



TC.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİTEL TASARIM ANASANAT DALI
ENDÜSTRİTEL TASARIM TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DİJİTAL FABRİKASYONDA ORTAKLAŞA ÜRETİM MODELİNİN 3D
YAZICILAR ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Furkan GÜNEŞ

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Fırat EZENCİ

İSTANBUL
Haziran 2024



TC.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİTEL TASARIM ANASANAT DALI
ENDÜSTRİTEL TASARIM TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DİJİTAL FABRİKASYONDA ORTAKLAŞA ÜRETİM MODELİNİN 3D
YAZICILAR ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Furkan GÜNEŞ

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Fırat EZENCİ

İSTANBUL
Haziran 2024



LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Endüstriyel Tasarım Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Furkan GÜNEŞ tarafından hazırlanan “Dijital Fabrikasyonda Ortaklaşa Üretim Modelinin 3d Yazıcılar Üzerinden İncelenmesi” konulu çalışması jürimizce Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 03/07/2024

Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu:

İmzası

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Zeynep FIRAT EZENCİ
Haliç Üniversitesi

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Emirhan COŞKUN
Haliç Üniversitesi

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Ertan Yesari HASTÜRK
Hacettepe Üniversitesi

Bu tez yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun kararıyla kabul edilmiştir.

(Enstitü Müdürünün Ünvanı, Adı, Soyadı)
Müdür

Furkan Güneş tez 27.05

ORJİNALLİK RAPORU

%2

BENZERLİK ENDEKSİ

%2

İNTERNET KAYNAKLARI

%1

YAYINLAR

%0

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

www.researchgate.net

İnternet Kaynağı

%1

2

Gümüş, Emre. "Çalışanların Mikrodalga Maruziyetinin Azaltılması için Elektromanyetik Kalkanlama Malzemesi Geliştirilmesi", Marmara Üniversitesi (Turkey), 2024

Yayın

<%1

3

Aytekin, Sinan. "Hastane İşletmelerinde Finansal Açıdan Stok Yönetiminin Çalışma Sermayesi Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi", Dokuz Eylul Üniversitesi (Turkey), 2024

Yayın

<%1

4

qdoc.tips

İnternet Kaynağı

<%1

5

es.scribd.com

İnternet Kaynağı

<%1

6

Ongan, Aydın. "Odun plastik kompozitlerden üretilen birleştirici elemanların mekanik

<%1

TEZ ETİK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Dijital Fabrikasyonda Ortaklaşa Üretim Modelinin 3D Yazıcılar Üzerinden İncelenmesi" başlıklı bu çalışmayı başından sonuna kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi. Zeynep Fırat EZENCİ'nin sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Furkan GÜNEŞ

ÖNSÖZ

Bu çalışma, kariyerimde yoğunlaştığım 3 boyutlu yazıcıların kabiliyetleri doğrultusunda ortaya çıkmakta olan ortaklaşa üretim modelini tanıtmak ve etkilerini anlatmak amacıyla hazırlanmıştır. Gelecek yıllarda, bu modelin endüstrideki öneminin artacağına inanıyor ve bu çalışmanın, ortaklaşa üretim modelini benimseyecek olan kişilere bir rehberlik sağlayacağını umuyorum.

Tez çalışmasının ilerletilmesinde büyük destek sağlayan ve yol gösteren değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Zeynep FIRAT EZENCİ'ye teşekkürlerimi sunuyorum. Kendisinin bilgeliği ve rehberliği, bu çalışmanın başarılı bir şekilde tamamlanmasına olanak sağlamıştır.

Öğrenim hayatım boyunca beni destekleyen ve her zorluğumda yanımda olan değerli ablam Gamze GÜNEŞ'e minnettarlığımı ifade etmek isterim. Onun cesareti ve desteği, benim bu yolculuğumda önemli birer itici güç olmuştur.

Tez çalışmam sırasında bana eşlik eden, motivasyon sağlayan ve bir çalışma arkadaşı olan Ceren YILMAZ'a da teşekkürlerimi sunuyorum. Onun desteği ve işbirliği, bu çalışmanın ilerlemesinde önemli bir rol oynamıştır.

Haziran 2024

Furkan GÜNEŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ ETİK BEYANI	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Dijital Fabrikasyon	4
2.2. 3 Boyutlu Yazıcılar	8
2.2.1. FDM 3 Boyutlu Yazıcılar	15
2.2.1.1. Kartezyen 3 boyutlu yazıcılar	17
2.2.1.2. Corexy 3 boyutlu yazıcılar.....	18
2.2.1.3. Delta 3 boyutlu yazıcılar.....	19
2.2.2. SLA 3 Boyutlu Yazıcılar	20
2.2.3. SLS 3 Boyutlu Yazıcılar.....	21
2.3. 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanım Alanları	22
2.4. Filament Türleri ve Üretilen Nesneye Etkileri	27
2.5. Eklemeli İmalatta Çoklu Filament - Materyal baskı yöntemi	31
2.6. 3 Boyutlu Yazıcılara Uygun Tasarım Süreci	32
2.7. Özelleştirme Kavramı	42
2.8. Üretim Kavramı.....	45
2.9. Ortaklaşa Üretim Modeli.....	48
2.10. Ortaklaşa Üretim Modelinin Avantajları ve Dezavantajları.....	51
2.10.1. Ortaklaşa Üretim Modelinin Üreticiler İçin Avantajları	51
2.10.2. Kullanıcılar İçin Avantajlar	53

2.10.3. Ortaklaşa Üretim Modelinin Dezavantajları.....	55
2.11. Ortaklaşa Üretim Modelinde İş birliği ve Paylaşım.....	56
2.12. Ortaklaşa Üretim Modeli İçin Uygun Ürün Sayfası Yapısı	58
2.13. Ortaklaşa Üretim Modeli Hangi Alanlarda Kullanılır.....	59
2.14. Ortaklaşa Üretim Modeli Kullanılarak Üretilen Ürünlerin İncelenmesi.....	62
2.15. Ortaklaşa Üretim Modelinin Sürdürülebilirlik ve Ekonomiye Etkisi	71
2.16. Ortaklaşa Üretim Modelini Kullanabilecek Potansiyel Barındıran Sektörler	72
2.17. Ortaklaşa Üretim Modelinin Geleceği ve Öngörülen Trendler.....	74
2.18. Ortaklaşa Üretim Yönteminin Ürünlerde Sağlayacağı Olası Değişimler	75
2.19. Ortaklaşa Üretim Modelinin Girişimciliğe Katkıları	77
3. GEREÇ VE YÖNTEM	79
4. BULGULAR.....	80
5. SONUÇ.....	86
KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ.....	95

KISALTMALAR

3B	: Three-Dimensional (Üç Boyutlu)
3D	: Three-Dimensional (Üç Boyutlu)
ABS	: Acrylonitrile Butadiene Styrene
ASA	: Acrylonitrile Styrene Acrylate
CAD	: Bilgisayar Yardımlı Tasarım
CAM	: Bilgisayar Yardımlı Üretim
CNC	: Computer Numerical Control (Bilgisayarlı Sayısal Kontrol)
FDM	: Fused Deposition Modeling
IOT	: Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
MJF	: Multi Jet Fusion
PCB	: Printed Circuit Board (Baskılı Devre Kartı)
PEI	: Polyetherimide
PETG	: Polyethylene Terephthalate Glycol
PLA	: Polylactic Acid
SLA	: Stereolithography
SLS	: Selective Laser Sintering
TPU	: Thermoplastic Polyurethane

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Filament Türlerinin Karşılaştırılması.....	28
--	----



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Sls 3 Boyutlu Yazıcı	9
Şekil 2.2. Sls Baskı Örnekleri	10
Şekil 2.3. Binder Jetting Teknolojisi	10
Şekil 2.4. Binder Jetting Teknolojisi Çıktıları	11
Şekil 2.5. DLP Teknolojisi	12
Şekil 2.6. DLP Teknolojisi Kullanılarak Üretilen Ürünler	13
Şekil 2.7. EBM Teknolojisi Kullanılarak Üretilen Ürünler	14
Şekil 2.8. 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanım Döngüsü	14
Şekil 2.9. FDM Çalışma Prensibi	16
Şekil 2.10. Kartezyen Mekanizması	17
Şekil 2.11. CoreXY Çalışma Prensibi	18
Şekil 2.12. Delta Çalışma Prensibi	19
Şekil 2.13. SLA Çalışma Prensibi	20
Şekil 2.14. FDM Yazıcıların Hobi Amaçlı Kullanımı	23
Şekil 2.15. FDM Yazıcıların Mimari Amaçlı Kullanımı	24
Şekil 2.16. Beton Basabilen 3 Boyutlu Yazıcı	25
Şekil 2.17. SLA Dental 3B Yazıcı Çıktıları	25
Şekil 2.18. FDM Yazıcılar ile Heykel Üretimi	26
Şekil 2.19. Filament Türlerinin Baskı Sıcaklığı Bakımından Karşılaştırılması	30
Şekil 2.20. Destek Sistematiği	34
Şekil 2.21. Köprüleme Özelliği	35
Şekil 2.22. Baskı Yönü Gösterimi	37
Şekil 2.23. Model Çözünürlüğü	38
Şekil 2.24. Dolgu Oranları	39
Şekil 2.25. Dolgu Türleri	40
Şekil 2.26. Baskı Yönünün Dayanıma Etkisi	41
Şekil 2.27. Ortaklaşa Üretim Modeli	50
Şekil 2.28. Kullanıcının Ortaklaşa Üretim Modelini Kullanım Şeması	56
Şekil 2.29. Ürün Sayfası Formatı	58
Şekil 2.30. Ortaklaşa Üretim Modeli ile Geliştirilmiş Mouse Kiti	61
Şekil 2.31. Print + Kulaklık Modeli Üretici Tarafından Gönderilen Parçalar	64
Şekil 2.32. Print + Kulaklık Modeli Kullanıcı Tarafından Basılan Parçalar	64
Şekil 2.33. Print + DIY Kulaklık Kasa Varyasyonları	65
Şekil 2.34. Edelkrone FlexTILT Ürünleri Karşılaştırması	66
Şekil 2.35. Edelkrone FlexTILT Kullanıcı Payına Düşen Baskı	67
Şekil 2.36. BambuLab Firması Ortaklaşa Üretim Ürünleri	69

Şekil 2.37. Crocs Terliklerin Özelleştirilmiş Modelleri.....	70
Şekil 2.38. Normal Tasarım ile Üretken Tasarım Karşılaştırması.....	76
Şekil 4.1. Co Print İlk Kickstarter Kampanyası Satış Tablosu.....	83
Şekil 4.2. Co Print Ortaklaşa Üretim Mekanik Uyumluluk Parçaları.....	83
Şekil 4.3. Co Print İkinci Kickstarter Kampanyası Satış Tablosu	84



ÖZET

DİJİTAL FABRİKASYONDA ORTAKLAŞA ÜRETİM MODELİNİN 3D YAZICILAR ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

3D yazıcılar standart üretim metotlarının dışına çıkılmasını sağlayan ve endüstriyel üretimi son kullanıcıya indirgeyen bir üretim yöntemidir. Bilgisayar ortamında tasarlanan veya internet üzerinden edinilen modeller 3 Boyutlu yazıcılar kullanılarak üretilir. Üretilen bu nesnelerin boyutu, şekli ve rengi tamamen kullanıcının tasarımına bağlıdır. Bu sayede, kişiler kendi ihtiyaçlarına uygun ürünleri evlerinde kolaylıkla elde edebilir ve özelleştirmeler yapabilirler. Kullanıcıların evde üretim yapma kabiliyeti kazanması ortaklaşa üretim kavramının temellerini oluşturmaktadır. Ortaklaşa üretim modeli tedarikçiyle son kullanıcının bir ürünün üretimini birlikte gerçekleştirmesidir. Ortaklaşa üretim kavramı hem kullanıcıların hem de üretici firmaların maliyetlerini düşüren, doğaya ve geri dönüşüme pozitif etkisi olan bir modeldir. 2024 yılında ortaklaşa üretim modeli, 3 boyutlu yazıcılar ve benzeri teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte, endüstrideki değişimi temsil etmektedir. Ancak, bu modelin kullanım alanları henüz oldukça kısıtlıdır. Bu tez, ortaklaşa üretim modelinin potansiyelini ve önemini değerlendirerek, bu yenilikçi yaklaşımın nasıl yaygınlaştırılabileceğini ve gelecekteki etkisini araştırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: 3D Yazıcılar, Dijital Fabrikasyon, Ortaklaşa Üretim

ABSTRACT

EXAMINING THE COLLABORATIVE PRODUCTION MODEL IN DIGITAL FABRICATION THROUGH 3D PRINTERS

3D printers are a production method that allows for deviation from standard manufacturing methods and reduces industrial production to end users. Models designed in computer environments or acquired via the internet are produced using 3D printers. The size, shape, and color of these produced objects are entirely dependent on the user's design. Thus, individuals can easily obtain products tailored to their needs at home and make customizations. The ability for users to engage in home production forms the foundation of the concept of collaborative production. The collaborative production model involves the joint production of a product by both the supplier and the end user. The concept of collaborative production is a model that reduces costs for both users and manufacturing companies and has a positive impact on the environment and recycling. In the year 2024, the collaborative production model represents a significant shift in the industry with the widespread adoption of advanced technologies such as 3D printers. However, the use cases for this model are still quite limited. This thesis evaluates the potential and significance of the collaborative production model, researching how this innovative approach can be popularized and its future impact.

Keywords: *3D Printers, Digital Fabrication, Collaborative Manufacturing,*

1. GİRİŞ

2020’li yılların başlarında insanların kendi tarz, tercih ve gereksinimlerine göre özelleştirilmiş ve tam fonksiyona uygun ürünler satın alma isteğinde artış görülmektedir (Gümüş, 2020). Bu artan talebin en önemli sebepleri; özelleştirilmiş ve çeşitlilik içeren ürünlerin daha özgün görünmesi, ihtiyaç duyulan görevi veya fonksiyonu tam olarak yerine getirebilecek şekilde farklılaştırılabilmesi ve sahibini ayrıcalıklı kılmasıdır. Firmaların kullanıcılara sundukları ürünler; kalıp maliyetleri, tasarım yükünün artması, üretim hattının değişkenlik göstermesi gibi maliyeti arttıran ve üretimi zorlaştıran sebeplerden dolayı çeşitlilik ve özgünlük bakımından yetersiz kalmaktadır. Teknolojinin gelişmesi, firmaların ve kullanıcıların ihtiyaçlarına yönelik olarak üretim sürecini optimize etmesine ve yeni üretim yöntemleri ve konseptleri benimsemesine olanak tanımaktadır.

Birçok farklı alanda olduğu gibi üretim proseslerine de bilgisayarlar dahil olmaktadır. Bilgisayar sistemlerinin imalat proseslerine dahil edilmesine ve üretimin akıllı yazılımlar kullanılarak optimize edilmesine dijital üretim denir (Möller, 2016). Dijital üretim, içerisinde birçok farklı araç barındırmaktadır. Bu araçlar arasında 3D yazıcılar, CNC torna ve freze, lazer kesiciler, dijital üretim süreçlerinde önemli yer tutar. CNC freze ve torna makineleri, bilgisayar kontrolü altında metal, ahşap ve plastik gibi çeşitli malzemeleri yüksek hassasiyetle işleyebilir. Bu makineler, talaş kaldırma yöntemiyle çalışarak karmaşık parçaları üretirler ve otomotivden havacılığa kadar birçok endüstride kullanılırlar. Lazer kesiciler, yoğun lazer ışınları kullanarak malzemeleri keser ve şekillendirir. Yüksek hassasiyetleri ve hızları sayesinde, metal, plastik, ahşap ve kumaş gibi malzemeler üzerinde detaylı kesimler yapabilirler. Bu makineler, karmaşık şekillerin ve detaylı yüzey işlemlerinin gerekli olduğu projelerde tercih edilir. Tüm bu donanımlar, dijital üretim süreçlerini hızlandırmak, maliyetleri düşürmek ve kaliteyi artırmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Egorov, 2016).

Bu üretim araçlarından biri olan 3D yazıcılar, standart üretim metotlarının dışına çıkılmasını sağlayan ve endüstriyel üretimi son kullanıcıya indirgeyen bir yöntemdir. 3 Boyutlu yazıcıların üretim yöntemlerine dahil olması ürünlerin özelleştirilmesi ve farklılaştırılmasındaki engeli kaldırabilecek bir potansiyel sunmaktadır. 3D yazıcılar, katmanlı imalat yöntemiyle çalışarak, malzemeyi katmanlar halinde ekleyip kompleks geometrilere sahip nesneler oluşturabilirler (Egorov, 2016). Bu teknoloji, özellikle hızlı prototipleme ve küçük ölçekli üretim için idealdir. 3 Boyutlu baskı olarak bilinen üretim yönteminin literatürde kullanılan adı eklemeli imalat veya katmanlı üretim olarak bilinmektedir (Bourell, 2020).

Başlangıçta türleri fark etmeksizin büyük, ağır ve maliyeti yüksek olmasından dolayı kullanım alanı sadece endüstriyel olarak kalan 3 boyutlu yazıcılar, kabiliyetlerinden dolayı son kullanıcılar tarafından büyük ilgi gördü. Detaylı araştırmalar gerçekleştiren kullanıcılar 3 boyutlu yazıcıları yaygınlaştırmak ve evlerde kullanılabilir hale getirmek için çeşitli topluluk projeleri yürüttü. En bilinen ve geniş kitlelere ulaşan projelerden biri, 2005 yılında Dr. Adrian Bowyer tarafından başlatılan RepRap projesidir. RepRap projesinin temeli, kendini kopyalayabilen 3 boyutlu yazıcılar oluşturmak ve bu teknolojinin yaygınlaşmasına katkı sağlamaktır (<https://reprap.org>, Erişim tarihi: 21 Temmuz 2023). Açık kaynaklı projelerin artmasıyla birlikte, internet üzerinden erişilebilir olarak sunulan ve kullanıcıların evlerinde yapabilecekleri 3 boyutlu yazıcı şemaları paylaşıldı. Bu projeler, insanların kendi 3 boyutlu yazıcılarını inşa etmelerini ve bu teknolojiye katkıda bulunmalarını teşvik etti.

Bu açık kaynaklı projelerin etkisiyle, 3 boyutlu yazıcılar giderek daha yaygın hale geldi ve artık evlerde, garajlarda ve küçük atölyelerde kullanılmaktadır. Bu teknolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte, ev kullanıcıları daha önce mümkün olmayan yaratıcı projeler gerçekleştirebilmekte ve kendi tasarımlarını hayata geçirebilmektedir.

Son Kullanıcıların evde üretim yapabilme kabiliyeti kazanması ortaklaşa üretim kavramının temellerini oluşturmaktadır.

Ortaklaşa üretim modeli, dijital üretim araçlarından biri olan 3D yazıcılar üzerinden incelendiğinde; tedarikçiyle son kullanıcının bir ürünün üretimini birlikte gerçekleştirmesi anlamına gelmektedir. Firmalar, kullanıcıların 3 boyutlu yazıcılar aracılığıyla evlerinde üretemeyecekleri; elektronik PCB ve metal gibi yüksek teknoloji

gerektiren parçaların üretimini üstlenmektedirler. Ayrıca firmalar; ürün ile ilgili, kullanıcıların temel alacağı kabuk tasarımlarını, bu tasarımların 3 boyutlu modelleme programları kullanılarak düzenlenebilecek formattaki kopyalarını ve kullanıcıların, ürünün fonksiyonlarına sağdik kalarak bu tasarımları düzenleyebilmesi için gerekli yönergeleri sağlamaktadırlar. Kullanıcılar ise firmanın sağlamış olduğu dijital dosyaları kullanarak veya kendilerine göre, paylaşılan bu dosyaları 3 boyutlu modelleme programları aracılığıyla özelleştirip 3D yazıcılarla üretmektedirler.

2024 yılında ortaklaşa üretim modeli, 3 boyutlu yazıcılar gibi gelişmiş teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte, endüstrideki önemli bir değişimi temsil etmektedir. Ancak, bu modelin kullanım alanları henüz oldukça kısıtlıdır. Bu tez, ortaklaşa üretim modelinin potansiyelini ve önemini değerlendirerek, bu yenilikçi yaklaşımın nasıl yaygınlaştırılabileceğini ve gelecekteki etkisini araştırmaktadır.

Ortaklaşa üretim modelinin, birçok farklı endüstride ve ürün tasarımı süreçlerinde kullanılması, ürün geliştirme ve üretim metodolojilerinde radikal bir değişimi tetikleyebilir. Bu modelin yaygınlaştırılması, ürün tasarımında ve üretim süreçlerinde geleneksel yaklaşımların yerini alarak, daha esnek, verimli ve sürdürülebilir bir üretim ortamı sağlayabilir.

Bu tez, ortaklaşa üretimin yaygınlaştırılmasının önemli avantajlarını ve faydalarını ortaya koymaktadır. Ortaklaşa üretim kavramının aşamaları belirlenerek bir model haline getirilecektir. Dijital fabrikasyon ve ortaklaşa üretim modeli, 3 boyutlu yazıcılar üzerinden incelenmiştir. Çalışma, nitel araştırma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, bu kapsamda literatür taraması, vaka incelemeleri ve kullanıcı deneyimleri üzerinde durulmuştur. Vaka incelemeleri kapsamında, ortaklaşa üretim modeli kullanılarak üretilen Bambulab firmasının mouse ve şarj standı gibi ürünleri, Edelkrone firmasının FlexTilt ürünü, Print+ firmasının kulaklıkları, Co Print'in Seri II ürün ailesi, Crocs firmasının terlikleri, Print a Kit firmasının basılabilir kitleri ve Kickstarter platformunda başlatılan kampanyalar incelenmiştir. Kullanıcı deneyimleri ise, herkese açık olarak paylaşılan Facebook gruplarındaki gönderiler, 3 boyutlu yazıcı forumları, GitHub projeleri ve YouTube videoları üzerinden elde edilmiştir. Araştırma, özellikle 3 boyutlu yazıcı teknolojilerine odaklanmış olup, diğer dijital fabrikasyon araçları (CNC FREZE, TORNA) kapsam dışı bırakılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dijital Fabrikasyon

Bilgisayarlar verileri hesaplamak, saklamak ve yönetmek için kullanılan elektronik cihazlardır. Tarihi 16. yüzyıla dayanan bu cihazlar, 21. yüzyıldaki konumuna gelene kadar birçok farklı evreden geçmiştir. Başlangıçta bilgisayarlar, sadece mekanik sistemler üzerinden basit hesaplamalar yapabilen makineler olarak kullanılmaktadır. Örneğin, Blaise Pascal tarafından icat edilen Pascaline ve Gottfried Wilhelm Leibniz'in geliştirdiği hesaplama makinesi bu dönemin önemli mekanik hesaplama cihazları arasındadır (Howlett, 1980). Ancak ilk evrede bu makineler, henüz karmaşık hesaplamalar yapma kapasitesine sahip değildi ve manuel olarak çalıştırılmaları gerekmektedir.

İkinci Dünya Savaşı, teknolojiadaki gelişmeleri hızlandırarak elektronik bilgisayarların doğuşunu tetikledi ve bilgisayar teknolojisi farklı bir evreye geçti (Hughes, 2000). Bu dönemde geliştirilen elektronik bilgisayarlar, vakum tüpleri kullanarak çalışmaktaydı. Bu tür bilgisayarlar, büyük boyutlarına rağmen yalnızca kısıtlı işlemler gerçekleştirebilmekteydi. Colossus ve ENIAC, bu dönemin önemli elektronik bilgisayarları arasında yer almaktadır (Haigh, 2016). Bu makineler, ilk programlanabilir elektronik bilgisayarlar olarak kabul edilir ancak bakım ve işletim maliyetleri oldukça yüksektir.

Transistörlerin icadı, bilgisayar teknolojilerini derinden etkiledi. Transistörler, vakum tüplerinin yerini alarak bilgisayarların daha küçük, daha hızlı ve daha güvenilir olmasını sağladı (Keyes, 2009). Bu teknolojik ilerleme, elektronik çağın başlangıcı olarak kabul edilmekte ve bilgisayar teknolojilerinin hızlı bir şekilde yükselmesini başlatmaktadır. Transistörlerin icadını entegre devreler takip etti. Entegre devreler, transistörleri ve diğer elektronik bileşenleri tek bir yonga üzerinde birleştirerek bilgisayarların daha küçük ve daha güçlü olmasını sağladı (Keyes, 2009). Bu dönemde, bilgisayarlar artık daha geniş bir kullanıcı kitlesine hitap etmeye başladı.

Bilgisayarların günümüzdeki hallerine en yakın forma bürünmesini sağlayan teknoloji mikroişlemcilerdir. Intel firması, 1971 yılında dünyanın ilk mikroişlemcisini geliştirerek tüm bilgisayarın merkezi işlem birimini (CPU) tek bir entegre devrede topladı (Betker, 2002). Bu, kişisel bilgisayarların (PC) önünü açtı ve bilgisayar teknolojisinin evlerde ve iş yerlerinde yaygınlaşmasını sağladı. 1970'lerde geliştirilen Altair 8800 ve Apple II, kişisel bilgisayarların erken örnekleri arasında yer alır ve bu cihazlar, yazılım geliştiricileri ve bilgisayar meraklıları tarafından büyük ilgi gördü (Betker, 2002).

1980'lerde internetin doğuşu ve 1990'larda World Wide Web'in (WWW) ortaya çıkışı, bilgisayar teknolojisinde bir devrim yarattı (Morley, 1998). ARPANET'in geliştirilmesiyle başlayan bu süreç, TCP/IP protokollerinin kabulüyle daha da ilerledi ve farklı ağların birbirine bağlanmasını sağladı. WWW, bilgi paylaşımını ve erişimini küresel ölçekte dönüştürdü. Tim Berners-Lee'nin 1991'de geliştirdiği bu sistem, hipertext dokümanlarının internet üzerinden erişilebilir olmasını sağladı ve internetin geniş kitlelerce kullanılmasına öncülük etti (Wolinsky, 2000).

2000'li yıllarda mobil cihazların ve bulut bilişimin gelişmesi, bilgiye her yerden erişim imkânı sundu. Akıllı telefonlar ve tabletler, taşınabilir bilgisayarların günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmesini sağladı. Bulut bilişim, kullanıcıların veri depolama, işlem gücü ve uygulamalara internet üzerinden erişimini kolaylaştırdı. Amazon Web Services (AWS), Google Cloud ve Microsoft Azure gibi hizmetler, bulut bilişimin öncülerindendir ve işletmelerin yanı sıra bireysel kullanıcıların da teknolojiye erişimini dönüştürdü. Globalleşen dünyada, eğitim, mühendislik ve havacılık gibi birçok sektörde kullanımı yaygınlaşan bilgisayar teknolojileri, donanımın ötesine geçerek yazılım geliştirme konusunda da büyük ilerlemeler kaydetti. Bu ilerlemeler, yapay zekâ destekli programların oluşumuna yol açarak bilgisayar teknolojilerinde adeta yeni bir dönemi başlattı.

Yapay zeka devrimi, bilgisayar teknolojilerinin en yenilikçi evrelerinden biri olarak kabul edilir. 1950'lerde Alan Turing'in "Turing Testi" ile teorik temelleri atılan yapay zeka, 1980'lerde uzman sistemlerin ve sinir ağlarının geliştirilmesiyle önemli ilerlemeler kaydetti (Gonçalves, 2023). 2010'lu yıllarda derin öğrenme algoritmalarının ve özellikle derin sinir ağlarının geliştirilmesi, yapay zeka alanında devrim niteliğinde değişikliklere yol açtı. Google DeepMind'ın AlphaGo programı, 2016 yılında dünyanın en iyi Go oyuncularından birini yenerek büyük yankı uyandırdı.

Yapay zeka, sağlık, finans, ulaşım ve eğitim gibi birçok sektörde büyük değişikliklere yol açmaktadır. Otonom araçlar, kişisel asistanlar, tıbbi teşhis sistemleri ve finansal analiz araçları, yapay zekanın günlük yaşamda ne kadar etkili hale geldiğinin örnekleridir. Aynı zamanda üretim optimize edilmesinde ve veriminin arttırılmasında bilgisayarlar aracılığı ile yapay zeka da kullanılmaya başlandı.

Bilgisayarlar birçok sektörde kendilerine yer bulduğu gibi, üretim sektörüne de dahil olarak geleneksel olarak el ile kontrol edilen üretim araçlarını numerik olarak kontrol etmeye başladı. Geleneksel retim araçları, operatörlerin makineleri manuel olarak ayarladığı, işlemleri gözlemlediği ve gerektiğinde müdahale ettiği sistemlerdi. Bilgisayarlar, tasarım süreçlerine ek olarak geleneksel üretim araçlarını da içine alarak, bu araçları numerik olarak bilgisayar destekli bir şekilde kontrol edilebilir hale getirmiştir. Bilgisayarlar tarafından kontrol edilerek üretim gerçekleştiren geleneksel üretim araçları CNC olarak adlandırılmaktadır. CNC, bilgisayarlı sayısal kontrol anlamına gelmektedir (Noorani, 2018). CNC olarak kontrol edilebilecek geleneksel üretim araçları arasında torna tezgâhları, freze tezgâhları, plazma kesme makineleri, lazer kesim makineleri ve su jeti kesim makineleri bulunmaktadır.

Torna tezghi, bağlanan silindir şeklindeki bir hammaddeyi döndürerek sabit bir kesici bıçak yardımıyla işlemeye yarayan bir makinedir. İki eksenden oluşur ve daire şeklinde kesme, i ve dış yüzeyleri işleme ve delme gibi işlemleri gerçekleştirebilir. Manuel veya CNC kontrollü şekilde işletilebilmektedir (Parmar, 2014). Freze tezgâhları ise kesici ucun dönmesiyle tablaya bağlanan parça üzerinde işleme gerçekleştirir. Torna tezgahlarına kıyasla, freze tezgahlarında iş parçası hareketsizdir. Kesici ucun bağlı olduğu kafa ve iş parçasının bağlı olduğu tabla hareket eder. Bu şekilde, çeşitli malzemelerin üzerinde çeşitli şekiller, oluklar ve yüzeyler oluşturulabilir. Freze tezgâhları, metal işleme, ahşap işleri, prototipleme ve kalıp yapımı gibi birçok uygulama alanında kullanılır (Tung, 2021).

Plazma kesme makineleri genellikle metal sa levhaları kesmek için kullanılan bir araçtır. Kesici kafa yüksek sıcaklıkta bir plazma gazı kullanır. Levha sabittir. X, y ve z eksenindeki hareketleri kesici kafa gerçekleştirir (Subhan, 2020). Bu makineler endüstriyel üretimde, inşaat ve metal işleme gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır ve CNC olarak kontrol edilmektedir. Lazer kesim makineleri ise yüksek odağa sahip lazer ışınlarını kullanarak kesim işlemleri gerçekleştirirler. Lazer tablada yer alan parça üzerinde bilgisayar destekli olarak hazırlanmış 2 boyutlu çizime bağlı kalınarak

hareket ettirilir. Plazma kesme cihazlarında olduğu gibi x, y ve z eksenindeki hareketler kesici kafa tarafından gerçekleştirilir. Kesme, delme ve gravür gibi işlemleri gerçekleştirmek için lazer kesim makineleri iyi bir seçenektir (Subhan, 2020).

Son olarak, su jeti kesim makineleri, yüksek basıncılı suyu tek bir noktaya odaklanarak kesme işlemlerini gerçekleştirir. Su içerisine aşındırıcı katkı maddeleri eklenerek suyun aşındırma kapasitesi arttırılır. Bu makineler metal, cam, taş, seramik, plastik ve kompozit malzemelerde kesme işlemleri yapabilir. Kesilen malzeme üzerinde hiçbir şekilde yanma veya deformasyon oluşmadığından yüzey kalitesi yüksek olur. Bu nedenle su jetleri hassas ve kaliteli kesimler gerektiren uygulamalarda tercih edilmektedir.

Bu geleneksel süreçler, operatörlerin deneyim ve becerilerine dayanıyordu, dolayısıyla insan hatalarına açık ve zaman alıcıydı. Ayrıca, karmaşık ve hassas işlemlerin tutarlılıkla yürütülmesi zordu, bu da kalite kontrol ve verimlilikte sorunlara yol açabiliyordu (Benedict, 2017).

Bilgisayar teknolojilerinin üretim süreçlerine entegrasyonu, bu geleneksel araçların numerik kontrol sistemleriyle (CNC) dijitalleştirilmesini sağladı. CNC makineleri, bilgisayarlar tarafından programlanarak belirli talimatlara göre otomatik olarak çalıştırılan üretim araçlarıdır. Bu makineler, CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) yazılımları ile oluşturulan dijital modelleri CAM (Bilgisayar Destekli retim) yazılımları aracılığıyla yorumlayarak, yüksek hassasiyetle ve tekrarlanabilirlik ile fiziksel ürünlere dönüştürür (Singh, 2018). CNC teknolojisi, manuel işlemlerin yerini alarak operatör müdahalesini minimuma indirir ve üretim süreçlerinin daha hızlı, verimli ve tutarlı olmasını sağlar.

Geleneksel retim araçlarının dijitalleştirilmesi, birçok avantaj sunar. İlk olarak, üretim süreçlerinin hızını ve verimliliğini artırır (Terzi, 2021). Manuel işlemlerle karşılaştırıldığında, CNC makineleri sürekli ve kesintisiz çalışabilir, bu da üretim kapasitesini önemli ölçüde artırır. İkinci olarak, CNC teknolojisi, ürün kalitesinde ve hassasiyetinde önemli bir iyileşme sağlar. Bilgisayar kontrollü makineler, milimetre hatta mikrometre seviyesinde hassasiyetle çalışabilir, bu da yüksek kaliteli ve standartlara uygun ürünlerin üretilmesini sağlar (Lins, 2017). nc olarak, CNC sistemleri esneklik sunar. Farklı rn tasarımları, CAD yazılımları aracılığıyla kolayca CNC makinelerine yüklenebilir ve hızlıca üretime

geçilebilir. Bu esneklik, özelleştirilmiş üretim ve küçük ölçekli üretim taleplerine hızlı yanıt verilmesini sağlar

Dijital fabrikasyonun diğer bir avantajı ise, üretim süreçlerinin otomasyonunu ve izlenebilirliğini artırmasıdır. Akıllı sensörler ve IoT (Nesnelerin İnterneti) teknolojileri, CNC makinelerinin performansını sürekli olarak izleyerek, bakım ihtiyaçlarını ve olası arızaları önceden tespit eder (Ahmad, 2021). Bu, üretim sürecinin kesintisiz ve optimal düzeyde sürdürülmesini sağlar. Ayrıca, üretim verilerinin dijital olarak kaydedilmesi, kalite kontrol süreçlerinin iyileştirilmesine ve üretim süreçlerinin sürekli olarak optimize edilmesine olanak tanır.

Dijital fabrikasyon araçlarına son eklenen teknoloji katmanlı imalat cihazları, yani 3 boyutlu yazıcılarıdır. 3 boyutlu yazıcılar, katmanlı imalat teknolojisini kullanarak dijital modelleri fiziksel nesnelere dönüştürür. Bu yazıcılar, plastik, metal, seramik ve biyo malzeme gibi çeşitli malzemeleri kullanarak karmaşık şekilleri ve detayları üretme yeteneğine sahiptir. 3 boyutlu yazıcıların en büyük avantajlarından biri, tasarımda neredeyse sınırsız özgürlük sunmaları ve geleneksel üretim yöntemleriyle mümkün olmayan geometrilerin oluşturulabilmesidir. Bu teknoloji, hızlı prototipleme, özelleştirilmiş üretim ve küçük ölçekli imalat için idealdir (Jandyal, 2022). Dijital fabrikasyon geleneksel üretim araçlarının dijitalleşmesiyle bilgisayar kontrollü olarak kullanılmasıdır.

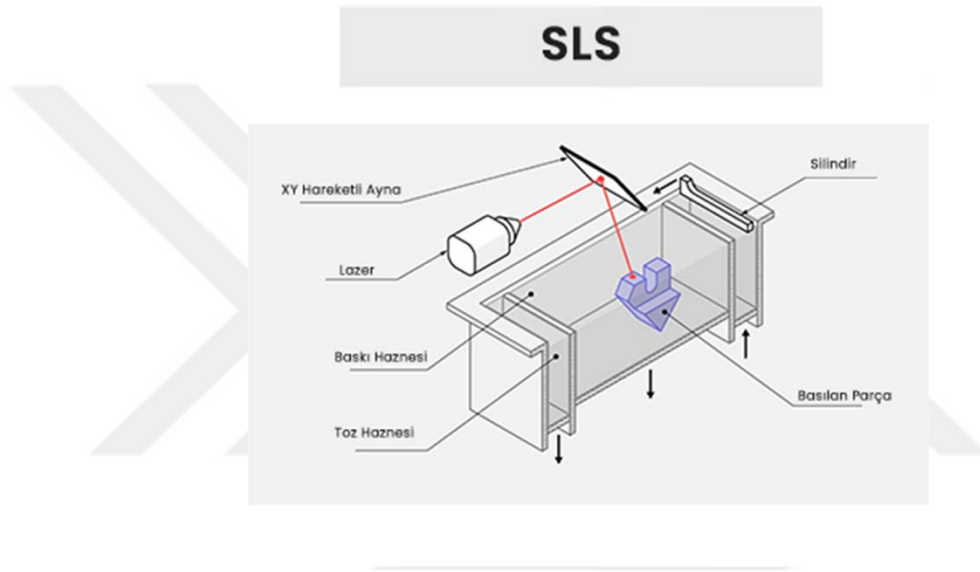
CAD Programları dilimizde bilgisayar destekli tasarım programları olarak tanımlanır. Bu programlar mühendisler, mimarlar, endüstriyel tasarımcılar gibi profesyoneller tarafından kullanılarak modeller oluşturulmaktadır. CAD programları bilgisayar üzerinde 2 Boyutlu veya 3 Boyutlu çizim yapabilme, modelleme, ölçeklendirme, analiz yapma ve üretim öncesi simülasyonlar oluşturma gibi özellikler sunmaktadır. Üretilmesi hedeflenen tasarımların bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesi üretim sürecinin hızlanmasına ve tasarım doğruluğunun artmasına olanak sağlamıştır.

2.2. 3 Boyutlu Yazıcılar

3 Boyutlu yazıcılar bilgisayar destekli tasarım programları kullanılarak tasarlanan nesneleri katmanlı bir yapıda plastik malzemeler kullanarak üreten cihazlardır (Noorani, 2018). 3 Boyutlu yazıcılar geleneksel üretim yöntemleriyle

üretilemeyecek nesneleri düşük maliyetler ile üretmeye imkân tanıyan kullanıcı dostu makinelerdir. Büyük bir kitle tarafından 4. Sanayi devriminin kilit teknolojileri arasında görülmektedir.

İlk 3 boyutlu yazıcı fikri 1980’li yıllarda Chuck Hull tarafından ortaya atılmaktadır. Işık ile temas ettiğinde katılaştıran bir reçinenin ultraviyole ışık kullanılarak katman katman sertleştirilme prensibine dayanan Stereolitografi teknolojisi 1986 yılında resmi olarak patentlenmiştir. Chuck Hull, SLA teknolojisine sahip 3 boyutlu yazıcıları ticarileştirmek için 3D Systems şirketini kurmuştur. Bu şirket ticari olarak 3 boyutlu yazıcı üreten ve satan ilk şirket olma ünvanına sahiptir (Saxena, 2016).



Şekil 2.1. Sls 3 Boyutlu Yazıcı

Kaynak: (<https://www.hubs.com/knowledge-base/what-is-sls-3d-printing/>)

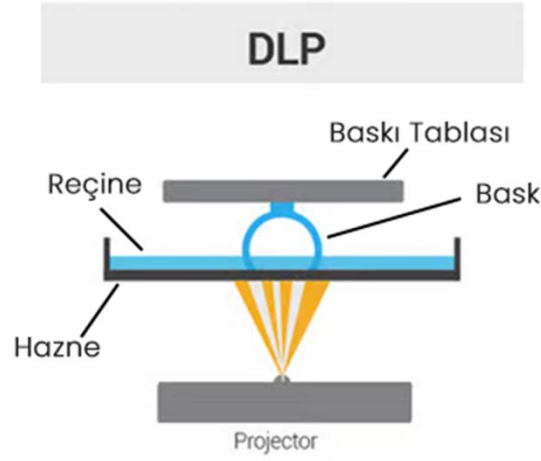
SLA teknolojisinden sonra kronolojik sıraya göre SLS teknolojisi 1988 yılında Carl Deckard ve Joe Beaman tarafından geliştirilmiştir. Şekil 2.1.’de görüldüğü gibi bu teknoloji toz halinde temin edilen hammaddeleri yüksek odak ve ısı değerlerine sahip bir lazer yardımıyla birleştirilerek katı haline getirmektedir. SLS teknolojisi ile elde edilen modeller sağlam bir yapıya ve hassas tolerans değerlerine sahiptir. Şekil 2.2.’de görülen modeller, SLS teknolojisi kullanılarak yapılan üretimden elde edilen sonuçlara örnektir. Genellikle bu teknoloji, geleneksel üretim yöntemleriyle üretilemeyecek karmaşıklıkta az adetli üretimler veya prototip aşamasında final ürünü görmek istendiği durumlarda kullanılmaktadır. FDM ve SLA teknolojilerine göre daha maliyetlidir.

haline getirilmiş metal partikülleri kullanılır. Yaygın olarak kullanılan metaller arasında paslanmaz çelik, bronz, titanyum, kobalt krom ve bakır bulunmaktadır. Paslanmaz çelik, korozyon direnci ve mukavemeti nedeniyle tercih edilirken, bronz özellikle estetik ve dekoratif uygulamalar için kullanılır. Titanyum, hafifliği ve yüksek mukavemetiyle havacılık ve tıp alanında öne çıkar. Kobalt krom, biyouyumluluğu ve aşınma direnci sayesinde dental ve ortopedik implantlarda yaygın olarak kullanılır. Bakır ise yüksek elektrik ve ısı iletkenliği nedeniyle elektronik ve ısı değişim uygulamalarında tercih edilen bir malzemedir. Bu metaller, binder jetting teknolojisi ile yüksek hassasiyetli ve karmaşık geometrili parçalar üretmek için kullanılır. Şekil 2.4.'de görülen ürünler Binder Jetting teknolojisi kullanılarak normalde geleneksel üretim araçlarıyla üretilmesi çok maliyetli olan ürünlerdir.



Şekil 2.4. Binder Jetting Teknolojisi Çıktıları

Kaynak: (<https://www.desktopmetal.com/resources/azoth-shop-system-binderjet>)



Şekil 2.5. DLP Teknolojisi

Kaynak: (<https://www.zongheng3d.com/what-are-sla-dlp-and-lcd>)

1990'lı yılların sonlarında SLA teknolojisini temel alan bir teknoloji olan DLP geliştirildi. Bu teknoloji SLA'ya göre daha kısa katman oluşturma sürelerine sahiptir. DLP teknolojisinin hızlı olmasının sebebi, şekil 2.5.'de görüldüğü gibi lazer kaynağının tek bir noktadan değil, mikro aynalar sayesinde birçok noktadan temas ederek reçineyi eşzamanlı olarak katılaştırmasıdır (Kadry, 2019). DLP teknolojisi en çok dişçilik, mücevherat, tıp ve mühendislik prototipleme alanlarında kullanılır. DLP teknolojisi ile üretim yapabilen malzemeler arasında polimer reçineler bulunur. Şekil 2.6.'da görülen ürünler DLP üretim yöntemi kullanılarak üretilmiş ürünlerdir.



Şekil 2.6. DLP Teknolojisi Kullanılarak Üretilen Ürünler

Kaynak: (<https://www.zongheng3d.com/what-are-sla-dlp-and-lcd>)

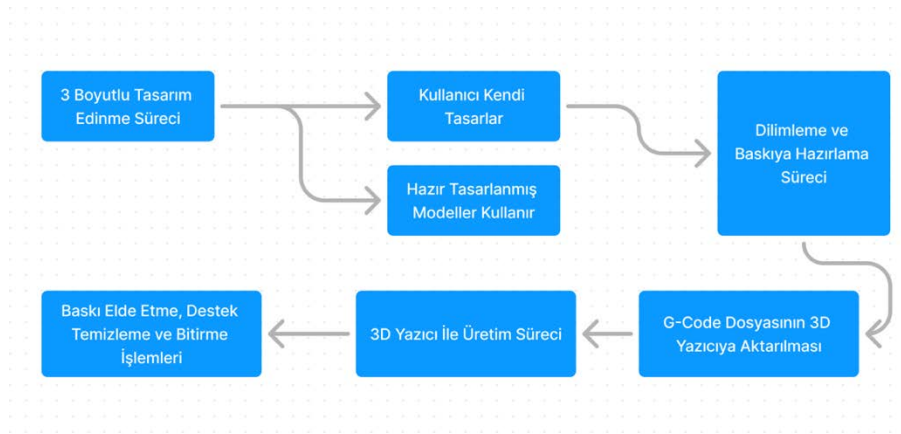
Havacılık, uzay sanayi gibi sektörlerde karmaşık parçaların üretilmesi gerekliliği, 3 boyutlu yazıcı teknolojilerinin bu ihtiyaçlara uygun şekilde evrilmesine yol açmıştır. Bu kapsamda, 2000'li yılların başlarında metal maddelerden üretim yapmaya odaklanan bir 3 boyutlu yazıcı teknolojisi olan Elektron Işını Erimesi (EBM) adı verilen bir yöntem geliştirilmiştir. EBM, metali eriterek katman oluşturmak için elektron ışınlarını kullanılmaktadır. EBM ile aynı yıllarda yine metal üzerine bir teknoloji olan SLM teknolojisi geliştirilmiştir. Bu teknoloji erimiş metal tozları kullanır ve Şekil 2.7.'de görüldüğü gibi EBM'ye göre dayanımı daha yüksek ve daha yoğun parçalar üretebilmektedir (Karkun, 2022).



Şekil 2.7. EBM Teknolojisi Kullanılarak Üretilen Ürünler

Kaynak: (<https://markforged.com>)

Teknolojiler ve üretim yöntemleri değişse de 3 boyutlu yazıcıların çalışma prensibi genellikle altı temel adımdan oluşur. Yazıcı teknolojisinin türüne göre ek adımlar eklenebilir. Şekil 2.8’de görüldüğü gibi İlk adım, tasarım dosyasının edinilmesidir. Tasarım, CAD programları kullanılarak özgün olarak oluşturulabilir veya hazır modeller internette indirilerek temin edilebilir. İkinci adımda, edinilen 3 boyutlu model, dilimleme yazılımlarıyla katmanlara ayrılır. Bu yazılımlar, modeli baskı için uygun hale getirir ve yazıcının hareketlerini, baskı süresini ve malzeme kullanımını optimize eder.



Şekil 2.8. 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanım Döngüsü

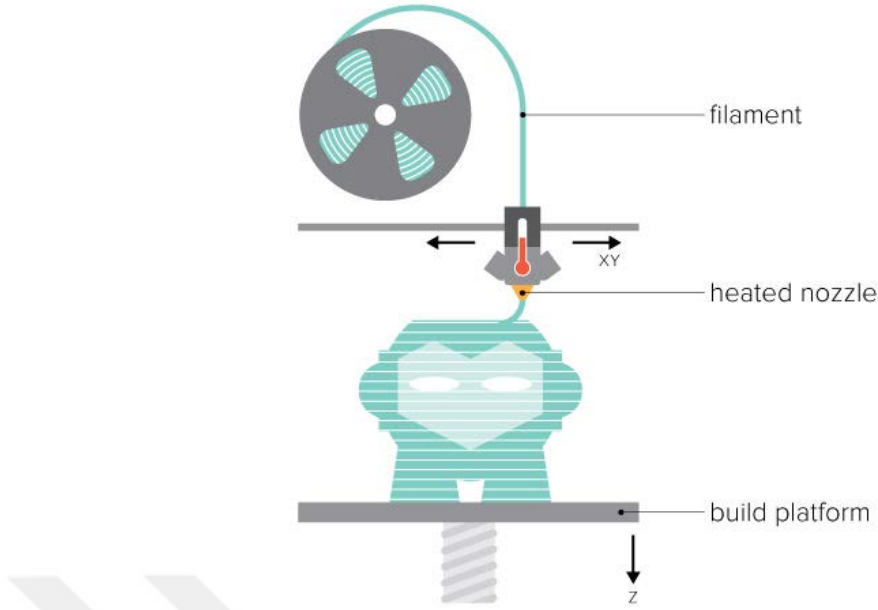
Üçüncü adımda, dilimleme işlemi sonucunda G-Code adı verilen komut dosyası oluşturulur. Bu dosya, yazıcının katman katman hareketlerini ve baskı işlemini yönetir. Dördüncü adımda, oluşturulan G-Code dosyası, USB, SD kart veya internet

bağlantısı aracılığıyla 3 boyutlu yazıcıya aktarılır. Yazıcı, dosyayı okur ve baskı öncesi hazırlık adımlarını gerçekleştirir: Eksenleri pozisyonlandırır, tabla kalibrasyonu yapar ve malzemeyi gerekli sıcaklığa getirir. Beşinci adımda, yazıcı G-Code talimatlarına göre nesneyi katman katman inşa etmeye başlar. Altıncı ve son adımda ise tamamlanan baskı sonrası işlemler gerçekleştirilir: Nesne baskı tablasından çıkarılır ve gerekirse destek parçaları temizlenerek nihai ürün elde edilir. Bu adımlar, dijital tasarımın fiziksel bir ürüne dönüşmesini sağlar, 3 boyutlu yazıcı teknolojisinin temel işleyişini oluşturur.

Bu çalışmada, 2024 yılı itibarıyla yaygın olarak kullanılan eklemeli imalat teknolojilerinden biri olan FDM teknolojisi merkeze alınacaktır. FDM yazıcılarının kullanımının kişisel bilgisayarlar kadar basit ve kullanıcı dostu olması, özellikle mimari, mühendislik ve teknoloji alanlarındaki kullanıcılar arasında popülerliğini artırmaktadır. Bu teknolojinin detaylı bir şekilde açıklanması ve avantajları vurgulanması hedeflenmektedir. Diğer bir önemli teknoloji olan SLA ise maliyetinin düşük olması ve ev ortamında çok detaylı, yüksek çözünürlüklü üretim yapabilme kabiliyeti nedeniyle dikkate değerdir. Ancak, kullanımının FDM yazıcılara göre daha teknik beceri gerektirdiği göz önünde bulundurularak, bu çalışmada ikinci sırada yer alacaktır. Katmanlı üretim araçlarına genel bir bakış sağlayacak olan bu çalışmada, özellikle FDM ve SLA teknolojileri üzerinde yoğunlaşılacak ve bu teknolojilerin ortaklaşa üretim ile birlikte kullanım avantajları detaylandırılacaktır.

2.2.1. FDM 3 Boyutlu Yazıcılar

2024 yılı itibarıyla, en yaygın kullanılan 3 boyutlu yazıcı türü, Fused Deposition Modeling (FDM) türündeki yazıcılardır. Bu yazıcılar, özellikle ev kullanıcıları tarafından benimsenmiş olup, hem internet üzerinden erişilebilen açık kaynaklı tasarımlarla kolaylıkla üretilebilmekte, hem de çeşitli üreticiler tarafından geliştirilmiş modeller aracılığıyla satın alınabilmektedir (Mishra, 2021).



Şekil 2.9. FDM Çalışma Prensibi

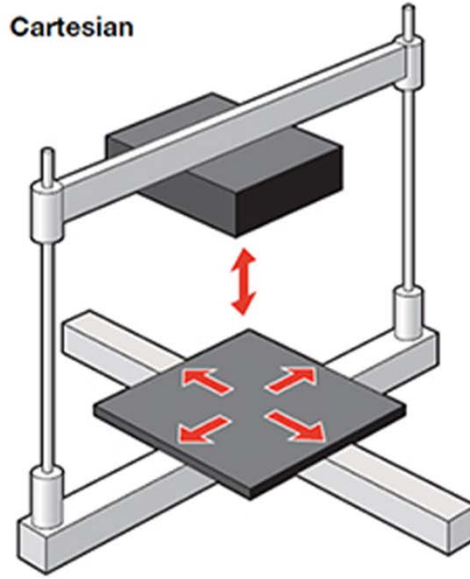
Kaynak: (<https://jakmachinery.com/how-fdm-3d-printing-works/>)

FDM yazıcılar, genellikle şekil 2.9’da görüldüğü gibi 1.75 mm veya 2.85 mm çapında olan, filament adı verilen termoplastik malzemeleri kullanır. Bu filamentler, PLA, ABS, PETG, TPU gibi yaygın plastiklerin yanı sıra karbon fiber, naylon, ASA, HIPS, PEEK, ahşap, seramik, PVA ve PC gibi çeşitli malzemelerden de üretilmektedir. FDM Yazıcıların bu farklı yapıdaki malzemeleri kullanma kapasitesi, onlara son derece esnek ve çok yönlü problemleri çözebilme kabiliyeti kazandırmaktadır (Fina, 2019).

FDM teknolojisine sahip yazıcılar filamentin bir extruder tarafından ilerletilmesini, dişliler aracılığıyla sıkıştırılıp, bir Teflon boru içerisinde baskı kafasına taşımaktadır. Baskı kafasında yer alan hotend adlı ısıtıcı ünite, filamentin eritilmesinden sorumludur. Hotend içerisinde ısıtılan filament, 0.4 mm çapında bir nozzle'dan geçirilerek, ısıtılmış baskı tablasına enjekte edilir ve böylece nesne katman katman üretilir (Evans, 2012).

Masa tipi olarak adlandırılan FDM yazıcılarında genellikle 220x220 mm boyutlarında bir baskı tablası kullanılmaktadır ve bu tabla, filamentin tablaya iyi yapışabilmesi için cam, PEI veya çelik saç gibi malzemelerle kaplanır. FDM 3 boyutlu yazıcılar mekanik yapısına göre üç farklı türe ayrılmaktadır.

2.2.1.1. Kartezyen 3 boyutlu yazıcılar

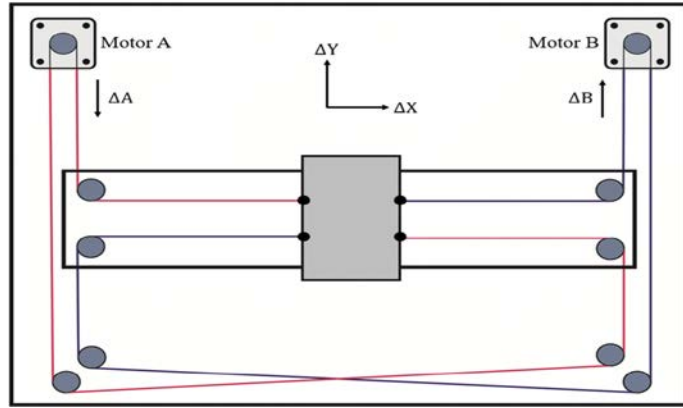


Şekil 2.10. Kartezyen Mekanizması

Kaynak: (<https://3deometry.com/blog/3d-printer-buying-guide/>)

Kartezyen yazıcılarda şekil 2.10’da görüldüğü gibi birbirinden bağımsız olarak hareket edebilen 3 eksen bulunmaktadır. Bu eksenler bir düzlem üzerinde ileri geri hareketi yapabilmektedirler. FDM yazıcı mekanik türleri arasında yapımı, kullanımı ve bakımı en kolay tür kartezyendir. Genellikle kartezyen yazıcılarda baskı kafası X ekseninde sağa sola, baskı tablası y ekseninde ileri geri ve baskı kafasının bağlı olduğu x eksen de z eksen üzerinde tablaya paralel bir şekilde yukarı aşağı hareket etmektedir. Kartezyen mekanik yapısı 3 Boyutlu yazıcılardaki en yaygın türdür (Tarımer, 2019).

2.2.1.2. Corexy 3 boyutlu yazıcılar

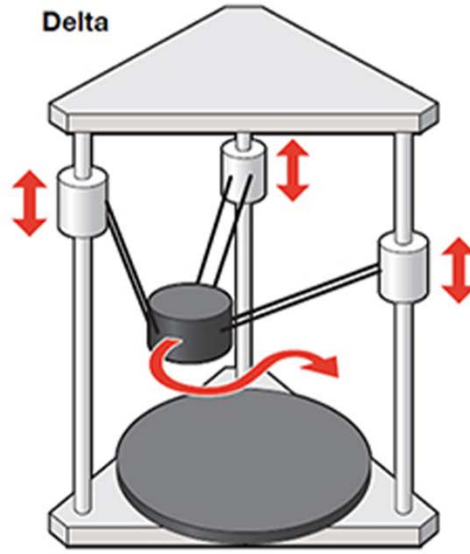


Şekil 2.11. CoreXY Çalışma Prensibi

Kaynak: (<https://www.researchgate.net/figure/CoreXY/>)

Kartezyen türünden sonraki en yaygın mekanik yapıya sahip tür Core XY yazıcılarıdır. CoreXY türünün satışları 2024 yılında giderek artmaktadır. Kartezyen yazıcılara göre daha stabil olarak görülmesinden dolayı yakında en yaygın tür olması beklenmektedir. Bu mekanik sistemde şekil 2.11’de görüldüğü gibi X ve Y eksenine bağlı olan Baskı kafasını hareket ettirmek için çapraz olarak bağlanan tek bir kayış ve iki adet adım motoru kullanılır. Bu motorların ikisinin aynı anda bir yöne dönmesi x eksenini hareket ettirmektedir (Amridesvar, 2020). Y eksenindeki hareketi sağlamak için ise motorların her biri zıt yöne dönmektedir. Eğer doğrusal bir hareket yerine X ve Y ekseninin aynı anda çalıştığı çapraz bir hareket yapmak istenirse bu durumda motorlardan sadece biri dönme hareketi gerçekleştirir. CoreXY yazıcılar daha hızlı eksen hareketlerine imkân verdiğinden yüksek baskı hızlarına ulaşmak için tercih edilir. Adım motorlarının eksenler üzerinde yer almamasından dolayı da eksenler üzerindeki baskıyı azaltarak hafiflik sağlamaktadır. Z eksenini olarak da baskı tablası yukarı aşağı olarak hareket etmektedir. Yeni nesil BambuLab, Creality K1 gibi 3 boyutlu yazıcılar bu hareket mekanizmasını kullanmaktadır.

2.2.1.3. Delta 3 boyutlu yazıcılar

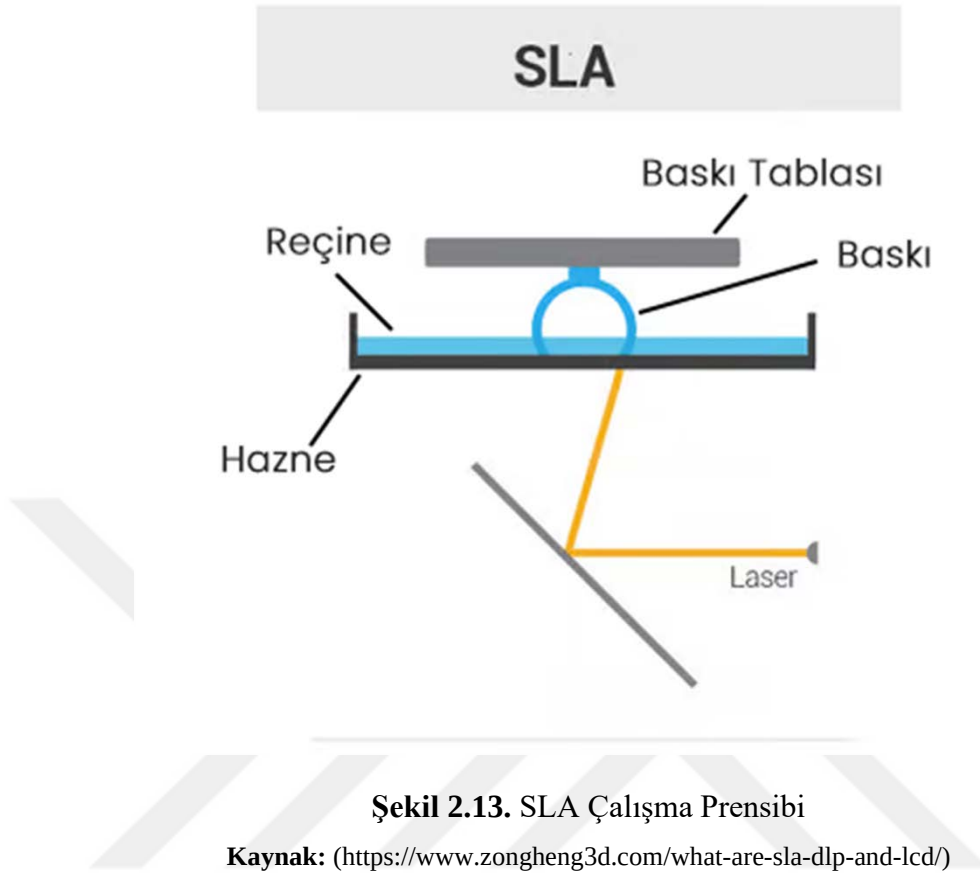


Şekil 2.12. Delta Çalışma Prensibi

Kaynak: (<https://3deometry.com/blog/3d-printer-buying-guide/>)

Delta 3 Boyutlu yazıcılarda eş kenar üçgenin kesişim noktalarında düzlemsel olarak yukarı aşağı hareketi yapan 3 eksen bulunur. Bu eksenler üzerinde şekil 2.12’de görüldüğü gibi yukarı doğru uzanan bir lineer ray ve kızak bulunmaktadır. Her eksen üzerindeki kızığa baskı kafasını tutan genellikle karbon fiber malzemeden imal edilmiş borular bulunmaktadır. Baskı kafası bu 3 kolun ortasında yer alır. Böylelikle X, Y ve Z eksenindeki tüm hareket baskı kafası tarafından gerçekleştirilmiş olur ve baskı tablası bu tür yazıcılarda sabittir. 3 Eksende bulunan motorların tümünün aynı anda hareket etmesiyle baskı kafası Z ekseninde yukarı ve aşağı gelmektedir. Bu üç motorun farklı dönüş kombinasyonları ise X ve Y eksenindeki hareketleri gerçekleştirir. Delta 3 Boyutlu yazıcılar çok hızlıdır ve Z eksenindeki baskı yüksekliklerinin fazla olmasıyla ön plana çıkarlar. Dezavantajlı yönleri ise kafa mekanizmasının modifikasyona pek açık olmaması ve baskı tablasının X ve Y eksenlerinde genellikle küçük olmasıdır.

2.2.2. SLA 3 Boyutlu Yazıcılar



Şekil 2.13. SLA Çalışma Prensibi

Kaynak: (<https://www.zongheng3d.com/what-are-sla-dlp-and-lcd/>)

SLA 3D yazıcılar, sıvı reçine kullanarak yüksek çözünürlüklü ve detaylı baskılar üreten bir türdür. Bu yazıcılar, reçine dolu bir haznenin altına yerleştirilmiş bir LCD panel aracılığıyla çalışır. Şekil 2.13'te görüldüğü gibi LCD panel, altındaki UV ışığı filtreleyerek sadece belirli piksellerden reçineye ışık sağlayarak baskı işlemi için gerekli deseni oluşturur (Ramya, 2016). Reçine, UV ışığın etkisiyle katılaşırken LCD panelin çözünürlüğü, baskının kalitesini belirleyen önemli bir faktördür. Her bir katmanda, LCD panel piksel piksel uv ışığı filtreler ve nesnenin o katmandaki 2D görüntüsünü oluşturur. Bu şekilde, katman katman reçine UV ışığıyla sertleştirilerek dijital olarak tasarlanmış nesne üretilir (Daya, 2017).

SLA yazıcılardan elde edilen çıktıları direkt olarak kullanmak mümkün değildir. Çıktının birkaç işlemten geçirilmesi gerekmektedir. Bu işlemlerden ilki model üzerinde kalan fazla reçineleri temizlemek ve reçinenin kimyasaldan arınmasını sağlamak için türüne göre suyla veya alkol ile yıkanmasıdır. Bu işlemi yerine getirmek için genellikle SLA baskı teknolojisi için özel geliştirilmiş yıkama makineleri kullanılır. Bu makineler aynı zamanda basılan modeli bitirebilmek için gerekli bir

diğer işlem olan kürlemeyi de yapabilen makinelerdir. Kürleme işlemi basılan modelin reçine yapısını güçlendirmek, yapışkanlığını almak ve tam olarak katı hale getirmek için uygulanan bir bitirme işlemidir. Kürleme işleminde basılan model döner ve ışığı yansıtan bir tabla üzerine konularak UV ışığa maruz bırakılır. Kürleme işleminin süresi reçinenin türüne göre değişiklik göstermektedir. Ortalama olarak 10 dakikalık bir kürleme modelin tamamıyla katılaşmasına ve yapışkan dokusunun giderilmesine yeterli olmaktadır. Bu iki işlem tamamlandıktan sonra oldukça detaylı ve yüzey kalitesi yüksek bir baskı elde edilmektedir.

SLA yazıcıların reçinelerin solumak insan sağlığı açısından tehlikelidir. Bu yüzden SLA yazıcılar kullanılırken reçinenin cilde temas etmemesi için eldiven ve solunmaması içinde maske kullanılmalıdır. Aynı zamanda Tüm SLA makineleri kapalı bir hazne yapısındadır. Böylelikle zararlı gazların makine dışarısına minimum seviyede çıkmasını sağlarlar. Bazı yeni SLA cihazlarında bu zehirli gazları filtrelemek için ek aparatlar bulunmaktadır.

SLA yazıcılarda model normal 3 boyutlu yazıcıların tersine yukarıdan aşağı değil aşağıdan yukarı şeklinde baş aşağı basılmaktadır. Bu yüzden SLA yazıcılarda basılacak olan modeller tamamen farklı şekilde dilimlenir ve gerekli destek yapısı normal 3 boyutlu yazıcılara göre farklıdır.

SLA 3D yazıcılarının en belirgin avantajı, diğer baskı teknolojilerine kıyasla çok daha yüksek çözünürlük sunmalarıdır. Bu teknoloji, mikron seviyesinde hassasiyetle çalışarak ince detayların ve karmaşık geometrilerin üretilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, SLA baskılarının pürüzsüz yüzeyleri, çeşitli reçinelerin kullanımı ve hızlı üretim süreleri gibi özellikler, endüstriyel tasarım, tıbbi prototipler, takı üretimi ve diğer pek çok uygulama alanında tercih edilmelerini sağlar.

2.2.3. SLS 3 Boyutlu Yazıcılar

SLS yazıcılar 3 boyutlu modelleri üretmek için toz haline getirilmiş hammaddeleri kullanmaktadır. (Ramya, 2016). Bu toz, baskı kafasında bulunan yüksek ısı değerine sahip bir lazer ile sinterlenerek veya eritilerek katmanlı bir yapıda birleştirilir. Üretim için kullanılacak toz malzeme polimer veya metal bazlı olabilmektedir (Özsoy, 2017).

SLS 3 boyutlu yazıcıların içerisinde bir baskı tablası bulunmaktadır. Bu tabla üzerine bir toz tabakası yayılmaktadır. Baskı için bilgisayar programları tarafından tasarlanmış ve dilimleme programları tarafından katmanlara bölünmüş bir model dosyası kullanılır. Lazer, bu dosyadaki verilere bağlı olarak belirli bölgelerdeki tozu eritir veya sinterler, yani katı hale getirir. Bu işlemler her katman için baştan başlamakta ve tekrarlanmaktadır (Ramya, 2016).

SLS teknolojisi baskıyı toz dolu bir haznede gerçekleştirmektedir. Aktif olarak basılan katmanın altı her zaman doludur. Böylelikle SLS teknolojisinde üretilen modeller destek yapısına ihtiyaç duymamaktadır.

Birleştirme yönteminin güçlü olmasından dolayı üretilen nesneler yüksek dayanıklılık, sıcaklık ve kimyasal direnç gibi özellikler barındırmaktadır. Bu özellikler, endüstriyel prototipleme, üretim ve kişisel kullanım gibi birçok farklı uygulama alanında SLS teknolojisini popüler hale getirir.

2.3. 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanım Alanları

3 Boyutlu yazıcılar sağladıkları esnek üretim kabiliyetlerinden dolayı birçok sektörde kullanım alanı bulmaktadır. Pratik ve hızlı bir üretim süreci sağladığı için, ürün geliştirme süreci olan her sektörde, ürünlerin seri üretime geçmeden önce prototiplemesi için sıkça tercih edilir. Sektörlerde kullanılan 3 boyutlu yazıcıların teknolojileri o sektörlerin gereksinimlerine göre değişiklik göstermektedir. Hızlı, ucuz ve dayanıklı üretimlerin gerektiği fakat yüzey kalitesi ve çözünürlüğün çok önemli olmadığı durumlarda FDM yazıcılar tercih edilmektedir. Yüksek çözünürlüğün, hassas ve küçük parçaların, tıbbi alanda kullanılacak gereçlerin üretilmesi veya prototiplenmesi gerektiğinde ise tercih edilen teknoloji SLA'dır. Boyutu büyük, dayanımı yüksek, metal malzeme kullanılması gereken endüstriyel durumlarda da SLS teknolojisi tercih edilmektedir. Tüm türleriyle birlikte 3 boyutlu yazıcıların sıklıkla kullanıldığı alanların başında hobi ve bireysel kullanım gelmektedir.

2024 yılı olarak sayılan günümüzde yazıcılar oldukça kullanıcı dostu olarak tasarlanmakta ve herkes tarafından kullanılabilir. Okullarda, iş yerlerinde, internet ortamında bu yazıcılarla ilgili birçok kaynağa erişmek mümkündür. Bu durum sadece mühendis, tasarımcı gibi profesyonellerin değil bunların dışında kalan şekil 2.14'te görüldüğü gibi sıradan kullanıcılarında 3 boyutlu yazıcıları rahatlıkla

kullanabilmesine ve benimsemesine yol açmıştır. Hobileriyle ilgilenmeyi seven kullanıcılar 3 boyutlu yazıcılarla tanışmakta ve hobilerine 3 boyutlu baskı almayı da dahil etmektedir.



Şekil 2.14. FDM Yazıcıların Hobi Amaçlı Kullanımı

Kaynak: (<https://www.ankermake.com/uk/blogs/guides/best-3d-printer-filament>)

Hobiler kullanıcıların boş zamanlarını değerlendirmek için keyif aldıkları alanlarda yaptıkları faaliyetlerdir. Bu faaliyetler kişilerin karakter ve tercihlerine göre değişmektedir. Yaygın hobilere maketçilik, el sanatları, heykelticilik, koleksiyonculuk örnek gösterilebilir. Bireyler halihazırda bulunan hobilerine 3 boyutlu yazıcıları dahil edebilmektedir. Bununla birlikte şekil 2.14’te görüldüğü gibi kullanıcılar direkt olarak 3D yazıcılarla ilgilenmeyi ve baskı almayı da hobi olarak edinebilmektedirler. Bireylerin var olan hobilerine 3D yazıcıları dahil etmelerine örnek olarak maketçilik alanında normalde kartondan, ahşaptan, kâğıttan el işçiliği ile oluşturdukları nesneleri, modelleme programları ve 3D yazıcılar kullanarak çok daha hassas ve gerçeğine yakın şekilde 3D baskı kullanarak oluşturmaları ve sergilemeleri gösterilebilir. Direkt olarak 3 boyutlu yazıcıları hobi edinen kullanıcılar evlerinde oluşabilecek ihtiyaçları hazır ürünler satın alarak çözmek yerine özelleştirmelerde bulunarak kendileri üretmektedirler. Sevdikleri dizi ve filmlerin, oyun karakterlerinin figürlerini basarak sergileyebilmektedirler. Ebeveynler çocuklarına özelleştirme imkânı dahilinde

oynayabilecekleri oyuncakları üretebilmektedirler. Kullanıcılar sahip oldukları ürünlere 3 boyutlu yazıcılar kullanarak aksesuarlar üretebilmektedirler. Bu aksesuarlara saat, telefon, gözlük stantları, kalemlikler, masa aksesuarları, bilgisayar yükseltici gibi birçok ürün örnek gösterilebilir.

Evlerinde 3 Boyutlu yazıcı bulunan tasarımcılar, mühendisler ürünlerini tasarlamak, geliştirmek ve prototiplerini üretmek için herhangi bir atölyeye ihtiyaç duymamaktadır. Bu durum 3 boyutlu yazıcı sahibi kullanıcıların üretkenliğini arttırmakta ve üretimi özgürleştirerek desteklemektedir.

Bir diğer yandan 3 boyutlu yazıcılar havacılık savunma sanayi gibi alanlarda da yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Roket motorları, insansız hava araçları ve uçaklar, karmaşık yapılara sahip olup, teknolojinin birçok imkanının bir arada kullanılmasıyla ortaya çıkan ürünlerdir. Bu tarz ürünlerin geleneksel üretim yöntemleri ile üretilmesi çok maliyetli ve bazı durumlarda imkânsız olabilmektedir. Bu noktada, metal, kompozit ve sanayi standartlarındaki malzemeleri kullanabilen endüstriyel 3D yazıcılar, karmaşık üretim süreçlerinin üstesinden gelerek bu problemleri çözmekte ve üretimleri gerçekleştirmektedir. NASA ve SpaceX gibi havacılık ve uzay sektöründe faaliyet gösteren firmalar, roket gövdeleri, yakıt tankları ve motorların yönlendirme kısımlarının üretiminde 3 boyutlu yazıcılar kullanmaktadır.

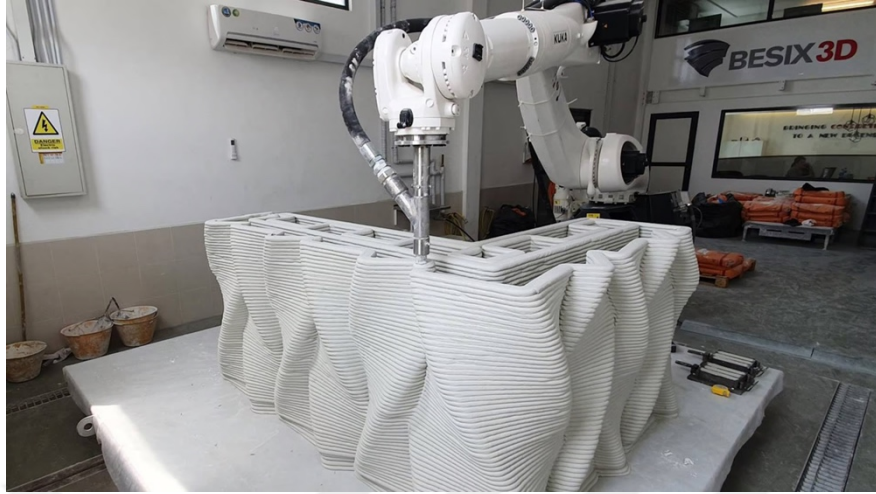


Şekil 2.15. FDM Yazıcıların Mimari Amaçlı Kullanımı

Kaynak: (<https://3d3teknoloji.com/blog/mimarlikta-3d-yazici-uygulamalari-ve-3d-baski/>)

Mimari alanında, geleneksel maketçiliğin yerini 3D yazıcılar almaya başlamıştır. 3D yazıcılar, çok kapsamlı ve renkli modeller üreterek binaların birebir maketlerinin oluşturulmasına olanak tanır. Elle yapılan maketlere oranla 3 boyutlu

yazıcılar ile üretilen maketlerin maliyeti daha düşük ve işçilik için harcanan zaman çok daha kısadır (Ramya, 2016).



Şekil 2.16. Beton Basabilen 3 Boyutlu Yazıcı

Kaynak: (<https://www.kuka.com/tr-tr/şirket/basın/news/2021/05/besix-3d>)

Şekil 2.16’da görülen Beton enjekte edebilen 3D yazıcılar kullanılarak tam ölçekli ve fonksiyonel konutlar da üretilebilmektedir. Nüfus yoğunluğunun hızla arttığı 2020’li yıllarda 3 boyutlu yazıcılar kullanarak kısa sürelerde konut üretmek gittikçe önem kazanmaktadır.

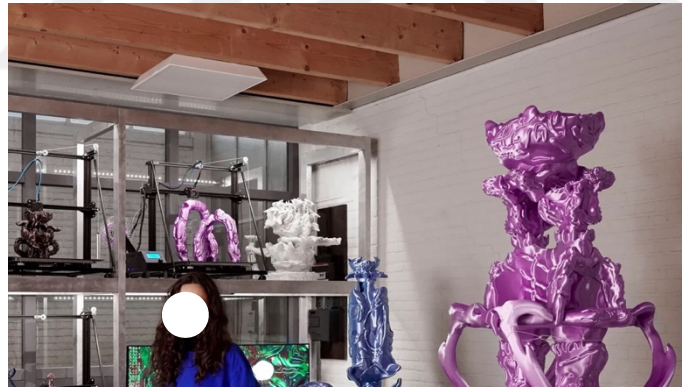


Şekil 2.17. SLA Dental 3B Yazıcı Çıktıları

Kaynak: (<https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-applications-in-the-dental-sector-031020224/>)

Sağlık sektörüne bakıldığında 3 boyutlu yazıcıların tıp alanındaki en yaygın kullanıldığı alan diş hekimliğidir. Dental alanda genellikle SLA yazıcılar tercih edilir. Bu yazıcılar ile şekil 2.17’de görüldüğü gibi diş protezleri, implantlar, ortodontik aparatlar, cerrahi kılavuzlar, geçici köprüler üretilmektedir. Diş hekimleri, hastaların ağızlarının 3 boyutlu tarayıcılarla taranmış dataalarını kullanarak kişiye özel ürünler tasarlayıp hızlı ve hassas bir şekilde üretebilmektedir. Bu teknoloji, dental müdahalelerin hassasiyetini artırırken, geçici çözümler ve eğitim materyalleri için de etkin bir üretim sağlar. Ayrıca, maliyet ve zaman tasarrufu sunarak, daha iyi tedavi sonuçları ve hasta memnuniyeti elde edilmesini mümkün kılmaktadır.

Etkili bir öğrenim için tüm duyu organlarına hitap etmek önemlidir. Öğrencilere etkileşim kurabilecekleri bir model üretme imkânı tanıyan 3 boyutlu yazıcılar eğitim sektöründe de köklü bir yer edinmiştir. 3 Boyutlu yazıcılar kavramları somutlaştırarak modeller ve nesneler üzerinden eğitim sağlar. Normal şartlarda gözle görülemeyecek hücrelerin modellerinin oluşturulması, günümüzde bütünlüğünü koruyamamış tarihi yapıların yeniden canlandırılarak modellenmesi gibi birçok eğitim amaçlı üretim 3 boyutlu yazıcılar tarafından gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2.18. FDM Yazıcılar ile Heykel Üretimi

Kaynak: (<https://www.architecturaldigest.com/story/meet-the-french-designer-creating-fantastical-objects-through-3d-printing>)

Sanat alanında 3 boyutlu yazıcılar, heykellerin bilgisayar ortamında modellendikten sonra üretilmesi, karmaşık formlara sahip takıların kalıplarının alınması ve üretilmesi gibi süreçlerde devrim yaratmıştır. Sanatçılar, bu teknoloji sayesinde üretim yöntemlerinin getirdiği kısıtlamalara takılmadan, şekil 2.18’de olduğu gibi hayal ettikleri formları kolayca somutlaştırabilmektedir. Heykeller, dijital

tasarımlar aracılığıyla detaylı ve hassas bir şekilde basılabilirken, takı tasarımları da karmaşık geometrilere sahip olabilecek şekilde oluşturulabilir. Ayrıca, 3 boyutlu yazıcılar, sanatçıların deneysel ve yenilikçi çalışmalara yönelmelerini sağlayarak, daha önce mümkün olmayan tasarımların gerçekleştirilmesine imkân tanır. Bu teknoloji, sanat dünyasında hem yaratıcı süreçleri hızlandırmakta hem de maliyetleri düşürmektedir, böylece sanatçılar özgün ve yenilikçi eserler ortaya koyabilmektedir.

2.4. Filament Türleri ve Üretilen Nesneye Etkileri

3 Boyutlu yazıcılar hammadde olarak filamentleri kullanır. Filamentler üreticiler tarafından granül halinde tedarik edilmektedir. Granül verimli bir şekilde işlenebilmesi için vakumlu bir kurutma makinesinde kurutulur. Sonrasında pigment karıştırmak ve üretim hattına almak için bir hazne içerisine aktarılır. Renklendirme için granül içerisine belirli bir oranla karıştırılan pigmentler de granül formunda bulunmaktadır. Oranlama makinesi ile istenilen renk için gerekli pigment ve saf granül oranı bulunur ve karışım bu hazne içerisinde oluşturulur. Haznenin altına bir ekstrüzyon mili bulunur. Bu mil yol boyunca erime sıcaklığında ısıtılır. Milin içerisinde döndüğü yolda ilerleyen granül sıvı haline gelir ve Nozzle'a doğru itilir. Nozzle 1.75mm çıkış deliği olan bir hunidir. Eriyen granül bu nozzle'dan geçirilerek 1.75mm'lik kablo haline getirilir. Bu forma filament denir. Filament yapının bozulmaması için sıcak bir su dolu olan havuzdan geçirilir. Çap kontrolü yapılarak 1.75mm çapında olduğu doğrulanır ve ardından sarım işlemine geçilir (Aydın, 2018). 1 Kiloluk makaralar halinde sarımı yapılır ve piyasaya sürülür. Filamentlerin materyallerine göre farklı türleri mevcuttur. Farklı materyal tipleri üretmek için bu termoplastiklerin içine ek malzemeler katılır.

Tablo 2.1. Filament Türlerinin Karşılaştırılması

Filament Türü	Nozzle Baskı Sıcaklığı (°C)	Tabla Baskı Sıcaklığı (°C)	Dayanım Özellikleri	Kullanım Alanları
PLA	180-220	60	Kolay baskı, düşük bükülme, biyobozunur	Prototipler, oyuncaklar, dekoratif objeler
ABS	220-250	80-110	Yüksek dayanıklılık, zorlu çevre koşullarına dayanım	Fonksiyonel parçalar, otomotiv parçaları, aletler
PETG	220-250	70-90	Güçlü, esnek, nem direnci yüksek	Mekanik parçalar, su geçirmez nesneler, kaplar
TPU	220-240	60	Esnek, dayanıklı, aşınma direnci yüksek	Esnek bağlantılar, ayakkabı tabanları, telefon kılıfları
Nylon	240-260	70-100	Yüksek mukavemet, esneklik, aşınma direnci	Fonksiyonel parçalar, endüstriyel parçalar, tekstil
PC	260-300	90-120	Yüksek ısı dayanımı, güçlü, optik berraklık	Mühendislik parçaları, elektronik muhafazalar, optik bileşenler
PLA+	200-230	60	PLA'ya göre daha dayanıklı, az bükülme	Prototipler, dekoratif objeler, oyuncaklar
ASA	240-260	90-110	UV dayanıklı, yüksek mukavemet	Dış mekan uygulamaları, otomotiv parçaları
HIPS	220-240	90-110	Dayanıklı, destek malzemesi olarak kullanılabilir	Destek malzemesi, fonksiyonel parçalar
PVA	190-220	60	Suda çözünür, destek malzemesi olarak ideal	Destek malzemesi
Wood Filament	200-240	60	Ahşap benzeri görünüm ve doku	Dekoratif objeler, maketler
Metal Filament	200-220	50-60	Metalik görünüm, ağır	Dekoratif objeler, sanatsal çalışmalar
Carbon Fiber Filament	220-260	60-80	Yüksek mukavemet, hafif, sert	Mekanik parçalar, fonksiyonel prototipler
Glow in the Dark Filament	200-220	60	Parlayan özellik, dekoratif	Dekoratif objeler, oyuncaklar
Conductive Filament	220-240	60	Elektrik iletkenliği	Elektronik projeler, devreler

Tablo 2.1’de görüldüğü gibi FDM 3 boyutlu yazıcılarla kullanılan yaygın filament türleri karşılaştırılmıştır. Nozzle sıcaklıkları, baskı tablası sıcaklıkları, dayanım özellikleri ve kullanım alanları üzerinde durulmuştur.

En yaygın filament türü sağlığa zararsız yapıda olmasından dolayı PLA olarak kısaltılan polilaktik asittir. Bu filament türü mısır nişastası kullanılarak üretildiği için zararsız ve biyobozunur bir malzemedir. PLA filamentler 200 derece gibi düşük sıcaklıklarda eridiğinden kolaylıkla basılabilmektedir (Kristiawan, 2021). PLA filament ile üretilmiş ürünler dış ortam koşullarına dayanıklı değildir. Güneş ışınlarına uzun süre maruz kaldıklarında yapıları bozulmakta ve deformasyonlar göstermektedir. Kapalı mekanlar için idealdir.

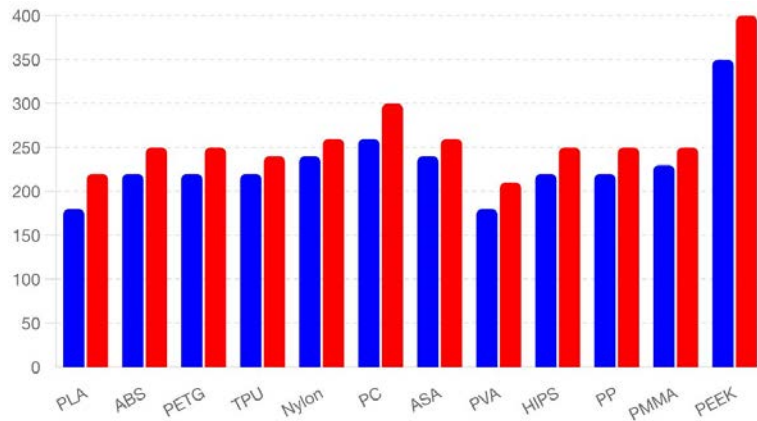
ABS açılımıyla Akrilonitril Bütadien Stiren endüstriyel üretimde en çok kullanılan termoplastik türüdür (Kristiawan, 2021). 3 Boyutlu yazıcılar tarafından da filament olarak kullanılmaktadır. Üretilen parçaların çekme ve yük dayanımı gerektirdiği durumlarda kullanılmaktadır. ABS, PLA malzemeye kıyasla çok daha yüksek ısılara yapısı bozulmadan dayanabilmektedir. Dış mekân kullanımları için uygundur. ABS filamentlerin önemli bir özelliği olan ısı dayanımı, bazı uygulamalarda avantaj sağlarken, 3 boyutlu baskı sırasında yüksek sıcaklık gerektirmesi ve basım esnasında sağlığa zararlı olabilecek gazlar çıkarması sebebiyle kullanımını zor bir filament türüdür. ABS filamentler, hava akımından kolay etkilenebildiği için, çevresi kapalı olmayan 3 boyutlu yazıcılarla basıldığında ortamdaki hava akımı katmanların birbirine yapışmamasına neden olabilecek sorunlara yol açabilmektedir. ABS filamentler baskı sonrası yüzey işlemleri için elverişlidir. Aseton buharı kullanılarak yüzeyler eritilerek katman izleri giderilebilmekte ve aşındırma işlemleri ile yüzey pürüzsüz hale getirilebilmektedir.

TPU (Termoplastik Poliüretan) filamentler, esnek ve dayanıklı bir termoplastik malzeme türüdür. TPU, elastomerik özelliklere sahip olduğu için esneklik, yumuşaklık ve darbe direnci sağlar. Bu özellikleri sayesinde geniş bir uygulama alanına sahiptir. TPU filamentler, esnek parçaların üretilmesini sağlar (Griffey, 2017). Özellikle ayakkabı tabanları, telefon kılıfları, menteşeler ve sızdırmaz contalar gibi esneklik gerektiren uygulamalarda tercih edilir. Ayrıca, TPU'nun kimyasal direnci ve esnekliği, endüstriyel ve mühendislik uygulamalarında da kullanılmasını sağlar. Esneklik, darbe

direnci ve kimyasal dayanıklılık gibi özellikler, TPU filamentlerini önemli bir 3D baskı malzemesi haline getirir.

PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol) filamentler, PET (Polyethylene Terephthalate) plastiklerin geliştirilmiş bir versiyonudur ve 3D baskı için popüler bir tercihtir. PET malzemesi gündelik hayatta pet şişelerde, gıda ürünlerinin ambalajlarında, dış mekan ürünlerinde sıklıkla karşılaşılan bir malzeme türüdür. PETG, dayanıklı, şeffaf ve darbe direnci yüksek bir malzemedir (Swetham, 2017). Ayrıca, bu filamentler, kolay baskı, yüksek mukavemet ve kimyasal dayanıklılık gibi özelliklere sahiptir. PETG filamentler, gıda güvenliği gerektiren uygulamalardan mühendislik parçalarına kadar geniş bir yelpazede kullanılabilir. Şeffaf ve parlak bir yüzeye sahip olmaları, estetik açıdan da tercih edilmelerini sağlar.

PLA-CF (Polylactic Acid-Carbon Fiber) filamentler, karbon fiber malzemenin sağladığı lifler ile güçlendirilmiş PLA tabanlı filamentlerdir (Swetham, 2017). Bu filamentler, PLA'nın insan sağlığına zararsız ve çevre dostu özelliklerini korurken, karbon fiberin yüksek mukavemet, sertlik ve hafiflik gibi özelliklerini ekler. Sonuç olarak, PLA-CF filamentler, Kolay üretilebilir dayanıklı ve yüksek performanslı parçalar üretilen bir filament türüdür. Mukavemet ve sertlikleri nedeniyle, endüstriyel parçalar, prototipler, dron parçaları, araç parçaları ve mühendislik uygulamalarında kullanılırlar.



Şekil 2.19. Filament Türlerinin Baskı Sıcaklığı Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 2.19.'da gösterildiği gibi filamentlerin kullanılabilmesi için gereken baskı kafası sıcaklıkları karşılaştırılmıştır. Buna göre, 250 dereceye kadar olan filamentler çoğu FDM 3D yazıcı tarafından desteklenirken, 300 dereceye yakın ve 300

derece üzeri filamentler genellikle daha endüstriyel seviyedeki 3D yazıcılarla üretilebilir.

2.5. Eklemeli İmalatta Çoklu Filament - Materyal baskı yöntemi

Piyasada bulunan bazı ürünler birden fazla materyal içeren parçalardan oluşabilmektedir. Örneğin bir matkabın el ile temas eden kabza kısmı yumuşak ve kaymaz bir malzemeden üretilirken matkabın delme ucunu tutan parçalar darbe dayanımı yüksek, sert plastiklerden üretilmektedirler. Çoklu materyal içeren ürünler 3 boyutlu yazıcılarla üretilmek istendiğinde genellikle başvurulacak yöntem bu parçaları ayrı ayrı üreterek üretim sonrasında birbirine montajlamaktır. Ancak 3 boyutlu yazıcı sektöründeki teknolojik ilerlemeler, çoklu malzeme kullanımını mümkün kılan yazıcıların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu özelliği desteklemeyen mevcut yazıcılar için ise ek modüller geliştirilmiştir, böylece 3 boyutlu yazıcılar da çoklu malzeme kullanımı sağlayabilir hale gelmiştir.

3 Boyutlu yazıcılarda çoklu materyal kullanım prensibi, kullanılan filamentin baskı sırasında otomatik olarak değiştirilmesine dayanır. Kronolojik sıraya göre 3 boyutlu yazıcıların doğuştan bu özelliği kazanmasından önce var olan 3 boyutlu yazıcılar için oluşturulan renkli baskı modülleri ortaya çıkmıştır. Bu renkli baskı modülleri bağlandığı 3 boyutlu yazıcının filament ilerletme mekanizmasının yerini alarak bu mekanizmayı akıllı hale getirmekteydi. Renkli baskı modülleri filamentleri dilimleme programlarında ayarlanan materyal ve renk şemalarına göre baskı sırasında geri çekme ve bir sonraki filamenti ileri itme şeklinde değiştirerek kullanmaktadır.

Mosaic Palette, Prusa Multi Material Upgrade, Co Print Multi Filament Module ürünleri renkli baskı modülleri arasında en çok kullanılan ve en stabil çalışan ürünlerdir. Bu modüller sayesinde aynı anda en fazla 7 farklı materyal veya renk bir arada tek bir baskı üzerinde uygulanabilmektedir.

Renkli baskı modüllerinin ardından 3D yazıcı sektörüne yeni makineler dahil oldu. Bu makineler, önceden ek bir modül olarak satılan ve yazıcılara eklenebilen renkli baskı özelliğini, doğrudan cihazların içine entegre edilmiş bir şekilde kullanıcıya sunmaktadır. Bambu Lab firmasının X1 Carbon modeli ve Prusa firmasının XL modeli, renkli baskı yapabilen cihazlar olarak piyasaya sürüldü. Bu

yazıcılar, 4 renkten 16 renge kadar kolayca multi filament ve çok renkli baskı yapabilme olanağı sağlamaktadır.

3 Boyutlu yazıcıların renkli baskı özelliği kazanması prototipler, sanat eserleri ve özel tasarım ürünler üretmek isteyen kullanıcılar için büyük bir avantaj sağlar. Birden fazla filament türünü aynı anda kullanabilme özelliği ise daha sağlam ve işlevsel parçalar üretmeyi mümkün kılar. Bu, özellikle mühendislik ve endüstriyel uygulamalarda fark yaratmaya başlamıştır.

2.6. 3 Boyutlu Yazıcılara Uygun Tasarım Süreci

3 Boyutlu yazıcılara uygun ürün tasarlamak üretim sürecini kolaylaştırırken aynı zamanda daha az malzeme harcar bununla birlikte daha kaliteli bir baskı elde edilebilmektedir.

3 Boyutlu yazıcılar ile baskı yapabilmek için ilk gerekli olan şey bir 3 boyutlu modeldir. Bu model dilimleme yazılımı adı verilen, modelleri G-Code'a dönüştürmeye yarayan programlar tarafından okunabilmesi için STL, FBX, OBJ, 3MF, 3DS, STEP gibi formatlarda olmalıdır (Noorani, 2018). G-Code 3 boyutlu yazıcıların eksen hareketlerini ve işlevlerini kontrol etmek için kullanılan bir programlama dilidir.

3 Boyutlu yazıcı kullanmak için kullanıcının bir tasarımcı olmasına veya 3 boyutlu modelleme programları bilmesine gerek yoktur. Birçok farklı modeli açık kaynaklı ve ücretsiz olarak paylaşan model kütüphanesi olarak adlandırılan web siteleri mevcuttur. Bu web siteleri üzerinden istenilen model arama yapılarak bulunur ve dilimlenerek 3 boyutlu baskıya hazır hale getirilebilir.

3 Boyutlu yazıcı markaları kullanıcılara daha fazla içerik sunmak ve 3 boyutlu yazıcıları herkesin kullanabileceğini göstermek amacıyla model kütüphanesi web siteleri oluşturur veya var olan web sitelerini destekler. Kullanıcıların basılabilecek farklı modeller bulması ve tasarladıklarını paylaşabilmesi, bir topluluk oluşmasına olanak tanır. Bu, kullanıcıların sıkılmadan uzun süreler boyunca 3 boyutlu yazıcıları kullanmasını sağlar. Kullanıcıların tasarım yapma zahmetine girmeden 3 boyutlu baskıya hazır modeller edinebileceği web sitelerinin başında bu sektörde en eski olan Thingiverse.com gelir. Thingiverse kullanıcıların baskıya hazır 3 boyutlu modellerini paylaşmasını sağlayan bir platformdur. Bu platform 2008 MakerBot firması tarafından kurularak yılında yayın hayatına başlamış en eski ve en çok bilinen model paylaşım

platformudur. İçerisinde 1.000.000'dan fazla 3 boyutlu model bulundurmasıyla kullanıcılara birçok alanda üretebilecekleri hazır içerik sunar (<https://www.thingiverse.com/about>., Erişim tarihi: 1 Temmuz 2024).

Thingiverse'den sonra çıkan fakat çok hızlı yaygınlaşan bir diğer platform ise Printables.com'dur. Prusa firması tarafından 2023 yılında kurulan ve yeni bir model paylaşım sitesi olan Printables bu kısa süre zarfında kaliteli ve kapsamlı 3 boyutlu modeller sunarak birçok kullanıcıya erişti. Modern ve kullanışlı bir arayüze sahip olmasının yanı sıra topluluk grupları, tartışma kanalları gibi ek özellikleri de siteye eklemesiyle kendine has bir komünite oluşturdu (<https://www.prusa3d.com/>., Erişim tarihi: 1 Temmuz 2024). Kullanıcıların belirli bir ücret ödeyerek model elde edebileceği platformların başında gelen Cults3d.com platformu tasarımcıların 3 boyutlu baskıya uygun olarak tasarladıkları ücretsizlerine göre daha kapsamlı ve detaylı modellerin yer aldığı genellikle ücretli modeller sunulan bir model kütüphanesi sitesidir. Bu web sitesi aracılığıyla tasarımcılar tasarladıkları modelleri diğer kullanıcılara satarak gelir elde etmektedir (<https://cults3d.com/en/cults>., Erişim tarihi: 1 Temmuz 2024).

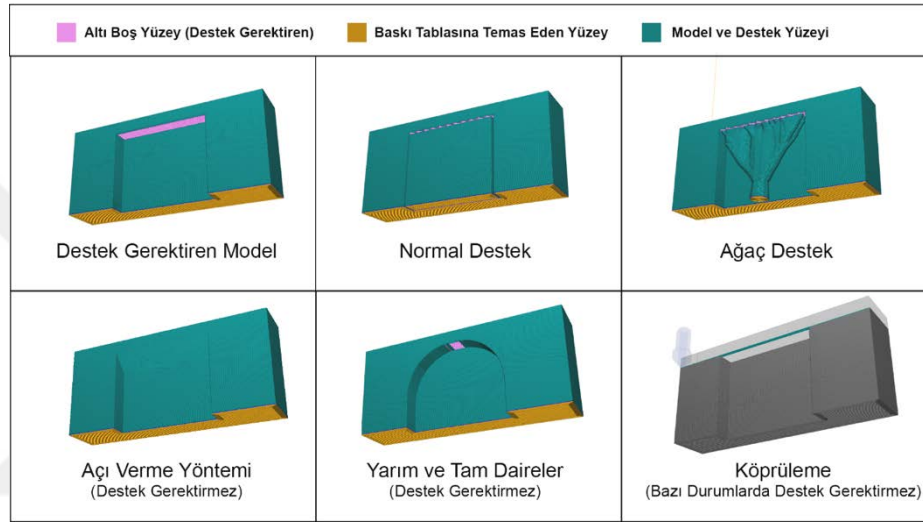
BambuLab firmasının model kütüphanesi olarak inşa ettiği Makerworld, 2023 yılında piyasaya sürülen bir sitedir. BambuLab'in üretip piyasaya sürmüş olduğu 3 boyutlu yazıcılarla tam uyumlu olarak çalışan bu web sitesinin birçok gelişmiş özelliği bulunmaktadır. Bu sitede yayınlanan modeller BambuLab'in dilimleme programıyla otomatik olarak açılabilen ve ayarları hazır olarak tek tuşla baskı alabileceğiniz modellerdir (<https://makerworld.com>. Erişim tarihi: 1 Temmuz 2024).

Bu web sitelerinde gündelik hayatta kullanılan eşyalar için basılabilir aksesuarlar, masa süsleri, ofis ekipmanları, saksılar, el aletleri, makine parçaları, masa oyunları, saat standları vb. gibi birçok ürün tasarım becerisi gerektirmeden ulaşılabilir.

Baskıya uygun 3 boyutlu tasarımları üretmek için neredeyse tüm 3D tasarım programlarını kullanmak mümkündür. SolidWorks, Catia, Siemens NX, Rhinoceros, Fusion 360 gibi mühendislik programlarının yanı sıra Blender, Cinema4D, Zbrush gibi mesh yapısında çalışan modelleme programları da 3 boyutlu yazıcılar için gerekli olan dosya uzantılarını destekler. 3 Boyutlu yazıcılar tarafından kolay üretilebilir bir

tasarım yapmak için en çok kullanılan parametreleri göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bu parametreler;

Tasarım programlarında 3 boyutlu yazıcılara yönelik tasarım yaparken dikkat edilmesi gereken noktalardan biri destek yapılarıdır. 3D yazıcılar baskı tablasından yüksekte kalan altı boş yüzeyleri üretebilmek için destekler kullanır. Eğer destek kullanılmazsa baskı bozulacak ve altı boş olan yüzeyler basılamayacaktır. Tasarlanan nesnelerin destek kullanılmadan basılabilmesi için 45 derecenin üzerinde bir açı bulunması veya altının tamamen dolu olması gerekir.



Şekil 2.20. Destek Sistematığı

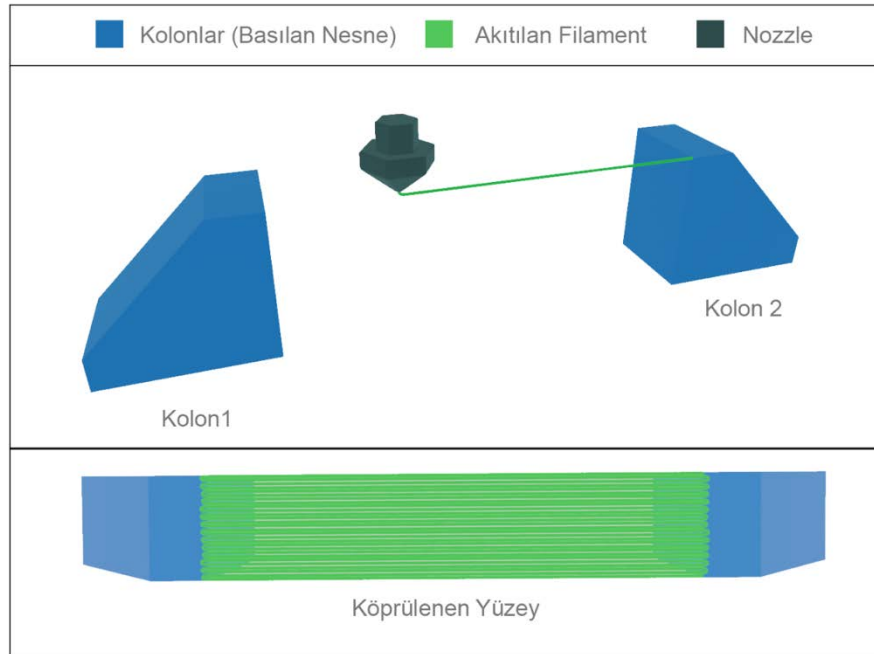
Şekil 2.20.'de görüldüğü gibi destek, baskı sırasında altı boş kalan yüzeylerin, baskı sonrasında sökülebilecek şekilde doldurulmasıdır. Destek malzemesi ile model yüzeyi arasında ızgaralı bir yapı ile boşluk bırakılır. Bu boşluk sayesinde destek parçası, model yüzeyine tamamen yapışmadan üzerine baskı alınabilecek bir ızgaralı yapı oluşturur. Şekilde görüldüğü gibi, destek gerektiren modelde baskı tablası yüzeyinden yukarıda kalan ve altı boş bir yüzey bulunmaktadır. Bu yüzey, dilimleme programlarında bulunan destek özelliği ile doldurulabilir.

İki temel destek tipi bulunmaktadır:

Normal Destek: Destek gerektiren yüzeyin altını tamamen doldurarak üzerine baskı yapılabilecek bir yüzey oluşturur. Doldurulan bu hacim, filament sarfiyatını azaltmak adına içi boş ve zikzaklı bir yapıya sahiptir. Bu destek yapısı, altı doldurulması gereken büyük yüzeyler varsa ve bu yüzeyler baskı tablası ile paralel ise genellikle tercih edilir.

Ağaç Destek: Bu destek türü, tablaya çok daha az yer kaplayarak huni şeklinde yükselir ve dallara ayrılır. Karışık ve ayrı ayrı birden fazla yüzeyin desteklenmesi gerektiğinde tercih edilir. Ağaç destekler, tablaya paralel olmayan ve normal destek yapıları kullanıldığında desteklenen alt yüzeyin, ana modelin baskı yüzeyinden başlaması gereken durumlarda oldukça faydalıdır. Bu yapılar, destek yapısını model yüzeyinden başlatmak yerine tabladan başlayarak, ağaç kolları gibi model yüzeyine temas etmeden destek sağlarlar. Bu özellik, modelin alt kısımlarının düzgün bir şekilde desteklenmesini sağlarken, baskı sonucunun daha temiz ve istenilen şekilde olmasını sağlar. Ağaç destekler, 3D baskıda karmaşık geometrilerin ve detaylı modellerin başarılı bir şekilde üretilmesini destekler, böylece daha verimli ve kaliteli bir üretim süreci sunarlar.

Tasarımcılar, 3 boyutlu yazıcılarla üretim yaparken minimum sayıda destek kullanarak tasarım yapmayı tercih ederler. Bu nedenle, destek gerektiren yüzeylere belirli açılar vererek, daha pürüzsüz bir sonuç elde etmeye çalışılmaktadır. Bu strateji, özellikle ızgaralı ve boşluklu destek yapılarının yüzey kalitesini düşürmesi sebebiyle tercih edilir. Ayrıca, bu yöntem sayesinde baskı süreci daha verimli hale gelir ve destek için harcanan filament atığı azaltılır.



Şekil 2.21. Köprüleme Özelliği

3 Boyutlu yazıcıların kabiliyetleri modellere ve markalara göre değişiklik gösterebilir. Kullanılan yazıcının kabiliyetlerine hâkim olmak ve bu kabiliyetler çerçevesinde tasarımı şekillendirmek önemlidir. Eğer kullanılan yazıcının baskı kafasının soğutma sistemi iyi ise normalde destek atılması gereken düzlemsel boşluklar için desteğe gerek kalmadan baskı alabilecek köprüleme yöntemi kullanılabilir.

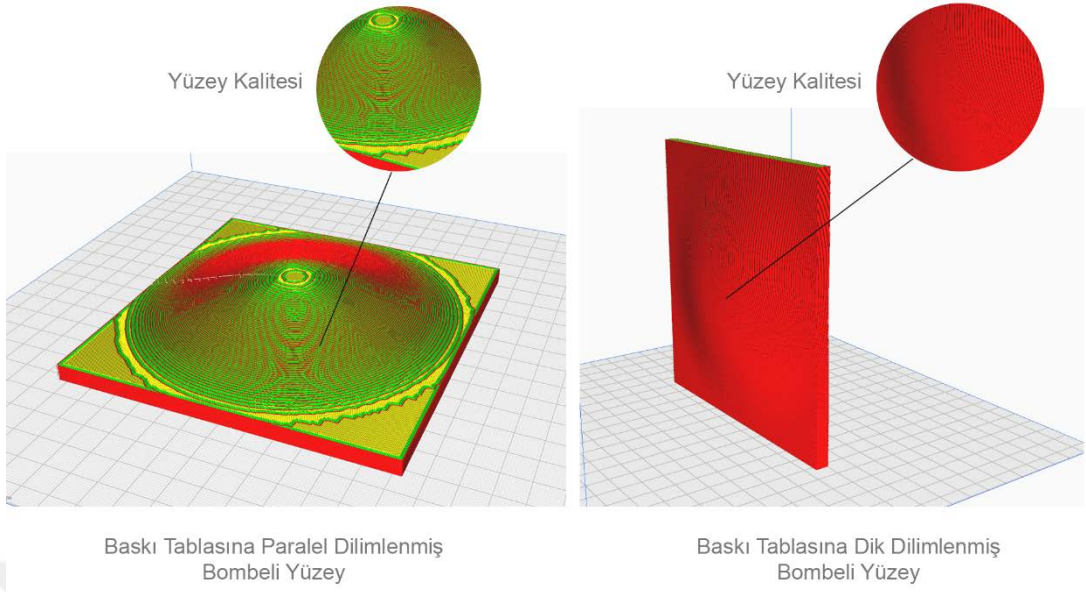
Bu yöntemde, baskı kafası filament akıtarak ilerlerken iki kolon arasında düzlemsel bir hareket yapar. Filament, baskı kafası ikinci kolona ulaşmadan önce katı hale gelmeye başlar, ancak nozzle'a bağlı olduğu için altı boş olsa da düşmez. Nozzle ikinci kolona ulaştığında filamenti geri çeker ve iki kolon arasında destek kullanmadan yüzey oluşturulmuş olur.

Ancak, bu yöntemin başarılı olabilmesi için kullanılan yazıcının filamenti yeterince iyi soğutması gerekir. Eğer yazıcı filamenti iyi derecede soğutamazsa, filament sarkmaları yaşanabilir ve oluşturulmaya çalışılan yüzey bozulabilir. Ayrıca, bu yöntem düzlemsel olmayan boşluklar için uygun değildir; iki kolonun aynı eksende yer alması gerekir.

Tasarlanan ürünler, birden fazla birbirine geçen parçadan oluşuyorsa, 3 boyutlu yazıcılar ile üretim için kullanılan yazıcının kabiliyetleri göz önünde bulundurularak bir tolerans belirlenmelidir. Özellikle FDM yazıcılar için, genellikle 0.2 mm'lik bir tolerans kabul edilir. Bu, iç içe geçecek parçalardan birinin diğerine olan yüzey uzaklığının en az 0.2 mm olması gerektiği anlamına gelir.

Böyle bir toleransın sağlanmaması durumunda, tasarlanan parçalar 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak üretildiğinde ve sonrasında birleştirilmeye çalışıldığında, parçaların istenilen şekilde iç içe geçmemesi ve uyumsuzluklar yaşanabilir. Bu nedenle, tasarım aşamasında toleranslar dikkate alınarak uygun boşluklar ve aralıklar bırakılmalıdır, böylece parçaların birleştirme işlemi sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilebilir.

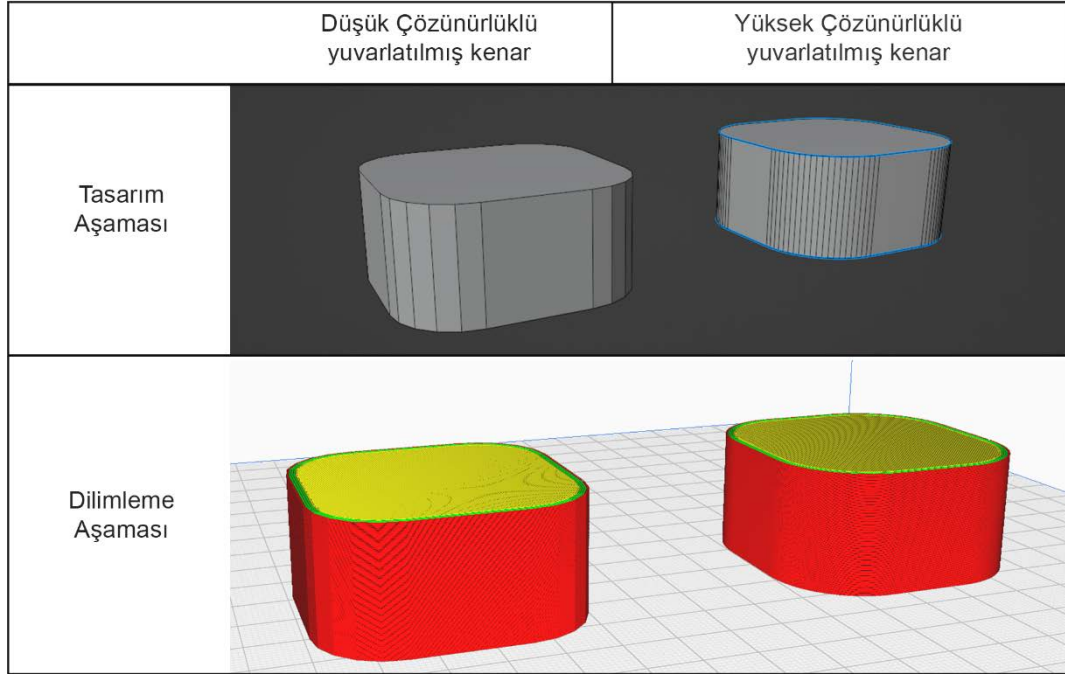
Tasarlanan modelin dilimleme yönü basılan yüzeyin kalitesine doğrudan etki etmektedir. Şekil 2.22'de görüldüğü gibi bombe ve eğri gibi düz olmayan yüzeyler olabildiğince Z ekseninde yani tablaya dik olarak konumlandırılmalıdır. Tasarım aşamasında modelin doğru pozisyonlandırılması, son ürünün kalitesini artırmak için kritik bir adımdır.



Şekil 2.22. Baskı Yönü Gösterimi

Tasarlanan 3 boyutlu modellerin yazıcıların dilimleyici programları tarafından hatasız olarak algılanabilmesi için mesh yapısı son derece önemlidir. Modelin tüm yüzeylerinin kapalı ve katı olması gerekir. Eğer modelde yüzeysel açıklıklar varsa, dilimleyici program bu açıklıkları duvar olarak algılar. Ancak, bu duvarlar basılabilecek en ince duvar kalınlığının altında olduğu için dilimleyemez ve hata verir. Bu nedenle, modelin tasarımında yüzeylerin tamamen kapalı ve katı olmasına özen gösterilmelidir.

Modellerin çözünürlüğü, baskı sonrası yüzey kalitesi için kritik bir öneme sahiptir. Yuvarlak köşelerin daha pürüzsüz ve doğal görünmesi için daha fazla yüzey detayı gereklidir. Eğer yuvarlatılmış köşeler oluşturulurken yeterince detaylı bölünmemişse, kare-kare geçişler belirgin hale gelir.



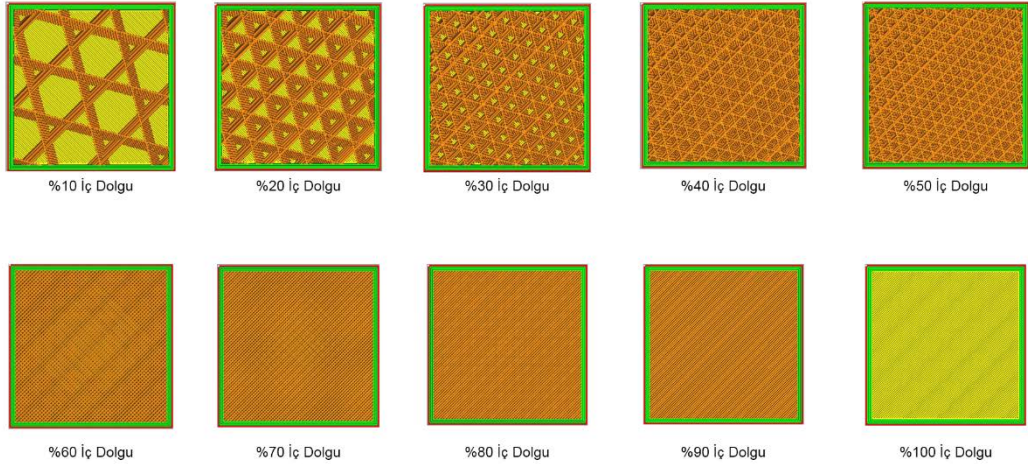
Şekil 2.23. Model Çözünürlüğü

Bu nedenle, tasarım aşamasında köşelerin yuvarlatılması gerekiyorsa, yeterli sayıda kenar ile bölünmüş olmaları önemlidir. Bu, daha yumuşak ve kesintisiz geçişler sağlayarak, baskı sonrası yüzeyin daha estetik ve doğal görünmesini sağlar. Şekil 2.23’de çözünürlüklerin modele etkileri görülebilmektedir.

3 boyutlu yazıcılardan çıktı alınan nesneler, iç mekan, dış mekan, makine parçaları ve benzeri birçok alanda kullanılmaktadır. Bu farklı alanlarda kullanılacak olan nesnelerin dayanıklılığı, çeşitli dayanım standartlarına uygun olması gerekmektedir. Üretim sürecinde kullanılan filament türü, iç dolgu oranı ve tipi, baskı yöntemi gibi faktörler, nesnenin dayanıklılığını etkileyen temel unsurlardır. Bu faktörlerin doğru seçimi, nesnenin istenilen dayanıklılık özelliklerine sahip olmasını sağlar.

Kullanılan filament üretilen parçanın dayanımını etkileyen birincil etkidir. PLA malzeme baskı alması kolay olsa da dayanım olarak diğer filament türlerine nazaran düşüktür. Genellikle yük altında kullanılmayacak, ekstra dayanım gerektirmeyen ürünlerin üretimi için tercih edilir. Erime sıcaklığının düşük olmasından dolayı güneş ışınlarından çok fazla etkilendiğinden dış mekân kullanımı için uygun değildir. PLA malzemelerin ek katkı bulunduran türleri PLACF, PLA+ gibi filament tipleri bu malzemenin çekme ve darbe dayanımı olarak biraz daha geliştirilmiş versiyonlarıdır. ABS, Peek, Petg gibi malzemelerin darbe, çekme ve ısı dayanımları PLA malzemeye göre çok daha yüksektir. Bu yüzden yük altında çalışacak makine parçaları, dış mekân ürünleri bu filament türlerini kullanarak üretilmelidir. Amacına uygun filament kullanmak üretilen ürünün fonksiyonuna uygun olarak daha uzun ömürlü olması için önemlidir.

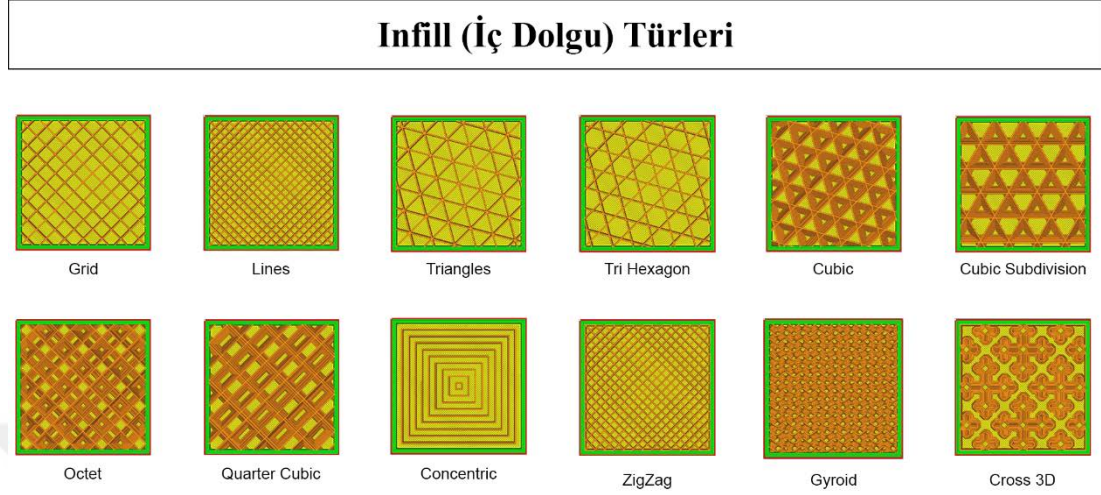
Infill (Dolgu Oranı) Yüzdeleri



Şekil 2.24. Dolgu Oranları

Dilimleme programlarında Infill olarak adlandırılan özellik 3 boyutlu yazıcılar ile basılan parçaların iç yapılarının nasıl olacağını belirler. Dilimizde iç dolgu olarak adlandırılır. İç dolguların yüzdeleri ve dolgu tipini dilimleme programından kontrol etmek mümkündür. Genellikle filament sarfiyatını azaltmak ve parça ağırlığını optimal seviyede tutmak için %20 dolgu standart olarak kullanılır. Fakat dayanımın yeterli gelmediği durumlarda dolgu oranı artırılarak dayanım yükseltilir. İç dolgunun

yüzdeleri 2.24 numaralı şekilde örnek olarak verilmiştir. İç doluluk oranını arttırmak baskı süresini doğrudan etkilemekte ve arttırmaktadır.



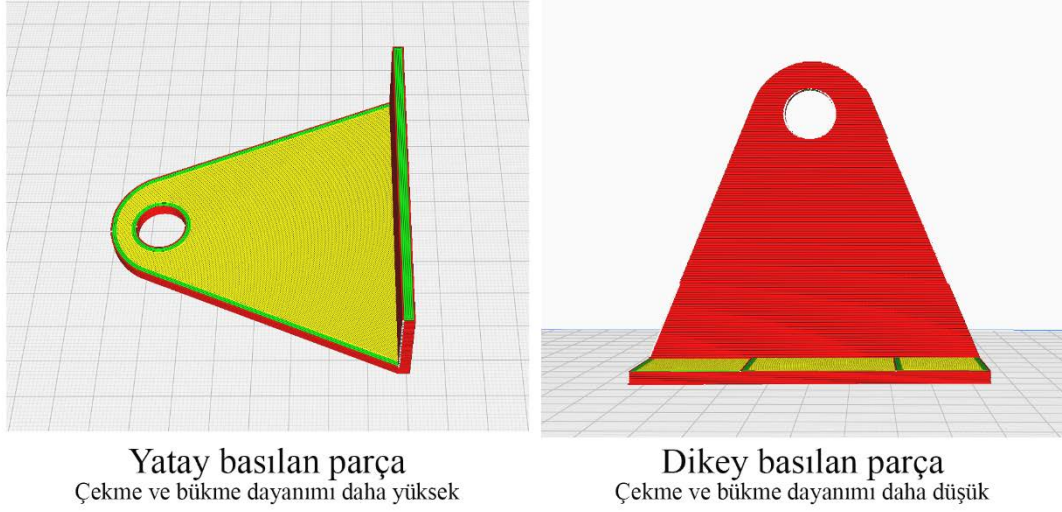
Şekil 2.25. Dolgu Türleri

İç dolgunun yüzdesi kontrol edilebildiği gibi, bu dolgunun geometrik yapısı ve formu da değiştirilebilir. Şekil 2.25'te görülebilen farklı geometrik şekiller, farklı dayanım özellikleri sunar. İç dolgu formunda çizgilerin birbirleriyle temas sayısının artması, dayanımı artırır. Aynı zamanda, yüzeylerin birbirleriyle z ekseninde değişen bir açı ile birleşmesi, yapıyı güçlendirir ve dayanımı artırır. Tabloda bulunan Grid ve Triangles yapıları, birbirine temas eden çizgilerin fazla olmasından dolayı dayanıklı iç dolguya örnek olarak gösterilebilir. Cubic ve Gyroid yapıları da, hem birbirine temas eden çizgilerin bulunmasından hem de bu çizgilerin bir açıyla birleşmesinden dolayı güçlü iç dolgulara örnek olabilir. Tablo içerisinde yer alan Concentric ve Cross yapıları ise, dayanımı düşük iç dolgu türlerine örnektir. İç dolgu yapısı iyi seçildiğinde dolgu oranı yüksek olmasa bile istenilen dayanım özelliği nesneye kazandırılabilir.

Nesnelerin 3 boyutlu yazıcılarda katmanlı bir yapıda üretilmesinden dolayı bu katmanların nesneyi hangi şekilde böldüğü dayanım için önemlidir. Şekil 2.26'te görüldüğü gibi iki farklı baskı yönü bulunur. Birbirine Z ekseninde yapışarak birleşen katmanlar, x ve y ekseninde yatay olarak basılan devamlı çizgilere göre daha dayanıksızdır. Bu sebepten dolayı parçanın mukavemetinin yüksek olması istenilen alanları x ve y eksenlerine gelecek şekilde baskı tablasında konumlandırılmalıdır. Katman katman çekilen çizgilerin üst üste yapışarak birleşmesi arasında mikroskobik

düzeyde boşluklar oluşturduğundan bükme, çekme gibi kuvvetlere maruz kaldığında çok daha kolay kırılabilir. Fakat düz bir çizgi olarak basılan ve yan yana yapışan filamentlerin esneme ve çekme kuvvetlerine dayanım oranları daha yüksektir.

Baskı katman yönünün dayanıma etkisi



Şekil 2.26. Baskı Yönünün Dayanıma Etkisi

Katman kalınlığı basılan nesnenin yüzey kalitesini etkileyen en önemli faktördür. Katmanlara bölünen parçanın 1 katmanının ne kadar yükseklikte ve genişlikte olduğunu belirler. Katman kalınlığının değeri ne kadar düşük ise nesne o kadar çok katmana bölünür. Böylelikle baskı kalitesi daha yüksek olurken yüzey çok daha pürüzsüz ve katman izleri az gözüktür. Katman kalınlığı, dilimleme programı aracılığıyla kontrol edilebilir. Bu kalınlık, 3 boyutlu yazıcıda bulunan nozzle'ın çıkış çapı tarafından belirlenir. Yazıcıda genellikle 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 1.0 mm gibi çeşitli delik çaplarına sahip nozzle'lar bulunur. Nozzle çapı ne kadar küçük olursa, baskılar o kadar detaylı olacaktır. Ancak, nozzle çapının küçülmesi ve katman kalınlığının azalması, baskı süresini arttırır. Bununla birlikte, daha hassas ve kaliteli baskılar elde etme imkânı sağlar.

Tüm bu faktörler, 3 boyutlu yazıcılarda uygun tasarım yapmanın temelini oluşturur. Üretilcek çıktının amacına uygun olarak tasarlanması, daha uzun ömürlü ve işlevselliği tam anlamıyla yerine getirebilen ürünlerin ortaya çıkmasını sağlar.

2.7. Özelleştirme Kavramı

Özelleştirme, ürünlerin kullanıcıların bireysel ihtiyaçlarına ve zevklerine göre uyarlanması anlamına gelir (Guevara, 2021). Bu kavram, modern pazarlamanın merkezinde yer almakta ve kullanıcı deneyimini iyileştirmek için kritik bir rol oynamaktadır. Özelleştirilmiş ürünler, tüketicilere kendilerini özel hissetme, kimliklerini ve değerlerini yansıtma fırsatı sunar (Kamali, 2002). Bu sayede, ürünler sadece bir problem çözücü değil, aynı zamanda bir statü sembolü ve saygınlık göstergesi haline gelir. Ürünler tarihsel olarak, kullanıcıların yaşadığı belirli problemleri çözmek amacıyla geliştirilmiş çözümler olarak varlık göstermekteydi. Ancak teknolojinin gelişmesi ve üretim araçlarına erişimin kolaylaşması, birçok firmanın belirli bir problemi çözebilecek standart ürünler sunabilmesine yol açtı ve firmalar arasındaki rekabeti artırdı. Rekabetin yoğun olduğu bu dönemde, kullanıcıların bir ürünü tercih etmesi için, ürünün sadece fonksiyonel bir çözüm sunması yeterli olmamaktadır.

Sanayi Devrimi'nin başlaması ile birlikte seri üretim süreçleri gelişti ve standart ürünler, daha geniş kitlelere daha düşük maliyetlerle sunulmaya başlandı (Karabacak, 2021). Bu, ürünlerin pazarlanmasında yeni stratejilerin gelişmesine neden oldu. Fakat 20. yüzyılın sonlarına doğru, tüketici beklentilerindeki değişiklikler ve teknolojiyle birlikte bireyselleşen ihtiyaçlar, firmaları standart ürünler yerine kişiselleştirilmiş çözümler sunmaya yönlendirdi.

Özelleştirme kavramı bir ürün ile bağdaştırılarak kullanıldığında o ürüne fonksiyonunun yanı sıra bazı soyut özellikler sunmaktadır. Kullanıcılar, kendilerine özel tasarlanmış bir ürünü tercih ettiklerinde, bu ürünle duygusal bir bağ kurarlar. Bu bağ, sadakati artırır ve kullanıcıların markaya olan bağlılığını güçlendirir. Kişiselleştirilmiş ürünler, kullanıcıların kendilerini değerli hissetmelerini sağlar ve bu da tekrar satın alma olasılığını artırır.

Ürünler, kullanıcıların kimliklerini ve kişiliklerini ifade etmelerinin bir yolu haline gelmiştir. Özelleştirilebilir ürünler, kullanıcılara kendi tarzlarını yansıtma imkânı sunar. Bu da tüketicilerin kendilerini daha iyi ifade etmelerini sağlar ve markaya olan bağlılıklarını artırır. Özelleştirme kavramı sağladığı soyut özelliklerin yanında firmaların pazarlama kampanyaları için de olumlu sonuçlar oluşturur. Firmalar, özelleştirilebilir ürünler sunarak rakiplerinden farklılaşabilirler. Bu

farklılaşma, markanın değerini artırır ve kullanıcıların markayı tercih etme olasılığını yükseltir. Özelleştirme, rekabetçi bir avantaj sağlar ve firmaların piyasada daha fazla tercih edilmesine yol açar.

Özelleştirilmiş ürünler, kullanıcıların beklentilerini ve ihtiyaçlarını daha iyi karşılayarak genel müşteri memnuniyetini artırır (Ozan, 2014). Memnun kullanıcılar, marka sadakati gösterir ve gelecekteki satın almalarda aynı markayı tercih etme eğiliminde olurlar. Özelleştirme, tüketicilere yaratıcı olma ve kendilerini ifade etme fırsatı sunar. Bu, kullanıcıların ürünlere olan ilgisini artırır ve markaya olan bağlılıklarını güçlendirir. Tüketiciler, kendi yaratıcı katkılarını içeren ürünlere daha fazla değer verirler.

Özelleştirme, birçok avantaj sunmakla birlikte, bazı zorluklar ve maliyetler de beraberinde getirir. Özelleştirmenin en büyük zorluklarından biri, üretim süreçlerinin daha karmaşık ve maliyetli hale gelmesidir. Standart ürünler üretmek, genellikle daha düşük maliyetli ve daha hızlıdır. Ancak özelleştirilebilir ürünler üretmek, farklı varyasyonlar oluşturmayı gerektirir ve bu da üretim maliyetlerini artırır.

Örneğin, kulaklık tasarlayan bir firmanın, farklı plastik parçalara sahip varyasyonlar sunmak istediği durumda, her bir varyasyon için plastik enjeksiyon kalıplarının değiştirilmesi gerekmektedir. Bu, üretim ve işçilik maliyetlerini artırmakta ve üretim süresini uzatmaktadır. Kalıpların yeniden tasarlanması ve üretilmesi, maliyetli bir süreç olmasının yanı sıra, üretim hattında da esneklik gerektirmektedir. Üretimdeki bu zorluğu aşmak ve ürün çeşitliliğini arttırmak için yeni üretim metotlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanda potansiyeli en yüksek üretim metodu ortaklaşa üretim modelidir.

Teknolojik gelişmeler, özelleştirme sürecini daha erişilebilir ve daha ekonomik hale getirmiştir. 3 boyutlu yazıcıların yaygınlaşması, firmaların müşteri portföyü olan bireysel kullanıcıların üretim kabiliyeti kazanmasını sağlamıştır. Bu, özelleştirme alanında firmalarda oluşan yükü hafifletmek için bir umut olmuştur.

3 boyutlu yazıcılar, kullanıcıların kendi tasarımlarını yaratmalarına ve kişiselleştirilmiş ürünler üretmelerine olanak tanır. Bu teknoloji, maliyetleri düşürmekte ve üretim süreçlerini hızlandırmaktadır. Ayrıca, 3 boyutlu yazıcılar, üretim sürecinde esneklik sağlayarak firmaların çeşitli özelleştirme seçenekleri sunmasına imkân tanır.

Özelleştirme kavramı, birçok farklı sektör tarafından benimsenmiş ve aktif olarak kullanılmaktadır. Dinamik olarak değiştirilebilen dijital içeriğin ürün olarak kullanıcıya sunulduğu sektörlerde özelleştirme kavramını uygulamak düşük maliyetli ve kolay olsa da donanım ve fiziksel ürün geliştiren firmalar için özelleştirme daha maliyetli ve zor bir süreçtir.

Moda ve giyim sektörü, özelleştirmenin en yoğun kullanıldığı sektörlerden biridir. Kullanıcılar, kendi zevklerine ve tarzlarına göre özelleştirilmiş kıyafetler ve aksesuarlar satın alabilirler (Yıldıran, 2016). Bu, tüketicilerin kendilerini daha iyi ifade etmelerini sağlar ve markaya olan bağlılıklarını artırır. Elektronik ve teknoloji sektöründe, kullanıcılar cihazlarını kişiselleştirme olanağına sahiptir. Örneğin, akıllı telefonlar için özel kılıflar, bilgisayarlar için farklı tasarımlar ve renkler sunulmaktadır. Bu, tüketicilerin kendi tarzlarını yansıtma olanağına olanak tanır ve markanın değerini artırır. Otomotiv sektöründe, kullanıcılar araçlarını özelleştirme imkânına sahiptir. Farklı renk seçenekleri, iç tasarım varyasyonları ve ekstra donanım seçenekleri sunulmaktadır. Bu, tüketicilerin araçlarını kendi zevklerine göre kişiselleştirmelerini sağlar ve müşteri memnuniyetini artırır. Gıda ve içecek sektöründe de özelleştirme yaygındır. Kullanıcılar, kendi damak zevklerine göre özelleştirilmiş yiyecek ve içecekler sipariş edebilirler. Bu, tüketicilerin daha memnun olmasını sağlar ve markaya olan bağlılıklarını artırır.

Özelleştirme, gelecekte de önemli bir rol oynamaya devam edecektir. Teknolojik gelişmeler ve tüketici beklentilerindeki değişiklikler, özelleştirmenin daha da yaygınlaşmasını sağlayacaktır. 3 boyutlu yazıcılar, yapay zekâ ve dijital platformlar gibi teknolojiler, özelleştirmenin gelecekteki uygulamalarında önemli bir rol oynayacaktır.

Yapay zekâ, firmaların kullanıcıların bireysel ihtiyaçlarını ve zevklerini daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir. Bu, daha etkili ve kişiselleştirilmiş ürünler sunmalarını sağlar. Ayrıca, dijital platformlar, firmaların kullanıcılarla daha doğrudan ve kişiselleştirilmiş bir şekilde etkileşimde bulunmalarına olanak tanır.

3 Boyutlu yazıcıların yaygınlaşması sayesinde firmaların müşteri portföyü olan bireysel kullanıcıların üretim kabiliyeti kazanması özelleştirme alanında firmalarda oluşan yükü hafifletmek için bir umut olmuştur.

3 Boyutlu yazıcılar sayesinde, kullanıcılar satın aldıkları ürünleri kendi kullanım alanlarına ve kişisel isteklerine göre özelleştirebilir hale gelmiştir. 3 boyutlu yazıcılar, bireylerin ihtiyaçlarına özel, benzersiz tasarımlar oluşturmaya olanak tanır, böylece kullanıcılar ürünlerin hem estetik hem de fonksiyonel özelliklerini kendi tercihlerine göre belirleyebilirler. Bu da kişiselleştirme sürecini daha erişilebilir ve ekonomik hale getirir. Bu bağlamda, 3 boyutlu yazıcılar, özelleştirme kavramının uygulanmasında devrim niteliğinde bir rol oynar, kullanıcıların yaratıcılıklarını ve bireyselliklerini ürünlerine yansıtma olanağına olanak tanır.

Özelleştirilmiş ürünler sunmak isteyen firmalar için artık tek seçenek üretim hatlarını özelleştirerek yüksek maliyetli bir şekilde farklı varyasyonlar sunmak değil 3 boyutlu yazıcıların da katkısıyla hem üreticinin hem de kullanıcının kazanabileceği ortak bir model de seçenek haline gelmiştir.

Özelleştirilmiş ürünler sunmayı hedefleyen firmalar için, artık tek seçenek üretim hatlarını özelleştirerek farklı varyasyonlar sunmak değil. 3 boyutlu yazıcıların katkısıyla hem üretici hem de kullanıcı için kazançlı olabilecek ortak bir model de seçenek haline gelmiştir.

2.8. Üretim Kavramı

Hammaddelerin işlenerek yararlı ürünlere dönüştürülmesi süreci olarak tanımlanan üretim, tarım, sanayi, hizmetler ve daha birçok sektörü kapsar (Kıvılcımlı, 1974). Üretim kavramı zaman içinde büyük değişimler ve dönüşümler geçirmiştir. Üretim kavramının tarihsel aşamaları incelenerek günümüz üretim kavramının nasıl oluştuğu gözlemlenebilir.

İlkel toplumlarda üretim, hayatta kalma odaklı ve basit araçlarla gerçekleştiriliyordu. Avcılık ve toplayıcılık en temel üretim faaliyetleriydi. İnsanlar, doğadan topladıkları bitkiler ve avladıkları hayvanlarla besleniyordu. Bu dönemde üretim araçları, taş, kemik ve ahşap gibi doğal malzemelerden yapılan basit aletlerle sınırlıydı (Sahlins, 1960). Üretim faaliyetleri tamamen doğanın sunduğu kaynaklara bağlıydı ve insanlar yerleşik hayata geçmeden önce sürekli hareket halindeydi.

Tarım devrimi, üretim tarihinin en önemli dönüm noktalarından biridir. M.Ö. 10.000 yıllarında başlayan bu dönemde insanlar, yerleşik hayata geçerek bitki ve hayvanları evcilleştirmeye başladılar (Kıvılcımlı, 1974). Tarım, insanların sürekli

aynı yerde yaşamasını ve daha büyük topluluklar halinde örgütlenmesini sağladı. Bu dönemde üretim araçları ve yöntemleri de gelişti; saban, sulama sistemleri ve depolama teknikleri gibi yenilikler tarımsal üretimi artırdı. Tarım, toplumların ekonomik ve sosyal yapısını köklü bir şekilde değiştirdi (Foster, 1944).

Sanayi devrimi, 18. yüzyılın sonlarında İngiltere'de başlayan ve kısa sürede tüm dünyaya yayılan bir başka büyük dönüm noktasıdır. Bu dönemde buhar gücünün keşfi ve makinelerin yaygın kullanımı, üretim süreçlerini köklü bir şekilde değiştirdi. El emeğiyle yapılan üretim, yerini fabrikalarda seri üretime bıraktı. Sanayi devrimi, kömür ve demir gibi hammaddelere olan talebi artırdı ve bu da madencilik sektörünün gelişmesine yol açtı. Buhar makineleri, dokuma tezgâhları ve diğer sanayi makineleri, üretim hızını ve verimliliğini büyük ölçüde artırdı (Xu, 2018). 20. yüzyılın başlarında başlayan ve günümüze kadar süren teknoloji devrimi, üretim süreçlerini daha da ileriye taşıdı. Elektrik enerjisinin yaygınlaşması, montaj hatlarının kullanımı ve bilgisayar teknolojilerinin gelişimi, üretim verimliliğini artırdı. Özellikle 1970'lerden itibaren bilgisayar ve otomasyon teknolojilerinin üretime entegrasyonu, esnek üretim sistemlerinin doğmasını sağladı. Robotlar ve yapay zekâ gibi ileri teknolojiler, üretim süreçlerinde insan emeğine olan bağımlılığı azalttı ve daha karmaşık ürünlerin daha hızlı ve hatasız bir şekilde üretilmesini mümkün kıldı (Hynynen, 1992).

Günümüzde üretim, küreselleşmenin etkisiyle dünya çapında bir ağın parçası haline gelmiştir. Uluslararası ticaret ve tedarik zincirleri, üretim süreçlerinin daha verimli ve ekonomik olmasını sağlar. Ayrıca sürdürülebilirlik ve çevre koruma konuları da modern üretim süreçlerinde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve atıkların geri dönüştürülmesi gibi uygulamalar, çevreye daha duyarlı bir üretim anlayışının gelişmesine katkıda bulunur (Büyüközkan, 2008).

Endüstri 4.0, üretim süreçlerinde devrim niteliğinde değişiklikler getiren güncel bir gelişmedir. Bu kavram, fiziksel ve dijital sistemlerin entegrasyonunu, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri analitiği, yapay zekâ ve siber-fiziksel sistemler gibi teknolojilerin üretim süreçlerine entegrasyonunu ifade eder. Endüstri 4.0 ile birlikte fabrikalar daha akıllı, esnek ve verimli hale gelmektedir. Üretim süreçlerinde gerçek zamanlı veri analizi ve öngörülebilir bakım gibi uygulamalar, verimliliği ve ürün kalitesini artırmaktadır (Efe, 2021).

Gelecekte, üretim kavramının daha da ileriye taşınması beklenmektedir. Endüstri 5.0 olarak adlandırılan bu yeni aşama, insan ve makine işbirliğini daha da derinleştirmeyi hedeflemektedir. Özellikle yapay zekanın daha da gelişmesi ve robotların insanlarla daha uyumlu çalışabilmesi, üretim süreçlerini daha esnek, bireyselleştirilmiş özelleştirilebilir hale getirecektir (Efe, 2021). Bu evrimsel süreçlerin sonucunda, üretim anlayışı önemli ölçüde değişmiş ve ortaklaşa üretim modeli gibi yenilikçi yaklaşımlar ortaya çıkmıştır.

Hammaddenin işlenip son ürüne dönüştürülürken geçirdiği süreçler üretim yöntemi olarak açıklanabilir. Geçmişten günümüze üretim kavramının içerdiği üretim yöntemleri gereksinimlere göre oluşmuştur. Örneğin ürünün türü, ne kadar adet üretileceği ve maliyetine göre değişik üretim yöntemleri kullanılır.

El üretimi, insan gücüne dayalı bir yöntem olup genellikle küçük ölçekli, özel veya kişiselleştirilmiş ürünlerin üretiminde kullanılır. Sanayi devriminden önce yaygın olan bu yöntem, hala sanat, zanaat ve bazı özel sektörlerde kullanılmaktadır. El üretiminde, üretim süreci tamamen el işçiliği ile gerçekleştirilir, bu nedenle her bir ürün benzersizdir ve yüksek kaliteye sahiptir.

Seri üretim, büyük miktarlarda ürün üretmek için kullanılan bir diğer yöntemdir. Sanayi devrimi ile birlikte ortaya çıkan bu yöntem, üretim hattı ve montaj hattı gibi süreçleri içerir. Her işçinin veya makinenin belirli bir görevi tekrar tekrar gerçekleştirdiği seri üretimde, üretim hızı ve verimlilik artar. Bu yöntem, otomotiv, elektronik ve tüketim malları gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılır. Seri üretimden daha geniş kapsamlı olan kitle üretimi ise büyük miktarlarda standart ürünlerin üretimini içerir. Ürünler genellikle uzun süre boyunca aynı şekilde üretilir ve kitle üretimi, düşük maliyetli ve yüksek miktarda üretim yapma imkânı sağlar. Gıda, tekstil ve plastik ürünler gibi sektörlerde bu yöntem yaygındır.

Esnek üretim, müşteri taleplerine ve piyasa koşullarına hızlı bir şekilde uyum sağlayabilen bir yöntemdir. Bu yöntemde, üretim süreçleri ve makineler kolayca yeniden yapılandırılabilir. Esnek üretim, küçük parti üretimi ve hızlı ürün değişiklikleri gerektiren sektörlerde tercih edilir. Özellikle teknoloji ve otomotiv sektörlerinde bu yöntem yaygındır. Otomasyon ve robotik üretim ise insan müdahalesi olmadan çalışan otomatik makineler ve robotlar kullanılarak gerçekleştirilir. Otomasyon, üretim süreçlerini hızlandırır, maliyetleri düşürür ve ürün kalitesini artırır.

Robotik üretim, özellikle tehlikeli, tekrarlayan veya hassas işler için idealdir ve elektronik, otomotiv ve ilaç sektörlerinde yaygın olarak kullanılır.

Yalın üretim, israfı azaltmayı ve verimliliği artırmayı amaçlayan bir üretim yöntemidir. Japonya'da Toyota tarafından geliştirilen bu yaklaşım, gereksiz adımları ortadan kaldırarak ve sürekli iyileştirme kültürünü teşvik ederek, üretim süreçlerini optimize eder. Yalın üretim, birçok endüstride maliyet tasarrufu ve kalite iyileştirmesi sağlamak için kullanılır (Hynynen, 1992).

3 boyutlu baskı veya eklemeli üretim ise dijital modellerden katmanlar halinde ürünler üreten bir teknolojidir. Bu yöntem, özellikle prototip üretimi ve küçük parti üretimi için idealdir. 3D baskı, karmaşık ve özelleştirilmiş ürünlerin hızlı ve maliyet etkin bir şekilde üretilmesine olanak tanır. Tıp, havacılık ve moda gibi çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır.

Topluluk tabanlı üretim, bireylerin ve toplulukların birlikte çalışarak ürünler geliştirmesini ve üretmesini ifade eder. Açık kaynaklı projeler ve ortaklaşa üretim modelleri ile yaygınlaşan bu yöntem, kullanıcıların bilgi ve kaynaklarını paylaşarak inovasyonu teşvik eder. Bu yöntem, yazılım geliştirme, donanım tasarımı ve çeşitli yaratıcı projelerde kullanılır.

2.9. Ortaklaşa Üretim Modeli

Ortaklaşa üretim modelinin kökenleri, internet üzerinde açık kaynaklı olarak topluluk tarafından üretilen donanımlardan gelmektedir. Bu modelin temel prensipleri, topluluk içerisindeki mühendis ve tasarımcıların belirli sorunları çözmek amacıyla ürünler geliştirmesi ve bu ürünleri kendi imkanlarıyla ortaya koymasıyla başlar.

Geliştiriciler ortaya koydukları ürünleri herkesin erişebileceği şekilde internet ortamında paylaşırlar. Bu süreç genellikle ürünün tüm malzemelerini içeren bir malzeme listesi (BOM - Bill of Materials) ve tasarım dosyalarının, GitHub gibi topluluk proje geliştirme platformlarında paylaşılmasıyla gerçekleşir. Bu platformlar, projelerin açık kaynaklı olarak paylaşılmasına ve diğer kullanıcılar tarafından geliştirilmesine olanak tanır.

BOM listesi, ürünün üretimi için gerekli tüm bileşenleri ve malzemeleri ayrıntılı olarak listeler. Bu listede, elektronik bileşenlerden mekanik parçalara kadar her türlü malzeme yer alır. BOM listesi sayesinde, kullanıcılar ürünün tam olarak hangi

parçalardan oluştuğunu ve bu parçaların nereden temin edilebileceğini kolayca öğrenebilirler.

Açık kaynaklı olarak paylaşılan ürünü gören ve ürüne sahip olmak isteyen kullanıcılar paylaşılan projeye erişerek BOM listesindeki materyalleri internet üzerindeki e-ticaret sitelerinden, yerel mağazalardan veya diğer çeşitli kanallardan tedarik ederler. Eğer 3 boyutlu yazıcıları varsa, plastik parçaları evlerinde üreterek ürünü tamamlarlar. Bu sayede, merkezi olmayan bir yapıda, kendi emekleriyle geliştirilmiş bir ürüne sahip olurlar. Üstelik, bu süreçte herhangi bir kâr payı ödemek zorunda kalmazlar ve belki de piyasada bulunmayan bir ürünü bu yolla elde edebilirler.

Ortaklaşa üretim modeli, bu topluluk temelli üretim kültüründen doğmuştur. Bu modelin avantajlarından biri, kullanıcıların tamamen ihtiyaçlarına ve tercihlerine göre özelleştirilmiş ürünler elde edebilmesidir. Ayrıca, kullanıcılar bu süreçte yeni beceriler öğrenir ve kendilerini geliştirirler.

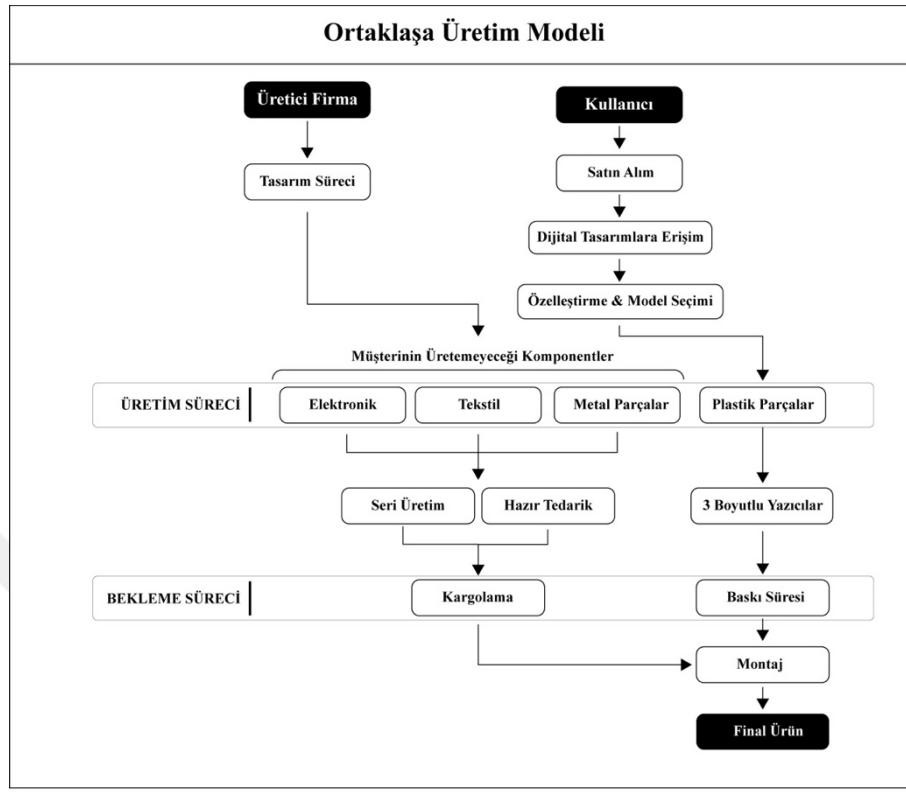
GitHub gibi platformlar, bu modelin gelişmesinde kritik bir rol oynar. Bu platformlar, projelerin kaynak kodlarını ve tasarım dosyalarını barındırarak, diğer kullanıcıların bu projelere erişmesine ve katkıda bulunmasına olanak tanır. Bu açık kaynaklı yaklaşım, inovasyonu teşvik eder ve ürün geliştirme sürecini hızlandırır.

Bu kültür, ortaklaşa üretim modelinin temel prensiplerinin doğuşunu simgeler ve gelecekte daha da yaygınlaşacak bir üretim paradigmasının temelini oluşturur.

Ortaklaşa üretim modeli üreticiyle son kullanıcının bir ürünün üretimini birlikte üstlenmeleri anlamına gelmektedir. Günümüzde, üretim süreçlerinin dönüşümü ve dijital teknolojilerin gelişimi, tüketici ve üretici arasındaki ilişkilerde yeni bir paradigmayı doğurmuştur. Ortaklaşa üretim modeli, tüketici ile üretici arasında bir iş birliği ve katılım modelini ifade eder. Bu modelde, tüketiciler evlerinde üretim yapabilme kabiliyetine sahip olurken, üretici firmalar da ürünlerin tasarımı ve üretimi konusunda tüketicilerle birlikte çalışır. Ortaklaşa üretim modeli, üretimin merkezileşmiş bir yapıdan dağıtılmış bir yapıya doğru evrilmesini sağlar.

Firmalar, ortaklaşa üretim prensibiyle piyasaya sürecekleri ürünleri, kullanıcıların evlerinde 3 boyutlu yazıcılar kullanarak üretebilecekleri şekilde tasarlamaktadır. Bu bağlamda, firmalar tasarlanan ürünün 3 boyutlu modellerini ürünü satın alan kullanıcılara sunar. Tasarımlarla birlikte montaj şemaları, özelleştirme kılavuzları gibi gerekli dokümantasyonlar da iletilir. Ayrıca, firmalar paylaşılan bu

tasarımları sadece tasarım süreçlerini gerçekleştirerek ek üretim maliyetleri olmadan çeşitlendirebilir ve kullanıcılara ek varyasyonlar, formlar, dokular sunabilir.



Şekil 2.27. Ortaklaşa Üretim Modeli

Şekil 2.27’de görüldüğü gibi kullanıcıların sahip olmadığı üretim kabiliyetleri gerektiren metal, elektronik kart, tekstil malzemeleri gibi parçalar ise firma tarafından üretilir veya tedarik edilir. Bu parçalar montajlanmadan bir ambalaj içerisine yerleştirilerek sipariş sonrası kargo ile müşteriye ulaştırılır. Bu kargo sürecinde, kullanıcılar indirdikleri dijital dosyaları kendi 3 boyutlu yazıcılarıyla, farklı renk veya malzeme türüne sahip filamentler kullanarak üretirler. Böylece, kullanıcıların sağladıkları parçaların üretim süreleri, firmanın kendi payına düşen parçaları gönderme süreciyle uyumlu olur ve kargo teslim edildiğinde, genellikle kullanıcıların üretimleri de tamamlanmış olur. Ortaklaşa üretim modeliyle satın alınan bir ürün, geleneksel bir ürün ile aynı sürede kullanılabilir hale gelmektedir.

Ortaklaşa üretim modeli, kullanıcıların sadece tüketici konumunda olmaktan çıkıp, üretim sürecine doğrudan dahil olmalarını sağlar. Kullanıcılar, ürünlerin

tasarımı ve üretimi üzerinde daha fazla kontrol sahibi olurlar ve kendi ihtiyaçlarına göre özelleştirme yapabilirler.

2.10. Ortaklaşa Üretim Modelinin Avantajları ve Dezavantajları

Ortaklaşa üretim modeli hem üreticiler için hem de son kullanıcılar için birçok avantaj sunmaktadır. Bu modelin en büyük faydası seri üretim aşamasındaki maliyetleri düşürmesi ve kullanıcılara daha uygun fiyatlara ürünlere ulaşma imkânı sunmasıdır. Ortaklaşa üretim modelinin avantajları ve dezavantajları üreticiler ve kullanıcılar olarak iki temel başlıkta incelenebilir.

2.10.1. Ortaklaşa Üretim Modelinin Üreticiler İçin Avantajları

Ortaklaşa üretim modelini benimseyen ve ürün geliştirme sürecinden itibaren kullanmaya başlayan üreticiler, ekonomik, ekolojik ve marka bilinirliği açısından çeşitli avantajlar edinir. Bu avantajlar birkaç başlık altında incelenebilir.

Ortaklaşa üretim modelinin üreticilere sağladığı en büyük fayda, üretim maliyetlerini önemli ölçüde düşürmesidir. Üretim maliyetlerinin düşmesinin sebebi, modelde ürünlere ait plastik parçaların üreticiler tarafından değil kullanıcılar tarafından üretiliyor olmasıdır. Plastik parçaların seri üretimi genellikle enjeksiyon kalıplama yöntemi ile yapılır ve bu süreç çok karmaşık, hassas, uzun ve maliyetlidir. Her kalıp hedef parça için özel olarak üretilir ve değişiklik gerektiğinde bu imkân çok sınırlıdır. Ortaklaşa üretim kullanılarak piyasaya sürülen ürünlerde kalıp maliyetleri önemli ölçüde düşer. Plastik parçalar üzerinde bir değişiklik yapılmak istendiğinde, bu değişiklik sadece tasarım programlarında gerçekleştirilerek müşterilere sunulabilir.

Ortaklaşa üretim yöntemi ile piyasaya sürülen ürünler için bir montaj hattı kurulmasına gerek yoktur. Bu ürünler, bir kit halinde parçalı olarak kullanıcıya gönderilir ve plastik parçaları kullanıcı tarafından üretilip birleştirilir. Böylelikle üretim süreçlerinin içerisinde yer alan montaj, üretici firma tarafından değil kullanıcı tarafından gerçekleştirilir. Üretim sürecinin bazı adımlarının kullanıcılar tarafından gerçekleştirilmesi, üretim prosesindeki adımların azalmasını sağlar ve firma bünyesinde bu adımlar için çalıştırılacak personel bulundurma zorunluluğunu ortadan kaldırır. Firmalar daha az personel ile daha efektif bir üretim gerçekleştirebilir.

Piyasada bulunan ürünlerin en büyük parçaları genellikle plastiktir. Plastik parçaların kullanıcılar tarafından evde üretilmesi, üreticiden çıkan ürünlerin paket boyutlarının küçülmesine imkân sağlar ve böylece kargo ve paketleme maliyetleri azalır. Tüm bu büyük parçaların firma depolarında barındırılmaması, depolama maliyetlerini de olumlu yönde etkiler. Ürünün ambalajı, üretim ve planlama sürecinde yüksek maliyet kalemlerinden biridir. Ürünün bir kit olarak satılması ve ambalaj boyutlarının küçülmesi, sünger tasarımları ve kutu baskıları gibi alanlarda tasarruf sağlar, bu da ambalaj ve paketleme maliyetlerini önemli ölçüde düşürür.

Bozulan, kırılan veya arızalanan parçaların kullanıcılar tarafından 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak tekrar basılabilmesi ve tamir edilebilmesi, ürünlerin kullanım ömrünü uzatır. Firmaların garanti, bakım onarım maliyetlerini neredeyse sıfıra indirir. Bu, daha az atık oluşmasına ve geri dönüşüm ihtiyacının azalmasına yol açar. Ayrıca, kaynakların daha etkin ve sürdürülebilir şekilde kullanılması sağlanarak çevresel etki azaltılır. Firmalar tarafından ortaklaşa üretim yöntemi ile tasarlanmış ürünler, kullanıcılar tarafından özel ihtiyaçlara göre kolaylıkla şekillendirilebilir. Bunun sebebi, firmaların plastik parçaların tasarım dosyalarını kullanıcılarla paylaşmasıdır. Kullanıcılar elde ettikleri bu dosyaları özelleştirerek üreticinin hiç düşünmediği fonksiyonlar için bile kullanabilirler.

Bu duruma örnek olarak, sadece masada durmak için ortaklaşa üretim prensipleriyle tasarlanmış bir tripod gösterilebilir. Kullanıcı, bu tripodu taşınabilir hale getirmek için ayak tasarımlarından birini bir kabza ile değiştirerek bağlantı noktalarını sabit bırakarak 3 boyutlu yazıcı ile tekrar üretir. Böylece ürün hem masa üzerinde duran hem de taşınabilen bir tripod haline gelir. Bu sayede ürünün fonksiyonları artırılmış olur ve kullanıcı, yeni bir ürün almak yerine mevcut ürünü kullanarak ihtiyaçlarını karşılar. Ortaklaşa üretimin sunduğu esneklik, ürünlerin kullanım alanını genişleterek, kullanıcıların ihtiyaçlarına ve tercihlerine daha iyi uyum sağlar.

2024 yılında, tek bir problemi çözmek için farklı firmalar tarafından piyasaya sürülmüş birçok ürün bulunmaktadır. Kullanıcılar bu ürünleri seçerken artık sadece problem çözme yeteneğine değil, tasarım, yansıtılan tarz ve estetik gibi özelliklere de dikkat etmektedir. Ortaklaşa üretim modeli kullanan firmaların sunduğu değişken formlar, özel renkler, dokular ve farklı yapılar, ürünlerin daha fazla kullanıcıya hitap etmesini sağlar. Bu çeşitlilik, aynı fonksiyonu yerine getiren diğer ürünlerden öne çıkmalarına yardımcı olur. Bu avantaja örnek olarak, son yıllarda popüler hale gelen

özelleştirilmiş klavyelerin artması gösterilebilir. Kullanıcılar, marketlerde kolaylıkla bulabilecekleri standart klavyeler yerine, ortaklaşa üretim modeli ile geliştirilmiş ve tamamen kişisel tercihlerine göre özelleştirilebilen klavyeleri tercih etmektedir. Sonuç olarak, ortaklaşa üretim prensipleri kullanılarak geliştirilen ürünler, önemli bir rekabet avantajına sahiptir.

Akıllarında ürün fikri olan girişimciler, ortaklaşa üretim prensibini kullanarak Düşük başlangıç sermayesi ile ürün geliştirebilir ve bu ürünleri piyasaya sürebilirler. Bu, yeni ürünlerin piyasaya sürülmesini ve inovasyonu teşvik eder.

2.10.2. Kullanıcılar İçin Avantajlar

Ortaklaşa üretim modelinin kullanıcılar açısından en önemli avantajı, maliyetlerin düşmesiyle elde edilen fiyat avantajıdır. Bunun yanı sıra birçok ek fayda da bulunmaktadır.

Ortaklaşa üretim modelinde, kullanıcılar ve üreticiler birlikte çalışarak üretim sürecinin bazı aşamalarını üstlenirler. Bu iş birliği, üreticilerin üretim maliyetlerini önemli ölçüde düşürür. Üreticiler, bu maliyet avantajını kullanarak ürünlerin fiyatlarını daha uygun hale getirebilirler, üstelik kar paylarını düşürmek zorunda kalmadan. Sonuç olarak, kullanıcılar ihtiyaç duydukları ürünleri daha uygun fiyatlarla satın alabilirler. Bu model, kullanıcılara kaliteli ürünlere daha erişilebilir fiyatlarla ulaşma imkânı sunar, böylece hem üretici hem de tüketici kazanır. Ayrıca, plastik parçaların ürünlerin kutu içeriğine dahil edilmeden kargolanması, Değişken Eşya İndeksi (Desi) miktarını düşürür ve böylece kullanıcılar daha az kargo ücreti öder.

Kullanıcılar, sipariş ettikleri ürünlerin kargodan gelmesini beklerken, firmanın sağladığı dökümanlar ve modelleri kendi 3 boyutlu yazıcılarıyla üreterek kendi paylarına düşen kısmı tamamlayabilirler. Bu sayede, geleneksel bir ürün satın alma süreci ile aynı sürede ürün kullanıma hazır hale gelir. Ortaklaşa üretim modeli, piyasaya sürülen ürünler için çok fazla renk, model ve stilin kullanıcılar için erişilebilir olmasını sağlar. Bu, kullanıcıların kişisel tercihleri ve ihtiyaçları doğrultusunda daha fazla seçeneğe sahip olmalarını mümkün kılar.

Kullanıcılar, bozulan veya arızalanan parçaları evde tamir ederek ürünlerini daha uzun süre kullanabilirler. Bu, üretici ile iletişime geçme veya parça tedarik etme zorunluluğunu ortadan kaldırır ve ürünlerin daha uzun süre sorunsuz bir şekilde kullanılmasını sağlar. Ayrıca, ürünlerin uzun ömürlü olmasını sağlayarak atık

miktarını azaltır ve çevresel etkiyi minimize eder. Bu, kullanıcılar için hem ekonomik hem de ekolojik açıdan faydalıdır.

Ortaklaşa üretim modeli ile piyasaya çıkan ürünlerin, kullanıcılar tarafından üretilebilecek dosyalarının CAD programları tarafından düzenlenebilen formatları, ürünü satın aldıklarında kullanıcılarla paylaşılır. Kullanıcılar, bu dosyaları çizim programları aracılığıyla kullanarak satın aldıkları ürünlerin parçalarını özelleştirebilirler. Bu sayede isim ekleyebilir, formunu değiştirebilir, ek aparatlar için alanlar oluşturabilir ve çeşitli geliştirmeler yapabilirler. Ürünlerin 3 boyutlu basımı sırasında ahşap, karbon fiber gibi farklı malzemeler veya farklı renkte filamentler kullanarak ürünleri stilize edebilirler. Ortaklaşa üretim modeli ile elde edilen ürünler, kullanıcının tarzını en iyi şekilde yansıtan ve tamamen özelleştirilmiş ürünler haline gelir.

Ortaklaşa üretim modeli, kullanıcıların sadece uygun fiyatlı ve özelleştirilebilir ürünler elde etmelerini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda onlara kendilerini geliştirme fırsatı da sunar. Kullanıcılar, kendi paylarına düşen üretimleri gerçekleştirirken 3 boyutlu yazıcı kullanma becerilerini ve genel üretim kabiliyetlerini artırabilirler. Bu süreç, kullanıcıların teknolojiye olan ilgisini ve bilgisini derinleştirir. Ürünleri özelleştirirken, kullanıcılar tasarım yeteneklerini ve bakış açılarını da geliştirme şansı bulurlar. CAD programları aracılığıyla ürün tasarımlarını kişiselleştirirken isim ekleme, form değiştirme ve ek aparatlar için alanlar oluşturma gibi yaratıcı süreçler, kullanıcıların tasarım becerilerini ilerletir. Ürünleri daha fazla özelleştirmek istemeleri, kullanıcıları tasarım programlarını öğrenmeye, yeni beceriler edinmeye ve kendilerini sürekli olarak geliştirmeye teşvik eder.

Bu model, kullanıcıların aktif bir şekilde ürün geliştirme sürecine katılmalarını sağlar ve onların problem çözme, yaratıcılık ve teknik bilgi gibi değerli yeteneklerini artırır. Böylece, ortaklaşa üretim modeli, sadece fonksiyonel ürünler sunmakla kalmaz, aynı zamanda kullanıcıların kişisel ve teknik gelişimine de önemli katkılarda bulunur. Bu öğrenme ve gelişim fırsatları, kullanıcıların kendilerini daha yetkin hissetmelerini ve gelecekteki projelerde daha bağımsız ve yaratıcı olmalarını sağlar.

2.10.3. Ortaklaşa Üretim Modelinin Dezavantajları

Ortaklaşa üretim modeli, kullanıcıların üretim kabiliyetlerinden kaynaklanan bazı dezavantajları beraberinde getirmektedir. Ürünün son kalitesi, 3 boyutlu yazıcıların üretim kalite ve kabiliyetlerine dayalı olarak değişiklik göstermektedir. Bu durum, bazı 3 boyutlu yazıcıların yetersiz tolerans değerlerine sahip olmasından kaynaklanmakta olup, firmaların tasarımlarını geniş bir tolerans aralığında yapmalarını gerektirmektedir. Ancak bu, hata ve stabilite bozukluklarına yol açabilir.

3 Boyutlu yazıcılar, katman katman üretim gerçekleştirdiklerinden dolayı basılan ürünlerin yüzeylerinde çizgisel bir yapıda katman izleri bulundurulur. Nozzle çapı ve katman kalınlığı düştükçe yüzey iyileşir, fakat bu durum, enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilen plastikler kadar pürüzsüz ve kaliteli bir yüzey elde edilemeyeceği anlamına gelir. Bu da ortaklaşa üretim modeli ile elde edilen ürünlerin son kalitesini direkt olarak etkilemektedir.

Malzeme çeşitliliği ve kalitesi, endüstriyel üretimde sağlanan özelliklerin bazı durumlarda 3D yazıcılarla üretilen parçalarda sağlanamaması gibi dezavantajlarla gelmektedir. Ayrıca, 3D yazıcılar ve diğer üretim araçlarının maliyeti yüksek olabilir ve bu da modelin yaygınlaşmasını engelleyebilir. Üretim süreçleri genellikle daha yavaş olduğu için, ürünlerin zamanında teslimatı ve toplam üretim süresi de etkilenebilir.

Tasarım ve uyumluluk sorunları da önemli bir dezavantajdır. Kullanıcılar, üretim aşamasında uyumsuzluklar veya tasarım hatalarıyla karşılaşabilirler. Bu durum, düzeltme ve tekrar üretim gerektirebilir, bu da zaman ve maliyet kaybına neden olabilir. Güvenlik ve fikri mülkiyet endişeleri de göz önünde bulundurulmalıdır, çünkü ortaklaşa üretim modeli, ürünlerin kopyalanmasını kolaylaştırabilir.

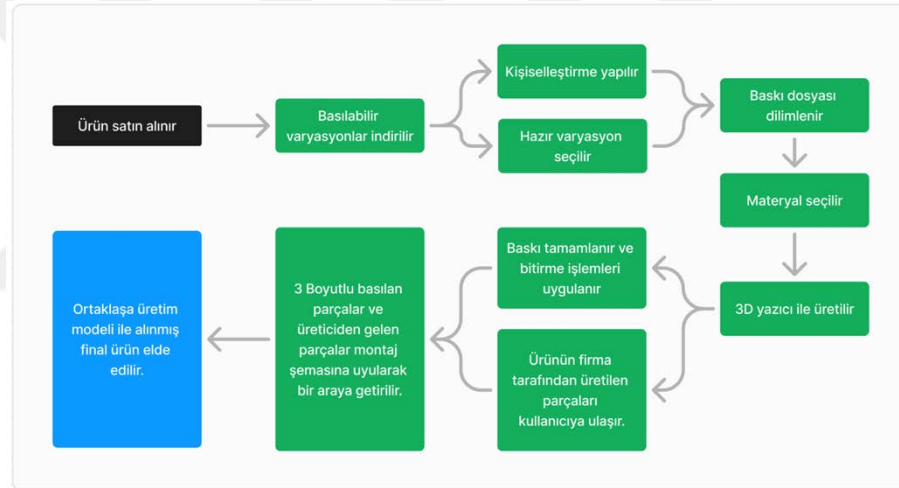
Son olarak, ortaklaşa üretim modeli kullanımı, eğitim ve beceri gerektirir. Bu da teknik bilgiye erişimi olmayan veya 3D tasarım ve üretim konusunda deneyimi olmayan kişiler için bir engel olabilir.

Bu dezavantajlar, ortaklaşa üretim modelinin geniş çapta benimsenmesini zorlaştırmaktadır. Ancak, doğru stratejilerle bu dezavantajlar yönetilebilir ve aşılabılır.

2.11. Ortaklaşa Üretim Modelinde İş birliği ve Paylaşım

Ortaklaşa üretim modeli, kullanıcı ve üretici arasındaki iş dağılımına dayanarak verimli ve ekonomik bir üretim süreci sunar. Bu modelde, üretim sürecinin belirli aşamaları kullanıcılar tarafından üstlenilirken, geri kalan kısımlar üretici firma tarafından gerçekleştirilir. Bu iş birliği hem üretici hem de kullanıcılar için maliyetleri düşürürken, aynı zamanda üretim sürecini daha esnek ve yaratıcı hale getirir. İş dağılımının detayları kullanıcının payına düşenler ve üreticinin payına düşenler şeklinde iki başlık altında açıklanır

Ortaklaşa üretim modelinde kullanıcıların ve üreticilerin görev ve sorumlulukları net bir şekilde tanımlanmıştır. Kullanıcıların payına düşenler, plastik parçaların üretimi, montaj, tasarım ve özelleştirme gibi görevlerden oluşur.



Şekil 2.28. Kullanıcının Ortaklaşa Üretim Modelini Kullanım Şeması

2.28 numaralı şekilde görüldüğü gibi, kullanıcılar öncelikle web sitesi üzerinden ortaklaşa üretim modeli ile üretilen bir ürünü satın alır. Satın alınan bu ürünün firma payına düşen komponentleri sipariş sonrasında kargoya verilir. Kullanıcı, satın alımın ardından kendisiyle paylaşılan ürünün basılabilir varyasyonları arasından beğendiği bir modeli seçerek dosyaları bilgisayarına indirir. İndirilen dosyalar üzerinde, dilerse CAD programları kullanarak kişiselleştirme yapabilir veya bu adımı atlayarak doğrudan baskıya hazırlama aşamasına geçebilir. Bu aşamada, dilimleme programlarından birini kullanarak dosyaları dilimler ve Gcode elde eder.

Kullanacağı materyali seçerek Gcode dosyasını 3 boyutlu yazıcıya aktarır ve baskıyı başlatır.

Baskı tamamlandığında, genellikle üretici tarafından gönderilen parçalar da kullanıcıya ulaşmış olur. Kullanıcı, 3 boyutlu yazıcıdan çıkan baskıyı temizler ve gerekirse boyama işlemini gerçekleştirir. Sonrasında firmanın sağladığı montaj şemasına uygun olarak basılan parçalar ile firmanın gönderdiği parçaları birleştirir. Böylece final ve fonksiyonel ürün elde edilmiş olur.

Ayrıca, kullanıcılar üretici tarafından sağlanan tasarım dosyalarını kullanarak ürünleri kendi zevklerine göre özelleştirebilirler. CAD programları ile isim ekleyebilir, parçaların formunu değiştirebilir ve ek aparat alanları oluşturabilirler. Bu sayede, kullanıcılar ürünleri kendi ihtiyaç ve tercihleri doğrultusunda kişiselleştirebilirler.

Üreticilerin payına düşenler ise elektronik bileşenlerin ve metal parçaların üretimi, malzeme temini ve tedarik, destek ve rehberlik, tasarım dosyalarının sağlanması ve iş birliği ve ortak değer üretimi gibi görevlerden oluşur.

Üretici firma, kullanıcıların evde üretmesi zor olan elektronik devreler, metal parçalar ve diğer karmaşık bileşenleri üretir. Bu bileşenler, yüksek hassasiyet ve özel ekipman gerektiren işlemlerle üretilir ve bu nedenle profesyonel tesislerde üretilmesi gereklidir. Üretici firma, bu bileşenlerin kalitesini ve uyumluluğunu garanti eder, böylece kullanıcılar nihai üründen en iyi performansı elde edebilirler. Üretici firma ayrıca, ürünün BOM (Bill of Materials) listesini hazırlayarak kullanıcıların ihtiyaç duyacağı tüm bileşenleri listeler. Bu liste, ürünün tam olarak hangi parçalardan oluştuğunu ve bu parçaların nereden temin edilebileceğini içerir. Üretici, gerekli bileşenleri tedarik eder ve kullanıcıya gönderir. Bu, kullanıcıların üretim sürecini sorunsuz bir şekilde yürütmelerini sağlar ve bileşenlerin kalitesini güvence altına alır.

Üretici firma, kullanıcıların üretim ve montaj sürecinde ihtiyaç duyabileceği tüm teknik desteği sağlar. Bu, detaylı montaj kılavuzları, çevrimiçi destek forumları ve müşteri hizmetleri gibi çeşitli kanallardan olabilir. Üretici, kullanıcıların karşılaşabileceği sorunları çözmelerine yardımcı olur ve onların sorunsuz bir deneyim yaşamalarını sağlar. Ayrıca, ürünün dijital tasarım dosyalarını kullanıcılarla paylaşarak, kullanıcıların ürün parçalarını doğru ve verimli bir şekilde basmalarını sağlar. Üretici, dosyaların güncel ve doğru olduğundan emin olur ve kullanıcıların en iyi sonuçları elde etmelerini sağlar.

Ortaklaşa üretim modeli, kullanıcılar ve üreticiler arasında güçlü bir iş birliği oluşturur. Bu modelde, her iki taraf da üretim sürecine değer katar ve sonuçta daha ekonomik, verimli ve kişisel ürünler ortaya çıkar. Kullanıcılar, üretim sürecine doğrudan katılarak hem maliyet tasarrufu sağlar hem de ürünleri kendi ihtiyaçlarına göre özelleştirebilirler. Üreticiler ise, maliyetlerini düşürerek daha rekabetçi fiyatlar sunabilir ve müşteri memnuniyetini artırabilirler. Bu iş birliği, üretim sürecinin daha esnek ve yaratıcı olmasını sağlar. Kullanıcılar, kendi becerilerini geliştirirken üreticiler de piyasaya daha yenilikçi ve çeşitli ürünler sunabilirler.

2.12. Ortaklaşa Üretim Modeli İçin Uygun Ürün Sayfası Yapısı

Bu modelin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için standart e-ticaret sitelerinin ürün görüntüleme sayfalarına ek özellikler eklenmesi gerekmektedir.

Ortaklaşa üretim ürünlerin fiyat avantajlarını vurgulamak için ürün fiyatının yanına geleneksel üretim yöntemleriyle üretilmiş aynı ürünün yüksek fiyatı yazılarak kullanıcıya sağladığı avantaj vurgulanmalıdır. Ortaklaşa üretim yönteminin bir diğer avantajı ürünle ilgili ek varyasyonlar sunmasıdır. Bu varyasyonların kullanıcılar tarafından seçilebilmesi adına görsellerle birlikte seçilebilir bir varyasyon alanı eklenmelidir. Kullanıcıların payına düşen üretimi gerçekleştirmesi için gerekli olan dijital 3 boyutlu model dosyaları ve uygulama talimatları da ürün sayfasında yer almalıdır.



Şekil 2.29. Ürün Sayfası Formatı

2.29 numaralı şekilde görülen sayfa düzeni ortaklaşa üretim modeli için en uygun sayfa yapısını temsil etmektedir.

2.13. Ortaklaşa Üretim Modeli Hangi Alanlarda Kullanılır

Ortaklaşa üretim modelinin geçmişi topluluk tarafından geliştirilen projelere dayansa da çok yeni bir kavramdır. Kullanılmaya başlandığı bu kısa süre zarfında birçok farklı alana yayılmış ve kullanıldığı alanlarda büyük başarı ve değişimlere sebep olmuştur.

Günümüzde, elektronik devrelerin tasarımı ve üretimi, dijital platformlarda hızla gerçekleştirilebilmektedir. Ancak ürünlerin dış kasalarının üretimi önemli bir zorluk oluşturmaktadır. Elektronik ürünlerin günlük kullanıma hazır hale gelmesi için koruyucu kasalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak, üretimde karşılaşılan enjeksiyon kalıp maliyetleri gibi engeller, bu kasaların üretimini maliyetli hale getirmektedir. Bu noktada, ortaklaşa üretim modeli elektronik sektöründe yeni bir çıkış açmaktadır.

Örneğin, akıllı ev sistemleri için kontrol kartı geliştirmek isteyen bir girişimciyi verilebilir. Girişimci, devre kartlarını bilgisayar ortamında tasarlar ve çeşitli web siteleri aracılığıyla komponent dizilimi dahil olmak üzere kolayca üretebilir. Ancak, ürünün tamamlanması için dış kasaların tasarlanması ve üretilmesi gerekir. İşte burada, ortaklaşa üretim modeli devreye girer.

Girişimci, kendi web sitesinde tasarladığı kasa varyasyonlarını devre kartlarıyla birlikte satışa sunarak büyük plastik üretim maliyetlerinden kaçınabilir. Bu yöntemle, hem ürünlerinin tam kontrolünü sağlayabilir hem de maliyetleri düşürebilir. Ayrıca, müşterilere özelleştirme seçeneği sunarak pazarlama stratejisini de güçlendirebilir.

Ortaklaşa üretim modeli, elektronik sektöründe sadece maliyetleri düşürmekle kalmaz, aynı zamanda ürünlerin hızla pazara sürülmesini de sağlar. Girişimciler, tasarım ve üretim süreçlerinde daha fazla esneklik ve kontrol elde ederken, tüketiciler de daha çeşitli ve özelleştirilmiş ürünlerle tanışır. Bu sayede, elektronik endüstrisi daha yenilikçi ve erişilebilir hale gelir.

Hobi ve eğlence alanında ortaklaşa üretimden önce de kit halinde kullanıcıların montajlayıp bir araya getirebileceği model kitleri satılmaktaydı. Bu model kitleri genellikle plastik enjeksiyondan üretilen yüzlerce parçaya sahip karışık bir yapıdadır.

Model şirketleri kullanıcıların ihtiyacı olacak tüm komponentleri kit içerisine koymakta ve kullanıcı tam bir set teslim almaktadır. Ortaklaşa üretimin hobi ve eğlence alanına dahil olmasıyla model kitlerinin sadece büyük üretici firma tarafından satılması yerine artık herhangi bir üretim hattı bulunmayan kullanıcılar tarafından da tasarlanıp 3 boyutlu yazıcılardan basılabilir şekilde satılabilmesine imkân sağladı. Bu durum kendi model kitlerini tasarlayan hobicilerin bunları ortaklaşa üretim modeli kullanarak piyasaya sürmesi ve gelir elde etmesini sağladı.

Maketlerin elektronik parçalar, motorlar, dişli sistemleriyle fonksiyonlar kazandırılmış türleri de bulunmaktadır. Bu tarz maketler standart maketlere göre çok pahalı ve ulaşılması zor modellerdir. Ortaklaşa üretim yöntemi kullanılarak üretilen maket kitleri piyasada bulunan hazır kitlelere göre daha uygundur. Bu kitleri satın alan Kullanıcılar, model uçak veya araba parçalarını basıp monte etmektedir Üreticiler, motorlar, piller ve elektronik kontrol sistemlerini sağlamaktadır.

Ortaklaşa üretim modeli eğlence sektöründeki masa oyunları için de yeni bir dönem başlatmıştır. Kullanıcılar masa oyunları için özel figürler, zarlar ve oyun tahtaları basmaktadır. Üreticiler ise standart oyun bileşenlerini ve kartları temin eder. Bu sayede kullanıcılar oyunlardan daha fazla zevk alır ve çeşitli değişiklikler yaparak uzun süre oynayabilirler.

Bilgisayar bileşenleri, çok çeşitli ürün gruplarını içeren geniş bir sektördür ve genellikle teknolojiyle yakından ilgilenen bir kitleye hitap etmektedir. Bu sektörde klavyeler, fareler, kulaklıklar, bilgisayar kasaları, kameralar, monitörler ve bu ürünlerin aksesuarları gibi birçok ürün bulunmaktadır. Son zamanlarda, bu ürünlerin üretiminde ortaklaşa üretim modeli kullanılmaya başlanmıştır.

Özellikle fareler bu duruma iyi bir örnek teşkil etmektedir. Elektronik bileşenlerin ve optik sensörlerin üretici firma tarafından sağlandığı bu ürünlerde, dış kabuklar farklı tasarımlar ve ergonomilerle sunulabilmektedir. Şekil 2.30'da görüldüğü üzere, farelerin dış kabukları çeşitli tasarımlarla farklı kullanıcı ihtiyaçlarına hitap edecek şekilde üretilmektedir. Bu ortaklaşa üretim modelinin bilgisayar bileşenleri sektöründe uygulanabilirliğini göstermektedir.



Şekil 2.30. Ortaklaşa Üretim Modeli ile Geliştirilmiş Mouse Kiti

Drone ve robot kitleri, teknoloji meraklıları ve hobi tutkunları için popüler ürünlerdir. Bu alanda ortaklaşa üretim modeli, bileşenlerin üretimini ve kişiselleştirilmiş tasarımların oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır. Örneğin, drone gövdeleri ve robot parçaları, farklı tasarımlar ve işlevselliklere sahip olacak şekilde üretilmektedir. Elektronik bileşenler ve sensörler, üretici firma tarafından sağlarken, kullanıcılar kendi ihtiyaçlarına ve tercihlerine uygun dış kasaları ve parçaları seçebilmektedir. Bu, drone ve robot kitleri için maliyetleri düşürmekte ve ürün çeşitliliğini artırmaktadır.

Ofis ekipmanları, işlevselliklerinin yanı sıra estetik açıdan da dikkat çeken ürünlerdir. Masa organizatörleri, kâğıt toplayıcılar ve masa lambaları gibi birçok ürün, ortaklaşa üretim modeli kullanılarak da üretilmektedir. Örneğin, masa organizatörleri farklı malzeme ve renk seçenekleriyle sunulabilirken, kâğıt toplayıcılar modüler tasarımlarla çeşitli şekil ve boyutlarda üretilmektedir. Masa lambaları ise ayarlanabilir kollar, farklı ışık renkleri ve çeşitli malzemelerle kullanıcı ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilmektedir. Ortaklaşa üretim modeli, ofis ekipmanlarının hem estetik hem de işlevsel olarak çeşitli ve uygun maliyetli olmasını sağlamaktadır.

Aksesuar alanında ortak üretim modeli oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu modelle üretilen çeşitli ürünler arasında telefonlar için şarj standları, akıllı saatler için hem stand hem de şarj istasyonu işlevi gören istasyonlar,

klasik saatler için sergileme üniteleri, tabletler ve telefonlar için tutucular, kulaklıklar için kulaklık standları, ofis ve çalışma masaları için kablo tutucular ve saat standları bulunmaktadır. Ortak üretim modeli, bu ürünlerin yüksek verimlilikle ve kaliteli bir şekilde üretilmesini sağlamaktadır.

Özel uyumluluk gerektiren ekipmanlar, kamera ekipmanları, bağlantı adaptörleri gibi her alana göre fazlaca değişiklik gösteren ü birçok özel alanda firmalar ortaklaşa üretim modelini tercih etmektedir.

2.14. Ortaklaşa Üretim Modeli Kullanılarak Üretilen Ürünlerin İncelenmesi

Bu başlık altında, ortaklaşa üretim modelini kullanarak üretilen ve satılan ürünlerin, modelin farklı avantajlarını ve kullanım alanlarını açıklayan çeşitli örnekler ele alınacaktır. Co Print firması 3 boyutlu yazıcılar için ekipmanlar üreten bir firmadır. Bu firmanın en büyük özelliği geliştirdiği ekipmanların piyasada bulunan birçok 3 boyutlu yazıcı ile uyumlu olarak çalışabilmesidir. İlk ürünü olan renkli baskı modülünü 2021 yılında piyasaya sürmüş ve bu ürün piyasadaki birçok yazıcıya renkli baskı kabiliyeti eklemiştir.

Firmanın Seri II olarak adlandırdığı yeni ürün ailesi kullanıcıların ellerinde bulunan 3 boyutlu yazıcıları geliştirmekte ve var olan cihazlara renkli, hızlı baskı, internetten kontrol, otomatik kalibrasyon gibi gelişmiş özellikler eklemektedir. Seri II ürün ailesi firmanın ilk ürününe oranla çok daha fazla 3 boyutlu yazıcı modelini hedeflemekte ve uyumluluk sağlamaktadır. Bu ürün ailesinde 5 adet ürün yer almaktadır bu ürünler ChromaPad olarak adlandırılan kontrol paneli, ChromaHead olarak adlandırılan 3 boyutlu baskı kafası, CX-I Extruder olarak adlandırılan filament ilerletme mekanizması, KCM olarak adlandırılan klipser işletim sistemine sahip yazıcılar için renkli baskı ve chromahead kontrol modülü ve son olarak ECM olarak adlandırılan normalde 4 renkli baskı alabilen KCM ve ChromaPad ürünlerine ekstra 4 renk daha eklemeye yarayan modülden oluşmaktadır. Seri II ürünleri iki temel set olarak kategorize edilerek kullanıcılara sunulmaktadır. Bu ürünlerin ana yapıları ve parçaları çok sayıda üretileceğinden dolayı geleneksel yöntemler kullanılarak seri olarak üretilmiştir. Fakat ürün ailesinde yer alan ChromaHead'ın birçok 3 boyutlu yazıcıya uyumlu olarak takılabilmesi için her yazıcı mekanik sistemi için özelleştirilmiş ek parçalar gerekmektedir. Piyasada onlarca farklı mekanik yapıya sahip 3 boyutlu yazıcı bulunduğundan ve hiçbir standart bir bağlantı şeması

içermediğinden tek bir bağlantı aparatıyla ChromaHead'i tüm 3 boyutlu yazıcılara bağlamak olanak dışı kalmaktadır.

Bu noktada Co Print firması ortaklaşa üretim modeli kullanarak bünyesinde bulunan mühendisler tarafından her makine için özel olarak tasarlanan bağlantı parçalarını, satın alınan ürünlerin yanında dijital formatta 3 boyutlu yazıcılardan basılabilir bir şekilde göndermektedir. Ürünü satın alan kullanıcılar gelen web bağlantısı aracılığıyla ilgili sayfaya gidip 3 boyutlu yazıcı modelini seçtikten sonra elinde bulunan yazıcı için özel tasarlanmış baskı dosyalarını kendi 3 boyutlu yazıcısını kullanarak üretmektedir.

Kullanıcılar bu üretim sırasında isterlerse bağlantı parçalarının renklerini değiştirebilmekte, kendi isim veya logolarını ekleyebilmekte kısacası parçayı özelleştirebilmektedir. Bu durum kullanıcının satın aldığı ürüne daha çok bağlanmasını ve ürünü benimsemesini sağlar. Aynı zamanda firmanın değişken olan bu bağlantı parçaları için her bir 3 boyutlu yazıcı modeline göre enjeksiyon kalıp ürettirip az adetli olan parçaların seri üretimini yapma zorunluluğundan ve maliyetlerinden kurtarmış olur. Böylelikle kullanıcıda herhangi ek bir ücret ödmeden parçalara erişmiş olur. Ortaklaşa üretim modelinin kullanıcı ve üretici tarafından iki taraf içinde avantaj sağlayacak şekilde kullanılmasını gösteren iyi bir örnektir. Pazarlama ve satış açısından bakıldığında ortaklaşa üretim ürünün Pazar payının genişlemesine, daha fazla kullanıcıya hitap etmesine ve daha ulaşılabilir olmasına yol açmıştır.

Bu modelin Seri II ürün ailesinde başarı elde etmesinin en temel sebebi hedef müşteri kitlesinin hali hazırda ellerinde 3 boyutlu yazıcı bulundurma zorunluluğudur. Bu neticede kullanıcının payına düşen üretim kolaylıkla gerçekleştirilmiş olur. Türkiye'den çıkan ve yerli bir firma olan Co Print ortaklaşa üretim modelinden de faydalandığı bu ürün ailesi ile bir ay içerisinde kickstarter platformu üzerinden 65 farklı ülkeye 450.000\$'ın üzerinde bir satış gerçekleştirerek ortaklaşa üretim modelinin doğru bir kombinasyonda kullanıldığında başarılı olabileceğini kanıtlamıştır. Ortaklaşa üretim modelinin giyilebilir teknolojik cihazlar bakımından yapılacak olan incelemesinde Print + firmasının "Kendiniz oluşturabileceğiniz, yükseltebileceğiniz ve onarabileceğiniz harika ses veren kulaklıklar" sloganı ile tanıttığı Kulaklıklar ele alınacaktır. Ürün başarılı olarak bir ön sipariş ve kampanya yayınlama platformu olan Kickstarter'da çıkış yaptıktan sonra kendi web sitesi

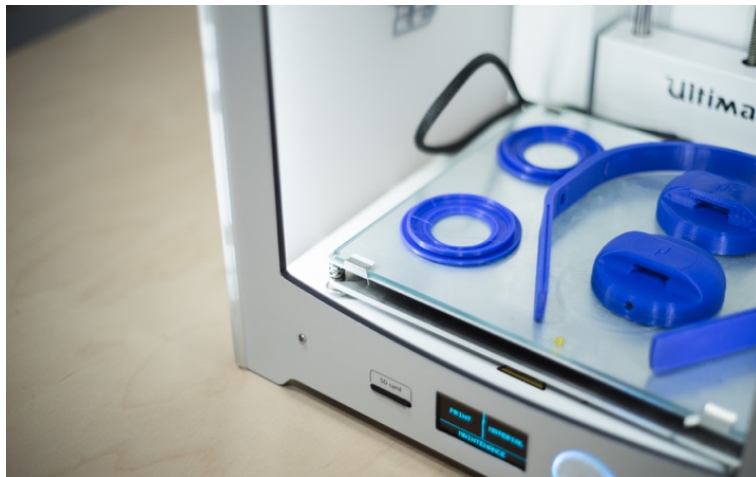
üzerinden satışlara devam etmektedir. Bir kit olarak satılan ürünün içerisinde bir çift hoparlör, mikrofonlu uzaktan kumanda, yastıklar, ses kabloları ve kafa bandı çıkmaktadır. Yani kitin içerisine bakıldığında kullanıcıların evde üretemeyecekleri kategorilerde bulunan tekstil, elektronik ve kablolar yer almaktadır.



Şekil 2.31. Print + Kulaklık Modeli Üretici Tarafından Gönderilen Parçalar

Kaynak: (<https://www.print.plus>)

Şekil 2.31'de görülen parçalar, Print Plus firması tarafından kullanıcılara gönderilen parçalardır. Bu parçalar, hoparlör, jak kablosu ve tekstil ürünleri gibi bileşenler içerdiği için kullanıcılar tarafından üretilmemektedir.



Şekil 2.32. Print + Kulaklık Modeli Kullanıcı Tarafından Basılan Parçalar

Kaynak: (<https://www.print.plus>)

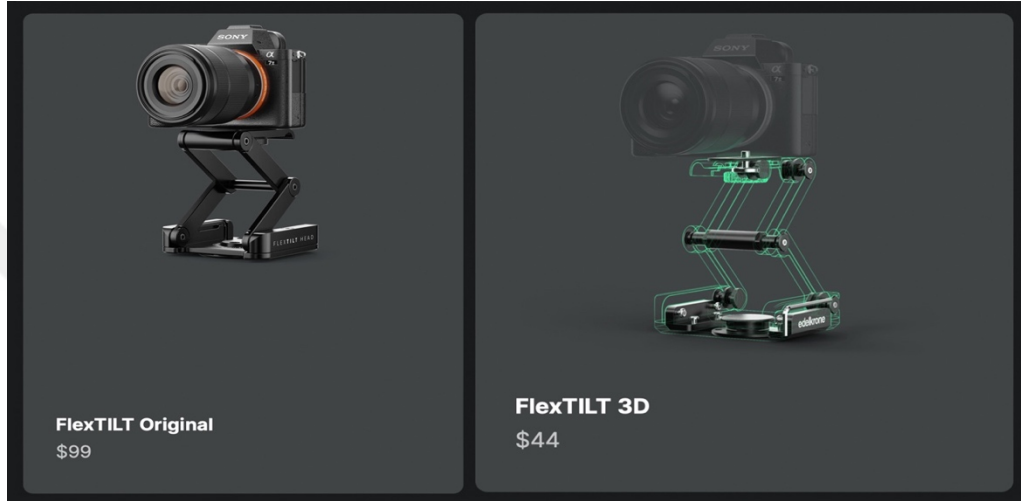
Şekil 2.32’de görülen kullanıcıların payına düşen üretim olarak ise firmanın web sitesinde birçok farklı tipte sunduğu kulaklık kabuk tasarımlarından birini seçip 3 boyutlu yazıcılarını ve istedikleri materyali kullanarak üretmesidir. Aynı zamanda bu tasarımların bilgisayar ortamında düzenlenebilecek formatta sunulması sayesinde tamamen kendilerine özgü bir kasa tasarımı da oluşturabilirler. Bu durum kullanıcıların piyasada bulunan kulaklık modellerinden farklılaşmasına özgün bir tarz yaratmasına ve kendini özel hissetmesine yol açmaktadır. Print + Headphone ürününün satıldığı ülkedeki standart kulaklıklar 100€’ları bulurken Print + ürünü 35€’ya alınabilmektedir. Firmanın bu ürünü satarken kullanıcılara sunduğu en çarpıcı özelliklerden biri olan tamir edebilme özelliği incelendiğinde kullanıcıların kulaklıkların en çok kırılan ve kullanım dışı kalmasına sebep olan yerlerinden biri olan kafa bağlantı kısmını kırıldıkça tekrar üreterek kulaklığı kullanım dışı bırakmadan uzun yıllar kullanılmasını sağlamaktadır. Kullanıcılar bu kulaklığın kabuğunu farklı renklerde şekil 2.33’te olduğu gibi 3 boyutlu baskı kullanarak üreterek gündelik kombinlerine göre renk değiştirebilir ve tarzlarına katkıda bulunabilirler.



Şekil 2.33. Print + DIY Kulaklık Kasa Varyasyonları

Kaynak: (<https://www.print.plus>)

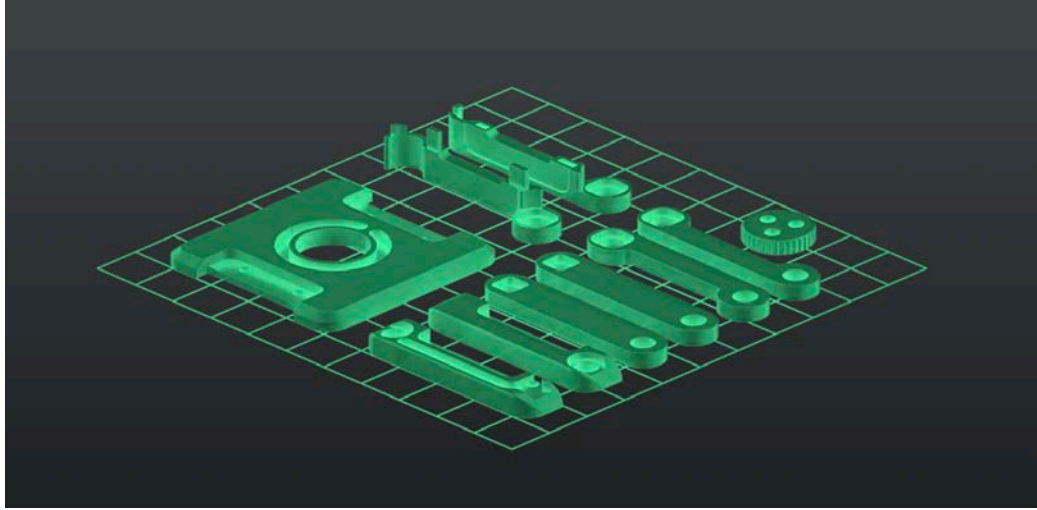
Ortak üretim modelinin Türkiye'deki ilk bilinçli kullanımlarından biri, kamera ekipmanları üreten Edelkrone firmasının FlexTILT ürünüyle gerçekleşmiştir. FlexTILT modeli, iki farklı üretim konseptiyle piyasaya sürülmüştür. Bunlardan ilki, tamamı Edelkrone firması tarafından alüminyumdan üretilen FlexTILT Original modelidir. Diğerisi ise ortak üretim modeli kullanılarak geliştirilen FlexTILT 3D modelidir.



Şekil 2.34. Edelkrone FlexTILT Ürünleri Karşılaştırması

Kaynak: (<https://edelkrone.com/products/flextilt-head-3d>)

Şekil 2.34'te görülen FlexTILT 3D modelinde yeşil renk ile gösterilen parçalar, ortak üretim modeline dahil edilerek kullanıcılar tarafından 3 boyutlu yazıcılarla üretilmektedir. Bu üretim yöntemi, firmanın CNC freze kullanarak ürettiği orijinal modelin parçalarının maliyetini sıfırladığı için ürünün çok daha uygun fiyata satılabilmesini sağlamıştır.



Şekil 2.35. Edelkrone FlexTILT Kullanıcı Payına Düşen Baskı

Kaynak: (<https://edelkrone.com/products/flextilt-head-3d>)

İki model arasında fonksiyon olarak herhangi bir fark bulunmamaktadır, çünkü bağlantı noktaları metal parçalar ve rulmanlar içermektedir. Her iki ürün de aynı stabilite ve çalışma prensibine sahiptir. Şekil 2.35'te görülen 3 Boyutlu yazıcılar tarafından üretilen parçalar %100 dolulukta basıldığından, dayanımları yüksektir.

Bu ürün, Tripodların baş kısmında kullanılan kamerayı doğrusal bir açıyla ileri ve geri oynatmayı sağlayan bir ekipmandır. Bu ürünün ortak üretim modeli ile üretilen versiyonu 1418₺ iken firmanın tüm parçalarını kendi ürettiği hazır versiyonu 3.192₺'dir. 2018 yılında çıkarılan bu ürün üretici firma ve tüketicinin birlikte çalışmasıyla iki taraf için de çok daha düşük maliyetle üretilmiştir.

Print-a-Kit tamamıyla kullanıcıların üretim gerçekleştirdiği bir ortaklaşa üretim modelidir. Kickstarter platformunda satışa sunulan bu kit, abonelik sistemiyle çalışır. Print-a-Kit, aylık abone olan kullanıcılara her ay mühendislik dinamiklerini öğreten basılabilir bir kit sunar. Bu ortaklaşa üretim modelinde tasarım, dokümantasyon ve şemalar firma tarafından sağlanırken, üretim tamamen kullanıcılar tarafından 3 boyutlu yazıcılar ile gerçekleştirilir. Firma, hiçbir üretim harcaması yapmadan Kickstarter platformu üzerinden 57.340 dolar tutarında kazanç elde etmiştir. Bu örnek, ortaklaşa üretim modelinin girişimciler ve özellikle tasarımcılar için üretim engeline takılmadan ürünlerini kullanıcıya ulaştırmasına olanak tanıyan başarılı bir uygulamasıdır.

Tüm bu ürünlerin ortak noktası, yenilikçi ürünlerin satıldığı bir platform olan Kickstarter üzerinden satışa sunulmalarıdır. Kickstarter, girişimcilerin veya firmaların ön satış gerçekleştirdiği bir kampanya platformudur. Bu platformda girişimciler, ürünleri henüz seri üretime girmeden önce proje ve prototip aşamasındayken kampanya başlatıp ön satış yapabilirler. Ortaklaşa üretim dinamiklerine bakıldığında, Kickstarter kültürüyle doğrudan örtüştüğü görülmektedir. Ortaklaşa üretim prensiplerini kullanan ürünlerin çoğu, Kickstarter ve Indiegogo gibi yenilikçi platformları tercih etmektedir.

BambuLab, FDM tipi 3 boyutlu yazıcılar üreten ve satan bir firmadır. 2021 yılında 3 boyutlu yazıcı sektörüne girmiş olmasına rağmen, hızla ilerleyerek 2023 yılında en çok yazıcı satan marka olmayı başarmıştır. Pazar verilerine göre, BambuLab 2023 yılında bir milyon adet yazıcı satışı yapmıştır. Bu firmanın geliştirdiği yazıcılar, yüksek teknolojiye sahip, kullanıma hazır ve kullanıcı dostu cihazlardır.

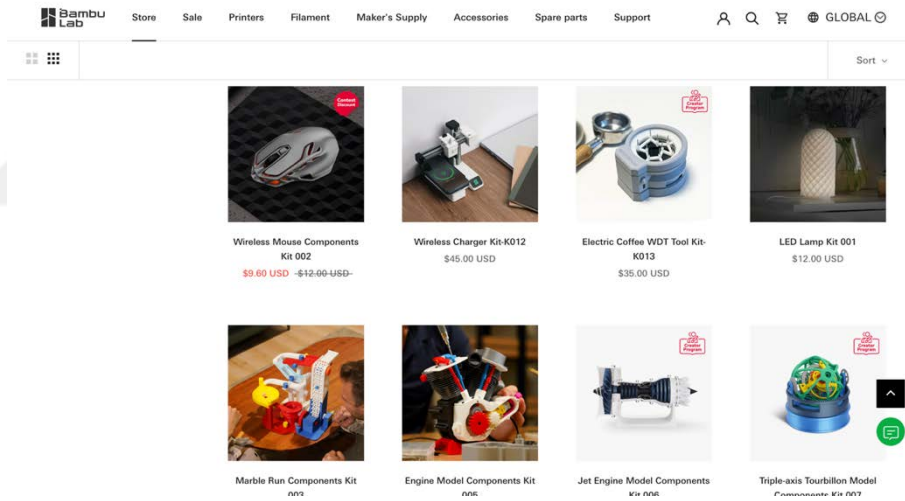
BambuLab, kullanıcılara 3 boyutlu yazıcılar sağlayarak üretim kabiliyeti kazandırırken, ortaklaşa üretim modelindeki potansiyeli fark ederek bu pazara da girmiş ve DIY kitler sunmaya başlamıştır. İlk sağladığı kit, bir mouse kitidir. Bu mouse'un elektronik parçaları ve optik sensörleri BambuLab tarafından sağlanmakta, plastik parçaların tasarım dosyaları ise kullanıcılarla paylaşılmaktadır.

Kitin büyük ilgi görmesi üzerine kullanıcılar, kendi mouse tasarımlarını yaparak firmanın model paylaşım sitesi olan Maker World'de paylaşmış ve birçok kullanıcı, birbirlerinin tasarımlarını kullanarak kendi mouse'larını üretmiştir. Aynı zamanda BambuLab, bir tasarım yarışması başlatarak, ortaklaşa üretim modeline sahip bu mouse'un farklı tasarımlarının ortaya çıkması için kullanıcılara ödüller vermiştir. Bu yarışma sonucunda, ortaklaşa üretim modelinin gücüyle binlerce varyasyonu olan bir mouse elde edilmiştir.

Firmanın çıkarttığı ikinci ortaklaşa üretim ürünü, kablosuz telefon şarj etmeye yarayan bir şarj standıdır. Bu ürün, firmanın ürettiği BambuLab A1 makinesinin silüetinden esinlenerek tasarlanmış bir kasaya sahiptir; yani bir 3 boyutlu yazıcı görünümünde bir telefon şarj standıdır. Plastik parçalar kullanıcılar tarafından üretilirken, adaptör ve şarj modülü gibi bileşenler BambuLab tarafından kit olarak gönderilmektedir.

Bu ürünün popüler hale gelmesinin sebebi, gerçek bir 3 boyutlu yazıcı gibi eksenlerinin bulunması ve bu eksenlerin hareket edebilmesidir. Ayrıca telefon, şarj için standın üzerine konduğunda bir ışık yanarak yazıcının çalışıyor olduğu hissini vermektedir. Başlangıçta, kullanıcılar sadece A1 görünümüne sahip bu şarj standını kullanırken, sonrasında Maker World platformu üzerinden bu kitte bulunan elektronik parçalara farklı kasalar tasarlamaya, yeni konseptler oluşturmaya ve bunları birbirleriyle paylaşmaya başladılar.

Bu paylaşım sayesinde ortaya klasik görünümlü, modern yapıda, araba formunda, helikopter pisti şeklinde ve daha birçok farklı formda şarj standları çıktı. BambuLab'ın bu ortaklaşa üretim kiti, ilk ürünlerinde olduğu gibi binlerce varyantı olan ve kullanıcıların tasarımlarını birbirleriyle paylaştıkça daha da çok yayılan ve satılan bir ürün haline geldi. Bu durum, ortaklaşa üretim modelinin, kullanıcıları yaratıcılığa, üretime ve paylaşımına teşvik ettiğinin kanıtıdır.



Şekil 2.36. BambuLab Firması Ortaklaşa Üretim Ürünleri

Kaynak: (<https://store.bambulab.com/collections/makers-supply>)

Şekil 2.36'da görüldüğü gibi firmanın ortaklaşa üretim konseptine uygun 7 adet ürünü bulunmaktadır. Eğlence, aksesuar, eğitim, maket gibi kategorilerde satışa sunulan bu ürünler piyasaya sürüldükten sonra birçok varyasyona ayrılmış ve kullanım alanları genişlemiştir.

Crocs, gündelik kullanım için terlikler üreten bir markadır. Ürünlerinin üst kısımları, ayakların hava alabilmesi için delikli bir yapıya sahiptir. Crocs, köklü bir marka bilinirliğine ve ikonik bir tasarıma sahiptir; bu tasarım firmanın neredeyse tüm

ürünlerinde bulunmaktadır. Marka, ürünlerini kişiselleştirilebilir kılmak için bir pazarlama stratejisi yürütmektedir. Bu strateji kapsamında kullanıcılar, firma tarafından piyasaya sürülen rozetleri satın alarak terlik üzerindeki deliklere yerleştirmekte ve kendi tarzlarını yansıtabilmektedir.



Şekil 2.37. Crocs Terliklerin Özelleştirilmiş Modelleri

Kaynak: (<https://www.crocs.com/c/jibbitz>)

3 boyutlu yazıcıya sahip kullanıcılar, firmanın sunduğu rozetlerden satın almak yerine şekil 2.37’de görüldüğü gibi kendi rozetlerini üretmeye ve özel formlarda rozetler oluşturmaya başladılar. Bu durum bir moda haline gelerek firmanın koleksiyonlarından daha çok kullanılmaya başlandı. Terlikleri Crocs markasından temin eden kullanıcılar, kişiselleştirilmiş rozetler üretiyor ve bunları ya kendileri kullanıyor ya da bu talebi karşılamak için kurdukları web sitelerinde veya yerel pazarlarda satıyorlar.

Bu durum, marka ve ürün bazında ortaklaşa üretim modelinin organik olarak oluşmasına ve yayılmasına, kullanıcılar tarafından benimsenmesine bir örnektir.

3D yazıcıların sarf malzemeleri filamentlerdir. Filamentler, genellikle 1.75 mm çapında, kablo formunda plastikler olup, bir kiloluk makaralara sarılı olarak satılmaktadır. Bir kiloluk makara, ortalama olarak 300 metre filament içermektedir. 3D yazıcı kullanıcılarının ortalama aylık filament tüketimi 10 kiloya yakındır. Filament makaraları, ABS plastikten üretilmekte ve filament tükendiğinde atık oluşturmaktadır. Ayrıca, bu makaralar enjeksiyon kalıplama yöntemi ile üretilmekte ve satılan her filamentin maliyetine makara ücreti de dahil edilmektedir.

Firmalar, bu atık oluşumunu engellemek ve filamentlerin maliyetini düşürmek amacıyla ortaklaşa üretim modelini kullanarak filament satışı gerçekleştirmektedir. Bu satış yönteminde, filamentler dönüştürülebilir daire şeklindeki kartonlara sarılmakta, kullanıcılar ise evlerinde bir adet makara basmakta ve her satın aldıkları filamentleri bu makaralara takarak kullanmaktadır. Bu sayede, alınan her filament için atık oluşmamakta, çevresel zarar azaltılmakta ve kullanıcıların filament için ödediği tutar önemli ölçüde düşmektedir.

Ortaklaşa üretim modelinin çevreye ve bireylerin ekonomisine olan katkısı, bu örnek üzerinden incelenebilmektedir.

2.15. Ortaklaşa Üretim Modelinin Sürdürülebilirlik ve Ekonomiye Etkisi

Ortaklaşa üretim, geleneksel üretim modellerinden farklı bir yaklaşım sunar ve bu, yeni iş modellerinin oluşmasına olanak tanır. Modelin paylaşımlı ve merkezsiz yapısı, birçok ek gelir kaynağı sağlayabilir. Firmaların geliştirdiği ortaklaşa üretim kitleri için tasarımlar sağlayan tasarımcılar, bu tasarımlarını ücret karşılığında model paylaşımı yapılan sitelerde satarak talep olan bir pazara erişebilirler. Model satış platformlarında, kitler için yapılan tasarımların, kitlerin satış fiyatından çok daha yüksek ücretlerle satıldığı gözlemlenmiştir. Ortaklaşa üretim modeli, endüstriyel ürün tasarımı ve mühendislik alanlarında eğitim görmüş veya bu alanlarla ilgilenen kişiler için bireysel olarak iş yapma ve gelir elde etme imkânı sunar.

Ortaklaşa üretim aynı zamanda yerel ekonomilere de katkıda bulunmaktadır. Bireyler veya küçük işletmeler, yerel olarak ürettikleri ürünleri ortaklaşa üretim platformları aracılığıyla satışa sunarak yerel ekonomilerin canlanmasına katkı sağlayabilirler.

Bu model, küçük ölçekli veya bireysel işletmelerin büyük ölçekli işletmelere karşı rekabet edebilmesini sağlar. Küçük işletmeler, büyük firmalara oranla daha esnek ve hızlı bir şekilde taleplere cevap verebilirler. Bu esneklik, müşteri taleplerine daha hızlı yanıt verme ve özelleştirilmiş ürünler sunma yeteneği anlamına gelir. Ayrıca, ortaklaşa üretim modeli, küçük işletmelerin maliyetleri düşürmesine ve daha rekabetçi fiyatlar sunmasına olanak tanır. Bu sayede, pazardaki büyük firmaların yanı sıra küçük işletmelerin de başarılı olma şansı artar.

Ortaklaşa üretim modeli, döngüsel ekonomiyle yakından ilişkilidir ve bu ekonomik yaklaşımın bir parçası olarak görülebilir. Döngüsel ekonomi, kaynakları tüketip atmak yerine, mümkün olduğunca uzun süreli kullanmayı ve geri dönüşüm yoluyla ekonomiye yeniden kazandırmayı teşvik eder. Ortaklaşa üretim modeli de bu prensiplere uygun olarak işlemektedir.

Ortaklaşa üretim, ürünlerin yaşam döngüsünü yönetme açısından önemli bir rol oynar ve kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlar. Daha az hammadde tüketilir, üretim için geri dönüştürülebilir filamentler kullanılır, bu da modelin verimliliğini artırır.

Bu üretim modeli, geri dönüşümü ve yeniden kullanımı teşvik eder. Ürünlerin bozulan parçaları 3 boyutlu yazıcılarla yeniden basılarak tamir edilebilir, bu da ürünlerin çöpe atılmadan uzun yıllar boyunca kullanılmasını sağlar.

2.16. Ortaklaşa Üretim Modelini Kullanabilecek Potansiyel Barındıran Sektörler

Gelecekte ortaklaşa üretim modelinin uygulanabileceği alanları hayal etmek, teknoloji ve toplumsal eğilimlerin nasıl evrileceğine dair bazı öngörülerde bulunmayı gerektirir. Bu bağlamda, dijital dönüşüm, sürdürülebilirlik ve kişiselleştirme trendlerinin etkili olacağı birkaç potansiyel alanı ele almak mümkündür.

Sağlık sektörü, kişiselleştirilmiş tedavi yöntemlerine doğru hızlı bir dönüşüm içerisinde. Gelecekte, hastalar ve sağlık profesyonelleri birlikte çalışarak kişiye özel tıbbi cihazlar, protezler ve diğer sağlık ekipmanlarını tasarlayıp üretebilirler. Bu, tedavi süreçlerini daha etkili ve hastaya özel hale getirir, ayrıca maliyetleri düşürerek sağlık hizmetlerinin daha erişilebilir olmasını sağlar. Günümüzde birçok hasta protezlere yüksek maliyetlerden dolayı ulaşamamakta ve protez gibi tıbbi yardımcılarının geleneksel üretim yöntemleri ile üretimi hastaya göre protezlerin değişkenlik göstermesinden dolayı zordur. Ortaklaşa üretim modeli kısa süre içerisinde bu sektörde de kullanılmaya başlayacaktır.

Eğitim sektörü de dijital öğrenme araçları ve yöntemleri ile büyük bir dönüşüm geçirmektedir. Ortaklaşa üretim modeli, eğitim materyallerinin, öğrenme araçlarının ve hatta sınıf ortamlarının öğrenciler ve öğretmenler tarafından birlikte tasarlanmasını mümkün kılabilir. Bu, öğrenme deneyimini daha interaktif ve kişiselleştirilmiş hale

getirir, öğrencilerin ihtiyaçlarına daha iyi cevap verir. Eğitim alanında ortaklaşa üretim modelinin ilk kullanımlarını deneyap atölyeleri, tarih konulu eğitim kitleri yerlerde görmek mümkündür ve bu kullanımın artarak devam edeceği öngörülmektedir.

Nüfus artışının bir sonucu olarak trafikte daha fazla araç bulunması sıkışıklıklara sebep olmaktadır. 2024 yılının ulaşım trendleri arasında küçük ulaşım araçları öne çıkmaktadır. Citroen firmasının geliştirdiği Ami gibi minik araçlar, metal profillerden üretilmiş şasiler üzerine plastik kaporta giydirilip elektrikli motor ve akü takılarak gerçekleştiriliyor. Gelecekte, kişisel ulaşım araçları ve taşımacılık çözümleri, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre daha da özelleştirilebilir hale gelecektir. Ortaklaşa üretim modeli, kullanıcıların kendi elektrikli araçlarını, dronlarını veya diğer ulaşım araçlarını tasarlayıp üretmelerine olanak tanıyacaktır. Günümüzde, kullanıcılar büyük 3 boyutlu yazıcılara yönelmektedir. Halihazırda YouTube gibi içerik paylaşım platformlarında kendi ulaşım araçlarını üreten kullanıcılar bulunmakta ve bu içerikleri paylaşmaktadır. Gelecek yıllarda, firmaların bu araçları bir kit halinde sunması mümkündür. Bu, ulaşım çözümlerini daha çevre dostu, verimli ve kişisel tercihlere uygun hale getirir. Bu noktada yasal düzenlemeler önemli olacaktır.

Gelecekte, giysilerimiz ve aksesuarlarımız daha işlevsel ve kişiselleştirilebilir hale gelecektir. Ortaklaşa üretim modeli, kullanıcıların kendi akıllı giysilerini ve aksesuarlarını tasarlayıp üretmelerine olanak sağlayacaktır. Bu, moda ve teknoloji sektörlerinin birleşimini ileriye taşıyacak ve kullanıcıların sağlık, iletişim ve eğlence gibi alanlardaki ihtiyaçlarına özel çözümler sunmasını mümkün kılacaktır. Günümüzde moda tasarımcıları, moda tasarımındaki gelecek konseptlerini sergiledikleri fuarlarda 3 boyutlu yazıcılar kullanarak giysiler basmakta ve bunları giymektedir. Kumaş üzerine 3 boyutlu yazıcı uygulamaları da günümüzde mümkündür ve bu teknoloji yakın gelecekte daha da gelişecektir. Kullanıcılar, ikonlar ve kabartmalar gibi modellerden seçim yaparak kendi kıyafetlerine 3 boyutlu yazıcılarıyla uygulamalar yapabilecektir. Ayrıca, sağlık alanında özel gereksinimlere uygun protezler veya destekleyici elbiseler üretmek için de bu model kullanılacaktır. Ortaklaşa üretim modeli, kişiselleştirilmiş sağlık çözümleri ve modada yenilikçi tasarımlar sunarak, bireylerin hayatını kolaylaştıracak ve zenginleştirecektir.

2.17. Ortaklaşa Üretim Modelinin Geleceği ve Öngörülen Trendler

Yakın gelecekte ortaklaşa üretim modelinin öncelikle bilgisayar bileşenleri alanında yaygınlaşarak üretici firmalar tarafından daha çok benimseneceği öngörülmektedir. Kullanıcılar, klavye ve mouse gibi bileşenleri satın alırken, ortaklaşa üretim modellerinin yaygın olmaması nedeniyle genellikle açık kaynaklı projelerden birini seçip, BOM (Bill of Materials) listesinden üretemeyeceği bileşenleri internet üzerinden sipariş ederek internette bulduğu modelleri kendileri üretmektedir. Bu amaç için Facebook grupları, WhatsApp grupları ve özel satış kanalları bulunmaktadır. Kullanıcılar, kendi aralarında üretimi paylaşmakta ve ticaret yapmaktadır. Bu durumu fark eden firmalar, satışlarını artırmak ve kullanıcı taleplerine cevap vermek için ortaklaşa üretim modelini tercih ederek ürünler geliştirmeye ve pazara sürmeye başlayacaktır.

Gelecek yıllarda, ortaklaşa üretim modeli ile satılan bilgisayar bileşenlerinin, geleneksel yöntemlerle satılan ürünlere kıyasla yakın satış oranlarına ulaşacağı öngörülmektedir. Bu öngörü, mevcut örnekler üzerindeki incelemeler ve taleplerin analiz edilmesiyle desteklenmektedir. Kullanıcıların özelleştirilmiş ürünleri tercih etme eğilimindeki artış, çeşitli örneklerle gözlenmiştir. Ortaklaşa üretim modelinin yakın gelecekte en büyük kullanım alanlarından bir diğeri, piyasada mevcut ürünleri özelleştirmek olacaktır. Örneğin, Crocs'un ikonik modelinde olduğu gibi, kullanıcıların kendi tasarımlarını model sitelerinde satması ve diğer kullanıcıların bu tasarımları satın alarak Crocs terliklerini özelleştirmesi, bu trendin yaygınlaşmasının bir göstergesidir.

Ortaklaşa üretim, tekstil, giyim, moda, teknoloji ve takı gibi alanlarda da özelleştirmelerin gerçekleştirilmesi adına yaygın olarak kullanılacak ve bir standart haline gelecektir. Kullanıcılar, bu alanlarda özelleştirilmiş ürünler talep ederek, firmaların bu modele geçiş yapmasını teşvik edecek ve bu sayede ortaklaşa üretim modeli hızla yaygınlaşacaktır. 2020'li yıllarda internette alışveriş, teknolojinin gelişmesi ve kullanıcıların elektronik cihazlara erişiminin artmasıyla zirveye ulaştı. İnternetin yaygınlaşması, kargo kullanım oranlarını da büyük ölçüde arttırdı. Kullanıcılar, ürünleri satın aldıktan sonra teslim edilmesi için kargo süresini beklemekteydi. Ancak, gelecekte ortaklaşa üretim modelinin yaygınlaşması ve

kullanıcıların sahip olduğu üretim yöntemlerinin gelişmesiyle yeni bir dönem başlayabilir.

Bu dönemde, ortaklaşa üretim ürünleri internet üzerinden satın alınır ve tüm bileşenleri ile kullanıcılar tarafından evde üretilir. Böylelikle, ortaklaşa üretim modeli evrilerek yalnızca tasarımların bir ürün olarak satıldığı, kullanıcıların standartlaşmış hammaddeler edinerek bu üretimleri tamamen evlerinde gerçekleştirdiği bir modele dönüşebilir. Ortaklaşa üretim alanına uygun tasarımlar gerçekleştiren yeni bir meslek dalı oluşacak ve bu alanda çalışan profesyonellerin sayısı artacaktır. 2024 yılında bile tam zamanlı olarak bu tür ürünler için tasarımlar yapan kişiler bulunmaktadır. Endüstriyel tasarım alanında "Dijital Ürün Tasarımcısı" adıyla bir alt dalın oluşacağı ve bu profesyonellerin ortaklaşa üretim amacıyla ürünler geliştireceği öngörülmektedir. Bu yeni meslek dalı, kullanıcıların özelleştirilmiş ve kişiselleştirilmiş ürünlere olan taleplerine cevap verecek ve ortaklaşa üretim modelinin yaygınlaşmasına önemli katkılarda bulunacaktır.

2.18. Ortaklaşa Üretim Yönteminin Ürünlerde Sağlayacağı Olası Değişimler

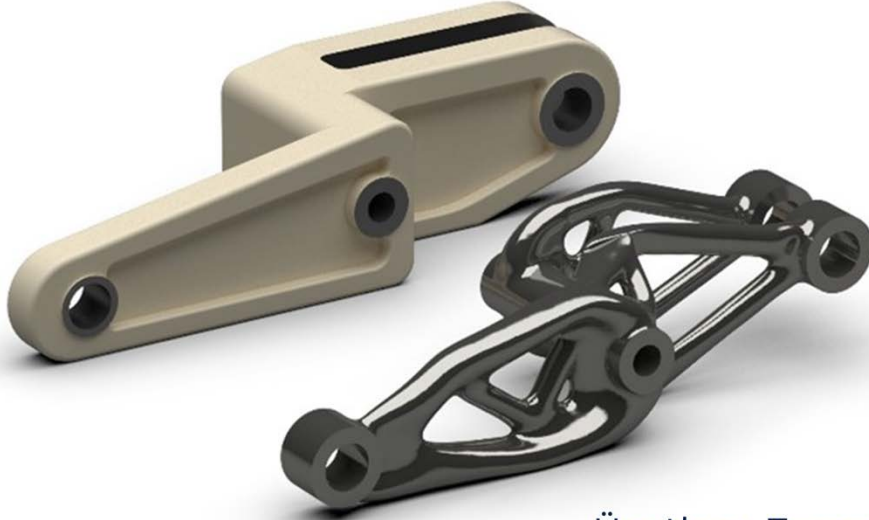
Ortaklaşa üretim modeli, 3 boyutlu yazıcılarla üretimi temel aldığından, ürün tasarımları da bu yönetime uygun olarak evrim geçirecektir. Geleneksel üretim yöntemlerine göre daha amorf ve karmaşık formlara izin veren 3 boyutlu yazıcılar, ortaklaşa üretim modeliyle geliştirilen ürünlerin daha karmaşık, ergonomik ve estetik yapılarda tasarlanmasını mümkün kılacaktır. Bu nedenle, gelecekte ortaklaşa üretim modelinin yaygınlaşması, daha amorf, estetik ve ergonomik ürünlerin ortaya çıkmasına yol açacaktır.

Ortaklaşa üretim modeli, generative design kullanılarak yapılan tasarımların artmasına ve bu yöntemin yaygınlaşmasına katkıda bulunacaktır

Generative design, dilimizde üretken tasarım olarak adlandırılan bu yöntem bir tasarım hedefi doğrultusunda algoritmaların ve yapay zekanın kullanıldığı bir yöntemidir. Tasarımcılar, belirli kısıtlamalar ve hedefler belirler; ardından yazılım, bu kriterleri dikkate alarak çok sayıda tasarım alternatifi üretir. Bu süreçte, performans analizleri yapılarak en uygun tasarımlar seçilir. Generative design, standart tasarımlara kıyasla daha verimli ve yenilikçi çözümler sunar. Dayanım gerektiren full doluluktaki

parçalarla aynı dayanım özelliklerini daha az malzeme harcayarak daha hafif, boşluklu bir şekilde sunar.

Normal Tasarım



Üretken Tasarım

Şekil 2.38. Normal Tasarım ile Üretken Tasarım Karşılaştırması

Kaynak: (<https://www.ng.engineering/de/detail/generative-design>)

2.38 numaralı şekilde görülen normal tasarım olarak adlandırılan parça, yük altında çalışan bir bağlantı elemanıdır ve geleneksel üretim yöntemleri ile üretilmektedir. Bu yöntem, standart ve yaygın olarak kullanılabilir olsa da üretken tasarıma göre daha fazla hammadde harcamaktadır.

Üretken tasarım modeline bakıldığında, parça daha hafif, normal tasarımla aynı dayanıklılığa sahip ve daha az malzeme harcayan bir yapıdadır. Ancak, üretken tasarımla üretilen parçaların, karmaşık formları nedeniyle geleneksel üretim yöntemleriyle üretilmesinde zorluk yaşanmaktadır. Bu parçalar, daha maliyetli ve aşamalı bir üretim sürecine sahiptir.

3 boyutlu yazıcıların gelişmesi ile birlikte, üretken tasarım sonucunda ortaya çıkan bu karmaşık fakat avantajlı parçalar, metal 3D yazıcılar ile üretilebilir hale gelmektedir. 3D yazıcıları ana üretim aracı olarak kullanan ortaklaşa üretim modeli,

bu avantajlı üretim metodolojisini yaygınlaştıracak ve birçok alanda ve üründe kullanılmasını teşvik edecektir. Bu, daha hafif, dayanıklı ve malzeme açısından verimli ürünlerin kullanıcılara ulaşmasını sağlayacaktır.

Ortaklaşa üretim modeli tasarım alanında ilgisi olan herkese ürün tasarlama ve pazara ürün sunma imkânı tanıdığından yakın gelecekte pazarda bulunan ürün çeşitliliğini ve miktarını önemli oranda arttıracaktır.

2.19. Ortaklaşa Üretim Modelinin Girişimciliğe Katkıları

Ortaklaşa üretim modeli, girişimcilik kavramı ile yakından bağlantılıdır. Bu model sayesinde kullanıcılar, bilgisayar ortamında tasarladıkları ürünleri herhangi bir üretim maliyeti olmadan pazara sürebilmektedirler. Bu süreç, bir internet sitesi aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Kullanıcılar, bu internet sitesinde ürünlerinin renderlarını ve kullanım alanlarını göstererek daha prototip bile olmadan tanıtımlarını yapabilir ve indirilebilir 3 boyutlu üretime uygun modellerini paylaşabilirler. Müşterilerin 3 boyutlu yazıcılar ile üretemeyeceği parçaları ise 3. parti tedarikçilerden temin ederek kullanıcılara sunabilirler. Bu sayede girişimciler, hiçbir üretim zahmetine katlanmadan ve üretim sermayesine ihtiyaç duymadan pazara ürün sunabilirler.

Ortaklaşa üretim modeli, Kickstarter ve Indiegogo gibi ön satış kampanya platformları için de oldukça uygundur. Kickstarter, yaratıcı projelerin hayata geçmesine destek olmak amacıyla kurulmuş bir kitle fonlama platformudur. Proje sahipleri, fikirlerini bu platformda tanıtarak potansiyel destekçilerden finansman sağlamakta ve üretim sürecine geçmektedir. Indiegogo ise benzer şekilde yenilikçi projelerin desteklenmesini amaçlayan bir başka kitle fonlama platformudur. Ortaklaşa üretim projeleri, bu platformlarda başarıyla fonlanmakta ve daha sonra kendi web siteleri üzerinden satışlarına devam etmektedir.

Ortaklaşa üretim modeli, girişimcilerin ürünlerini düşük maliyetle pazara sunmalarına ve işletmelerini büyütmelerine olanak tanımaktadır. Bu model, girişimci sayısını arttırmakta ve girişimcilerin daha kolay şirketleşmesini ve ürünlerini piyasaya sürmesini sağlamaktadır. Ayrıca, bu modelin yaygınlaşması ülke ekonomisine de katkıda bulunacaktır. Girişimcilerin inovatif ve kişiselleştirilmiş ürünler sunmaları, tüketici taleplerine daha iyi cevap vermelerini sağlayacak ve pazarın çeşitliliğini arttıracaktır.

Sonuç olarak, ortaklaşa üretim modeli, girişimciliğin gelişmesine ve yaygınlaşmasına büyük katkı sağlamaktadır. Bu modelin sunduğu avantajlar, girişimcilerin yaratıcı fikirlerini hayata geçirmelerini kolaylaştırmakta ve ekonomik büyümeye olumlu etki yapmaktadır. Ortaklaşa retim modelinin yaygınlaşması, yenilikçi ürünlerin piyasaya sürülmesini teşvik edecek ve girişimcilik ekosistemini güçlendirecektir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez, ortaklaşa üretimin yaygınlaştırılmasının önemli avantajlarını ve faydalarını ortaya koymaktadır. Ortaklaşa üretim kavramının aşamaları belirlenerek bir model haline getirilecektir. Dijital fabrikasyon ve ortaklaşa üretim modeli, 3 boyutlu yazıcılar üzerinden incelenmiştir. Çalışma, nitel araştırma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, bu kapsamda literatür taraması, vaka incelemeleri ve kullanıcı deneyimleri üzerinde durulmuştur. Vaka incelemeleri kapsamında, ortaklaşa üretim modeli kullanılarak üretilen Bambulab firmasının mouse ve şarj standı gibi ürünleri, Edelkrone firmasının FlexTilt ürünü, Print+ firmasının kulaklıkları, Co Print'in Seri II ürün ailesi, Crocs firmasının terlikleri, Print a Kit firmasının basılabilir kitleri ve Kickstarter platformunda başlatılan kampanyalar incelenmiştir. Kullanıcı deneyimleri ise, herkese açık olarak paylaşılan Facebook gruplarındaki gönderiler, 3 boyutlu yazıcı forumları, GitHub projeleri ve YouTube videoları üzerinden elde edilmiştir. Araştırma, özellikle 3 boyutlu yazıcı teknolojilerine odaklanmış olup, diğer dijital fabrikasyon araçları (CNC FREZE, TORNA) kapsam dışı bırakılmıştır.

4. BULGULAR

Bu araştırmada, dijital fabrikasyon ve ortaklaşa üretim modelinin 3 boyutlu yazıcılar üzerinden incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular aşağıda sunulmaktadır. İnternet ortamında paylaşılan kullanıcı deneyimleri ve geri bildirimler ve vaka incelemeleri sonucunda 3 boyutlu yazıcı teknolojilerini kullanan bireylerin ve firmaların ortaklaşa üretim modeline dair olumlu bir bakış açısına sahip olduğı görölmüştür.

Ortaklaşa üretim modelini bilinçli veya bilinçsiz olarak kullanan kullanıcıların deneyimlerine erişmek amacıyla, 3 boyutlu yazıcı kullanan kullanıcıların yaygın olarak paylaşım yaptığı Facebook grupları, Twitter toplulukları, Reddit grupları ve Instagram sayfaları incelenmiştir. Ayrıca, vaka incelemeleri kapsamında ortaklaşa üretim modelini kullanan şirketlerin forum sayfalarındaki paylaşımlar analiz edilmiştir. Özellikle Maker World web sitesinin forum sayfası, kullanıcı deneyimleri ve geri bildirimler konusunda birçok vaka sunmuştur.

Bu incelemelerin sonucunda, 3D yazıcı teknolojilerini kullanan bireylerin ve firmaların ortaklaşa üretim modeline dair olumlu bir bakış açısına sahip oldukları görölmüştür. Vakaların büyük bir kısmında, kullanıcıların memnun kalmadıkları standart objelerin (örneğin klavyeler) yerine, ortaklaşa üretim modeliyle ürettikleri yeni ürünleri tercih ettikleri tespit edilmiştir. Bu aksiyonu gerçekleştiren kullanıcıların %80'i, ürettikleri ortaklaşa ürünleri kişiselleştirmeyi seçip kendilerine göre özelleştirmeler yapmaktadır.

Ortaklaşa üretim modeli, bu topluluklarda iki farklı süreç şeklinde uygulanmaktadır. İlk süreçte, kullanıcılar kendi aralarında ortaklaşa bir model geliştirirler. Bu süreçte bazı kullanıcılar tasarımı gerçekleştirir ve ürünün malzeme listesini hazırlayarak indirilebilir şekilde yayınlar. Ayrıca, evde üretilemeyecek komponentler için satın alınabilir üçüncü parti sitelerin linklerini sağlarlar.

İkinci süreçte ise, Bambulab gibi firmalar tüm komponentleri içeren ve profesyonelce hazırlanmış basılabilir modeller sunar. Bu modeller, kapsamlı bir

şekilde dökümanite edilmiş olup, kit içerisindeki basılamayan malzemelere kolaylıkla tek seferde ulaşmak mümkündür.

Bu iki süreç arasında kullanıcı davranışlarına bakıldığında, kullanıcıların %70 oranla firmaların sağladığı ortaklaşa üretim kitlerine yöneldiği görülmektedir. Bunun sebebi, kullanıcıların firmalara olan güveni ve ortaklaşa üretim ürününü daha kolay ve garanti şekilde tamamlayabileceklerine olan inançlarıdır. Bu yöntem, kullanıcılar tarafından çok daha az zahmetli ve garanti bir ürün olarak görülmektedir.

Ayrıca, firmalar çeşitli yarışmalar düzenleyerek bu tarz kitler için üçüncü parti tasarımcılara varyasyonlar ürettirmekte ve bu varyasyonlar kiti satın alan kullanıcılar tarafından kullanılabilir hale gelmektedir. Bu da ürünün binlerce varyasyona sahip olmasına olanak tanımaktadır.

Modelin tarihsel olarak başlangıcından bugün 2024'te geldiği konumuna kullanıcı davranışları olarak bakıldığında kullanıcıdan kullanıcıya şeklinde ortaklaşan üretimin üreticiden kullanıcıya doğru hızlı bir şekilde ilerlediği görülmektedir.

Son kullanıcı ürünlerinde kişiselleştirme ve özelleştirme kavramlarının yaygınlaşmasının, ortaklaşa üretim modelinin gerekliliğini ve önemini artırdığı gözlemlenmiştir. Kullanıcılar, ürünlerin kendilerine özgü ve ihtiyaçlarına uygun olmasını istemektedir. Bu talepler, ortaklaşa üretim modelinin sunduğu esneklik ve katılımcı tasarım süreçleriyle karşılanmaktadır. Kişiselleştirme, kullanıcıların ürünleri sadece satın almakla kalmayıp, aynı zamanda üretim süreçlerine aktif olarak katılmalarına olanak tanımaktadır. Ortaklaşa üretim modeli, bireylerin kendi tasarımlarını yapmalarına, başkalarının tasarımlarını kullanmalarına veya mevcut tasarımları kişisel ihtiyaçlarına göre özelleştirmelerine imkân verir. Bu model, kullanıcıların yaratıcılıklarını ve teknik becerilerini geliştirirken, aynı zamanda daha tatmin edici ve kişisel bağ kurdukları ürünlere sahip olmalarını sağlamaktadır. Sonuç olarak, kişiselleştirme ve özelleştirme talepleri, ortaklaşa üretim modelinin yaygınlaşmasına ve kullanıcılar arasında benimsenmesine büyük katkı sağlamaktadır.

Ortaklaşa üretim modeli ile ilgili literatür incelendiğinde, modelin temel adımlarını ve parametrelerini ayrıntılı olarak ele alan çalışmaların yetersiz olduğu görülmüştür. Bu eksiklik, kullanıcıların ve firmaların ortaklaşa üretim modelini duymuş olsalar bile uygulamamalarına ve modelin yaygınlaşmasına engel teşkil etmektedir. Literatürdeki bu boşluk, ortaklaşa üretim modelinin potansiyelinin tam

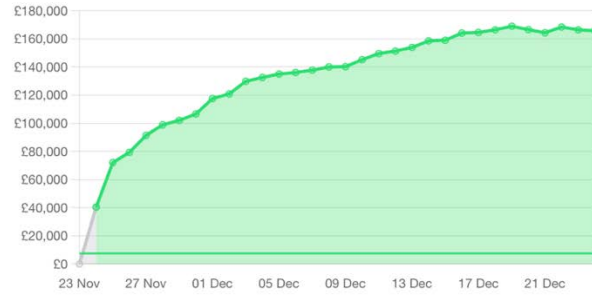
olarak anlaşılmasını ve benimsenmesini zorlaştırmakta, dolayısıyla modelin geniş kitlelerce kullanılmasının önünde bir engel oluşturmaktadır. Bu durum, modelin pratikte uygulanabilirliğini ve etkinliğini artırmak için daha fazla araştırma ve sistematik çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, ortaklaşa üretim modelinin uygulama adımları belirlenmiş, avantajları ve dezavantajları çıkarılmış ve model için uygun tasarım prensipleri anlatılmıştır. Bu sayede, literatürdeki boşluklar doldurulmaya çalışılmış ve modelin anlaşılması ve uygulanabilirliğinin artırılması amaçlanmıştır.

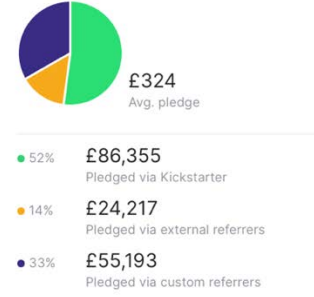
Bu bağlamda incelenen vakaların tümü, bu modelin maliyetleri düşürdüğünü ve ürün tasarımında esneklik sağladığını ortaya koymuştur. Özellikle kişiselleştirilmiş ürünler elde etme imkânı, günümüzde sektörde bulunan talebi karşılayarak büyük bir gelişme sağlamıştır. Ortaklaşa üretim modelinin, üretim süreçlerinde önemli ölçüde esneklik ve verimlilik sağladığı tespit edilmiştir. Firmalar, kullanıcıların evde üretim yapabilme kabiliyetini kullanarak, üretim süreçlerini hızlandırmış ve maliyetlerini düşürmüştür. En detaylı olarak araştırılan vakalardan biri Co Print firmasının ürünleridir.

Türkiye’de faaliyet gösteren bir donanım girişimi olan Co Print, ürünlerini pazara sunmak amacıyla iki Kickstarter kampanyası düzenlemiştir. Bu kampanyaların incelenmesi sonucunda, ortaklaşa üretim modelinin kullanılmadığı MFM (Multi Filament Modülü)’nün yalnızca bowden ilerletme mekanizmasına sahip yazıcılarla uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu ışığında ürünün pazarında bir sınırlamaya sahip olduğu görülmüştür. 3 boyutlu yazıcı sektöründe satın alma tercihlerinin direkt ilerletme mekanizmalı yazıcılara yönelmesi nedeniyle, MFM modülünün hedef kitlesi sınırlı kalmaktadır. İlk kampanya, 30 gün içerisinde 180.000 £ satış rakamına ulaşarak 511 kullanıcıya erişmiştir. Aşağıdaki 4.1 numaralı şekilde, ilk kampanyanın 30 günlük satış rakamları detaylandırılmaktadır.

Funding progress



Pledges



Şekil 4.1. Co Print İlk Kickstarter Kampanyası Satış Tablosu

Kaynak: (<https://www.kickstarter.com>)

MFM'nin uyumlu olduğu 3 boyutlu yazıcı sayısının artırılması ürünün satış rakamlarının genişlemesine, hedef pazarın büyümesine yol açacağı görülmüştür.

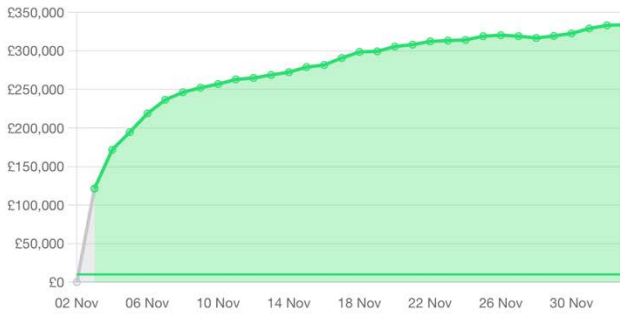
Sektörü yakından takip eden ve kullanıcı ihtiyaçlarını gözlemleyen firmanın ikinci kampanyasında, Seri II ürün ailesi önemli yenilikler ve oyun değiştirici özellikler sunmuştur. Bu yeniliklerin yanı sıra, ürünlerin uyumlu olduğu yazıcı sayısı, ilerletme mekanizması, yazıcının mekanik sistemi veya işletim yazılımı fark etmeksizin çok genişletilmiştir ve neredeyse tüm yazıcılarla uyumlu hale getirilmiştir.



Şekil 4.2. Co Print Ortaklaşa Üretim Mekanik Uyumluluk Parçaları

Bu uyumluluğu sağlamanın önemli bir parçası, piyasada bulunan birçok farklı mekanik yapıdaki 3 boyutlu yazıcıya Seri II ürün ailesi içerisinde yer baskı kafasını takabilmek için uyumlu parçaların eklenebilmesidir. Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, üç farklı 3 boyutlu yazıcı mekaniği için üç farklı bağlantı parçası gerekmektedir. Bu bağlantı parçalarının geleneksel üretim yöntemleri kullanılarak üretilmesinin, her bir farklı tip için ayrı enjeksiyon kalıplarının oluşturulmasını gerektirdiği görülmüştür. Piyasada, şekildeki bu üç örnek gibi yüzlerce farklı tasarım gerektiren yapı bulunmaktadır. Bu durumun, geleneksel üretim yöntemleri kullanılarak tüm yazıcılara uyumluluk sağlanmasını çok yüksek maliyetli ve neredeyse imkânsız hale getirdiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda, firmanın ortaklaşa üretim modelini kullanmayı tercih ettiği gözlemlenmiştir. Firma, kullanıcılara farklı 3 boyutlu yazıcılar için uyumlu basılabilir dosyalar sunarak uyumluluğu artırmıştır. Bu yaklaşımın, maliyetleri düşürdüğü ve kullanıcıların ihtiyaçlarına hızlı ve esnek çözümler sunduğu belirlenmiştir. Ortaklaşa üretim modelinin kullanımı ve sağladığı başarı, aşağıda bulunan tabloda yer alan ikinci kampanyanın metriklerinde net bir şekilde görülmektedir.

Funding progress



Pledges



Şekil 4.3. Co Print İkinci Kickstarter Kampanyası Satış Tablosu

Kaynak: (<https://www.kickstarter.com>)

Şekil 4.3’de yer alan metriklerde firmanın 30 gün içerisinde 350.000 Pound’un üzerinde satış gerçekleştirdiği görülmektedir.

Araştırma sırasında, kullanıcıların 3 boyutlu yazıcılarla üretim yaparken yaşadıkları zorlukların, uygun yazılımlar ve rehberlik ile büyük ölçüde giderilebileceği görülmüştür. Kullanıcıların üretim süreçlerini kolaylaştıran ve hata yapmalarını

engelleyen yazılımlar, ortaklaşa üretim modelinin başarısını arttıracak kanısına varılmıştır. Bu yazılımlar, kullanıcıların ürünleri kişiselleştirmesine, üretim ayarlarını yapmasına ve gerekli dokümantasyonlara erişmesine olanak tanıyacaktır. Ortaklaşa üretim modelinin avantajları arasında maliyetlerin düşmesi, üretim süreçlerinin hızlanması, ürün tasarımında esneklik ve kullanıcı memnuniyetinin artması yer almaktadır. Bununla birlikte, bu modelin uygulanmasında bazı dezavantajlar da tespit edilmiştir. Kullanıcıların yeterli teknik bilgiye sahip olmaması durumunda, üretim süreçlerinde hatalar meydana gelebilmektedir. Ayrıca, bazı kullanıcılar, 3 boyutlu yazıcı teknolojilerine erişimde zorluklar yaşamaktadır. Potansiyel Kullanım Alanları ve Gelecek Trendler Araştırma bulgularına göre, ortaklaşa üretim modeli, birçok farklı endüstride ve ürün tasarımı süreçlerinde kullanılabilir. Özellikle sağlık, mimarlık, eğitim ve sanatsal alanlarda bu modelin geniş bir uygulama potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Gelecek yıllarda, 3 boyutlu yazıcı teknolojilerinin ve dijital üretim araçlarının gelişmesiyle birlikte, ortaklaşa üretim modelinin daha da yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Ortaklaşa üretim modelinin, sürdürülebilirlik ve ekonomik açıdan da olumlu etkiler sağladığı tespit edilmiştir. Bu model, üretim atıklarını azaltmakta ve geri dönüşüme katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yerel üretimi teşvik ederek, lojistik maliyetlerini düşürmekte ve karbon ayak izini azaltmaktadır. Bu bulgular, ortaklaşa üretim modelinin dijital fabrikasyon alanında önemli bir yenilik olduğunu ve gelecekte daha geniş bir uygulama alanı bulacağını göstermektedir.

5. SONUÇ

Ortaklaşa üretim kavramı, temel parametreleri ve aşamaları net bir şekilde belirlenerek bir model haline getirilmiştir. Bu modelin avantajları ve dezavantajları, mevcut piyasa örnekleri üzerinden detaylı bir şekilde incelenmiş ve analiz edilmiştir. 2024 yılı itibarıyla ortaklaşa üretim modelinin günümüzdeki kullanım alanları araştırılmış, ayrıca gelecekteki potansiyel kullanım alanlarına dair öngörülerde bulunulmuştur. Ortaklaşa üretimle üretilen ürünlerin kalitesini iyileştirebilecek faktörler de belirlenmiş ve bu faktörlerin uygulanabilirliği ele alınmıştır. Ortaklaşa üretim modelinin henüz doğuş aşamasında olup sınırlı bir kullanım alanına sahip olduğu tespit edilmiştir. Modelin daha çok bilgisayar bileşenleri, elektronik ürünler, aksesuarlar, hobi malzemeleri ve çekim ekipmanları gibi alanlarda kullanıldığı gözlemlenmiştir. Ortaklaşa üretim modelini tercih eden müşteri kitlesinin genellikle maker kültüründen gelen, teknoloji ile yakından ilgilenen ve GitHub gibi topluluk projelerini destekleyen kullanıcılar olduğu belirlenmiştir. Bu kullanıcı kitlesi, teknoloji ve yenilikleri önden takip eden, aynı zamanda kendi üretim süreçlerine katılmaktan keyif alan bireylerden oluşmaktadır.

Ortaklaşa üretim modelinin tasarım prensiplerini değiştirmeye başladığı ve generative design gibi yenilikçi teknolojilerin üretim engellerini aza indirerek daha fazla kullanılmasına imkân tanıdığı görülmüştür. Bu teknolojiler, tasarım sürecinde daha esnek ve yaratıcı çözümler sunarak, kullanıcıların kendi ihtiyaçlarına uygun ürünler geliştirmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, bu modelle üretilen ürünlerin eklemeli imalata uygun olması gerektiğinden ve eklemeli imalatın diğer üretim yöntemlerine kıyasla sınırlamalarının az olması nedeniyle daha amorf formlarda ürünlerin üretileceği öngörülmüştür. Eklemeli imalat teknolojileri, karmaşık geometrilere sahip ürünlerin üretimini mümkün kılarak, tasarımcıların daha özgür çalışmasına olanak tanıyacaktır. Böylelikle piyasaya çıkacak ürünler benzersiz ve günümüzdeki ürünlerden farklı formlarda karşımıza çıkacaktır.

Ortaklaşa üretilen ürünlerin kalitesinin belirleyici faktörlerinden birinin, 3 boyutlu baskıya uygun tasarım yapılması ve bu yöntemle uygun prensiplerin kullanılması olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, tasarımları iyileştirecek yöntemler belirlenmiştir. Örneğin, doğru malzeme seçimi, baskı parametrelerinin optimize edilmesi ve tasarımın üretim sonrası işlemlere uygun olması, ürün kalitesini artıran önemli unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Ortaklaşa üretim modeli, piyasada bulunan ürünlerin çeşitliliğini kısa sürede artırabilecek etkili bir yöntemdir. Bu model, üreticiler için üretim maliyetlerini ve kullanıcılar için ürüne erişim maliyetlerini düşürmek adına kullanılacak ve yaygınlaşarak herkes tarafından bilinen bir model haline gelecektir. Bu modeli kullanan firmaların %80'inin yeni kurulmuş ve ürünleri piyasaya çıkartırken kitlesel fonlama platformlarını kullanmış startuplar olduğu gözlemlenmiştir. Bu şirketlerin gerçekleştirdiği kampanyalarda ortaklaşa üretim modelini kullanmaları, başarılarını artırmış ve piyasaya ürün sürmeyi kolaylaştırmıştır. Bu da modelin girişimcilik ile yakından ilişkili olduğunu ve girişimciliği desteklediğini göstermektedir. Donanım girişimi gerçekleştirmeye çalışan girişimciler, sınırlı bütçelerini en verimli şekilde kullanmak ve en kısa sürede pazara ürün sunabilmek adına ortaklaşa üretim modelini benimsemelidir. Bu model, girişimcilerin yenilikçi fikirlerini hayata geçirmelerini kolaylaştırmakta ve piyasada rekabet avantajı elde etmelerine yardımcı olmaktadır.

Bu girişimlerden biri olan Co Print, ortaklaşa üretim modelini kullanarak gerçekleştirdiği ürünleriyle bir önceki ortaklaşa üretim modeli kullanmadığı kampanyasına kıyasla 30 gün içinde 350.000 £ satış rakamına ulaşmış ve müşteri kitlesini %97.06 oranında artırarak 1007 kullanıcıya erişmiştir. Ortaklaşa üretim modeli, kullanıcı kitlesinin genişlemesine ve hedef pazarın büyümesine olumlu etki yapmıştır. Aynı zamanda, firma pazar payını genişletirken ek bir üretim maliyetiyle de karşılaşmamıştır. Uyumluluk sağlamak için gerekli olan parçaların üretimi kullanıcılar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Kullanıcıların ortaklaşa üretim modelini kullanırken yaşayabilecekleri zorlukların ve 3 boyutlu yazıcılarla üretim yeteneklerinin yetersiz olmasından kaynaklanabilecek başarısızlıkların önüne geçmek için bir ortaklaşa üretim süreci yönetim yazılımı geliştirilmelidir. Bu yazılım, bir e-ticaret sistemi altyapısı gibi çalışacaktır. Kullanıcıların ürünü satın almasından itibaren, ürünün kişiselleştirilmesi, varyasyonlarının seçilmesi, yazıcıya uygun üretim ayarlarının yapılması ve üretim

süreçlerini dokümantasyonlar ve rehberler eşliğinde yönlendiren bir sihirbaz sunulmalıdır.

Böylece kullanıcılar, 3 boyutlu yazıcı kullanma yetisine sahip olmasalar bile ortaklaşa üretim modelini rahatlıkla kullanabilirler. Yazılım, kullanıcıları adım adım yönlendirerek süreç boyunca destek sağlayacak ve olası hataları en aza indirecektir. Yönetim yazılımı ortaklaşa üretim modelinin kullanımını yaygınlaştıracaktır.

Ortaklaşa üretim modeline uygun tasarımlar gerçekleştiren yeni bir meslek dalı oluşacak ve bu alanda çalışan profesyonellerin sayısı artacaktır. Endüstriyel tasarım alanında "Dijital Ürün Tasarımcısı" adıyla bir alt dalın oluşacağı ve bu profesyonellerin ortaklaşa üretim amacıyla ürünler geliştireceği öngörülmektedir. Bu yeni meslek dalı, kullanıcıların özelleştirilmiş ve kişiselleştirilmiş ürünlere olan taleplerine cevap verecek ve ortaklaşa üretim modelinin yaygınlaşmasına önemli katkılarda bulunacaktır.

Sonuç olarak, ortaklaşa üretim modeli, yenilikçiliği teşvik eden ve maliyet etkin çözümler sunan bir yaklaşım olarak hem girişimciler hem de kullanıcılar için önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu modelin yaygınlaşması, genel olarak endüstrinin daha esnek ve kullanıcı odaklı bir yapıya dönüşmesini sağlayacaktır. Ayrıca, ortaklaşa üretim modeli, tedarik zinciri üzerindeki baskıyı azaltarak, daha sürdürülebilir ve verimli bir üretim ekosistemi oluşturacaktır.

Bu çalışmanın bulguları, ortaklaşa üretim modelinin aşamaları ve yöntemlerini belirleyerek, potansiyelini vurgulamakta ve gelecekteki araştırmalar ve uygulamalar için temel oluşturmaktadır. Ortaklaşa üretim modelinin daha geniş bir kabul görmesiyle, endüstrideki yenilik ve sürdürülebilirlik çabalarına önemli katkılarda bulunulabilir. Bu nedenle, ortaklaşa üretim modelinin daha fazla araştırılması ve uygulanması, endüstriyel ve ekolojik dönüşüm için önemli bir adım olacaktır.

Ek olarak, ortaklaşa üