçük şeyleri tasarlayıp basabilsinler diye alındı.”

3.2.3.4 Hedef kitle olarak endüstriyel tasarımcılar

Bu kısımda okullarda ve kuluçka merkezlerinde yer alan üç boyutlu yazıcıların kullanıcıları arasında endüstriyel tasarımcıların olup olmadığı araştırılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki sorular yöneltilmiştir,

- 3D printer kullananlar kimler? 3D printer kullanmasını beklediğiniz kitle arasında endüstriyel tasarımcılar ve öğrencileri var mı?
- Endüstriyel tasarım öğrencilerinin projelerinde özellikle 3D printer kullanmaları bekleniyor mu, sizin bilginiz dahilinde?

Bu soruların sorulmasındaki amaç endüstriyel tasarımcıların, üç boyutlu yazıcı kullanımında temel bir hedef kitle olarak görülüp görülmediğini öğrenebilmektir. Elde edilen verilere göre, kuluçka merkezleri zaten kendi girişimcilerine hizmet verdikleri için kuluçkaya girmeye hak kazanmış kişilerin meslek grupları fark etmiyor, dolayısıyla da üç boyutlu yazıcıyı kullanmalarını bekledikleri kitle arasında özellikle endüstriyel tasarımcılar yer almamaktadır. Sadece Bilgi Üniversitesi, endüstriyel tasarımcıların üç boyutlu yazıcıları kullanmalarını desteklerken eğitim sistemlerinde de buna yönelik projeler gerçekleştirmektedirler.

Bilgi Üniversitesi’nden Avcı, üç boyutlu yazıcıyı kullanan kitle arasında endüstriyel tasarımcıları da beklediklerini ifade ederken şunları da ekliyor, “Burası herkes için kuruldu ama bizim bölümde prototip yapma olayı daha çok olduğu için bizim fakültenin öğrencileri daha çok kullanıyorlar. Bizim production surgery dersimiz vardı. Ürünlerin içini açıyorduk, söküyorduk, ne nerde nasıl çalışıyor görmek için. Dönem sonunda örneğin bizden bir masaj aleti tasarlamamızı beklediler. İç aksamını dahi tasarladık, motor nereye gelecek falan. Sonra kabuğunu 3d printer’den bastık ve çalışır bir halde teslim ettik. Bire bir çalışan bir şeyi teslim etmen gerekiyor. İç elektroniğini bir üründen hazır alabilirsin ama dış kısmını tamamen senin tasarlayıp basman gerekiyordu. Mesela birinci sınıflara hayva figürleri yaptırdılar ve 3d printer’den baskı almaları istendi.”

Girişimcilik Fabrikası’ndan İnanç, gelen başvurular arasında endüstriyel tasarımcıların olmadığını belirterek şunları ekliyor, “İlk program özelinde söylüyorum, herhangi bir endüstriyel tasarım öğrencisi başvurmadı. Ama ikinci programda ekolojik mobilya geliştiren endüstriyel tasarım mezunu birisi var. Geri dönüşümlü malzemelerden mobilya geliştiriyor.”

İTÜ Çekirderk’ten Uzun, bilgisi dahilinde bir endüstriyel tasarımcının olmadığını belirterek şunları söylüyor, “Buradaki droncu bir takım var onlar kullanıyorlar. Elektronik için kutu tasarladıklarında burdan alıyorlar baskıları. Yaptıkları parçanın mekanik iç kısmı değil de dış kabuğunu burdan basabiliyorlar.”

Özyeğin Robotik Araştırma Laboratuvarı’ndan Bebek ise üç boyutlu yazıcıları kullanmalarını bekledikleri kitle arasında endüstriyel tasarımcıların olmadığını

belirterek şunları ekliyor, “Çoğunlukla makina mühendisliği öğrencileri kullanıyor. Yok çünkü endüstriyel tasarım bölümünün kendi 3d printer’ları var. Yani hocaların kendi 3d printer’ları var diye biliyorum. Bizim 3d printer’larımız dışında başka 3d printer’lar da vardı ama onlar bir şekilde bozuldu ve artık tamir edilemez durumda. Buraya da endüstriyel tasarım öğrencilerinden istek gelmiyor açıkçası. Bilmiyorlardır. Açıkçası niye bilmiyorum.”

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Üç boyutlu yazıcı teknolojileri keşfedildiği günden bu yana geliştirilerek, farklı tipte çalışabilen modelleri üretilmiş ve yayılmıştır. Profesyonel kullanım gerektiren üç boyutlu yazıcı modellerinin yanında son kullanıcıya da hitap eden masaüstü FDM tipi üç boyutlu yazıcıların üretilmesiyle, üç boyutlu yazıcıların yakın bir gelecekte her evde bulunacak bir araç olacağı düşünülmektedir.

2005 yılında RepRap akımıyla birlikte, masaüstü FDM tipi yazıcı üretmek için gerekli bilgilerin internet üzerinde ‘açık kaynak’ olarak paylaşılmaya başlamasının ardından ortaya çıkan ‘maker’ akımıyla birlikte tasarımcı ya da mühendis olmayan kişiler de üç boyutlu yazıcılar ile üretim yapabilir bir hale dönüşmüştür.

Modelleme bilgisine sahip olmayan ‘maker’lar için, üretimini yapabilecekleri ürünlerin dijital dosyalarının ücretsiz şekilde paylaşıldığı ‘Shapeways’, ‘Thingiverse’ gibi platformlar ortaya çıkmıştır. ‘Maker’lar bu platformlar üzerinden istedikleri tasarımları bilgisayarlarına yükleyerek, masaüstü üç boyutlu yazıcılarından bastırabilmektedirler. Ancak yeni bir ürüne ihtiyaç duyulması halinde yaratabilme yetisine sahip, aynı zamanda modelleme programlarını kullanabilen tasarımcılara ihtiyaç vardır. Dolayısıyla üç boyutlu yazıcıların kullanılabilmesi için, ürünlerin üç boyutlu modellenebilmesi gerekmektedir. Bu durumda ‘maker’ların, endüstriyel tasarımcıların oluşturdukları üç boyutlu modellere ihtiyaçları vardır.

Bu durumda üç boyutlu yazıcıları kullanması beklenen öncelikli kitle arasında endüstriyel tasarımcılar da vardır. Yani, bilgisayar üzerinde tasarlanan üç boyutlu modellerin fiziksel bir hale dönüştürülmesinde kullanılan üç boyutlu yazıcıların, endüstriyel tasarımcılar tarafından kullanılması beklenmektedir. Bunun birkaç sebebi vardır.

Birincisi, endüstriyel tasarımcılar ürün üretme sürecinde modellerini bilgisayar ortamında modelledikten sonra prototip üreterek, tasarladıkları özellikleri, ergonomi

gibi unsurları test edebilmek için fiziksel bir çıktı alırlar.Üç boyutlu yazıcılar, bu konuda prototip ya da kimi zaman son ürün kapsamlı üretimler için kullanılırlar.

İkincisi, üç boyutlu yazıcılar ise prototip oluşturma sürecinde büyük bir rahatlık sağlayarak, maketlerle üretilmesi imkansız olan geometrilerin oluşturulabilmesine olanak sağlarlar. Katmanlı üretim sayesinde, geleneksel üretim metodlarıyla üretilmesi imkansız olan ürünler katman katman oluşturularak üretilbileceği için bu durum endüstriyel tasarımcıların, yaratıcılıklarını geliştirerek, farklı geometriler ve sistemler tasarlayabilmeleri konusunda onlara büyük bir özgürlük sunar.

Üçüncüsü, el işçiliğiyle çok uzun zamanlarda üretilbilecek bir prototip, üç boyutlu yazıcılar tarafından çok daha kısa sürelerde üretilbilmektedir. Geleneksel yöntemlerle oluşturulan maketler için strafor malzeme kullanımı, malzemenin kendi yapısından dolayı olan zorlukların getirdiği zaman kayıpları, üç boyutlu yazıcıların kullanımı ile ortadan kalkmaktadır. Tasarımcının yapacağı tek şey, tasarladığı üç boyutlu modeli, üç boyutlu yazıcının arayüzüne ileterek, üç boyutlu yazıcıyı çalıştıracak ‘başlat’ komutunu vermektir.

Dolayısıyla, üç boyutlu yazıcıların hitap ettiği öncelikli kitle arasında tasarımcılar yer almalıdır. Ancak bu araştırmanın yapılmasına neden olan başlıca gözlemler neticesinde, ülkemizdeki üç boyutlu yazıcı kullanımının endüstriyel tasarımcılar arasında çok da yaygın olmadığı gözlemlenmiştir. Bu sorunun nedenlerini araştırmak üzere, Türkiye’de ki üç boyutlu yazıcı üreticileri, distribütörleri ve hizmet sağlayıcılarıyla görüşülmüştür.

Alınan cevaplara göre, firmaların temel müşteri kitlesi arasında endüstriyel tasarımcıların yer almadığı görülmüştür. Bu durumun nedenleri ise aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

1. Üç boyutlu yazıcı teknolojileri birden fazladır. Ancak bu durum bilinmemektedir. Dolayısıyla birden fazla üretim metodu vardır. Her bir ürün için belirli bir yöntem kullanılmaktadır. Ancak çoğunlukla daha az performans gösteren masaüstü yazıcıların kullanılması nedeniyle ortaya çıkan bir hayal kırıklığı vardır. Bu durumda daha iyi teknolojilerin kullanılabileceği ve daha iyi sonuçların alınabileceği araştıralamadan bir caydırıcı etki oluşturmaktadır.

2. Üç boyutlu yazıcılar ve üç boyutlu yazıcı hizmeti pahalı
3. Üç boyutlu yazıcılarla üretim de bir üretim metodudur. Dolayısıyla üretilecek parçanın üretim metodlarına uygun olması gerekmektedir. Ancak bu durum bilinmemektedir.
4. Tasarımcıların kullandığı 3Dmax ve Rhino gibi programların, üç boyutlu yazıcılarla üretim için uyum sorunu olabilmektedir. Yüzey modelleme, kesişen yüzeyler, kenarlar arasındaki boşluklar gibi etmenler modellerin oluşturulmasına engel yaratmaktadır.

KAYNAKLAR

Altun, İ. (2014). Osteoid: Deniz Karasahin'den 3D Basılmış Alçı ve Kemik Uyarıcısı. Nisan 2016'da ulaşıldı, <http://bigumigu.com/haber/osteoid-deniz-karasahin-den-3b-basilmis-alci-ve-kemik-uyaricisi/>

Arti90 (2016). 3B baskıda 10 yıllık tecrübe +90 3Boyulu Dijital Fabrika. 28 Nisan 2016'da ulaşıldı, <http://www.arti90.com/hakkimizda>

Wohler Report (2015). Wohler Report, 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry, Annual Worldwide Progress Report, 18-182

Chua Chee Kai, Leong Kah Fai, Lim Chu Sing (2003). Rapid Protoyping: Principles and Applications, 2nd Edition, by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., p.12 Cross, N. (1999). Design Research: A Diciplined Conversation, Design Issues, Vol. 15, No. 2, 5-10, (1999)

Cross, N. (2006). Designerly ways of knowing. London: Sprinter. P.126

Demir, Tahsin (2016). Endüstri Ürünleri Tasarımı Eğitiminde Kullanılan 3Boyutlu Sayısal Tasarım Programlarının Bellek ve Tasarım Sürecine Katkıları, 27 Nisan 2016'da ulaşıldı, <http://docplayer.biz.tr/4500092-Endustri-urunleri-tasarimi-egitiminde-kullanilan-3boyutlu-sayisal-tasatim-programlarinin-bellek-ve-tasarim-surecine-katkilari.html>

Designit (2014). Emowering designers through 3D printing, 26 Nisan 2016'da ulaşıldı, <https://designit.com/happening/news/empowering-designers-through-3d-printing>

English (2016). 3D printing for Architects Leapfrog 3D Printers, 31 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://www.lpfrg.com/en/professionals/architects>

Er Alpay, Er Özlem, Başer Serhan (2007). Endüstriyel Tasarım Kılavuzu, İstanbul Sanayi Odası, ISO Yayın no: 2007-07

Evans, Dr. Mark. User Based Product Development, Design Practise Research Group. 15 Haziran 2016'da ulaşıldı. http://www.lboro.ac.uk/microsites/lds/dprg-projects/process_id_cards.html

Er, Özlem (2002). Espas Tasarım, Tasarım: Firma İçinde Mi? Firma Dışında Mı?, Novamedya Tanıtım ve Yayıncılık Ltd. Şti.,

Howarth, D. (2016). Neta Soreq's shoes bouncy 3D printed soles, Dezeen, 26 Nisan 2016'da ulaşıldı, <http://www.dezeen.com/2016/01/24/video-energetics-pass-3d-printed-shoes-neta-soreq-fashion-footwear-design-movie>

Huang Samuel H., Liu Penk, Mokasdar Abhiram, Hou Liang (2013). Additive Manufacturing and Its Societal Impact:A Literature Review, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, July 2013, Volume 67, Issue 5, p.1

Huang Samuel H., Liu Penk, Mokasdar Abhiram, Hou Liang (2013). Additive Manufacturing and Its Societal Impact:A Literature Review, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, July 2013, Volume 67, Issue 5, p.1192,b

Hopkinson Neil, Hague Richard, Dickens Philip (2006). Rapid Manufacturing: An Industrial Revolution for The Digital Age. Chichester, England: John Wiley

Industrial Designers Society of America – IDSA (2014). What is Industrial Design? 25 Mayıs 2016'da ulaşıldı. <http://www.idsa.org/education/what-is-industrial-design>

Infotron.com.tr (2016). İnfotron- Birlikte Geleceği 3 Boyutlu Yaratıyoruz, Hakkımızda, 28 Nisan 2016'da ulaşıldı, <http://www.infotron.com.tr/index.php/kurumsal-yeni/hakkimizda>

ITU Design (2016). EUTB Uygulama Atolyesi İTÜ Endüstriyel Tasarım, 28 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://www.tasarim.itu.edu.tr/icerik/atolye.html>

Kara, M. And Kaplanseren, E. (2015). 3D yazıcı girişimi Zaxe, Keiretsu Forum Türkiye'den 250 bin dolar yatırım aldı, Webrazzi, 28 Nisan 2016'da ulaşıldı, <http://webrazzi.com/2015/07/02/3d-yazici-girisimi-zaxe-keiretsu-forum-turkiye/>

Katihall.com (2016). Katı Hal Research and Development, 29 Nisan 2016'da ulaşıldı, <http://katihall.com/>

KMB Teknoloji (2016). KMB Teknoloji, 29 Nisan 2016'da ulaşıldı, <http://www.kmbtech.com/tr-TR>

Kolitsky, Michael A. Reshaping Teaching and Learning with 3D Printing Technologies, 12 Nisan 2016'da ulaşıldı, <http://www.ementor.edu.pl/artykul/index/numer/56/id/1130>

Krassenstein, E. (2014). Why 3D Printing Needs to Take Off in Schools Around the World, 26 Nisan 2016'da ulaşıldı, <https://3dprint.com/27743/3d-printing-benefits-schools/>

Mcor Technologies (2016). Architecture, 3D Printer Solutions, 31 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://mcortechnologies.com/industries/architecture/>

3D Systems (2016). 30 Years of Innovation, 25 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://www.3dsystems.com/30-years-innovation>

Selective Laser Sinterin, B. (2012). Selective Laser Sintering, Birth of an Industry Department of Mechanical Engineering, 26 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://www.me.utexas.edu/news/news/selective-laser-sintering-birth-of-an-industry>

3dsystems.ru (2016). Products: SLA 250 – Introduction, 26 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://www.3dsystems.ru/products/slaseries/sla250/index.asp.htm>

Stratasys.com (2016). How FDM 3D Printing Works, 26 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://www.stratasys.com/3d-printers/technologies/fdm-technology>

Stratasys.com (2016). The 3D Printing Solutions Company, Stratasys, 26 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://www.stratasys.com/corporate/about-us>

Wikipedia (2016). Laminated object manufacturing, 26 Mayıs 2016'da ulaşıldı, https://en.wikipedia.org/wiki/Laminated_object_manufacturing

Wikipedia (2016). Stratasys 26 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <https://en.wikipedia.org/wiki/Stratasys>

Web.mit.edu. (2016). What is Three Dimensional Printing, <http://web.mit.edu/tdp/www/whatis3dp.html>

McLellan, C. (2014). The history of 3D printing: A timeline, ZDNet. <http://www.zdnet.com/article/the-history-of-3d-printing-a-timeline>

Wohlerassociates.com (2016). Wohlers Associates, 26 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://wohlerassociates.com/MarApr08TCT.htm>

Corporation (2016). 3D Systems Acquires Rapid Prototyping Business from EOS Gmbh of Germany, <http://www.prnewswire.com/news-releases/3d-systems-acquires-rapid-prototyping-business-from-eos-gmbh-of-germany-75167172.html>

Number, M. (2016). Wake Forest Physician Reports First Human Recipients of Laboratory Grown Organs, 26 Mayıs 2016'da ulaşıldı, http://www.wakehealth.edu/News-Releases/2006/Wake_Forest_Physician_Reports_First_Human_Recipients_of_Laboratory-Grown_Organs.htm

Wikipedia (2016). Objet Geometries, 16 Mayıs 2016'da ulaşıldı, https://en.wikipedia.org/wiki/Objet_Geometries

Investors.stratasys.com (2016). Stratasys and Objet Agree to Combine to Create a Leader in 3D Printing and Direct Digital Manufacturing (NASDAQ:SSYS), <http://investors.stratasys.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=664239>

Wakehealth.edu (2016). Engineering a Kidney – WFIRM, <http://www.wakehealth.edu/Research/WFIRM/Research/Engineering-A-Kidney.htm>

3D Systems, (2016). Z Corporation Ships Spectrum Z510 3D Printing Systems, 26 Mayıs 2016'da ulaşıldı, <http://www.3dsystems.com/press-releases/z-corporation-ships-spectrum-z510-3d-printing-systems>

Wittbrodt, B., Glover, A., Laureto, J., Anzalone, G., Oppliger, D., Irwin, J. and Pearce, J. (2013). Life-cycle economic analysis of distributed manufacturing with open-source 3-D printers. *Mechatronics*, 23(6), pp.713-726.

Stratasys Direct Manufacturing (2016). Stratasys Direct Manufacturing. [online] Available at: <http://www.redeyeondemand.com/> [Accessed 26 May 2016].

Stratasys.com (2016). Design Series 3D Printers for Product Design | Stratasys. [online] Available at: <http://www.stratasys.com/3d-printers/design-series> [Accessed 26 May 2016].

Reprap.org (2016). Darwin - RepRapWiki. [online] Available at: <http://reprap.org/wiki/Darwin> [Accessed 26 May 2016].

Thingiverse.com (2016). MakerBot Thingiverse. [online] Available at: <http://www.thingiverse.com/> [Accessed 26 May 2016].

Optomec (2016). 3D Printed Electronics for Military Aerospace Applications. [online] Available at: <http://www.optomec.com/printed-electronics/aerosol-jet-emerging-applications/military-aerospace/> [Accessed 31 May 2016].

Replicator, M. (2016). 3D Printing Resources and Tools | MakerBot. [online] MakerBot. Available at: <http://www.makerbot.com/> [Accessed 26 May 2016].

Reprap.org (2016). Mendel - RepRapWiki. [online] Available at: <http://reprap.org/wiki/Mendel> [Accessed 26 May 2016].

Stratasys.com. (2016). 3D Printed Car | Stratasys. [online] Available at: <http://www.stratasys.com/resources/case-studies/automotive/urbee> [Accessed 26 May 2016].

Invetech.com.au (2016). Organovo: NovoGen MMX Bioprinter™ — Life Sciences — Invetech. [online] Available at: <http://www.invetech.com.au/portfolio/life-sciences/3d-bioprinter-world-first-print-human-tissue/> [Accessed 26 May 2016].

Krassenstein, E. (2014). Why 3D Printing Needs to Take Off in Schools Around the World. [online] 3DPrint.com. Available at: <https://3dprint.com/27743/3d-printing-benefits-schools/> [Accessed 31 May 2016].

Epsrc.ac.uk. (2016). [online] Available at: <https://www.epsrc.ac.uk/files/newsevents/publications/case-studies/2011/3d-printing-closer-to-commercial-reality-3d-chocolate-heaven/> [Accessed 26 May 2016].

Southampton.ac.uk (2016). Product Detail. [online] Available at: http://www.southampton.ac.uk/~decode/index_files/Page804.htm [Accessed 26 May 2016].

3D Systems (2016). 3D Systems Completes The Acquisition Of Z Corp and Vidar. [online] Available at: <http://www.3dsystems.com/press-releases/3d-systems-completes-acquisition-z-corp-and-vidar> [Accessed 26 May 2016].

3ders.org (2016). 3D Systems acquires Belgian metal 3D printing service company LayerWise. [online] Available at: <http://www.3ders.org/articles/20140903-3d-systems-acquires-belgian-metal-3d-printing-service-company-layerwise.html>

Investors.stratasys.com (2016). Stratasys Celebrates 10-Year Anniversary of Industry's First Low-Priced 3D Printer: the Dimension (NASDAQ:SSYS). [online] Available at: <http://investors.stratasys.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=649712>

ITU Design (2016). İTÜ Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü. [online] Available at: http://www.tasarim.itu.edu.tr/icerik/genel_bilgi.html [Accessed 28 May 2016].

Amazon.com (2016). 3D Printer & 3D Printer Filament: Amazon.com. [online] Available at: <http://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=6066126011> [Accessed 26 May 2016].

Lboro.ac.uk (2016). *Directed Energy Deposition | Additive Manufacturing Research Group | Loughborough University*. [online] Available at: <http://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/directedenergydeposition/> [Accessed 4 Jun. 2016].

Pelovitz, J. (2014). *Modeling for Industrial Design | Jordan Pelovitz*. [online] [Jordanpelovitz.com](http://jordanpelovitz.com). Available at: <http://jordanpelovitz.com/?p=775> [Accessed 26 Apr. 2016].

Plastosel.com (2016). *Plastosel*. [online] Available at: <http://www.plastosel.com/> [Accessed 29 Apr. 2016].

Poligonmuhendislik.com (2016). *Poligon Mühendislik - 3 Boyutlu Tarama, Tersine Mühendislik, Kalite Kontrol, Hızlı Prototipleme, Boyutsal Kalite Kontrol, Geriye Dönük Mühendislik, 3B Optik Tarama, 3 Boyutlu Kalite Kontrol, 3B Tarama*. [online] Available at: <http://www.poligonmuhendislik.com/tr/hakkimizda/poligonmuhendislik.html>

Stratasys (2015). *A new mindset in product design, 3d printing can help bring better products to market faster*. WP_FDM_NewMindset_EN_0815

Tucker, E. (2015). *Janne Kyttanen unveils explosion-welded Metsidian table*. [online] [Dezeen](http://www.dezeen.com). Available at: <http://www.dezeen.com/2015/12/02/janne-kyttanen-unveils-metal-and-volcanic-stone-table-made-with-explosion-welding/> [Accessed 26 Apr. 2016].

Tucker, E. (2015). *New Balance partners with Nervous System to 3D print soles*. [online] [Dezeen](http://www.dezeen.com). Available at: <http://www.dezeen.com/2015/12/06/new-balance-nervous-system-3d-printed-personalised-soles-trainers-footwear/> [Accessed 26 Apr. 2016].

3D Printer World (2014). *The 3D Printed Osteoid from Deniz Karasahin*. [online] Available at: <http://www.3dprinterworld.com/article/3d-printed-osteoid-from-deniz-karasahin> [Accessed 26 Apr. 2016].

3dexpoturkey.com (2016). *2015 Katılımcı Listesi | 3D Print Expo Turkey*. [online] Available at: http://3dexpoturkey.com/page/tr/29/2015_Katilimci_Listesi [Accessed 28 Apr. 2016].

3dmast.com.tr (2016). *3DSystems 3D Yazıcıları Türkiye Distribütörü*. [online] Available at: <http://3dmast.com.tr/> [Accessed 29 Apr. 2016].

3dortgen.com (2016). *Hakkımızda*. [online] Available at: <http://www.3dortgen.com/Hakkimizda#hakkimizda> [Accessed 29 Apr. 2016].

3durak.com (2016). 3Durak.com | Hakkımızda. [online] Available at: <http://www.3durak.com/hakkimizda> [Accessed 29 Apr. 2016].

WOW!, R. and WOW!, R. (2015). Defne Koz | WOW! (Ways Of Working) webmagazine. [online] Wow-webmagazine.com. Available at: <http://wow-webmagazine.com/tag/defne-koz> [Accessed 27 Apr. 2016].

EKLER

EK A: Tasarımcılarla Görüşmeler

EK B: Firmalarla Görüşmeler

EK C: Okullar ve Kuluçka Merkezleriyle Görüşmeler

EK A – 1

Deniz Karaşahin

1. Kendinizi tanıtır mısınız? Kaç yıldır aktif çalışma hayatı içersindesiniz? Neler yaptınız, yapıyorsunuz?

İsmim Deniz Karaşahin 1986 İzmir doğumluyum, backgroundum biraz karışık anne tarafından İngiliz asıllı, baba tarafından Fransız asıllıyım. 2008 İzmir Ekonomi Üniversitesi, Endüstriyel Tasarım bölümü mezunuyum. Mezun olduğum dönemden itibaren aktif olarak çalışma hayatı içersindeyim, zaman içersinde hi-fi ses sistemler üzerine çalıştım hoparlör, plakçalar, amfi ve kablo tasarımlarım/ürünlerim oluştu. Vitrifiye alanında Ege Vitrifiye (Diamas serisi) ile çalışmalarım var. Tamamen alakasız başka bir alan olan marin otopolot sistemleri özelinde dolap tipi dümeni olan yelkenli tekneler için otopolot ürün ve sistem tasarımı var. Üç sene üst üste avrupadaki en büyük tasarım yarışmalarından olan A’design Award yarışmasında ödülleri var. Ayrıca vakit bulduğum zamanlarda part time olarak İzmir’de iki ayrı Üniversitede eğitim görevlisi olarak çalıştım.

Son iki senedir 3b yazıcı ve diğer dijital üretim teknolojileri aracılığı ile kişiye özel ortez ürünleri geliştiriyoruz, bu proje aracılığı ile General Electric, Intel ve Autodesk gibi firmalar ile çalışma fırsatım oldu. Osteoid Sağlık Teknolojileri A.Ş. firmamızın kurulması, finansman bulunması aşamalarından geçtik, hali hazırda ürün ve sistem geliştirilmesi ve inovasyon konularında çalışıyorum.

2. 3d printer ile tanışma hikayeniz nedir? 3d printer’lar ne zamandır hayatınızda?

3D printer ile tanışma hikayem göreceli olarak biraz eski, yanılmıyorsam ilk defa bir 3d printer ile üniversite 2. sınıfta tanıştım. İlk olarak bir projemde, yine üniversite yıllarında kullandım, hikâyesini paylaşayım sizinle.

Üniversite 4. sınıfta kask projemiz vardı geometrik olarak çok komplike bir ürün tasarlamıştım ve modelini asla istediğim zamanda ve istediğim düzgünlükte yapamayacağımı biliyorum. O dönem İzmir ve İstanbul’da bulunan birkaç firmadan astronomik fiyat teklifleri aldıktan sonra internette bulduğum Hong Kong’lu bir firmada Türkiye fiyatının yaklaşık onda birine modelimi yaptırtıp getirtmiştim. Bu teknoloji o gün bu gündür hayatımın içerisinde.

3. 3d printer ile neler yapıyorsunuz? Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? 3d printer’ınız var mı? Varsa hangi model? (Teknoloji, marka vs.)

Biliyorsunuz aslında her şey yapılıyor aslında 3d printer ile çok geniş kapsamlı kullanımı günlük hayatta mobilya detayları, aydınlatma gibi ürünlerde kullanıyorum fakat esas kullanımımız medikal ürünler üzerine. Metal hariç pek çok teknoloji/materyali kullanabilme fırsatım oldu, çoğunlukla kendi yaptırdığımız FDM makinalarını kullanıyoruz.

4. 3d modellerinizi hangi programla yapıyorsunuz? Kullandığınız modelleme programıyla ilgili olarak 3d printing sürecinde yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

Temel olarak Rhino ve eklentilerini kullanıyorum (t-splines ve grasshopper). Açıkçası modelleme sürecini 3d Printing sürecinden pek ayırmıyorum veya karşılaştırmıyorum diyelim zira birbirlerini tamamlayan süreçler benim için o sebepten iki süreci de gerçek anlamda derinlemesine öğrenilmesi ve hâkim olunması gerektiğini düşünüyorum.

5. 3d printer ile üretim sürecine hakim olduğunuzu düşünüyor musunuz? 3d printer kullanımıyla ilgili bir eğitim aldınız mı? Bu konuyla ilgili olarak herhangi bir eğitim alınmasını gerekli görüyor musunuz? Neden?

Bir kursa gidip 3d printer kullanmayı biliyorum diye bir “belge” almadım, fakat ticari uygulamalar için gerekli seviyede teknolojiye ve sürece hakim olduğuma inanıyorum. Eğitim her konuda olduğu gibi çok önemli fakat enformasyon teknolojilerinin geldiği noktayı da göz önüne alarak kişinin meraklı ve öğrenme alışkanlığına sahip olmasını yeterli görüyorum.

6. 3d printer ile üretim sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Üretim süreci ve çıktılarıyla ilgili olumlu/olumsuz düşünceleriniz nelerdir?

Ben 3d printer ile üretim sürecini çok özgürleştğini düşünüyorum zira biraz alıştıktan sonra geliştirdiğiniz çözümlerin veya uygulamaların kalıtsal olarak neredeyse sınırsız seviyede komplikeleşebildiğini görüyorsunuz, gerçekten çok heyecan verici...

7. Dışarıdan 3d printing hizmeti alıyor musunuz? Alıyorsanız nereden? Bu iş birlikteliği sürecini anlatır mısınız? Hizmet alımı sırasında yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

Kendi ekipmanıma kavuşmadan önce +90'dan hizmet alımı yapıyordum, çok sevdiğim çalışmaktan zevk aldığım bir firma (biraz pahalı, ama basmayın bu yorumumu ayıp olmasın)

8. 3d printer'lardan beklentileriniz nelerdir? 3d printer'lar ve 3d printing süreci, beklentilerinizi sağlayacak çıktılar sunuyor mu?

Sistemlerin çok daha süratlenmesini bekliyorum demek biraz klişe olacak ama gerçekten bekliyorum, ayrıca nano teknoloji ve/veya kompozit malzemeler gibi alanlarda henüz bilimsel makale seviyesinde gördüğümüz teknolojilerin endüstriyel ölçekte ulaşılabilir olmasını bekliyorum. Ayarlanabilir fiziksel vasıflarda homojen olmayan malzeme/form geliştirilmesi gerçek anlamda üretim konusunda yüzyıllardır ezberlediğimiz dinamikleri değiştirip, tabiri caiz ise bizleri ancak hayal edebildiğimiz şeyleri görmeye alıştırarak...

9. 3d printer'lar ile istediğiniz her şeyi yapabiliyor musunuz? Tasarımlarınızda 3d printing sürecini göz önüne alarak yaptığınız değişiklikler oluyor mu? Neler?

Tabiki fiziksel dünya kurallarından kaçamıyorsunuz, 3d printing süreci ile alakalı yaptığım değişiklikler esasında eskiden “bu ürün kaliptan nasıl çıkacak ? ”sorusu ile ilgili çektiğim bütün çilelerden kurtardı beni.

10. Endüstriyel tasarım alanı içerisinde, Türkiye’de 3d printer kullanımı ve bilinirliği hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu konuda gelecekle ilgili görüşleriniz nelerdir?

Her konuya olduğu gibi merak ve heves oldukça var ama ne yazık ki her konuda olduğu gibi derinliğine inildiğini limitlerin gerçek anlamda zorlandığını düşünmüyorum.

EK A – 2

Enes Büyüktopbaş

1. Kendinizi tanıtır mısınız? Kaç yıldır aktif çalışma hayatı içersindesiniz? Neler yaptınız, yapıyorsunuz?

Enes Büyüktopbaş İstanbul üniversitesi Meslek yüksek okulu makine bölümünden mezun olduktan sonra, Işık Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümünü derece ile bitirdim. 7 senedir aktif olarak çalışmaktayım. İş hayatımda farklı sektörler de bulundum. Mobilya, Otomotiv, mücevherat ve son olarak şehir mobilyaları sektöründeyim.

2. 3d printer ile tanışma hikayeniz nedir? 3d printer'lar ne zamandır hayatınızda?

2008 yılında İMMİB Endüstriyel tasarım yarışmalarından ödül aldığım projemin prototipinin üretimi sırasında 3d printer ile tanıştım.

3. 3d printer ile neler yapıyorsunuz? Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? 3d printer'ınız var mı? Varsa hangi model? (Teknoloji, marka vs.)

Henüz kendime ait 3d printerım yok. Serbest olarak takip ettiğim projeler için yapmış olduğum tasarımların ölçekli maketlerinde ve organik yüzeyler ve objeler için 3d printer ı tercih ediyorum.

4. 3d modellerinizi hangi programla yapıyorsunuz? Kullandığınız modelleme programıyla ilgili olarak 3d printing sürecinde yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

Rhinoceros kullanıyorum. Çok fazla olumsuz bir şey yaşadığımı söyleyemem.

Yapmış olduğum tasarımları pc ortamında hazırlarken solid olarak modelliyorum. Açık yüzey bırakmıyorum. Böylece stl e çevirdiğimde yüzeyler arasındaki yırtılmaların önüne geçmeye çalışıyorum.

5. 3d printer ile üretim sürecine hakim olduğunuzu düşünüyor musunuz? 3d printer kullanımıyla ilgili bir eğitim aldınız mı? Bu konuyla ilgili olarak herhangi bir eğitim alınmasını gerekli görüyor musunuz? Neden?

Herhangi bir eğitim almadım. Bu konu ile ilgili eğitim olması gerektiğini düşünmüyorum, seminerler yeterli gibi. Fakat bir eğitim modeli hazırlanacak olursa örneğin; okul hayatından sonra mesleki hayatında 3d printer kullanımına ihtiyacı olacak bölüm mezunları için seçmeli ders gibi düşünülerek bilgisayar ortamında modelleme ve hızlı imalat teknolojileri gibi bir öneri olabilir.

6. 3d printer ile üretim sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Üretim süreci ve çıktılarıyla ilgili olumlu/olumsuz düşünceleriniz nelerdir?

Yeterli materyal yok. Renkler sınırlı. Üretim sürecindeki başta gelen sıkıntılardan birisi zamanlama.

7. Dışarıdan 3d printing hizmeti alıyor musunuz? Alıyorsanız nereden? Bu iş birlikteliği sürecini anlatır mısınız? Hizmet alımı sırasında yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

Çalıştığım yerlerin destek aldığı firmalar oluyordu. Daha önce çalışmış olduğum kuyumculuk sektöründe tasarladığımız ürünlerin 3d printer çıktılarını Kapalıçarşı da ki fason olarak çalışan printer işleri yapan farklı atölyelerde üretildiği biliyorum.

8. 3d printer'lardan beklentileriniz nelerdir? 3d printer'lar ve 3d printing süreci, beklentilerinizi sağlayacak çıktılar sunuyor mu?

Zamanlama konusunda muhakkak değişiklikler olmalı. Yüzey kalitелisi daha iyi olmalı. İsteddiğimiz renk ve malzemeyi temin edebilmeliyiz.

9. 3d printer'lar ile istediğiniz her şeyi yapabiliyor musunuz? Tasarımlarınızda 3d printing sürecini göz önüne alarak yaptığınız değişiklikler oluyor mu? Neler?

Tasarımı tekrar ölçekli model için uyarladığım oluyor.

10. Endüstriyel tasarım alanı içerisinde, Türkiye'de 3d printer kullanımı ve bilinirliği hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu konuda gelecekle ilgili görüşleriniz nelerdir?

3d Printer desteği sektör haline dönüştüğü gibi Endüstriyel tasarım faaliyetlerinde de 3d printerler yerini almaya başladı. Artık bir çok firmalarda, ofislerde, tasarım ajanslarında basit de olsa 3d printer görebiliyoruz. Gelecek te kişisel kullanımın artacağını düşünüyorum, evlerde hobi amaçlı kullanılabilir olacaktır.

EK A – 3

Gizem Çelebi

1. Kendinizi tanıtır mısınız? Kaç yıldır aktif çalışma hayatı içersindesiniz? Neler yaptınız, yapıyorsunuz?

Gizem Çelebi. 2012 yılında endüstriyel tasarım bölümü lisans eğitimimi tamamladım. 3 yılı aşkın süredir kendi pazarında büyük bir firmada endüstriyel tasarımcı olarak çalışıyorum. Bu sene uzmanlığımı aldım. Tekstil aksesuarları üzerine çalışan bir firmada inhouse tasarımcı olarak çalışıyorum.

2. 3d printer ile tanışma hikayeniz nedir? 3d printer'lar ne zamandır hayatınızda?

3D printerla tanışmam fuarlar vasıtası ile oldu. Ancak 3D printerlardan çıktı edinmem mezuniyet projem sırasında Vestel Elektronik'ten danışmanlık almam esnasında oldu. Tasarladığım ürünün prototipini İzmir'de bir atölyede 3D printerdan pastırdılar. Daha sonra yüzey işlemleri, boyama vs. gibi post süreçler ile son haline getirildi. Ancak sürekli olarak kullanımım, şuan çalıştığım şirkette işe başlamam ile oldu.

3. 3d printer ile neler yapıyorsunuz? Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? 3d printer'ınız var mı? Varsa hangi model? (Teknoloji, marka vs.)

Tam modelini bilmiyorum ancak Eden Prototype machine adında birkaç modeline fabrikamızdaki Cadcam departmanında sahibiz.

4. 3d modellerinizi hangi programla yapıyorsunuz? Kullandığınız modelleme programıyla ilgili olarak 3d printing sürecinde yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

3D modellemeyi Pro-engineer programında yapıyoruz. Katı modelleme programı olduğu için, curve based çizim programları kadar organik çizimler

yapılamıyor; yapılsa da çok uzun süreçler alıyor. Ancak zaten üretilebilirlik düşünüldüğünde bu programlar çok daha efektif. Hazırladığımız modelden hem ürün, hem kalıbı işlenebiliyor. 3D printing sürecinde, küçük ürünler üzerinde çalıştığımız için yollukları kırarken bazen ürünün kendisi de kırılabilir. Yüzey kalitesinin çok iyi olmasını istediğimizde daha uzun vakit alması, müşterilerin taleplerine yetişebilmemiz yolunda sıkıntı çıkarıyordu. Ancak bunun önüne geçmek için birkaç adet makine edinildi.

5. 3d printer ile üretim sürecine hakim olduğunuzu düşünüyor musunuz? 3d printer kullanımıyla ilgili bir eğitim aldınız mı? Bu konuyla ilgili olarak herhangi bir eğitim alınmasını gerekli görüyor musunuz? Neden?

3D printerı dolaylı yoldan kullanıyorum. Üretim çizimi ve data convert gibi aşamaları gerçekleştirdikten sonra, hazırladığım dataları Cadcam departmanındaki iş arkadaşlarıma gönderiyorum. Onlar basım işlemlerini tamamladıklarında bana ürünleri gönderiyorlar. Şirket içinde bir nevi 3D printer müşterisiyim. Eğitim almadım, eğer ben kullanacak olsaydım şirket içinde kullanımını bilen arkadaşlarımdan göstermesi yeterli olurdu. Bilgi aktarımı bizim şirkette bu şekilde ilerlemekte. Pro-engineer kullanmayı bilmezken 10 gün içinde bir iş arkadaşımın verdiği yoğun eğitim ile bilir duruma geldim. Bu yüzden dışardan 3D printer ile ilgili eğitim almayı kesinlikle düşünmezdim.

6. 3d printer ile üretim sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Üretim süreci ve çıktılarıyla ilgili olumlu/olumsuz düşünceleriniz nelerdir?

Süreç uzun, kısaltmak isterseniz yüzey kalitesi ve detaylardan feragat etmeniz gerekiyor. Müşterilere direkt plastik numuneyi göndermek yerine üzerine kaplama rengi gösterebileceğimiz bir tutucu yüzey işlemi daha olabilse, işimize çok yarayabilirdi. Yani plastik çıktının üstüne ekstra işlem yapılamaması bizim için olumsuz bir özellik.

7. Dışarıdan 3d printing hizmeti alıyor musunuz? Alıyorsanız nereden? Bu iş birlikteliği sürecini anlatır mısınız? Hizmet alımı sırasında yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

Dışarıdan 3D printing hizmeti almıyorum. Bu işlerle ilgilenen birçok arkadaşım var, alacak olsam büyük ihtimalle onlardan yardım isterdim.

8. 3d printer'lardan beklentileriniz nelerdir? 3d printer'lar ve 3d printing süreci, beklentilerinizi sağlayacak çıktılar sunuyor mu?

Yukarıda da bahsettiğim gibi post işlem yapılabilse çok iyi olurdu.

9. 3d printer'lar ile istediğiniz her şeyi yapabiliyor musunuz? Tasarımlarınızda 3d printing sürecini göz önüne alarak yaptığınız değişiklikler oluyor mu? Neler?

3D printerdan geçen gün 0.1 mmlik bir yüzey üzerine logo uygulaması denemesi aldık. Çok efektik olmamakla birlikte bunu bile yapabildik. 3D printing işlemini tasarımlarımın ana çıktısı için kullanmıyoruz. Daha çok yaptığımız ürünlerle ilgili müşterilerimize 3boyutlu çizimlerin 2 boyutlu görsellerinden daha gerçekçi bir çıktı sunabilmek ve boyut / form vb. konularda müşteriden teyit almak için kullanıyoruz.

10. Endüstriyel tasarım alanı içerisinde, Türkiye'de 3d printer kullanımı ve bilinirliği hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu konuda gelecekle ilgili görüşleriniz nelerdir?

Bilinirliğinin son birkaç yılda çok arttığını düşünüyorum. Ancak tasarım aktivitesini domine edebilecek nitelikte bir kapsama ulaşmasını yakın gelecekte öngörmüyorum.

EK A – 4

Mehmet Mert Sezer

1. Kendinizi tanıtır mısınız? Kaç yıldır aktif çalışma hayatı içersindesiniz? Neler yaptınız, yapıyorsunuz?

Mehmet Mert Sezer 1988 yılında Ankara’da doğdu. Lise eğitimini Ankara’da bitirdikten sonra İstanbul Teknik Üniversitesi’nde Endüstriyel tasarım okumak için İstanbul’a geldi. Eğitiminin 6 ayını Belçika’da Hogeschool West-Vlaanderen’de, geri kalanını İstanbul Teknik Üniversitesi’nde tamamladı, şuan hala mezuniyet sonrası kurduğu Mertadam Design Studio’da firmalara dışarıdan tasarım desteği vermeye devam etmektedir. Geçtiğimiz 5 sene içinde, teknoloji şirketleri ağırlıklı olmak üzere, denizcilik, medikal ve küçük ev aletleri alanında endüstriyel tasarım, reklam ve içerik ajanslarıyla beraber görselleştirme çalışmaları yapma fırsatı buldu. Ayrıca diğer bir önemli Pazar olan Yeni kurulan firmalarla (startup) beraber hem ülke içerisinde hem de dışarısında çeşitli ödüller kazanmıştır. Mertadam Design Studio’nun yeni partnerler ve yeni Pazar arayışı sürmektedir.

2. 3d printer ile tanışma hikayeniz nedir? 3d printer’lar ne zamandır hayatınızda?

- 3d printer sürecinin en başından beri haberdarım. İstanbul Teknik Üniversitesi’nde eğitim gördüğüm zaman içerisinde (2007-2011 yılları arasında) prototiplerimizi strafor üzerine metal macunu sürüp zımpara çekerken, 3d printer teknolojisinin farkındaydık ama bu teknoloji ne yaygındı ne de bir öğrenci için 3d printer hizmeti alabilecek durmumuz vardı. Belçika’ya gittiğim zaman, okulun içerisinde Design Center vardı ve orada ilk defa somut olarak 3d printer görme ve kullanma fırsatım oldu. 2010ların başlarında 3dprinter FDM teknolojisinin patenti düşünce tüm Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de 3dprinter üretmeye çalışan

firmalar arttı ve birkaç firma ile beraber çalışma fırsatı bulduk. Bunlar Formhane, 3Durak ve Zaxe firmalarıdır.

11. 3d printer ile neler yapıyorsunuz? Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz?
3d printer'iniz var mı? Varsa hangi model? (Teknoloji, marka vs.)

- Kendi ofisimizde 'Ultimaker 2 Extended' mevcut. FDM (Fused Deposition Modelling) teknolojisini kullanıyor. 3dprinter bizim için olmazsa olmaz. Çünkü 3dprinterlar, 3 boyut ile uğraşan her tasarımcının eli ayağı oldu/olmalı. Mertadam Design Studio olarak tasarım hizmeti verdiğimiz firmalara artık ürünlerimizi, 2d hardcopy sunmak yerine, 1/1 ölçekli olarak 3d printer çıktısı ile yapıyoruz. Hem sürpriz sonuçlar yaşamıyoruz hem de geçme detayları ve ergonomik kaygılar 2d hardcopy üzerinde anlama fırsatı bulamazken, şuan böyle bir problem yaşamıyoruz. Daha rahat projelerimizi ilerletebiliyoruz.

12. 3d modellerinizi hangi programla yapıyorsunuz? Kullandığınız modelleme programıyla ilgili olarak 3d printing sürecinde yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

- Genel olarak Rhinoceros kullanıyoruz. Closed polysurface yapıp Stl uzantılı export edebildiğiniz süre boyunca her program kullanılabilir. Gcode'a çevirmek için de Ultimaker'ın kendi software'i Cura'yı kullanıyoruz.

13. 3d printer ile üretim sürecine hakim olduğunuzu düşünüyor musunuz? 3d printer kullanımıyla ilgili bir eğitim aldınız mı? Bu konuyla ilgili olarak herhangi bir eğitim alınmasını gerekli görüyor musunuz? Neden?

- 3dprinter aldığımız dönem boyunca 1 günlük eğitim aldık. Daha öncesinde de 3dprinter üretmeye çalışan firmalar ile çalıştığımız için onlardan da 1'er gün eğitim almıştık ve somut olarak printer'ı ofisimize getirip, deneme fırsatımız olmuştu. 3d printer'a hakim olduğumuzu düşünüyorum. Çünkü 2 nokta çok önem arz ediyor, 3d data ve seçtiğiniz

malzeme özellikleri. 3d datada sorun yaşamıyoruz. Malzeme değiştirdikçe de ilk çıktımız tam istediğimiz sonucu vermese de şuan bu konuda da sıkıntımız olduğunu düşünmüyorum.

14. 3d printer ile üretim sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Üretim süreci ve çıktılarıyla ilgili olumlu/olumsuz düşünceleriniz nelerdir?

- 3dprinter sonuçları hala tatmin edici düzeye gelmedi ama daha önce bahsettiğimiz gibi ürünü 1/1 ölçekli görmek için ve elimize alıp test etmek için çok faydalı. Doku, renk ve malzeme gibi önemli faktörler hala emekleme aşamasında.

15. Dışarıdan 3d printing hizmeti alıyor musunuz? Alıyorsanız nereden? Bu iş birlikteliği sürecini anlatır mısınız? Hizmet alımı sırasında yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

- Dışarıdan 3d printer hizmeti aldığımız projelerimiz oldu. Ama kendi printer'ımızı aldıktan sonra, aynı yerden printer hizmeti değil de filament alıyoruz. Kullandığımız şirket de Altunizade'deki Ultimaker distribütörü 3Dörtgen. Olumsuz bir deneyimimiz olmadı, çünkü hizmet alırken de modelimizi printera hazır halde gönderdik. Hatta firma olarak 3Dörtgen'den çok memnunuz.

16. 3d printer'lardan beklentileriniz nelerdir? 3d printer'lar ve 3d printing süreci, beklentilerinizi sağlayacak çıktılar sunuyor mu?

- Ne kadar hızlı o kadar iyi aslında. Ama biliyorsunuz ne kadar hızlı o kadar az hassasiyet. Öncelikle bu segment, günümüz 3d printer teknolojisinin ilerlemesi gereken noktadır. Belki de daha az sesli çalışabilirler de.

17. 3d printer'lar ile istediğiniz her şeyi yapabiliyor musunuz? Tasarımlarınızda 3d printing sürecini göz önüne alarak yaptığınız değişiklikler oluyor mu? Neler?

- Plastik objeleri göze aldığımızda kalıba uygun modelleme ve 3d printer için modelleme birbirinden çok farklı. Daha detaylı açıklamak gerekirse. Bazen printer'dan çıkmayacak kadar büyük objeleri ölçeklendirip çıktı aldığınızda, et kalınlığında da oynamak gerekiyor. Çünkü genel olarak et kalınlığı 10mm altına düşüyorsa modelinizde hata payınız oldukça yükseliyor.
- Diğer bir nokta da. Tabla yüzeyinde katman katman yükselttiğimiz için modeli bazen parçalara ayırmak gerekiyor. Aşağıya eklediğimiz model sanırım 20'den fazla parçadan oluşuyor.



18. Endüstriyel tasarım alanı içerisinde, Türkiye’de 3d printer kullanımı ve bilinirliği hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu konuda gelecekle ilgili görüşleriniz nelerdir?

- Her alanda olduğu gibi, bu alanda da emekleme aşamasındayız. Birkaç nedeni var. Birincisi insanlar ne kadar faydalı olabileceğinin farkında değil. İkincisi 3d printer fiyatları Türkiye’de çok yüksek. Bizim aldığımız Ultimaker 2 Extended, üretildiği ülke olan Hollanda da yaklaşık 2 asgari ücret iken ülkemize girdikten sonra bizim ülkemizde yaklaşık 10 asgari ücrete tekabül ediyor. Fiyatı 3100€. Bu da aslında hem alım gücümüzün göstergesi hem de rekabet içerisinde olduğumuz Avrupalı tasarım ofislerinden sadece printer üzerinden 1-0 yenik başlamamız anlamına geliyor. Trajik.

EK A – 5

Mustafa Emre Gözleveli

1. Kendinizi tanıtır mısınız? Kaç yıldır aktif çalışma hayatı içersindesiniz? Neler yaptınız, yapıyorsunuz?

Mustafa Emre Gözleveli. 13 yıldır çalışma hayatının içeresindeyim. Lisansta şehir planlama yüksek lisansta endüstriyel ürün tasarımı okudum. Henüz tezi teslim etmedim. Kent mobilyası sektöründe, İSTONda ürün tasarımcısı olarak çalışmaktayım. Çok sayıda tescilli ve üretilmiş ürünüm bulunmakta.

2. 3d printer ile tanışma hikayeniz nedir? 3d printer'lar ne zamandır hayatınızda?

4-5 sene önce bir fuarda karşılaştım. Ertesinde maket yapma ve müşterilere somut bir şey sunma hevesi ile ilgimi çekti. 1 senedir de aktif kullanıcısıyım.

3. 3d printer ile neler yapıyorsunuz? Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? 3d printer'ınız var mı? Varsa hangi model? (Teknoloji, marka vs.)

Ürünlerin çıktılarını alıyoruz. Tasarım aşamasında fikir vermesi için de kullanıyoruz. Zortrax m200 kullanıyoruz.

4. 3d modellerinizi hangi programla yapıyorsunuz? Kullandığınız modelleme programıyla ilgili olarak 3d printing sürecinde yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

Autocad ve 3dsmax. 3dsmax üzerinden stl'ye çevirdiğimde zaman zaman sorun yaşayabiliyorum. O noktada autocad daha iyi sonuç veriyor.

5. 3d printer ile üretim sürecine hakim olduğunuzu düşünüyor musunuz? 3d printer kullanımıyla ilgili bir eğitim aldınız mı? Bu konuyla ilgili olarak herhangi bir eğitim alınmasını gerekli görüyor musunuz? Neden?

Seminerlere katıldım ama eğitim almadım. Farklı bakış açısı getirilebilir eğitim ile ancak ben kendim için şu an bir gereklilik görmüyorum. Çalışma mantıklarını anladıktan sonra kullanıcı için yeterli oluyor. Ancak makine geliştirilecekse eğitim gerekli olabilir.

6. 3d printer ile üretim sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Üretim süreci ve çıktılarıyla ilgili olumlu/olumsuz düşünceleriniz nelerdir?

Renk ve malzeme kısıtlaması en sıkıntılı konu. Tasarımcılar için fikir verse de müşteri için çıktının albenisi pek olmuyor.

7. Dışarıdan 3d printing hizmeti alıyor musunuz? Alıyorsanız nereden? Bu iş birlikteliği sürecini anlatır mısınız? Hizmet alımı sırasında yaşadığınız olumlu/olumsuz şeyler nelerdir?

Hayır almıyorum.

8. 3d printer'lerden beklentileriniz nelerdir? 3d printer'lar ve 3d printing süreci, beklentilerinizi sağlayacak çıktılar sunuyor mu?

Daha iyi yüzey kalitesi, renk ve malzeme bekliyorum. Ayrıca hız konusunda da geliştirilmesi gerektiğini düşünüyorum.

9. 3d printer'lar ile istediğiniz her şeyi yapabiliyor musunuz? Tasarımlarınızda 3d printing sürecini göz önüne alarak yaptığınız değişiklikler oluyor mu? Neler?

Tasarımını yaptığımız ürünlerin çıktılarını alabiliyoruz ancak ölçekleme gerektiğinde bazı incelikleri kalınlaştırmak gerekebiliyor. Bu da ürün hakkında yanlış fikir edinmesine yol açabiliyor.

10. Endüstriyel tasarım alanı içerisinde, Türkiye'de 3d printer kullanımı ve bilinirliği hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu konuda gelecekle ilgili görüşleriniz nelerdir?

Tasarım işinin daha fazla kişiselleşeceğini ve kişiye özel üretimlerin yaygınlaşacağını düşünüyorum. Ayrıca 3d printerların yayılması ile belki bir gün nakliyeyle bile gerek kalmadan ürünleri bir eposta ile bile yollayabiliriz ve yerine çıktı alınır.

EK B – 1

3D Mast / Serkan Fitilcan

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer'lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

Firmamız 2 yıl önce 3 boyutlu yazıcıların satış ve servis hizmetini vermek amacıyla kurulmuştur. İçerisinde yer aldığımız grup şirketlerinden bir tanesi ile 18 yıldır CANON markasının baskı grubu ürünlerinin distribütörlüğünü yapıyoruz. Bu kadar uzun süredir 2 boyutlu baskı teknolojileri ile ilgilenirken geleceğin artık 3 boyutlu baskıda olacağını görüp 3D SYSTEMS markasının Türkiye distribütörlüğünü aldık. 3D tanışma hikayemiz bu şekilde gerçekleşti. Ben 18 yıldır grup şirketleri bünyesinde çalışıyorum. Satış sonrası hizmetleri koordine ederken bu yıl 3D ürünlerinin de satışından sorumlu oldum.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Müşterilerimizin bulunduğu sektörleri şu şekilde sıralayabilirim ;

Dental laboratuvarlar, uzay ve havacılık sanayii, savunma sanayii, maket ve protatip üreticileri, medical sektör firmaları, makine ve parça imalat sektörleri.

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

Firmamız 3D SYSTEMS markalı ürünlerin satış ve servis hizmetini vermektedir. Ürün olarak sektördeki en geniş ürün yelpazesine sahip markayız. Bünyesinde dünyadaki en fazla patent hakkını elinde bulunduran

firmamızın SLA (STEREOLITHOGRAPHY), SLS (SELECTIVE LASER SINTERING), DMP (DIRECT METAL), MULTIJET PLASTIC, COLORJET ve FTM baskı teknolojilerinde baskı yapabilen 25 ayrı modelde 3D yazıcı bulunmaktadır.

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'nızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Kendi yazılımlarımız bu konuda yeterli oluyor. 3 boyutlu çizim yapabilen tüm yazılımlardan alınan STL uzantılı veriler cihazlarımızda başarı ile basılabilmektedir.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Tabi ki gerekli olduğu için başlangıçta bir eğitim alıyoruz. Tüm makinelerimizi aktif olarak kullanmak suretiyle baskı yeteneklerimizi geliştirdik ve geliştirmeye devam ediyoruz. Eğitim ve uygulamaları kesinlikle gereklidir.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Taleplerin %30'u bilinçli müşterilerden geliyor. Kalan % 70 ise konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmuyor. En büyük zorluğu 3 boyutlu baskının metodolojisini anlatma prosesinde yaşıyoruz. Ülkemiz için oldukça yeni bir sektör olduğu için bilinenler oldukça kısıtlı. Şu anda bence en bilinçli müşteri grubu medikal ve dental sektörlerimiz. Diğerleri halen adaptasyon sürecindeler.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl

değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Endüstriyel tasarımcılar halen 3 boyutlu baskı teknolojisine çok net hakim değiller. Kendilerine ne kazandıracağı konusunda çok bilinçli olmadıklarını düşünüyorum. Bunu da yaşadığım bir örnekle açıklamak isterim. Bir tasarımcımıza cihazlarımızı anlattığımızda her şey güzel fakat bu ne işimize yarayacak diye bir soru ile karşılaştık. Ben de şöyle cevapladım: Tasarımlarınızı ellinizde görmek istermisiniz diye sordum ve evet cevabını aldım. peki mevcut üretim teknikleri ile tasarımınızı kaç gün sonra elinize alıyorsunuz soruma ise 45 gün cevabını aldım. Tasarımınızı ertesi gün elinizde görseniz ne olur diye sorduğumda ise süper olur daha fazla tasarım yapar daha fazla geliştirebilirim yanıtını aldım. Bu çok önemli bir kazanım aslında. Bizim bir sloganımız var ‘tek sınırınız hayal gücünüz’. Siz hayal edin biz baskısını alalım diyoruz.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Hayal ettiklerinin baskısını alabileceğimizi bilmelerini istiyoruz. Üretim teknolojilerinin kısıtlamalarının etkisinde kalmamaları gerektiğini düşünüyoruz. Bunun büyük bir aşama ve kalite getireceğine inanıyoruz.

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Bilinçli müşteri sayısı artıyor. Bu konuda bizim tanıtımlarımızın da etkisi var. Fakat 2 yıllık süreçteki gelişmeler ilk 2 sorunuzu cevaplayabilecek bir kapasitede değil. O yüzden ilk 2 sorunuzu cevapsız bırakacağım.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Küçülme söz konusu değil. Kesinlikle hep büyüme var ve bu böyle artarak devam edecek. Her geçen gün bilinirlik ve kullanım alanları çoğalıyor. Yıllara sair olarak katlanarak büyüyeceğine inanıyorum. Teşekkürler..

EK B – 2

3D Mast / Cihan İrgi

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer'lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

Ben Cihan İrgi 3D Mast Firması Satış ve Bayiler Koordinatörü olarak görev yapıyorum 5 bölgede yaklaşık 120 kişilik bir firmayız bütün makinelerimizin teknik servisini Türkiye'de biz vermekteyiz. 3D Mast 3D Systems firmasının Türkiye Distribütörüdür ve 3D mast Türkiye'de sadece 3D Systems tarafından üretilen teknolojileri tanıtmaya amaçlı ülkemizdeki en kapsamlı profesyonel ürünlerin bulunduğu demo ve tanıtım merkezini de kurdu. Bu merkezde özellikle en yeni 3 boyutlu metal baskı yapan makinesi dahil 3D Systems'ın en gelişmiş 7 farklı teknolojisi ile çalışan makineleriyle, merkeze gelen ziyaretçilerine gerçek 3 boyutlu ve profesyonel anlamda prototip üretimi ile gerçek imalat yapan makinelerini tanıtıyor. Yaklaşık iki yıldır faaliyette olan bu merkeze ilgi oldukça fazla oldu. Firma yetkilileri, Ankara başta olmak üzere Türkiye'nin bir çok ilinden farklı kişi ve sektör temsilcilerine 500'ün üzerinde tanıtım ve sunum yapıldığını, bunun sonucunda ziyaretçilerinden olumlu geri dönüşler alındığını bildiriyorlar. Merkez bu sayede yatırım yapacak, işlerini geliştirecek, 3 boyutlu dünyaya ilgi duyan ve bu sektöre adım atacak kişi ve kurumlara doğru seçim yapmalarında yardımcı oluyor.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Üretim yapan firmalar , Tasarım ve Ar-Ge departmanları , Sanayii deki bütün kuruluş ve kurumlar gizlilik sözleşmelerinden dolayı isim veremiyoruz malesef

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

3D Systems Profesyonel Seri makineler Ve Üretim Serisi Makineler
SLA,SLS,METAL,MJP,CJP

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'ınızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Sektörlere göre geliştirilen özel yazılımlar kullanılmakta gerekli test deneme ve düzenlemeleri yapmak için bunun yanında makineyi baskıya vermek için kendi yazılımı haricinde bir yazılım kullanmıyoruz

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Eğitim almak gerekli ve eğitim aldım yurt dışında fakat en iyi eğitimin makine ile bireir çalışarak olduğunun inancındayım çünkü bunlar üretim ve profesyonel makineler mas ustü yazıcılar gibi olmadığından makinenin sınırlarını ve her geometriye verdiği tepküyü bilmek lazım

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Her meslek grubunda sorunlar var çünkü sosyal medya da olan masaüstü makine lerı insanlar sadece gormekte fakat bunun esasında arkasında üretim yapan 24 saat durmadan çalışan makinelerin olduğunu ve klasik metodlarla yapamayacağınız üretimleri daha kaliteli kusursuz ve daha hızlı yapabileceğinizi bilmıyorlar bu şekilde sıkıntılar oluyor fakat ılerde düzeleneceğini düşünuyoruz

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl

değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Evet oldu çok başarılı projeler geliştirdik suan halan olan projeler var ve çok keyifli bır şekilde çalışıyoruz tasarımın onunun 3 boyutlu makineler actığı için daha özgün daha ıyı tasarımlar ortaya çıkıyor bızde bundan çok memnunuz

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Bireylere satış yapmıyoruz. Bir endüstriyel tasarım şirketi aldı.

Beklentimiz özgün tasarımlar yapıp bunların patentını alıp ülkemizi daha ilerlere tasımaları üretimde nasıl sınırimız yok ise tasarımdada bu 3d teknolojısı ile sınırları kaldırıyoruz

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Yıllık yaklaşık artış %44 herkes gün geldikçe bilinleniyor

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye'yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Daha ne yazık ki insanlar sadece masaüstü FDM yanı oyuncak yapan makineleri biliyor fakat biz bu dünyanın bundan ibaret olmadığını gösteriyoruz ve 2-3 sene içinde pazar çok büyüyeceğine eminiz.

EK B – 3

3Dörtgen / Furkan Bakır

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer'lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

İlk cihazımı 2012 senesinde aldım. 2013 senesi ortasından beridir 3B Yazıcılarla ilgili firma sahibiyim. 2009 senesinden beri takip ettiğim bir konuydu.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Sattığımız ürünler ve sahip olduğumuz mekanın özelliği nedeniyle kuyumcu, dişçi ve metal üretim gerektiren cihazlar haricinde tüm sektörlere hitap ediyoruz. Odak noktamız üreticiler, eğitim kurumları ve belli meslek grupları.

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

Kullanımını ve satışı yaptığımız cihazlar, Ultimaker, Raise3D, Atom3D dir.

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'ınızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Genelde Cura kullanıyoruz ama nadiren bazı spesifik destekler için başka yazılım da kullanıyoruz. Dilimleme önemli bir konu.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Ben kendi kendime öğrendim. Eğitim gerekli ama çok kolay bir eğitim. Cihaz kullanımından çok tasarım eğitimi bence daha önemli. Cihaz modeli olan bir şey değişebilir ancak tasarım bir mantık işidir ve alışkanlık kazanmak önemli.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

%50 bilinçli şu anda. Bilinçsizlerin %20si ilk defa duyuyor. Olaya sadece bir cihaz olarak bakınca talepler farklı, tasarlamak ve üretmeyi satın aldığını anlayanın talebi çok farklı. Bir general ceketini aldığını düşünmek ile generalin rütbesini/yetkisini almak arasında fark gibi. Ceket alan sadece bakımını, rengini vs sorarken ceket ile beraber aslında rütbeyi ve sorumluluğu aldığını anlayanın durumu çok farklı oluyor.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Evet çalışıyoruz. Genelde 3B Yazıcıları bilmiyorlar ve bu nedenle tasarlarken cihazın gereksinimlerine göre tasarım yapmamış olmaları 3B baskı işini zorlaştırıyor.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Tasarım dijitalde başlıyor. Bu nedenle dijitalde tasarlama başlığı altında gelişen tüm teknolojileri çok yakından takip etmeleri ve kullanmaları lazım. Gazeten takip edilecek bir şey değil bu. Haber okumak, kullanmak manasında gelmiyor ama öyle zannediliyor. Tasarım süreçlerine uzak olmayan bir vakitte yapay zeka girecek. Bu da önemli bir mesele.

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Her sene en az %100 büyüdük. Üretim, satış ve müşteri sayısı.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Rakam çok küçük olduğu için % olarak çok büyüdü ama aslında az büyüdü. Türkiyede 3B Yazıcı duyunurluğu var. Yani görmemiş çünkü okulda gösterilmemiş (evet okulda varmış ama hiç görmedik), kullanmamış çünkü merak etmemiş/çekinmiş ve heveslenmemiş çünkü dergiden resimlerine bakmak ve sadece haberlerini okumak yeterince tatmin etmiş. Genel resim bu. Bilmiyorum anlatabildim mi. Teşekkürler

EK B – 4

3Durak / Ali Can Erk

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer’lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

Biz 2015 yılında yatırım alarak kurulduk. Daha sonra da teknolojiye merak salmıştık baya. Tecrübemiz de vardı. Biz üniversitedeyken, farklı ne yapılabilir sürekli bir arayış içersindeydik. Projeler olsun, robot yarışmaları olsun baya uğraşıyorduk. Son yılda, üç boyutlu yazıcılarla tanıştık. O da şöyle, İlker ile Buğra benim ortağım. Onlar silikon vadisinde eğitim almışlardı. Sonra Türkiye’de bu konu hakkında ne yapılabilir diye düşündüklerinde, hiçbir şey olmadığını görüyorlar. İlker ve Buğra benden bir dönem önce mezun olup bu sektörde çalışmaya başladılar,2014’te. Sonra biz üniversiteye anlattık böyle bir teknoloji var, potansiyel var, bu konuda beraber ne yapabiliriz? Onlar da bu alanda çalışacak bir ekip arıyorlarmış. Biz de tam üstüne gitmiş olduk. Sonra 2015 Ocak ayında üniversiteden yatırım aldık ve 3Durak kuruldu. Yaptığımız şey de üç boyutlu modelleme yapan firmalar için baskı hizmeti sunuyoruz. Örneğin, mimarlık firmaları, endüstriyel tasarım firmaları, medikal firmaları, mühendislik firmaları bize tasarladıkları modelleri gönderiyorlar, biz onların üretimini yapıp firmalara

gönderiyoruz. Elimizdeki teknolojilerden hangisi en uygunsa onu seçip ona göre üretim yapıyoruz.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Firmalarımız arasında mimarlık büroları, endüstriyel tasarım ofisleri, mühendislik firmaları, medikal sektörde ortez, protez alanında. Son kullanıcı tarafında ise öğrenciler, maker'lar. Genelde ajanslar var müşterilerimiz. Bir marka reklam filminde kullanıyor. İş olarak baktığımızda B2B %70, B2C %30. Ciro olarak da %90'a %10 olarak söyleyebilirim. Çünkü B2B'nin bıraktığı para daha fazla oluyor.

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

FDM teknolojisi var, SLA , SLS var. Powder, binder jet renkli üretim yapılan. SLS ve SLA sistemlerini outsource hizmet alıyoruz. Powder ve seramik tozuyla çalışan makinelerimiz başka bir atolyede.

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'nızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Başka bir yazılım kullanmaya ihtiyaç duyuyoruz model onarma kısmında. Örneğin hatalı model geldi, onu onarabilecek bazı tool'lar var. Mesh mixer tarzında programlar var, model üzerinde oynama yapabileceğin, bir takım kesme biçme onları kullanıyoruz.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Eğitim tabi süreci hızlandıran bir şey. Eğitim alınırsa kısa sürede bir şeyler olabiliyorsun. Bizim eğitimimiz mühendislik bölümünden mezun olmamız. Okumuş olmamızda. Ama sadece 3d printing'e spesifik bir eğitim almadık. Tamamen deneye yanıla öğrendik.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Yani hala bilinirlik oranı çok düşük tüm Türkiye’de. Her sektörde hala bilen sayısı çok az. Genelde en büyük yaşadığımız problemler, insanlar üç boyutlu baskıyı 2 boyutlu baskıyla kıyaslıyorlar. Kağıt üzerindeymiş gibi. Yazıcaksın bir şeyi üretecekmiş gibi görüyorlar. Böyle yani paintte çizip üretebiliyorsun diye hayal ediyorlar. Bir de her şeyi üretebileceğini sananlar var. Şöyle söyleyebilirim, bir promosyon firması düşünün. Adam bir üründen 10 bin adet üretiyor. Tasarım ve üretim yöntemlerini bilmiyor. 3 bin dolara alabileceği bir makineden 100 bin adet ürün üretebileceğini düşünüyor. Ve diyor ki evde bunun tasarımını çok kolay yaparım. Oysa en azından bir tasarım programını çok iyi kullanabiliyor olmak lazım. Onun dışında bu makinelerde üretim süreleri çok kısa değil. Öyle 2d printerlardaki gibi kağıdı koyuyorsun ve hemen baskı alıyorsun şeklinde değil. Bir su bardağı büyüklüğünde ürünü üretmek 3-4 saati bulabiliyor. Bunun dışında yüzey kalitesi son ürün gibi olmuyor. Katmanlar görünüyor, katman katman bir üretim yöntemi olduğu için. O konuda ‘Aa bunun çıktıları bu kadar kötü mü?’ tepkileri alıyoruz. Yani genel olarak modellemeyi bilmiyorlar ama üretimin de hızlı olduğunu düşünüyorlar.

Hali hazırda bu eğitimi almış olanlar bilinçli oluyorlar. Ya bizden ya başka bir yerden. Ama ilk defa bu teknolojiyi bir yerden duyarak bize ulaşanlar da oluyor, onlar çoğunluklar bilinçsizler. O da iki sene önce bilinçsiz ve bilmeyen çok vardı. Bilmeyen hiç bilmiyor, bilinçsiz olanlar duymuş ama ne işe yaradığını bilmiyor. İki yıl önce bilmeyen çoktu. Şuan bilmeyen sayısı çok az ama bilinçsiz çok. İnsanlar en azından 3d printer’ı duymuşlar, 3d printer dediğinizde bir şeyler canlanıyor kafalarında. 2 yıl önce 3d printer dediğinizde ya da sokakta görse hurda diye götürcek insanlar vardı.

İnsanlar bunu büyülü bir makina olarak sanıyorlar. Düşündüğün şeyi hemen yapacak. Halbuki öyle değil. Yüzey kalitesi çok iyi olmayabiliyor, katmanlar görünüyor. Bazen öyle geometriler oluyor ki onların masaüstü yazıcılardan

üretilebilmesi imkansız. Mesela malzeme konusunda insanların beklentisi çok yüksek. Mesela metal basabiliyor mu diye soruyorlar. Metal 3d printerlar var ama 2-3 milyon dolar mertebelerinde. Bu makinalardan beklenti çok yüksek diyebilirim, oysa malzeme sınırlı yüzey kaliteleri sınırlı.

Yanlış anlatanlar olursa, onu denedik zaten iyi çıkmıyor diye hayal kırıklığına uğrayıp daha iyi 3d printer teknolojilerini araştırmıyor bile. Yani bir çok sektöre çok fayda sağlayabiliyor ancak kullanılacak teknolojiyi çok iyi seçmek gerekiyor. Burdaki süreci iyi yönetmek lazım. Örneğin masaüstü FDM makineleriyle bir dişçiye hizmet vermeye çalışırsanız çuvallayacaksınız muhtemelen çünkü yeterli hassasiyet sağlanmayabilir. Bu durum o kişinin hevesini de kırabilir.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Çalıştık, çalışıyoruz. Hedef kitlemizde varlar. Bilgisayarda modellemeye aşinalar ve birşeyler üretmek istiyorlar. O nedenle onlarla çalışıyoruz. Eğer üretim tarafına aşına değilse, modelleme konusunda sıkıntılar yaşıyoruz. Üretilmeyecek modeller tasarlayabiliyorlar. Bizim onlarada şurda düzenlemeler yapmanız lazım ancak o şekilde üretebiliriz şeklinde geri dönüşlerde bulunuyoruz. Üretilemez modellerden kastım, 3d printerla üretim için belli kıstaslar söz konusu. Mesela bir et kalınlığı olması gerekiyor. Yüzeylerin kesişmemesi gerekiyor. Yüzeylerde kenar birleşim noktaları arasında boşluklar olmaması gerekiyor. Modellemeyi biliyor olabilirsin ama 3d yazıcılarla üretilebilir modeller tasarlamayı bilmiyor olabilirsin. Arasında fark var. Genelde mimarlar et kalınlığıyla çalışmaz sadece yüzeylerden oluşuyor, o üretilemez mesela. Eğer bu bizim kısa sürede yapabileceğimiz şeylerse yapıyoruz ama değilse geri göndermek zorunda kalıyoruz. Biz oturup yaptığımızda baştan çizmeyle eşdeğer bir iş var.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Üretim tarafına daha fazla aşına olmaları. Hepsi bi şekilde modellemeyi biliyorlar ama üretilebilir modelleme kısmında bilinirlik arttıkça bu teknolojinin kullanım oranı artacaktır.

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Biz 2015 ocak ayında kurulduk. Yani aydan aya artıyor. Ulaşılabilirlik ve bilinirlik sayısı artıyor. Daha da iyiye gideceğini düşünüyoruz. Ama genel bir artış var.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Şöyle, 3d yazıcı sektöründe her yıl %30 büyüme söz konusu, tüm dünyada. Türkiye’de de büyüyor. Yani bizim işler de buna bağlı olarak büyüyor.

EK B – 5

Elecreate / Aydın Dikkulak

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer’lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

Aydın Dikkulak, Elecreate Elektrik ve Elektronik TicSanLtdŞti firmasının Arge müdürüyüm. Elecreate firması 2012 yılında Sanayi Bakanlığı Teknogirişim desteğiyle kurulmuş, kendi ürünlerini ve yazılımlarını üreterek endüstrinin ihtiyaçlarını karşılayan bir teknoloji ve Arge Firmasıdır. Ürünleri az adetli ve çok değişken olduğu için genelde 3D printerlar ile imalat yapmaktadır. Bende 3D printerlar ile 2012 yılından beri tanışıyorum. önce

dışarıda ürün hizmeti olarak tanıştım. Sonrasında bünyemize aldığımız sistemler ile kendi printerlarımızda kendi ürünlerimizi üretmeye başladık

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Müşterilerimiz Elektronik firmaları, aydınlatma firmaları, ürün geliştiren ve prototip ihtiyacı olan arge firmaları ve Endüstriyel Tasarımcılar.

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

FDM, Stratasys, Uprint ve 2 adet zotrax M200 sistemini aktif olarak kullanıyoruz.

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'nızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Evet, başarılı bir üretim için 3D printer'ın kendi yazılımlarından hariç yardımcı ek yazılımlar kullanıyoruz.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Almadım, makinayı almakla beraber printer kullanmasını öğrendim. Eğitim alınması gerektiğini düşünüyorum. Çünkü servis aldığımız firmalar bizlere çok düzgün ürünler veriyorlardı. Makinayı kendimiz aldığımızda epey bir süre aynı kalitede üretim yapabilmek için uğraştık. İyice sistemi öğrendikten sonra kaliteli parçalar elde etmeye başladık. Bununla alakalı detaylı bir eğitim alsaydım başında bu sorunlarla daha az karşılaşardım diye düşünüyorum.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Siparişlerimizin ne ile üretildiğini müşterilerimiz merak etmiyorlar. Biz bu yöntemi daha affordable olduğu için tercih ettik. Ama müşterilerimize anlattığımızda çok seviyorlar sistemi. Genelde de yarı bilinçliler konu hakkında. Tasarımı ve üretimi ekibimizdeki tasarım mühendisleri yaptıkları için Bilinçsiz olanlar ile bir sıkıntı yaşamıyoruz.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Endüstriyel tasarımcılar ile çalışmalarımız oldu, direk 3D printerlar ile kendilerine hizmet verdik. Gözlemlediğim sorunların başında End. Tas. Cıların kullandığı yazılımların bazıları katı modelleme programı değil, yüzey modelleme programı. Bu modelleri biz tekrardan düzeltmek zorunda kalıyoruz üretim öncesi. 3D printer ile nelerin nasıl üretilebileceğini bilen müşterilerimiz ile ise bu sıkıntıları yaşamıyoruz.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Üretime yönelik tasarım yapmaları

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Hem müşterilerimiz, hem de bilinli müşteri oranımız her geçen yıl artıyor.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Pazar büyüyor, Türkiye’deki Pazar da büyüyor. 3D printer kullanımı bugün ortaokullara kadar ındı. Bılınırılık her gecen gun artıyor.

EK B – 6

Infotron / Burak Pekcan

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer’lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

94’de kurduk şirketi. 94’den beri üç boyutlu teknolojilerle çalışıyoruz. 22 sene olmuş. Nerden başladık, ‘Silicon Graphics’ diye iş istasyonları vardı. Eskiden böyle bilgisayarların grafik gücü fazla değildi. Pahalı iş istasyonlarına ihtiyaç vardı. Onların distribütörlüğünü yapıyorduk. Onları yaparken de üstünde çalışacak uygulama olmazsa hiçbir işe yaramıyordu. Dolayısıyla donanımı sadece bir PC verip yapamıyorsun bir uygulama gerekiyor. Onlar da CAD/CAM deniyor, bütün ürünün döngüsünü içeri alan yazılımların temsilciliğini yapıyorduk. Ordan sonra, bunu çiziyoruz ama çıktısı nasıl olacak derken 3d printing’e girdik. Endüstriyel tasarım yapıyorduk, mühendislik yapıyorduk, kalıp çıkartıyorduk. O şekilde başladık bu işe.

Sonrada 3d printing konusunda basit ve kullanıcıya yakın bir sistemin distribütörü olduk. Hem distribütörü olduğumuz sistemleri satıyoruz hem de onları kullanarak hizmet satıyoruz. İlk şeyimiz 95’de galiba bir ütü tasarladık. Ütü de zor bir konu, bi dolu butonlar ve hepsinin karşılığı var. Onu yaptık. Üç boyutlu teknolojilere bakarken o zamanlar iki üç tane dergi vardı, üç boyutlu yazıcıları bu şekilde öğrendik. Bir de ilk Arçelik ve Aselsan’da vardı bu sistemler, SLA sistemi. Araştırdınca SLA milyon dolarlık bir sistemdi, o yüzden pek satılabilir olarak görmedik. Sonra FDM’ler çıktı.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Genelde , endüstride kendi ürününü geliştiren şirketler bizim müşterilerimiz.Kendileri deniyor, geliştiriyor. Bir hatayı buldukça yeniden

tasarlıyor ve bastırıyor. Otomotiv, beyaz eşya, savunma sanayi bunların hepsi müşteri grubumuza dahil. Ford, Tofaş mesela müşterilerimiz. Renault değil, onlar kendi ürünlerini geliştirmiyorlar. Türkiye’de bir ürününü geliştirmiyor. Daha çok üretim ve montaj yapıyorlar, kalite kontrol yapıyorlar. Beyaz eşyada Arçelik, Bosch bunlar müşterilerimiz. Genelde müşterilerimiz büyük şirketler. Amatör sistemler satsak, son kullanıcılar da olur müşterimiz ama amatör kullanıcı müşterimiz az. Yüzdesi az yani.

Yani dışçılar var mesela. Dün, bir buzluk yapan bir firma var. Adam, printerden çıkan şeyleri buzdolabına takıp satıyormuş. Böyle makina alanlar da var. Hizmet alanlar arasında sanatçılar da var tasarımcılar da var. Seramik sanatçısı var mesela. Erdil Yaşaroğlu var mesela, zamanında yapmıştık. Mimarlar var.

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

Genelde bizim kullandığımız iki tip ana printer var. Bir, FDM’in profesyonel tipleri var. Bir de polyjet dediğimiz tipleri var. Muazzam bir şey. İş bitirmişler. İstediğin renkte ve malzemede üretim yapabiliyor. 360 bin renk skalasında çalışabiliyor.

4. Başarılı bir üretim için 3d printer’ınızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

O şeye göre değişiyor. 3D printerr’ın üç boyutlu modelini yaratmak için zaten bir yazılım bilmeniz gerekiyor. Onda sorunlar çok çıkmıyor. Eskiden çok öküyordu. Ama şu var, hizmet veren şirketler bizim gibi, gelen datayı açıp onu düzgün bir şekilde okuyacak şeyler yapmak için özel bir yazılım var ancak o da sadece bizim gibi hizmet veren şirketler için lazım. Büyükse parça mesela onu nerden keseyim, nasıl keseyim ya da içini. Üretim öncesi kontrol ediyoruz. Bu işe özel yazılım var.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Aslında artık sistemler çok kolay. Aslında ben hiç kullanmadım şimdi düşününce. Başlattım, o düğmeye bastım ama. Eskiden de kolaydı şimdiden de kolay. Mojo, normal printerdan daha kolay. Ama amatör sistemler denemeye başladık. Acayip zor. Bi kere destekler çıkmıyor. Bir yaptığınla ikinci yaptığın aynı değil. Nozul tıkanıyor.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Genelde bize bilinçliler geliyor. Bilinçsiz olanlar amatör sistemlerle yapıyorlar. Onlarla da yapamayıp bize geliyorlar. Biz ilk geldikleri yer olmuyoruz Şimdi her yerde bi dolu böyle hizmet veren şirket olduğu için. Bazıları da 3d printing bu muymuş diye hayal kırıklığı da oluyor. Kötü çıkıyor parçaları, saçma sapan çıkıyor. Öyle olunca 3d printerla daha iyi yapılanı araştırıyor. Cidden profesyonel sistemlerle masaüstü olanlarla kalite farkı var. Adam o masaüstü printerlarla bir şeyler yaptırıyor ve saçma sapan şeyler çıkıyor. Yani daha iyi sistem olduğunu araştırıyor, araştırmak da istemiyor daha iyisini. Bize de bilenler geliyor. Bizim maliyetler de yüksek geliyor amatörler.

Şirketler hangi teknolojiyle yapcaz biliyorlar. İlk kez çalışanlar bilmiyorlar ama genelde biliyorlar. Biz de yönlendiriyoruz ama bilenler de var. Yeni çıkan teknolojileri ve malzemeleri bilmeyebiliyorlar.

Yaratıcı insan az Türkiye’de. Ya animasyona gidiyor ya reklamcılığa gidiyor. Ürün yaratıp da para kazanan tasarımcı fazla yok ülkemizde. Hepsi can çekiyor. Kim var tasarımcı Türkiye’de? Yok malesef ülkemizde. Beklediklerini alamıyorlar, hepsi yurt dışına kaçıyorlar. Orda tasarıma verilen önem farklı. Bir de üç boyutlu modelleme programlarının bilinirliğinde sıkıntı var, eğitim kısmında eksiklik var. Alias bilen tasarımcı yok mesela.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl

değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Bilgi seviyesi düşük oluyor ama onlar yaratıcı insanlar olduğu için çok heyecanlanıyorlar. Bir tane seramik ürünleri çalışan tasarımcı var mesela ürünlerini her yere götüremiyor kırılacak diye. Biz ürünleri taradık ver 3d printer'dan yeniden ürettik onları götürüyor. Onları sergiliyor. Bunlar gizli projeler ama replikalarını böyle yapıp sergileyebiliyorlar. Bunlar ucuz şeyler de olmadığı için yavaş yavaş yayılıyor. Genelde pahalı geliyor bizim sistemler. Genelde bütçeyle alakalı. Büyük bütçeyle çalışanlar bize geliyorlar.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Endüstriyel tasarımcı barındıran şirketlerle de çalışıyoruz. Bazıları kendikleri 3d printer almışlar. Bazıları direk servis alıyorlar. Yani tasarımcı geçmişi az Türkiye'de. Bir şey ürettikleri zaman, nasıl daha iyi yapabilirim bir hata var mı yok mu görmek için kullanmak istiyorlar. Genelde tasarımcılar 3dmax kullanıyorlar. Ucu açık yazılımlar kullanıyorlar, katı modelleme programları kullanmıyorlar. Render alabiliyor güzel ama onunla 3 boyuta geçmeye çalıştığı anda 3d printer'dan çıkartmada sorunlar çıkabiliyor. 3dmax gibi yazılımlar animasyon için kullanılabilir.

Daha önce kağıtla gidiyorlardı müşteri karşısına şimdi ürünüyle gidebiliyorlar. Eskiden çizim gösteriyorlardı. Aslında eğitim sisteminin daha pratiğe dönmesi lazım. Çoğu üniversiteye gidiyoruz, Alias öğrenin diyoruz hala yok ama.

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Geçen sene 500'den çok müşteriye baya bir parça yaptık. Başlangıçta çok azdı bu hizmeti alanlar. 25 bin parça yapmışız 2014'de. 2015'de daha da

fazla yaptık. Başlangıçta hizmet anlamında çok azdı, 10 tane filan müşterimiz vardı. O zaman Solidworks'de yoktu, bir kaç yazılım vardı onlar da 20 bin dolardı tanesi. Genelde müşterimiz beyaz eşyaydı, Vestel, Arçelik. Ürün geliştirme de rekabeti nerde sağlıyorsun, kaliteli ürünü daha hızlı geliştirdiğinde. Çok hızlı büyümedi ama. Son iki üç senede hızla yayıldı ama insanlar 3d printer'la ne yaparım ne ederim bir karmaşa içerisinde, bilmiyorlar ne yapabileceklerini. Amatör sistemler çıktı. Masaüstü olanlar. 3d ile uğraşan kitle artıyor. Bu kitle arttıkça daha çok insanın haberi oluyor. İşte kreması bize geliyor.Üst seviye talepleri olanlar, başka yerde çözemeyenler bize geliyorlar.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye'yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Baya artıyor. Bakanlık filan da baya üstüne düşüyor. Ama dünyada o kadar büyük fonlar dönüyor ki kendi üretimimizi yapmak için yeterli destek yok. Desteği almak kolay da yapmak zor. O kadar yüksek fonlarla bu şirketler işin içine giriyor ki., 1 milyon dolar mertebelerinde. Türkiye'de de bilinirlik artıyor. Şöyle bir şey var, 3d printerlar var ama ucuzlarıyla birşeyler yapamıyorsun. İyi olanlar var iyiler de pahalı hem malzeme hem kendisi pahalı. Son 3 senedir çok yatırım almaya başladı bu işler. Dolayısıyla katlana katlana büyüyor.

EK B – 7

Katıhal / Ahmet Alpat

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer'lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

KATIHAL Arge A.Ş. 2003te kurduk. 2008-2009 gibi 3d printerla tanıştım. Ben elektronik kart tasarımı yapıyorum. Mesela binaya gece yıldırım düşüyo, bunun devre kartının ve kavramsal tasarımı yapıyodum.25 tane kadar proje yaptım. Hazır kutular pahalıydı, custom kutular nasıl üretiriz derken 3d

printerla tanıştık. Sonra tübitakla proje kurduk, yerli 3d yazıcı üretiyoruz. Çocuklar için 3d printer yapıyoruz. Tübitak bize destek verdi. Benim gibi sorunu olan insanlara da sattım. Kızım oldu bu sırada, oyuncaklarını 3d printerla yapmaya başladık. Çocuklar için 3d printer yapmaya karar verdik, etrafı legoyla kaplı. Çocuklar orda ürettikleri projeleri 3d printerlarına takıyorlar. İsmi Alya koyduk, türkcell bu projeyi görünce beraber yapalım dedik. Arı kovani diye bir platform var, 143bin tl topladık. Şimdi kickstartere koyucaz. Şimdi sağlık sektörüne yönelik yapıyoruz. Elektrik müh. Yıldız teknikten meznum.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Firmalara satıyoruz, alyayı ya okullara satıyoruz. Genelde teknoparkta arge firmaları, sanayi, mimarlık fakültere, ürün geliştiren devre elektronik tasarımı yapanlara ekeksiyon pahalı 2500 tane filan. Arge amaçlı çalışan ürün geliştiren elektronik kartı kutusu tasarımı

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

Üreticiyiz, fdm iki marka var.Kupido ve aly. Masaüstü fdm.

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'nızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Bizim yazılım kendimizin. Cura'yı geliştirdik. Tamamen farklı bi yazılım projemiz var. Mevcut yazılımlar, sorunlar yaşıyor. Kullanıcı bilgisine bağlı.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Gerekli değil 3d printer için. 2-3 saatlik tanıtım yeter. SLS gördüm dubaide. Orda danışmanlık verdiğim bir firma vardı. Ona danışmanlık veriyoruz. Onların 3d printerı vardı. Niye kullanamam gerizekalı mı o. Kendisiyle

arasına sınır koyuyor. 3d printer diyince insanlar korkuyor, dokunursak bozulur mu uzayda kullanılıyor organ basıyor.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Müşteri bir ihtiyaç doğrultusunda geliyor. Ona gidip 3d printeri anlatıyoruz. Bir de 3d printer hakkında bir şeyler biliyor ama kulaktan dolma. Onların yanlışlarını düzeltmeye çalışıyoruz. Genelde sorun yaşamıyoruz. Bak abi bunla uzaya gitmicez diyoruz. Yüksek teknoloji organ basılıyor ne alaka diyorlar.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Oldu. Entasçılar çok üretimi bilmiyorlar, orası bizim işimiz değil diyorlar. İşin kabuğunu yapıyorlar. Ama bunu gerçekleştirmek için gerekli teknik detayları bilmiyorlar. Üretim maliyeti hakkında bilgi eksikliği var. Genelde öğrencileri de öyle. Bitmiş ürünler üzerinden hareket ediyorlar. Çıktı bazında beslenme var. Bence mutfaktan beslenmeli. Statik boya atmalı, 1.1. mme düşmeli. Biz onlardan cihaz tasarlamasını istedik. Biz mühendisiz siz çalışın diyoruz. Ama üretilemez oluyo çok pahalı oluyor, bu teknolojiyle üretilmesi mümkün değil. Metal, enjeksiyon gibi şekil alamaz. Çizdikleri şeyler üretilir mi üretilemez takmıyorlar.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Bireylere satış yapmıyoruz. Bir endüstriyel tasarım şirketi aldı.

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Her sene 2-3 kat büyüyörüz. Bir önceki senenin 30 kat fazlası ürün sattık. Bilinirlik artıyor. Biz bir şey yapmıyoruz. Hedefe yönelik ilerliyoruz. Belirlediğimiz sektörler, üretim sektörü.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Pazar sürekli büyüyor. Geçtiğimiz 2015 Pazar 1.2 milyar dolardı, 2017de 5.7 milyar dolar olacak. Türkiyede, toplam dünyadaki üretilen toplam ürün değerinde türkiyenin bütçesi %1.4üne takabül ediyor. Aynı oran türkiyeye de yansıyor.

EK B – 8

KMB / Seyyid Bucak

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer’lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

Seyyid Bucak, İTÜ Gemi inşaatı ve Gemi Makinaları Müh. 2010 mezunuyum. Aynı zamanda İTÜ Savunma Teknolojileri bölümünde YL devam etmektedir. Girişimciyim. 3D printerları 2009 yılından itibaren aktif olarak kullanıyorum. Üniversite yıllarından itibaren çok farklı sistemler kullandım. Suan kendi şirketimde 3D printerları kullanarak hem tıbbi cihazlar üretilip medikal sektöre hizmet veriyoruz hem de yeni ürün geliştiren firmaların Arge bölümleriyle ortak işler yapıp ilk prototiplerini elde etmelerine yardımcı oluyoruz.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Diş hekimleri, ortodontistler, Aktif 200+ hekim ile çalışıyoruz.Yeni ürün geliştiren arge firmaları; Otomotiv; MAN, cf-maier, farplas, hexagon studio, Tofas, Mercedes Benz, beyaz eşya; Arçelik, vestel savunma; Roketsan, TAI, Havacılık; THY, TCI, TSI, Endüstriyel tasarımcılar

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

Stratasys Objet, Polyjet ve FDM teknolojisi

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'nızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Evet, Üretilecek modellerin temizlenmesi, üretime hazır hale getirilmesi ve üretim tablasını hazırlarken (nesting) ek yardımcı yazılımlar kullanıyoruz.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Evet, öncelikle stratasys ve Objet Geometries firmasının yurt dışı eğitimlerine katıldım. Suan aktif olarak kullandığımız sistemlerin eğitimlerini yurt içindeki distribütörleri de verdiler. Eğitim makinanın nasıl çalıştığını öğrenebilmek, neler yapabileceğini, hangi tolerans aralıklarında olduğunu anlayabilmek açısından çok önemli. Gerekli görüyorum.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Bizim medikal taraflardaki müşterilerimizin 3D printerlar konusunda çok bir bilgileri yok, 3D printerla ürettiğimiz modelleri alıp hastalarına tatbik ediyorlar. Onlar için end product önemli, biz doğru ürettiğimiz sürece müşterilerimiz ile sıkıntı yaşamıyoruz. Arge departmanları ise genelde ne üretmek istedikleri konusunda bilgi sahibiler. Bilinçli müşteri olarak

adlandırabileceğim arge firmalarıyla üretime yönelik çok fazla sıkıntı yaşamıyorum. Consept olarak design edilmiş bir modelden ziyade mekanik olarak tasarlanmış çalışır parça beklentileri olduğu için genelde ne istediğini bilen müşteri tipi olarak değerlendiriyoruz kendi içimizde. Endüstriyel tasarımcılar ile ise bazen sorun yaşadığımız olabiliyor. Genelde üretime yönelik ürün tasarlanmadığını gözlemliyoruz.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Evet, yurt içinde bir çok endüstriyel tasarımcı ile çalışma fırsatımız oldu. Çok değerli prototiplemeyi bilen ve bilmeyen müşterilerimiz oldu. Harika design edilmiş projelere hayat vermek bizler için çok motive edici, endüstriyel tasarımcılarla çalışırken bizi en çok bu motive ediyor. Fakat bazı müşterilerimizin yapabileceğimizin üzerinden ürünler tasarladıklarını görüyoruz. Aynı zamanda üretime yönelik tasarım programları kullanmamış olmaları da bizleri epey zorluyor.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Gelişen 3D print sektöründe endüstriyel tasarımcıların etkileri çok büyük olacaktır. 3D print End Tas da consept doğrulamadan çok ergonomi kontrolü ve hızlıca ürünü elde konusunda inanılmaz faydalar sağlıyor. End Tas. İse bu teknoloji ile her ürünün tasarladıkları gibi çıkmayacağını bunun bir prototipleme teknolojisi olduğunu bilmesi ve bu konuda kendisini geliştirmesi gerekiyor. Bu teknolojinin sınırlarını zorlamak, farklı tasarımlar için farklı teknolojileri kullanmaları daha efektif ürün ortaya çıkartmalarına yardımcı olacaktır.

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

KMB Teknoloji olarak her yıl büyüyen bir grafik çiziyoruz. Medikal tarafta bir önceki yıla göre %150 bir büyüme ile sektörün kişiye özgü üretilmiş model ihtiyacının büyük kısmını biz karşıladık. Aynı zamanda üretim tesisindeki 3D printer kapasitemizi de sürekli arttırıyoruz. Sanayi tarafında ise bir önceki yıla göre %30 gibi bir büyüme gerçekleşti aktif çalıştığımız müşteri sayısında. Bilinçli müşterilerimizin sayısı da zamanla birlikte her geçen gün artıyor.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Pazardaki büyüme olduğu görülmekte. Geçen yıla kıyasla ilk çeyrekte çok fazla bir taleple karşılaşıyoruz. 3D printer bilinirliğinin artmasında bunun büyük bir payı var tabiki.

EK B – 9

Plastosel Kimya / Ersoy Demirhan

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer’lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

Ben Ersoy Demirhan, Plastosel Kimya’da satış yöneticisiyim.Firmamız global 3D Printer üreticisi Stratasys firmasının yetkili Türkiye bayisi olup ürün satış ve satış sonrası hizmetlerinden sorumludur. 2005 yılından bu yana Türkiye de faaliyet göstermektedir. Ben de 2013 yılından beri bu oluşumda görev almaktayım. Benim çalışma hayatım hep satış üzerine olduğundan dolayı bu firma ve 3D Printer ile tanışmamda aslında tamamen bir tesadüfle başlamış oldu. Fakat ilk görüşümde ne kadar heyecan verici ve büyük bir pazarın beni beklediğini görmüş oldum.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Onlarca müşterimiz bulunmakta fakat özetlemek gerekirse neredeyse Türkiye de ilk 50 içindeki firmaların tamamı ürünlerimizi kullanmakta. Daha çok bu firmaların ARGE bölümlerinde görevli tasarım ve mühendislikle sorumlu kişiler makinaları kullanmakta.

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

İki tip teknoloji kullanılıyor; FDM ve Polyjet(Stratasys,Objet)

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'ınızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Bazen 3 boyutlu datalar gerektiği kadar detaylı olmuyor yada modellemelerde hatalar olabiliyor. Bunları düzeltmek için ayrıca bir yazılıma ihtiyaç duyuluyor.(magics ve catia)

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Ürünün satışından sorumlu olduğum için 2 haftalık çok ayrıntılı bir eğitim aldım üretici firmadan. Son kullanıcı olan müşterilerimiz bu denli bir eğitim almıyorlar. Printer içindeki ara yazılımlar genellikle çok basit yazılımlardır ve printer'ı kullanabilmek için genellikle bir günlük bir eğitim yeterli oluyor.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Artık hem görsel hemde yazılı medya sayesinde 3d printer bilinirliği bundan 5 yıl öncesi ile karşılaştırıldığında çok daha ileri seviyede. Bu sebeple genelde hiç bilgisi olmayan müşteri çok az diyebiliriz. Fakat çok ayrıntılı

değil yine de bilgileri. Doğru ürünü seçmeleri konusunda ayrıntılı bilgiler veriyoruz. Çünkü en pahalı ürün her zaman en doğru ürün değildir. Sıkıntı değil ama mühendis yada tasarımcı olmayan müşteriler genel olarak konu ile ilgili daha az bilgiye sahip oldukları için ürünü ve ne amaçla kullanılabileceğini anlatmak daha uzun sürüyor.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Endüstriyel tasarımcı olan müşteri ve son kullanıcılar var. Çok rahat bir süreç olarak değerlendirebilirim. Çünkü tasarımcı neye ihtiyacı olduğunu en ince ayrıntısına kadar anlatabiliyor. Ayrıca teknolojiyi de yakından takip ettiği için ihtiyaçlarını bu teknoloji ile birlikte nasıl çözebileceğini öngörebiliyor. Böylelikle birlikte çok daha çabuk ilerleyebiliyoruz. Aynı dili konuşabilmek bu durumda önem kazanıyor. Olumsuz yönleri ise yukarıda anlattığım konunun aynısı; konuya hakim oldukları için bazen bizi zorlayıcı olabiliyorlar☺.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Tek beklentimiz ulaşmak istedikleri sonuca yardımcı olacak 3D Printerı alırken en başta doğru karar vermeleri. Şuda unutulmamalıdır ki bir tek 3D Printing teknolojisi tüm ihtiyaçlara cevap veremez. Farklı ihtiyaçlara farklı printerlar gerekebilir. Fakat daha en başta ağırlıklı olarak neye ihtiyaçları olduğunu iyi belirleyip ona göre printer seçimi yapılmalı. Şayet sonrasında ellerinde ki printer ile çözemeyecekleri bir proje ile karşılaşılırsa bu konuda servis veren firmalardan yardım isteyebilecekleri seçeneğini unutmamalıdır.

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Hersene artarak devam eden bir büyüme var. Çok büyük oranda büyümeler değil ama artıyor(ortalama %5-10). Bilinirliğin artması da bunda etken. Sonuçta bu cihazlar hem maliyet hem de zaman açısından üreticilere fayda sağlıyor.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Bu sorunun cevabı yukarıdaki verilerle doğru orantılı. Pazarda şuan çok keskin değişiklikler yok. Küçük de olsa hep bir büyüme trendi var.

EK B – 10

Poligon Mühendislik / Gökhan Yurdumakan

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer’lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

Poligon Mühendislik 3 boyutlu teknolojileri kullanarak mühendislik hizmetleri veren bir firmadır. 2013 yılından beri 3D Printer satışı, hizmeti ve teknik desteği vermekteyiz. Daha önce çalıştığım şirkette sistem, bakım ve sarf malzeme satışı ile başladım. Profesyonel ve amatör sistemler ile ilgili bilgi sahibiyim. Şirket olarak tecrübemiz yaklaşık 10 yıl.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Ağırlıklı olarak sanayiye hizmet vermekteyiz. Otomotiv, havacılık ve savunma sanayi firmalarının çoğu ile aktif olarak çalışıyoruz. Son kullanıcılara hizmet vermeyi tercih etmiyoruz. Çünkü bilinç seviyesi çok düşük ve üretilemez datalar çok yoğun. Ayrıca bütçe ayırmadan en iyi üretimi isteme gibi bir anlayış var. Bu mümkün olamıyor.

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

Temel olarak FDM teknolojisi tercih ediliyor. Gerçek mühendislik malzemesi kullanabilen tek teknoloji. Fortus 400MC modelinde bir makine kullanıyoruz. Destek malzemesi temizlenebilecek olan modellerde yarı profesyonel bir sistem olan Zortrax M200 tercih ediyoruz. SLS teknolojisi de hayli talep görüyor. Esneme ve kırılmama özelliği nedeni ile tırnaklı yapılarda SLS daha ön planda. Formiga P110 modelini kullanıyoruz. Ayrıca zaman zaman SLA ya da Polyjet teknolojisi de ihtiyaç oluyor. Özellikle yüzey kalitesi ön planda olan bir iş yapılacaksa Objet marka Polyjet teknolojisi tercih ediyoruz.

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'nızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Evet. Magics RP adlı yazılımı kullanıyoruz. Çünkü gelen datalarda olabilecek sorunları bu yazılım ile hızlıca giderebiliyoruz. Örneğin açık kalan yüzeyler, birleşmeye köşeler gibi sıkıntılar hızlıca düzeltilebiliyor. Ayrıca üretim tablasına sığmayan dataları da bu yazılım ile bölerek üretime hazırlıyoruz. 1mm altında kalan et kalınlıkları 3D Printer üretiminde istenmez. Bu analizi de Magics RP ile yapıyoruz.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Evet Aldım. Almanya'da Stratasys firmasının düzenlediği farklı eğitimlere katıldım. Eğitimde sadece teorik olarak öğreniyorsunuz, asıl öğrenme süreci sistem sahibi olup uygulamalara başlayınca oluyor. Her yeni gelen üretim yeni bir geometri ve ona göre bir yöntem geliştirmek gerekiyor. Bu yüzden aynı parçayı bir çok farklı yöntem ile üretebilirken, müşterinin ihtiyacı dayanım mı, yüzey kalitesi mi, hassasiyet mi gibi parametrelere göre üretim planlamak gerekiyor.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Bir çok müşteri 3D Printer sistemleri ile ilgili sadece yüzeysel bilgi sahibi. Üretim tekniğini ve yöntemlerini bilmesini zaten beklememeliyiz. Onların datalarını inceleyip, ihtiyaçlarını doğru anlayarak bizim bir yöntem belirlememiz gerekiyor. Hatta hangi teknoloji ile üretileceğine bile bizim karar vermemiz gerekiyor. Ayroca maliyet önemli diyorlar genelde. Ama 3D Printer üretimlerinde en ucuza üretebildiğiniz parametreler bazen ihtiyaçları karşılayan üretim yöntemi olmayabiliyor. Üretim tablasındaki konmalındırma şeklinizden bile maliyetler değiştiği için sadece ihtiyaca yönelik planlama yapmamız gerekli. Bir de en büyük sıkıntılardan biri dataların düzgün gelmemesi oluyor. STL formatında göndermelerini talep etsek bile sadece 2 boyutlu çizim gönderen müşterilerimiz hala bir sürü var.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir

Endüstriyel tasarım yapan arkadaşlarımız ile çalışıyoruz. Biz de end. Tasarım yapıp prototip üretiyoruz. Bizim için ciddi potansiyel olan bir grup. Sadece mekanik doğrulama değil endüstriyel tasarımın doğrulaması da bu yöntem ile yapılmakta. Kaldı ki bir takım ardıl işlemler ile son kullanım ürün elde etmek mümkün. Bizim ve onlar için geliştirmeye açık bir süreç oluyor. Olumlu olan konular görsel olarak zengin ürünler çıkartıyoruz ve yaptığımız iş daha zevkli oluyor. Olumsuz yönü ise 3D Printer ile üretilen ama seri üretime geçildiğinde üretilmeyecek data ile karşılaşabiliyoruz.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Bazen sadece kabuk data gönderilebiliyor. Bu datalara et kalınlığı vermek ve üretilebilir hale getirmek zorlayıcı. Bir de prototip hizmeti pahalı geldiği için tek bir model ile prototip üretme yoluna gidip daha iyi olabilecek diğer tasarımlarını göz ardı ediyorlar.

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Şu an için Pazar artarak gidiyor. İlk yıla göre katlanarak artan bir iş potansiyelimiz var. Müşteri sayısı da artıyor. Ama bilinçsiz müşteriler bu artışta önemli bir yüzde tutuyot. Ve hobi amacı ile hizmet almak isteyenler artmakta. Bu da amatör bir sistem alan herkezin hizmet vermeye çalışması gibi bir durum ortaya çıkartıyor. Müşteri amatör sistemden hizmet aldığıında çıktılar kötü olduğu için bu sefer teknoloji beklediği gibi değilmiş hissine kapılıyor. Ve 3D Printer dünyasından uzaklaşıyor.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Pazar şu anda büyüyor. Avrupa ve Amerika’ya göre oldukça gerideyiz. Hem Profesyonel sistem sayısı hem de bilinirlik olarak daha çok yol almamız gerekli. Sistem sayısı artıp ulaşılabilirlik çoğaldıkça daha fazla büyüyecek bir Pazar. Ülkemizde bir çok öncü firma hala bu teknolojiyi kullanmıyor ya da haberdar bile değil. Almamız gereken çok yol var ama geleceğin sektörü olarak düşünüyoruz. Ülkemizde devlet desteği ile sistem alımları artarsa teknoloji de yaygınlaşacaktır. Asıl ilginç olan nokta ise bize en sık iş yaptıran firmalar genelde kendi sistemlerine sahip olan firmalar oluyor. Buradan da anlayabileceğiniz gibi teknoloji ile ilgili bilinç arttıkça, faydaları daha net anlaşılıyor ve vazgeçilmez bir tasarım – üretim prosesi haline geliyor

EK B – 11

+90 / Utku Demirkan

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer'lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

2005'te kurulan +90 3B Dijital Fabrika, Türk sanayisi ve tasarımcılarını katmanlı üretim teknolojileri (3 boyutlu baskı) ile tanıştırmış ve kısa sürede dijital imalat sektörünün lideri konumuna ulaşmıştır. Zengin makine parkı ve teknolojisini, mühendislik bilgisi ve tecrübesiyle birleştiren +90 3B Dijital Fabrika her türlü ürünün kısa zamanda ve uygun maliyetle temininde müşterilerine hizmet sağlamaktadır.

+90 3B Dijital Fabrika prototip üretimi ve düşük adetli seri üretim hizmetlerinin yanı sıra, farklı hızlı kalıplama tekniklerini kullanarak müşterilerinin tasarım ve ürün geliştirmede ihtiyaç duydukları, gerçek ürün olarak da kullanılacak nitelikte 3B baskı (katmanlı üretim) servisi vermektedir.

Utku Demirkan, İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği'nden 2009'da, yine İTÜ'de Malzeme Bilimi ve Mühendisliği YL Programı'ndan 2011 yılında mezun oldum. 2013 yılından itibaren +90'da çalışıyorum ve RP (Rapid Prototyping) bölümünün ekip lideriyim. 3D printer'lar ile tanışmam +90'a girmem ile gerçekleşti diyebilirim.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

+90'ın müşterilerini sektör olarak sınıflandırmak gerekirse, otomotiv, beyaz eşya, savunma sanayi, elektrik-elektronik alanında hizmet veren firmalar genel müşteri profilini oluşturmaktadır.

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

+90 bünyesinde 3 farklı 3d printer teknolojinde hizmet vermekte. Bu teknolojiler ve kullanılan cihazlar şu şekilde;

FDM: 7 adet Stratasys 400 MC

1 adet Stratasys 900 MC

Polyjet: 1 adet Stratasys Connex 500

SLS: 1 adet EOS P390 (P 380 modelinden upgrade olmuş bir model)

4. Başarılı bir üretim için 3d printer'nızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

3d printer ile üretim yapmak Word'de yazılan bir dokümanı Ctrl+P ile yazdırmaya maalesef benzemiyor. Öncesinde parçanın üretilebilirliğinin incelenmesi gerekiyor. Bunun için de .stl formatındaki datanın kontrol edilmesi gerekiyor. Parçanın katı model olup olmadığı, açık yüzeylerin olup olmadığı, et kalınlıklarının üretim teknolojisine uygun olup olmadığı gibi özellikler incelenmeli... Bu işlem için Magics RP yada Netfabb gibi ek yazımları kullanmak mümkün.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Makine kullanımına göre eğitim aldım. Eğitim şart. Ancak bu iş eğitimin yanında tecrübeye de bakıyor. Ürettiğim her parça farklı bir deneyim. Her parça üzerinde beklenmedik detaylar olabilir. Önemli olan bunları önceden öngörebilmek.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Üretimde yer aldığım için doğrudan müşteriler ile iletişim halinde değilim. Bu nedenle bu soruya cevap veremiyorum.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

+90'ın müşteri portföyünde bir çok kurum ve kuruluş var. Ancak endüstriyel tasarımcılar ile doğrudan çok da fazla iş yaptığımızı söyleyemem. Yaptığımız işler içerisinde karşılaştığımız en büyük sorun talep edilen ürünlerin üretime uygun olmaması olduğunu söyleyebilirim. Bazen ürün çok küçük bir ayak üzerine tasarlanır, ancak ürettikten sonra görürsünüz ki parça o ayak üzerinde durmuyor. Bazen de montaj olacak parçalar tasarlanır ancak o montaj imkansızdır. Prototip aşamasında bunları iyi analiz etmek gerekir.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Tasarımı yüzey modelleyerek değil de katı model üzerinden yapmaları ☺

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Yorum yok.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye'yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Üretim taleplerinin her geçen gün detaylanması ve beklentilerin yükselmesini esas alarak bu teknolojilerin gün geçtikçe daha da yaygınlaştığını söylemek mümkün.

EK B – 12

Zaxe / Serhat Özperçin

1. Firmanızı ve kendinizi tanıtabilir misiniz? Ne zamandan beri 3d printer'lar hayatınızda, tanışma hikayeniz nedir?

Firmamız tamamen yerli üç boyutlu yazıcı üreten bir firma. Yazılım, donanım hepsi bize ait. Open source kullanmıyoruz, kapalı kaynak bir yazılımımız var. Filamentleri de Türkiye'de üretiyoruz. ABS ve PLA basıyoruz. Plug in bir yazıcı satıyoruz, yani hazır eve alıp prize takıp çalıştırabiliyorsunuz. Firmamızın üç boyutlu yazıcılarla tanışması, kurucu ortaklarımızdan Baki'nin radyo kontrollü uçak, arabalara olan ilgisi sebebiyle onların yedek parçalarını üretebilmek için üç boyutlu yazıcılarla tanışmasıyla başlamıştır. Kendisi, internette bulduğu open source bilgilerle evde 3d printer yapma işine girdi. Sonra hikaye derinleşti. Çok basit seviye basit şeyle basmaya başladı. Kendisi benim ev arkadaşım. Ben de bir süre yurt dışındaydım. Döndükten sonra bu işi büyütelim dedik, şirketleşelim ve satışını yapalım. Kapalı kaynak yapalım ve eldeki ürünü sahaya dökelim dedik. Yani ilk tanışma, Baki'nin sayesinde oldu. Bu şirket 2015'in şubat ayında kuruldu.

2. Müşterileriniz kimler? (Firmalar, son kullanıcılar, meslek grupları vs.)

Çok farklı sektörde müşterilerimiz var. En büyük sektör bizim, eğitim sektörü. Açık okulları, Hisar okulları, Enka okulları, Robert Koleji gibi okullar 3d printer laboratuvarları kuruyorlar. İTÜ Endüstriyel Tasarım bölümünde de var. Koç Üniversitesi'nde var. Fablab'ler, maker space'ler yine büyük bir kitlemiz, bilim, sanat merkezleri. Kısaca eğitim sektörü, ana okulundan liseye, üniversiteye kadar bizim müşteri kitlemizin %60-70'ini kapsıyor. Bundan sonra, P&G de bizim müşterimiz. Onun dışında sanayi, GE, kalıp sanayi, Hisar kalıp. Mobilyacılar, mobilya bağlantı parçaları üretiyorlar. Sağlık sektörü, ortopedi uzmanımız var mesela. Kendi evinde kullanıyor. Bireysel kullanıcılar da var. Öğrenciler var. Üsküdar'dan bir müşterimiz vardı. Kendi, teknelerin çok pahalı olan yedek parçalarını 3d printer ile

basıyor. Kendi evinde, SolidWorks’de tasarlayıp basmaya başladı ve bunu ticarete döktü aslında. Kendi evinde, haftasonları ürünler üreterekten böyle bir şey yaptı.

3. Hangi tip 3d printer(lar)ı kullanıyorsunuz? (Teknoloji, marka, model vs.)

FDM tipi masaüstü üç boyutlu yazıcı üretimi yapıyoruz.

4. Başarılı bir üretim için 3d printer’nızın kendi yazılımı dışında ek bir yazılım kullanma ihtiyacı duyuyor musunuz? Neden?

Tasarladığın programa bağlı. Solidworks’de çizim yaptıysan, kendi yazılımı gayet yeterli oluyor. Ama ek yazılımlar, 3d printer’ı daha profesyonel anlamda kullanmaya başladığında illa ihtiyacın oluyor. Bunlarda bir tanesi ‘Netfab’ ve Autodesk’in bir programı ‘Mesh mixer’. Bunlar, internetten indirdiğin ya da kendi tasarladığın modeller patlak olduğu zaman tamir etmeye yarıyor. Yani, sen 3dmax’ten yüzey modelleme yaptın, yüzey modellem CAD programında ya da 3d printer yazılımında okuyamaz. Rhino, 3D Max gibi programlar, özellikle mimarlar kullanıyor, baskı alması imkansız yani çok fazla patlak yer çıkıyor. Örnek olarak iki yüzey yan yana konumlanmış ama birbirine mikronluk bile olsa değmiyor ve açıklık var ayrıca bu yüzeyin et kalınlığı yok. Bunun için yazıcı bunu hesaplayamıyor. Ben buraya ne basacağım bilemiyor ve boş çıkartıyor. Ama SolidWorks ve Catia gibi programlar, katı modelleme programları olduğu için sorun olmuyor, rahatlıkla baskı alınabiliyor. 3d printer için modelleme diye bir şey var gerçekten.

Bir de 3d printer her şeyi yapar algısı var. Her şeyi yapar ama modellemeyi bilersen. Daha support’lu modeller sen. Mesela baskı pozisyonunu bilmek gerek. Zamanla anlıyorlar ama. Sıfırdan bir 3d printer alan biri 10 gün sonra üst düzey bir kullanıcı olabiliyor.

5. 3d printer kullanımına yönelik bir eğitim aldınız mı? Kullanmayı öğrenme süreciniz nasıldı? Bu konuda eğitim almayı gerekli görüyor musunuz?

Tabi bu işin içinde olduğum için hiçbir eğitim almadım. Kullanım süreci de 1 saatlik bir eğitim yeterli oluyor. Müşterilere öyle bir eğitim veriyoruz. Ama en güzel eğitim kullanmaktır. Bir kaç kere belki kötü baskı alacaksın. En iyi yöntem deneme. Ama en başta, sıfırdan yazıcı nedir, filament nedir nasıl takılır, filament nasıl çıkartılır, tabla kalibrasyonu nedir, bu cihazın iç hacmi nasıldır, parçalı baskı alırken nelere dikkat etmelisin gibi 1 saatlik bir eğitim veriyoruz. Cihazı alan herkese yapıyoruz bunu. Ben, 2-3 ay kadar 7/24 baskı alınca anladım tabi.

6. Aldığınız talepleri değerlendirdiğinizde, ne kadarının, 3d printing hakkında bilinçli müşteriler tarafından geldiğini görüyorsunuz? Bilinçsiz müşterilerle yaşadığınız sıkıntılar oluyor mu? Neler? Bu müşteri tipleri kimlerden (hangi meslek gruplarından) oluşuyor?

Bilinçsiz müşterilerle yaşadığımız çok sıkıntı oluyor. Çok farklı müşteri tipi var. Hiç 3d printer bilmeyenler var, daha önce 3d printer satın almış ama memnun kalmamış, kötü deneyime sahip olan müşteriler var. Onlar bizim en sevdiğimiz. Çünkü biz daha kaliteli bir ürün verince sorunsuz kullanıyorlar bir de 3d printer'la ilgili her şeyi çözmüş oldukları için bize soru da sormuyorlar satın aldıktan sonra. Mesela Ultimaker'ı kullanımı zordur. Pro user isen çok iyi baskı alabilirsin, baskı sıcaklığı nedir, fan ne zaman nerde açılır gibi şeyleri bilmek zorundasın Ultimaker'da. Onun kullanıcıları bizim printer'a çok rahat aşına olabiliyorlar mesela.

Bizimki ondan daha basit, içine her şey gömülü. Ama hayatında ilk kez 3d printer görenler çok garip sorular soruyorlar. Mesela, 'F' şeklinde bir baskıyı basabileceklerini düşünenler var. Yani, support'suz havaya o şekilde baskı yapabileceğini düşünüyorlar. Her şeyin çıkabileceğini düşünenler var. Ama bazen çok support gerektiren modellerde içinde de support oluyor ve onları sökemiyorlar. Çalışan parçaların nasıl çalıştığına inanamıyorlar. Makas var mesela, tamamen tek parça olarak basılabiliyor. Biri de sormuştu, elektrikle mi çalışıyor diye. Renkli baskı alabileceğini düşünüyorlar, herkes genelde bunu soruyor. Bunu renkli olarak daha hızlı istiyorlar. Işınlanma gibi bir şey isiyorlar. Bir de 3d printer'ı bilen sayısı İstanbul'da 100 kişiden 10 kişiye

şimdi 90 kişi biliyor. Hızlı bir şekilde arttı bu rakam. Sayı git gide artıyor ama dokunan sayısı az. İlk gördüklerinde hayran oluyorlar ama sonra 6 saatte bir ürünü bastıklarını öğrenince ‘aaaa’ diyorlar. Zaman çokmuş diyorlar. Oysa maliyetleri çok düşük 3-4 liraya bir ürün basabiliyorsun. O zaman mutlu oluyorlar. Ama insanların mutsuz olduğu kısım ‘zaman’ diyebiliriz.

7. Endüstriyel tasarımcılar ile çalışıyor musunuz, çalışmalarınız oldu mu (müşteri bazında ya da iş ortaklığı olarak)? Bu iş birliği sürecini nasıl değerlendirirsiniz? Endüstriyel tasarımcılar ile çalışırken gözlemlediğiniz olumlu ya da olumsuz şeyler nelerdir?

Endüstriyel tasarımcılarla çalışıyoruz evet. Endüstriyel tasarımcılar aslında 3d printer konusunda, ya önceden almış oluyorlar. Ben kendim endüstriyel tasarımcıyım. KMS mobilyada ve Şişe cam’da endüstriyel tasarımcılarla çalıştık. Tire’de meselea Cemer’e gittik, sunum yaptık, bir sürü endüstriyel tasarımcı vardı ama satın almadılar mesela. Endüstriyel tasarımcılar, 3d printer sektöründe çok az. Neden böyle? Ya önceden almış oluyorlar ya da çalıştıkları şirket almayı düşünmüyor. Öyle ilginç bir durum var aslında. Endüstriyel tasarımcılar çok fazla, müşterimiz değil. Tek, tük nadir yani 100 makineden 5 tanesi endüstriyel tasarımcılar tarafından satın alınıyor. Öyle diyebilirim, çok az. 3d printer’ı hiç bilmeyen endüstriyel tasarımcılar da gördüm. Yani kendilerini çok geliştirmedikleri için de olabilir, maliyet de olabilir. Ama aslında 3d printer ile yaptıklarıyla maliyet çok düşüyor. Muhtemelen, çok fazla bilinirliği yok diye düşünüyorum.

8. 3d printing süreciyle ilgili endüstriyel tasarımcılardan beklentileriniz nelerdir?

Yani, endüstriyel tasarımcıların çok fazla prototip yapması gerekiyor. Biz strafordan yapardık ve 1 hafta sürerdi yapması. Sonuçta dayanıklı da olmuyordu. Yani, 3d printer’dan maliyetleri çok ucuz olacak şekilde bir gecede istediğin maketi çıkartabiliyorsun.

9. Kurulduğunuzdan bu yana üretim hacminizdeki ve müşteri sayınızdaki değişim nasıl oldu? Yıl bazında değerlendirdiğinizde, artma/azalma miktarları nedir? Bilinçli müşterilerin sayısı artıyor mu?

Artış var. Kurulduğumuzdan bu yana üretim de arttı. Türkiye’de talep de artıyor. Ya bizim çok fazla geçmişimiz olmadığı içi sayısal veriler vermem doğru olmaz. Bayilere gidiyoruz, bayi satışları da oluyor.

10. Kurulduğunuzdan bu yana pazarda, büyüme/küçülme ile gözlemledikleriniz nelerdir? Türkiye’yi 3d printer kullanımı ve bilinirliği açısından nasıl değerlendirirsiniz?

Çok büyük. Zaten dünya da her geçen gün yeni teknolojiler çıkıyor ve Pazar gittikçe büyüyor. Bunlar bilgisayarın ilk keşfi gibi. Tüm dünyada herkes bir şeyler yapmaya çalışıyor. Bir şekilde bir kaç firma Asus, Lenova nasıl kaldıysa 3d printer firmalarından da bir kaç tanesi geriye kalacak ama bu çok ivmeli olacak. 1976’da ilk bilgisayarlar çıkarken, Apple falan kurulurken 80lere 90lara doğru oturmaya başlıyor. O bir on-on beş senede olduysa, 3d printer sektöründe bu durum 3-4 sene içerisinde olacak. Çok hızlı, ivmeli olacak. Mesela ‘Makerbot’ dünyada 1 numarayken düşmeye başladı, 6 yıllık bir firma 2009’da kuruldu. Şimdi %20 küçülmeye gitti Makerbot tüm dünyada. Arkadan mesela, 2 yıllık Zortrax çok hızlı bir atılım yaptı. Ultimaker, Makerbot’u geçmeye başladı. Arkadan değişik çin markaları geliyor ama çok tutulmuyor. Bilinirlik hızlı bir şekilde artıyor. 7-8 sene sonra belki evinde her şeyi basmaya başlayacaksın ve çok doğal bir şey olacak 3d printer’lar. Fiyatlar çok ucuzlayacak. Bisküvi, çikolata, metal basan var. 5-10 sene içerisinde çok patlayacak. 4. Endüstri devrimi olarak da görülüyor bu akıllı üretim sektörü.

EK C – 1

Atolye İstanbul / Selçuk Keser

1. Adınız, soyadınız. Buradaki pozisyonunuz nedir? Bu oluşumu anlatabilir misiniz?

Ben Selçuk Keser. Makerlab manager pozisyonum. Prototipleme ustası da diyebiliriz. Burası etkileşim ve yaratıcılık platformu. 80'e yakın üyemiz var farklı disiplinlerden, Makine mühendisi, yazılım mühendisi ya da antropolog, ses mühendisleri, kurgu video yapanlar da var. Onları etkileştirmeye çalışıyoruz, happy hour'lar düzenliyoruz. Onların bir araya gelip proje üretebilecekleri bir ekosistem sağlıyoruz. Ve bir ürün çıkarsa da burada benim sorumlu olduğum mekanda prototiplerini yapıyorlar. Buraya 'hata yapma atolyesi' diyoruz. Yani ürün olana kadar burada test ediyorlar, artık ürün hazır olduğunda endüstriyel olarak başka bir yerde üretim yapıyorlar. Biz burda ticari 200 tane 300 tane baskı yapmıyoruz. Onun dışında sadece buradaki cihazlarla sınırlı değiliz. Yani kalkıp 200 bin lira olan cihazı buraya getirmek yerine onlarla anlaşıyoruz, onlar da maliyeti fiyatına bize hizmet sağlıyorlar. Mesela üç boyutlu yazıcı bizde 3 tane var ama piyasanın bir sürü 3 boyutlu yazıcı çeşidi var. Tüm cihazları buraya almak mantıklı değil. O zaman da biz hizmet alıyoruz.

Burası 3-4 yıl kadar önce kuruldu. İlk kurulumu Taksim'deydi. Sonra Çukurcuma'daki yere geçti. Orada acaba daha büyük bir yere geçerse nasıl olurun denemeleri yapıldı. Ondan sonra da buraya geldik. Burada da 6 ay kadar zaman oldu. Burada üyelik sistemi var. İnfö'ya mail atan herkesle bir kahve içiyoruz. Sonra bir buluşma günü ayarlıyoruz. Sonra komünitenin ihtiyacı var dahil edilebiliyor. Mesela bizde çok fazla mimar var, beşinci mimarı almayalım gibi. Komünitede ne kadar multidisipliner insan olursa elimiz o kadar uzayabiliyor. Eğer komüniteden bir yazılımcı ayrıldıysa bir yazılımcının girmesi daha kolay olabiliyor. 80 kişilik bir sınırimız var. 40 kadın, 40 erkek olmak zorunda.

Burası normalde Atolye Labs'in bir projesi. Atolye İstanbul onların sadece bir tane projesi. Başka mimari destekler de veriyorlar. Kalkınma ajansında desteğimiz de var. Bu kapsam da 3 tane proje çıkması bekleniyor.

2. Sorumlusu/çalışanı olduğunuz laboratuvar da ne kadar süredir 3D printer bulunuyor ve adedi nedir?

Ultimaker 1 ve 2 bir buçuk yıldır burada olabilir, ben yokken de vardı. Moment var bir tane, 3 aydır var.

3. Hangi tip 3D printerlar mevcut? Özellikleri nedir?

FDM tipi masaüstü 3d printerlar var. Plastiği ısıtarak PLA basan var. Buradaki yazıcıları eğitime yönelik kullanıyoruz. Mesela Ultimaker opensource. Ya da Moment'I kullanıyoruz. Orda en güzel özelliği Ultimaker gibi yapıştırıcı kullanmaya gerek kalmıyor. Nozzle tıkanması yaşanmıyor, sürekli bakım gerektirmiyor.

4. Bir parça üretimi için gram/maliyet oranı nedir? Sarf malzemesi ve tamir bakım gibi ihtiyaçları nasıl karşılanıyor? Sarf malzemesi tüketiminiz nedir, günlük, aylık ?

Şuan için çok cüzzî miktarlarda bedava gibi maliyeti üzerinden fiyatlar alınıyor. Üyelik sistemimiz başladıktan sonra asıl fiyatlar ortaya çıkacak. Biz burda en ucuz hizmeti veriyoruz üyelerimiz için. Çünkü üyelerimizin sürekli denemeler yapmaları gerekebiliyor, bir üyemizin dışarıdan baskı almasını istemeyiz. Sarf malzemesi ve bakım ihtiyaçlarının firmalardan karşılıyoruz. Her malzeme farklı olabiliyor. Günde 20 dk 30 dk kadar çalışıyor. Çünkü üç günde bir 3 saatlik baskılar alıyoruz. Ticari bir hizmet yok. Dışarıda gramı 1,5 – 2 tl olduğu dönemde, burada 1 tl ile ücretlendiriyoruz.

5. 3D printerların çalışma süreleri nedir? Günde kaç ürün oluşturuluyor?

Genelde haftada 3-4 gün kullanılıyor. Ürünler, parça boyutuna göre değişiyor.

6. 3D printer laboratuvarınızda ne gibi hizmetler sunuyorsunuz? (3D modelleme, baskı hizmeti, doğru ürün oluşturmaya yönelik danışmanlık, vs.)

Danışmanlık veriyoruz. Buraya gelen birine, sanki o makine buradaymış gibi hizmet sağlayabiliyoruz, biz de o hizmeti dışarıdan temin ediyoruz. Mesh onarımı da yaptık. Hatalı modelleri baştan çizdik, çok fazla oluyor. Küçük işler olduğu zaman 5-10dkda yapabiliyoruz. Genelde bilen insanlarla çalışıyoruz.

7. Bu laboratuvar fakültenizdeki tüm bölümlerin kullanımına açık mı? Açık ise hangi bölümün öğrencileri kullanıyor? Değilse kimlerin kullanımına açık?

Üyeler dışında dışarıya da hizmet verdik bir mimari projeye. Dışarıya çok iş oldu. Atolyenin kullanımı dışarıya açık değil ama biz hizmet verebiliyoruz. İçeriye yönelik bir kullanım var. Aletlerimiz geliyor, o zaman bir üyelik sistemi kuracağız. Gönye kesme, lazer, daire testere, cnc, torna gibi araçlar gelecek. Daha da üç boyutlu yazıcı alınacak. Ekipmanlar geldikten sonra dışarının da hizmetine açılması sistemi düşünülüyor.

8. 3D printer kullananlar kimler? 3D printer kullanmasını beklediğiniz kitle arasında endüstriyel tasarım öğrencileri var mı?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulamamıştır.

9. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin projelerinde özellikle 3D printer kullanmaları bekleniyor mu, sizin bilginiz dahilinde?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulamamıştır.

10. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımıyla ilgili yaşadıkları sıkıntılar oluyor mu?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulamamıştır.

11. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımını arttırmaya yönelik neler yapılabilir?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulamamıştır

EK C – 2

Bilgi Üniversitesi / Mertcan Avcı

1. Adınız, soyadınız. Okuldaki pozisyonunuz nedir?

Ben Mertcan Avcı. Bilgi Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı bölümünde 3. sınıf öğrencisiyim. Buradaki laboratuvarın asistanlarından birisiyim.

2. Sorumlusu/çalışanı olduğunuz laboratuvar ne kadar süredir 3D printer bulunuyor ve adedi nedir?

6 tane makinamız var(Ultimaker, masaüstü FDM tipi üç boyutlu yazıcı). Yaklaşık iki yılı aştı. Burada aktif olarak kullanıyoruz. İki buçuk yıl kadar oldu alınılı, sonrasında biraz bekleme süresi oldu. İlk geldiklerinde upgrade edildiler.

3. Hangi tip 3D printerlar mevcut? Özellikleri nedir?

Ultimaker’lar var.

4. Bir parça üretimi için gram/maliyet oranı nedir? Sarf malzemesi ve tamir bakım gibi ihtiyaçları nasıl karşılanıyor? Sarf malzemesi tüketiminiz nedir, günlük, aylık ?

Aslında biz sürekli buradayız ve makinaların temizliği ve nasıl çalıştırıldığını öğrendik. Bir tek ana kartta sıkıntı olursa servisi çağırıyoruz. Ben, üç ayda bir filament bitiriyorum.

Bizde herkes kendi filamentini getiriyor, öyle kullanıyoruz. Bir tek makineleri okul sağlamış oluyor, filament öğrencilerden. Nerden alacaklarını sorduklarında, öyle bir yönlendirme yapıyoruz sadece. Alacakları filamentlerin özelliklerini söylüyoruz.Onlar temin ediyorlar. Aslında 3dörtgen var, bizim okulun orayla bir anlaşması var. Ufak bir indirim de

yapıyorlar, biz de öğrencileri oraya yönlendiriyoruz. Orda bazen kalmadığında da 3Durak'a yönlendiriyoruz.

5. 3D printerların çalışma süreleri nedir? Günde kaç ürün oluşturuluyor?

Net bir cevap veremem bu soruya. Aslında makinaların kendi hafızalarında çalışma süreleri var. Bir tanesi 6 ay kadar süredir 932 saat çalışmış bugüne kadar. Ortalama böyle. Hergün bir ya da iki tanesi kullanılıyor. Şuraya tablo asıyoruz, herkesin takvimi var ve sıra alıyorlar. Randevuyla kullanılıyor makineler. Çünkü hem hangi makinayı kullanacakları belli oluyor hem de kendi filamentlerini getirdikleri için onu yerleştiriyorlar. Şuan dönem ortası olduğu için talep az, özellikle dönem sonlarında inanılmaz bir talep oluyor. Final projelerinden dolayı. İlk önce mail atıyorlar, şu saatlerde gelmek istiyoruz diye. Biz cevap veriyoruz takvimde neresi boşsa. Sonra bir randevu formları var, onu getiriyorlar imzalıyoruz ve ondan sonar kullanabiliyorlar.

6. 3D printer laboratuvarınızda ne gibi hizmetler sunuyorsunuz? (3D modelleme, baskı hizmeti, doğru ürün oluşturmaya yönelik danışmanlık, vs.)

Modelleme dışında geri kalan her şeye yardımcı oluyoruz çünkü çoğu kişi makinayla ilgili ayarları bilmiyorlar. Üç boyutlu modelini yazıcıdan alacak öğrencilerin modellerine önce Cura'da bakıyoruz. Objenin her yeri kapanmış mı, açık yeri var mı diye xray'den control ediyoruz. Sonra Gcode kaydediyoruz. Xray'den bakarken bir kırmızılık varsa eğer orayı gösteriyor tam kapanmamış anlamına geliyor, bu durumda baskı sırasında problem oluşturabiliyor. Tam olarak closed polysurface olması gerekiyor. Sadece modellemede yardımcı olamıyoruz çünkü gerçekten zaman alan birşey. Sadece yüzey modelleyerek gelenler de oluyor. 3d printer her şeyi yaparmış gibi bir düşünce de var. Çoğu kişi bilmiyor mesela üretim için gerekli et kalınlığı ne olmalı bize soruyorlar. Kullanılan nozzle belli olduğu için aletin yapabileceği maximum ve minimum değerler belli. Hem katman kalınlığı hem de iç ve dış duvar kalınlıkları. Hepsi ona göre hesaplanıyor. Genel olarak bir bilinmezlik var, bunun için kapıda astığımız açıklamalar var, adım adım 3d printer'ın nasıl kullanılacağı anlatılıyor.4

adımında nasıl kullanılacağını anlattık. Modellemelerde sorun çıkmasa da makina kullanımında sorun yaşıyoruz, kaç defa kullanılırsa kullansın.

Bi kere insanlarımız sabırsız. O bir gerçek. Hemen ürün çıksın istiyorlar. Hem de ürün oluştuktan sonra belli bir süre soğuması gerekiyor. Onu beklemeden tornavidayla kaldırıp almaya çalışanlar oluyor. Sonra makine bozuluyor. Ki makinayı kapattığın zaman 4-5 dakika yeterli oluyor soğuma süresi için.

7. Bu laboratuvar fakültenizdeki tüm bölümlerin kullanımına açık mı? Açık ise hangi bölümün öğrencileri kullanıyor? Değilse kimlerin kullanımına açık?

Mimarlar da kullanıyorlar. Bizim fakültede herkes açık. Hatta dışarıdan gelenler de oluyor. Yine üniversiteden ama başka fakülteden gelenler de oluyor. En çok endüstriyel tasarımcılar kullanıyor. Onun dışında mimarlık fakültesi öğrencileri kullanıyorlar.

8. 3D printer kullananlar kimler? 3D printer kullanmasını beklediğiniz kitle arasında endüstriyel tasarım öğrencileri var mı?

Var. Burası herkes için kuruldu ama bizim bölümde prototip yapma olayı daha çok olduğu için bizim fakültenin öğrencileri daha çok kullanıyorlar.

9. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin projelerinde özellikle 3D printer kullanmaları bekleniyor mu, sizin bilginiz dahilinde?

Oluyor. Bizim production surgery dersimiz vardı. Ürünlerin içini açıyorduk, söküyorduk, ne nerde nasıl çalışıyor görmek için. Dönem sonunda örneğin bizden bir masaj aleti tasarlamamızı beklediler. İç aksamını dahi tasarladık, motor nereye gelecek falan. Sonra kabuğunu 3d printer'dan bastık ve çalışır bir halde teslim ettik. Bire bir çalışan bir şeyi teslim etmen gerekiyor. İç elektroniğini bir üründen hazır alabilirsin ama dış kısmını tamamen senin

tasarlayıp basman gerekiyordu. Mesela birinci sınıflara hayva figürleri yaptırdılar ve 3d printer'dan baskı almaları istendi.

10. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımıyla ilgili yaşadıkları sıkıntılar oluyor mu?

Aslında oluyor. En başta malzeme birebir değil, zaten bir replica yapmış oluyorsun. Mesela bunu farklı bir malzemeden yaptığın zaman dayanıklılık açısından yanıltıcı olabiliyor. Mesela ABS mi PLA mı kullanılacak bilinmiyor. Bu tür bilgiler oldukça yetersiz. Mesela normalde üreteceğin bir ürünü metalden yapacaksan o et kalınlığı yetecek ama 3d printer'dan daha kalın basman gerekiyor. Bu noktalarda yanıltıcı olabiliyor. Et kalınlığı olmadan sadece surface (yüzey) tasarlayarak gelen de oluyor. 3D printer, sen ne verirsene onu basar gibi bir algı var.

11. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımını arttırmaya yönelik neler yapılabilir?

Prototiplemeye yönlendirmek gerekiyor. İnsanların el becerileri de var. 3d printerlar yayıldıkça bunu öldürecekmiş diye düşünüyorum.

EK C – 3

Girişimcilik Fabrikası / Erdem İnanç

1. Adınız, soyadınız. Buradaki pozisyonunuz nedir? Bu oluşumu anlatabilir misiniz?

Erdem İnanç ben. Özyeğin Üniversitesi'ne bağlı maker studio'nun koordinatörü olarak çalışıyorum. Bu yeni bir yapı, maker studio. Aslında burası dışarıya hizmet veriyor şuanda. Dışardaki donanım geliştiren girişimcilere hizmet veriyor. Bir donanım hızlandırma programı. Yurt dışındaki örnekleri hardware accelerator olarak geçiyor. Biz bunu Türkiye'de yapmak istiyoruz ve Türkiye'de ilk kez yapılıyor. Yani donanım özelinde bir hızlandırma programı ilk kez yapılıyor. Burası iş dünyasına daha yakın olduğu için öğrencilerden ziyade dışarıya hizmet veriyor. Çünkü okul

Çekmeköy’de. İş dünyasına daha yakın olması açısından böyle bir yer tutuldu. İlk bu işi Özyeğin Üniversitesi yaptı yani üniversitenin dışında böyle bir yer açma fikrini gerçekleştirdi. Ardından Koç Üniversitesi de bunu izledi.

Burası girişim fabrikası, özel konularda dikey programlar açıyor. Bu dikey programlara başvuru alıyor. Örneğin, fintech programı açıyor ve oraya finansal teknoloji üreten start up’ların başvuru yapmasını bekliyor. Oraya başvurans start up’lar arasında bir eleme yapıyor ve onları 5 haftalık bir eğitimden geçiriyor. Bu eğitimin içerisinde yalın gelişim, finans, muhasebe eğitimleri ve birebir mentorluklar var. Sonunda bir yatırımcı sunumu ortaya çıkarmaları bekleniyor. Bir yandan bu 5 haftalık eğitim boyunca müşterilerle yüz yüze görüşmeler yapıyorlar. Yani burada hedef şu, ilk başta start up’ın bir hipotezi var burada. Örneğin, finansal teknoloji üzerine konuşursak işte kurumsal çalışanlar için bir ödeme sistemi geliştiriyorsunuz. Diyorsunuz ki mevcut ödeme sistemleri, yeterince Pratik değil ve şöyle bir çözüm olsaydı, insanlar daha büyük bir kolaylıkla ve hızla ödeme yapabilirlerdi diyorsunuz. O çözümü valide etmeye çalışıyorsunuz yani bu çözüm gerçekten insanların hayatlarını kolaylaştırıyor mu? Ne kadar bir problem çözüyor? Bir problem çözüp çözmediğini test ediyorsunuz. Onun için daha ürünü geliştirmeden müşterilere sorarım ki işe yaramayacak bir ürün geliştirmeyelim diye bir düşünce var. Yalın girişimin ana felsefesi bu zaten lean start up diye geçer.

Bu aşamaları geçen bir yürütme kuruluna çıkıyor ve sunum yapıyor. Sunumda da girişimcilik camiasından ünlü isimler var Sina Afra, İhsan Elgin gibi. Onlara bir sunum yapıyorlar. Sunum sonucunda seçilenler girişimcilik fabrikası mezunu oluyorlar. Ve girişimcilik fabrikasının bütün network’ünden ve camiasından imkanlarından yararlanabiliyorlar. Ve buradaki açık ofisi kullanabiliyorlar. Bu söylediklerime ek olarak, hardware design programında da bütün ekipmaların kullanabiliyorlar ücretsiz bir şekilde. 3D printer’lar, lazer kesiciler, CNC’ler gibi.

Bu maker lab ocak ayından beri aktif 2016. Bir program yaptık, ikinci programın da başvurularını kapattık. Öncelikli konularımız var, IOT, 3d printer malzemeleri ve otonom sistemler gibi öncelikli konular var.

Girişimcilik fabrikası 2011 yılında kuruldu.Toplamda 120 mezun var buradan çıkan.

2. Sorumlusu/çalışanı olduğunuz laboratuarda ne kadar süredir 3D printer bulunuyor ve adedi nedir?

Ocak'tan (2016) beri aktif ve bulunuyor. İki adet var. FDM tipi.

3. Hangi tip 3D printerlar mevcut? Özellikleri nedir?

FDM, masaüstü küçük bir yazıcı var. İki de burada kullanıyor. Okulda da kurulacak ama daha mevcut değil orada.

4. Bir parça üretimi için gram/maliyet oranı nedir? Sarf malzemesi ve tamir bakım gibi ihtiyaçları nasıl karşılanıyor? Sarf malzemesi tüketiminiz nedir, günlük, aylık ?

Biz şuan dışarıya bir hizmet vermiyoruz. Her şey ücretsiz burada. Yani mezunlara her şey ücretsiz. Bu maker studio'yu İstanbul Kalkınma Ajansından alına hibeyle kurduk. O yüzden bütün ekipmanları onlar sağladılar. Okulun da bir desteği var. Ama çoğunu İstanbul Kalkınma Ajansı sağlıyor.

Sarf malzemesi ve tamir bakım ihtiyaçlarını Zaxe'den alıyoruz. Yani makinalar sürekli çalışıyorlar. Haftada 2 kilo filament gidiyordur. Çünkü 3d printer girişimcilik sektöründe baya önemli bir yer kaplıyor. O yüzden kullanıyorlar sürekli. İlk programda 3 mezun var. Bunlardan bir tanesi güneş perdesi yapıyor. Store perdenin üzerine güneş panelleri koyuyor.Ordan kazandığı elektriği evin şebekesine verip enerji tasarrufu sağlıyor. Onun perdenin bağlantı elemanlarını 3d printer'la üretiliyor. Diğer bir proje akıllı bisikler kilidi. Bir bisiklet kiralama sistemi oluşturmaya dayanıyor. Onun da kilidi sabitleme elemanlarını, kilidi kaplayacağımız kabı 3d printer ile üretiliyoruz. Bir diğeri akıllı masa. Üzerine koyduğunuz ürünle ilgili bilgiler

veriyor. Yani bir mağazaya gittiğinizde mağaza görevlisine sormuyorsunuz, ürünü masanın üzerine koyup istediğiniz bilgileri görebiliyorsunuz.

5. 3D printerların çalışma süreleri nedir? Günde kaç ürün oluşturuluyor?

Bu çok değişken oluyor. Burası doğrudan hizmet veren bir yer olmadığı için 3d printer firmalarına göre çok düşük bizim üretimimiz. Hedefimiz de o değil zaten. Ürünün büyüklüğüne göre değişiyor. Makineler çoğunlukla 7/24 çalışıyor. Onu mezunların talebi belirliyor. Mesela bir tanesi hiç ihtiyaç duymuyor 3d printer'a ama diğerleri ihtiyaç duyuyor projeye göre.

6. 3D printer laboratuvarınızda ne gibi hizmetler sunuyorsunuz? (3D modelleme, baskı hizmeti, doğru ürün oluşturmaya yönelik danışmanlık, vs.)

Yani burada program süresince donanım geliştirmiş mentorlar var. Onlardan bir tanesi 3d printer geliştiren bir firmanın kurucusu. Katihal diye. O da buranın mentorlarından bir tanesi. O, insanlara bilgi veriyor. Yani donanım geliştirirken nelere dikkat etmek lazım gibi. Bir diğeri de Cem Gü, 'koza'yı geliştiren. Koza da akıllı thermostat. Akıllı termostadı kombiye takıyorsunuz, kombinin üzerinde suyun sıcaklığını ayarlıyorsunuz ama evde hangi sıcaklığa denk geldiğini bilmiyorsunuz. Bu akıllı termostatta ev 23 derece olsun diyorsunuz, o suyun sıcaklığını değiştiriyor sürekli. Şuan 3 ekip var zaten kullanan, onlar da biliyorlar nasıl kullanılacağını. Ama olmasaydı da yönlendirebiliriz. Az kullanıcı olduğu için çok sorun olmuyor.

7. Bu laboratuvar fakültenizdeki tüm bölümlerin kullanımına açık mı? Açık ise hangi bölümün öğrencileri kullanıyor? Değilse kimlerin kullanımına açık?

Şuanda burası girişimcilere açık ama önümüzdeki yıl okulda bir bölüm açılacak ve bütün öğrencilerin kullanımına açık olacak. Herkes kullanabilecek. Biz meslek grubu ayırt etmeksizin bu programı açtık ama çoğunlukla mühendisler başvurdu. Nadiren bir iş geliştirmececi sosyal bilimler mezunu oluyor.

Biz yeni kurulan yapıda sertifikasyon programları yapacağız. Yani oradan geçen kişi 3d printer konusunda uzman diyeceğiz ve 3d printer’I biliyorsa kendisi de arkadaşlarına kullandırtabilecek bir operatöre ihtiyacı olmadan. Üniversitede kurulacak alan 3700 metrekarelik bir alan olacak. Dışarıya da hizmet veren bir tesis kuruluyor. Mimari hizmetler de olacak, laze kesim gibi CNC gibi imalat hizmetleri de olacak. 2017 Ocak ayında bitmesi planlanıyor.

8. 3D printer kullananlar kimler? 3D printer kullanmasını beklediğiniz kitle arasında endüstriyel tasarım öğrencileri var mı?

İlk program özelinde söylüyorum, herhangi bir endüstriyel tasarım öğrencisi başvurmadı. Ama ikinci programda ekolojik mobilya geliştiren endüstriyel tasarım mezunu birisi var. Geri dönüşümlü malzemelerden mobilya geliştiriyor.

9. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin projelerinde özellikle 3D printer kullanmaları bekleniyor mu, sizin bilginiz dahilinde?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

10. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımıyla ilgili yaşadıkları sıkıntılar oluyor mu?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

11. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımını arttırmaya yönelik neler yapılabilir?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

EK C – 4

İTÜ Çekirdek / Emre Uzun

1. Adınız, soyadınız. Buradaki pozisyonunuz nedir? Bu oluşumu anlatabilir misiniz?

Ben Emre Uzun. Çekirdek bünyesindeki atolyeden sorumluyum. Burası 15 aydan fazla süredir var. Çekirdeğin atolyesi burası oluyor. İTÜ Çekirdek Girişimcilik Ekosistemi; teknoloji tabanlı yenilikçi iş fikirlerine sahip, fikrinin inovatif ve ticari faaliyete dönüştürülebilir olduğuna inanan girişimciler ve start-up'lar için oluşturulmuş bir girişimcilik merkezidir. İTÜ ve İTÜ ARI Teknokent tarafından 2011 yılında kurulmuştur.

2. Sorumlusu/çalışanı olduğunuz laboratuarda ne kadar süredir 3D printer bulunuyor ve adedi nedir?

Burada ofiste çalışan arkadaşlar buranın her yerinde yararlanabiliyor. 2 tane 3d printer var, en çok 3d printerlar kullanılıyor. Burası İTÜ Çekirdek bünyesinde çalışmaya hak kazanmış kişiler kullanıyorlar.

3. Hangi tip 3D printerlar mevcut? Özellikleri nedir?

2 adet masaüstü FDM tipi 3d printer var.

4. Bir parça üretimi için gram/maliyet oranı nedir? Sarf malzemesi ve tamir bakım gibi ihtiyaçları nasıl karşılanıyor? Sarf malzemesi tüketiminiz nedir, günlük, aylık ?

Filamenti Zortrax'ın kendisinininkini alıyoruz.3d printer kullananlar kendi filamentlerini getirdikleri için ne kadarlık bir tüketim olduğunu bilmiyorum. Ama haftanın 5 günü 24 saat çalışıyor. Akış hızı sanırım 60 mm/sn olması lazım. Önümüzdeki haftadan sonra bir filament siparişi vereceğiz ama bundan önce yoktu.Yine zortrax teknik servisinden alacağız.

5. 3D printerların çalışma süreleri nedir? Günde kaç ürün oluşturuluyor?

Burada 3d printer tablomuz var. Haftanın 5 günü çalışıyor. Hatta toplamda 1600 saat çalıştılar. Hala aynı ekipmanlarla hiçbiri değişmeden çalışıyorlar.

6. 3D printer laboratuvarınızda ne gibi hizmetler sunuyorsunuz? (3D modelleme, baskı hizmeti, doğru ürün oluşturmaya yönelik danışmanlık, vs.)

Burada kullananlar genellikle biliyorlar. Bir sorun olduğunda da teknik servise danışıyoruz.

7. Bu laboratuvar fakültenizdeki tüm bölümlerin kullanımına açık mı? Açık ise hangi bölümün öğrencileri kullanıyor? Değilse kimlerin kullanımına açık?

İTÜ öğrencileri burayı çok bilmedikleri için gelmiyorlar aslında. Ama geldiklerinde onlara yardımcı oluyoruz. Onlar filament kendileri getirdiği sürece kullanabiliyorlar. Endüstriyel tasarım öğrencileriyle karşılaşmadım hiç. Genelde endüstriyel tasarımcılar projeleri için bir kaç kere danıştılar.

8. 3D printer kullananlar kimler? 3D printer kullanmasını beklediğiniz kitle arasında endüstriyel tasarım öğrencileri var mı?

Buradaki droncu bi takım var onlar kullanıyorlar. Elektronik için kutu tasarladıklarında burdan alıyorlar baskıları. Yaptıkları parçanın mekanik iç kısmı değil de dış kabuğunu burdan basabiliyorlar.

9. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin projelerinde özellikle 3D printer kullanmaları bekleniyor mu, sizin bilginiz dahilinde?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

10. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımıyla ilgili yaşadıkları sıkıntılar oluyor mu?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

11. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımını arttırmaya yönelik neler yapılabilir?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

EK – 5

İTÜ / Enver Tatlısu

1. Adınız, soyadınız. Okuldaki pozisyonunuz nedir?

Enver Tatlısu. Burada İTÜ’de araştırma görevlisiyim. Doktorama devam ediyorum. Aynı zamanda bu atolyeden sorumluyum. (İTÜ Taşkışla Maket Atolyesi)

2. Sorumlusu/çalışanı olduğunuz laboratuarda ne kadar süredir 3D printer bulunuyor ve adedi nedir?

Bu atolyede aslında 2 yıldır bir tane 3d printer var. Bundan önce aynı firmanın eski bir versiyonu vardı. Sonra ben geldiğimde gördüm ki bozukmuş. Geçtiğimiz Kasım ayından beri bozuk. Firma, eski 3d printer’ı alıp yerine bunu verdiler. Bir süre çalıştı bu, kullanabildik. 1 ay sonra tekrar bir arıza yaptı. Ben aldım, götürdüm tamir ettirdim şimfi tekrar bozuldu kullanamıyoruz. Yazılım ve donanımla ilgili sık sık aksaklıklar çıkıyor. Toplamda 1 ay kadar kullanabildik. Geçtiğimiz dönemin bitirme tezlerinde 3-4 öğrenci maketlerini alabildiler, o kadar.

3. Hangi tip 3D printerlar mevcut? Özellikleri nedir?

1 tane masaüstü FDM tipi 3d printer var ama bozuk.

4. Bir parça üretimi için gram/maliyet oranı nedir? Sarf malzemesi ve tamir bakım gibi ihtiyaçları nasıl karşılanıyor? Sarf malzemesi tüketiminiz nedir, günlük, aylık ?

Bozuk olduğu için kullanamadık.

5. 3D printerların çalışma süreleri nedir? Günde kaç ürün oluşturuluyor?

3d printer çalışıyor iken toplamda 10-15 tane ürün ancak basabildik.

6. 3D printer laboratuvarınızda ne gibi hizmetler sunuyorsunuz? (3D modelleme, baskı hizmeti, doğru ürün oluşturmaya yönelik danışmanlık, vs.)

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

7. Bu laboratuvar fakültenizdeki tüm bölümlerin kullanımına açık mı? Açık ise hangi bölümün öğrencileri kullanıyor? Değilse kimlerin kullanımına açık?

3d printer çalışıyor olsaydı, bunların kartuşları 70 80 tı civarında, öğrenciler kendi aralarında birleşip filament alırlarda ücretsiz bir şekilde makinayı kullansınlar diye düşünüyorduk. Endüstriyel tasarım öğrencilerine açık ama mimarlar da gelse geri evirmeyiz.

8. 3D printer kullananlar kimler? 3D printer kullanmasını beklediğiniz kitle arasında endüstriyel tasarım öğrencileri var mı?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

9. Endüstriyel tasarım ğrencilerinin projelerinde özellikle 3D printer kullanmaları bekleniyor mu, sizin bilginiz dahilinde?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

10. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımıyla ilgili yaşadıkları sıkıntılar oluyor mu?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

11. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımını arttırmaya yönelik neler yapılabilir?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

EK C – 6

Koç Üniversitesi Design Lab / Mehmet Aydın Baytaş

1. Adınız, soyadınız. Okuldaki pozisyonunuz nedir?

Mehmet Aydın Baytaş. Okuldaki pozisyonum da doktora öğrencisiyim, Sosyal Bilimler Enstitüsünde. Burada ‘Design Lab’de doktora öğrencisi olarak çalışıyorum. Aynı zamanda bu Design Lab’in de bir parçası olduğu Koç Üniversitesi Arçelik Yaratıcı Endüstriler Uygulama ve Araştırma Merkezi’nin director asistanlığını ve kordinatörlüğünü yapıyorum.

Burası bu senenin başlarında kuruldu. Arçelik ve Koç Üniversitesi’nin anlaşmasının ortaklığının bir ürünü burası. Neden kuruldu? Yaratıcı endüstriler alanında öncelikle tasarımdan, etkileşim tasarımından özellikle başlayarak hem Türkiye’de hem de Avrupa’da dünyada yaratıcı endüstriler adına değer yaratmak, katkıda bulunmak için böyle bir oluşum gerçekleştirildi.

Şuan burada 4 tane hocamız var, direk olarak buraya bağlı olarak çalışıyor. Onların doktora, master öğrencileri var. Her hocanın çalışma sistemi birbirinden biraz farklıdır. İşte bizim Oğuzhan hoca mesela, doktora öğrencilerine proje verir. Her araştırma projesi bir doktora öğrencisinin liderliğinde yürütülür. Bazen master, lisans öğrencileri de çalışır projelerde.

2. Sorumlusu/çalışanı olduğunuz laboratuarda ne kadar süredir 3D printer bulunuyor ve adedi nedir?

Bir adet bizim kendi 3d printer'ımız var burada. Onu alalı toplam 1 sene olmadı. Yeni aldık onu zaten burayı kuralı da 1 sene kadar oldu. Kurulduğunda ilk aldığımız şeylerden biriydi o. Bir tane de mühendislik fakültesinde var onların laboratuvarında, eskiden onu kullanıyorduk. O da galiba 3 ya da 4 yıldır var orada.

3. Hangi tip 3D printerlar mevcut? Özellikleri nedir?

Bizde Zortrax M200 var bir tane. FDM yapıyor. Filamentle çalışıyor.

4. Bir parça üretimi için gram/maliyet oranı nedir? Sarf malzemesi ve tamir bakım gibi ihtiyaçları nasıl karşılanıyor? Sarf malzemesi tüketiminiz nedir, günlük, aylık ?

Ücretli değil, buradaki doktora öğrencileri ya da bu araştırma merkeziyle ilişkili olan herhangi bir insan istediği gibi gelip baskı alabilir. Sarf malzemesi ve tamir bakım ihtiyaçlarıyla ben ilgileniyorum şuanda, kordinatör ve direktör asistan olduğum için. Yani bittikçe alıyorum. Bakımı geldikçe bazı işleri ben yapıyorum arada yağıyorum şaftlarını. Çok fazla değil sarf malzemesi tüketimimiz. Henüz bir kartuşu dahi bitiremedik, bir kaç aydır. Heralde toplam 1 makara harcamışızdır 5-6 ay içerisinde. Her gün kullanılmıyor.

5. 3D printerların çalışma süreleri nedir? Günde kaç ürün oluşturuluyor?

Haftada 1 tam gün çalışıyordur, haftada 20 saat kadar. Bazı haftalar daha fazla bazı haftalar hiç çalışmıyor. Ama ortalama haftada 20 saat gibi.

Buradaki güncel 7 projenin 5'inde 3d printer kullanılıyor. Ama proje direk 3d printer ile alakalı değil. Mesela 'human to human touch interaction' gibi bir projemiz var. İnsanın kendi eline dokunarak, oradaki yüzey alanını algılayarak oyun oynayabiliyorlar. Bileklerine bir cihaz takılıyor bunun için. O cihazların kasasını 3d printer ile ürettiler.

6. 3D printer laboratuvarınızda ne gibi hizmetler sunuyorsunuz? (3D modelleme, baskı hizmeti, doğru ürün oluşturmaya yönelik danışmanlık, vs.)

Bir hizmet sunmuyoruz kimseye. Burada araştırmacı olarak çalışan insanlar gelip kendileri, kendilerine hizmet ediyorlar.

7. Bu laboratuvar fakültenizdeki tüm bölümlerin kullanımına açık mı? Açık ise hangi bölümün öğrencileri kullanıyor? Değilse kimlerin kullanımına açık?

Lisans öğrencilerine öyle her isteyene açık değil. Buradaki yapılan araştırma projeleriyle alakalı bir bağlantıları olmaları lazım. O zaman zaten buraya giriş çıkış da serbest oluyor insanlara. Mesele bir projede çalışan öğrencinin bir giriş kartı oluyor ve buraya girişi tanımlıyoruz.

Burada baya endüstriyel tasarımcı var. 11 doktora öğrencisinden 4 tanesi Endüstriyel Tasarım mezunu, 3 tanesi iletişim tasarımı mezunu ve kalanları da mühendis.

8. 3D printer kullananlar kimler? 3D printer kullanmasını beklediğiniz kitle arasında endüstriyel tasarım öğrencileri var mı?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

9. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin projelerinde özellikle 3D printer kullanmaları bekleniyor mu, sizin bilginiz dahilinde?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

10. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımıyla ilgili yaşadıkları sıkıntılar oluyor mu?

Buradaki herkes kendi kullanıyor. Daha önce kullandığını bildiğimiz arkadaşlarımız yardımcı oluyor. Aletin bir kitapçığı var, okuyup nasıl kullanılacağını öğrenebiliyorsun.

11. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımını arttırmaya yönelik neler yapılabilir?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

EK C – 7

Koç Incubation / Mustafa Kemal Akser

1. Adınız, soyadınız. Buradaki pozisyonunuz nedir? Bu oluşumu anlatabilir misiniz?

Ben Mustafa Kemal Akser, pazarlamadan sorumluyum. Aynı zamanda buradaki etkinliklerin düzenlemesinden sorumluyum. Burdaki laboratuvarı girişimcilere hizmet vermek için açtık. Henüz dışarıya hizmet vermiyoruz ama vermeyi planlıyoruz. Burası Koç Üniversitesine bağlı bir kuluçka merkezi, İstanbul Kalkınma Ajansının bize sağladığı 800 bin liralık fonlar burası kuruldu. Burası 2 ay önce kuruldu, şuanda da eksik olan ekipmanları tamamlamaya çalışıyoruz. Onlarla da beraber içerdeki girişimcilere hizmet veriyoruz. Burda şuanda hızlandırma programına Kabul edilmiş 17 girişim var.

2. Sorumlusu/çalışanı olduğunuz laboratuvarda ne kadar süredir 3D printer bulunuyor ve adedi nedir?

Burada 3 tane 3d printer var. Zaxe'den sağladık. Bir de bunun yanında formlabs var. Zaxe ile partnerlik anlaşması sağladık. Onlar 3d printer ve filament sağlıyorlar. Diğer makerspace etkinliklerimizde de varlar.

3. Hangi tip 3D printerlar mevcut? Özellikleri nedir?

Masaüstü FDM tipi 3d printer'lar mevcut.

4. Bir parça üretimi için gram/maliyet oranı nedir? Sarf malzemesi ve tamir bakım gibi ihtiyaçları nasıl karşılanıyor? Sarf malzemesi tüketiminiz nedir, günlük, aylık ?

Herhangi bir ücret almıyoruz. Burdaki hızlandırma programına Kabul edilmiş girişimlere %3 ortak oluyoruz. Bu kapsamda bu desteklerden yararlanıyorlar. İhtiyaçlarımızı Zaxe'den karşılıyoruz.

5. 3D printerların çalışma süreleri nedir? Günde kaç ürün oluşturuluyor?

Bizdeki 3d printerları farklı objeleri basmak için sürekli test ediyoruz. 3d printerlar nerdeyse sürekli çalışıyorlar.

6. 3D printer laboratuvarınızda ne gibi hizmetler sunuyorsunuz? (3D modelleme, baskı hizmeti, doğru ürün oluşturmaya yönelik danışmanlık, vs.)

Biz girişimcilere destek verdiğimiz için ağırlıklı olarak kendileri basıyorlar. Buradaki girişimciler kendileri nasıl kullanacaklarını bildikleri için biz karışmıyoruz. Burada Mert, bilgi sahibi olduğu için birebir mentörlük yapıyor. Bunla ilgili seminer veriyoruz, 3d printer nasıl kullanılır gibi bilgileri içeren. Esasında bir problem yaşamıyoruz.

7. Bu laboratuvar fakültenizdeki tüm bölümlerin kullanımına açık mı? Açık ise hangi bölümün öğrencileri kullanıyor? Değilse kimlerin kullanımına açık?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

8. 3D printer kullananlar kimler? 3D printer kullanmasını beklediğiniz kitle arasında endüstriyel tasarım öğrencileri var mı?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

9. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin projelerinde özellikle 3D printer kullanmaları bekleniyor mu, sizin bilginiz dahilinde?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

10. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımıyla ilgili yaşadıkları sıkıntılar oluyor mu?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

11. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımını arttırmaya yönelik neler yapılabilir?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

EK C – 8

Özyeğin Üniversitesi Robotik Laboratuvarı / Özkan Bebek

1. Adınız, soyadınız. Okuldaki pozisyonunuz nedir?

Özkan Bebek. Makine Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesiyim.

2. Sorumlusu/çalışanı olduğunuz laboratuvarda ne kadar süredir 3D printer bulunuyor ve adedi nedir?

Bir yıldır var, iki adet var.

3. Hangi tip 3D printerlar mevcut? Özellikleri nedir?

Ultimaker var iki tane. Birisi Ultimaker extender, ikisi de PLA ve ABS basan standart ucuz 3d printer'lar.

4. Bir parça üretimi için gram/maliyet oranı nedir? Sarf malzemesi ve tamir bakım gibi ihtiyaçları nasıl karşılanıyor? Sarf malzemesi tüketiminiz nedir, günlük, aylık ?

Ücret almıyoruz. Ama filamentin alınması için ayrılmış bir bütçe var. Bitirme projeleri için olan bütçeden oradan filamentleri aldık geçen yıl. Ama yani öğrencilerden özellikle bir şey talep etmiyoruz. Tamir bakım ihtiyaçları da lab.ın kendi bütçesi var oradan karşılıyoruz ama zaten 1 yıl olduğu için hepsi garanti kapsamında, sadece 2 kere bozuldular. İkisi de garanti kapsamında tamir oldu. Sarf malzemesi tüketimi tahminim dönem dönem çok fazla kullanılıyor özellikle bitirme projeleri deadline'ları geldiğinde haftada 700 gr. Kadar gidiyordur ama diğer zamanlarda yani 2-3 ayda bir rulo ancak gidiyordur.

5. 3D printerların çalışma süreleri nedir? Günde kaç ürün oluşturuluyor?

Basılan parçaya göre değişir ama. En uzun ben 50 saatte basılan parça biliyorum, yarım saatte basılan parçalar da oluyor. Ama genelde parçalar genelde 8-12 saat sürüyor. Ortalama 3-4 üründür ama çoğu zaman çalışmıyor 3d printer'lar.

3d printer almamızdaki amaç bitirme projelerindeki yoğunluğu azaltmaktı.Çünkü çok fazla üretim yapılıyor, torna var freze var onlar yetişemediği zaman küçük şeyleri tasarlayıp basabilsinler diye alındı.

6. 3D printer laboratuvarınızda ne gibi hizmetler sunuyorsunuz? (3D modelleme, baskı hizmeti, doğru ürün oluşturmaya yönelik danışmanlık, vs.)

Gerek olmuyor. 3dörtgen'in sunduğu bir yazılım var. Mesela katı model doğru mesh'lenmiş mi onun check edildiği bir yazılım var. Onu kullanıyorlar.

Ama çoğunlukla kendi başlarına öğrenciler. Yani cihazlara bakarak, öğrenerek yapıyorlar.

7. Bu laboratuvar fakültenizdeki tüm bölümlerin kullanımına açık mı? Açık ise hangi bölümün öğrencileri kullanıyor? Değilse kimlerin kullanımına açık?

Laboratuvarı sadece belirli öğrenciler kullanabiliyor ama baskı için okuldan daha doğrusu mühendislik fakültesinden insanlar geliyor, baskı alabiliyorlar. Kendileri kullanamıyorlar ama orda bilen birisi, asistanlar yardımcı oluyorlar. Ama lab.ın kendi öğrencileri var lisans ya da yüksek lisans sadece onların erişimine açık 3d printer'lar. Kendi prosedürümüz var, o doğrultuda kullanabiliyorlar.

Lab'a herkes giremiyor tabi, kilitli kapısı. Kartla giriliyor. Esas lab.a giriş izni olanlar direk lab.da proje yapan ya da bizle çalışan öğrenciler.

8. 3D printer kullananlar kimler? 3D printer kullanmasını beklediğiniz kitle arasında endüstriyel tasarım öğrencileri var mı?

Çoğunlukla makina mühendisliği öğrencileri kullanıyor.

9. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin projelerinde özellikle 3D printer kullanmaları bekleniyor mu, sizin bilginiz dahilinde?

Yok çünkü endüstriyel tasarım bölümünün kendi 3d printer'ları var. Yani hocaların kendi 3d printer'ları var diye biliyorum. Bizim 3d printer'larımız dışında başka 3d printer'lar da vardı ama onlar bir şekilde bozuldu ve artık tamir edilemez durumda. Buraya da endüstriyel tasarım öğrencilerinden istek gelmiyor açıkçası. Bilmiyorlardır. Açıkçası niye bilmiyorum.

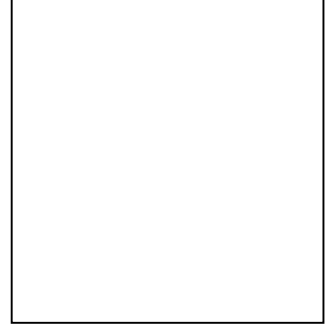
10. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımıyla ilgili yaşadıkları sıkıntılar oluyor mu?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

11. Endüstriyel tasarımcıların 3d printer kullanımını arttırmaya yönelik neler yapılabilir?

Alınan cevaplar doğrultusunda bu soru sorulmamıştır.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad :Negrican Sandalcı
Doğum Tarihi ve Yeri : 16.09.1989 İzmir
E-posta : negricansandalci@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, İTÜ, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü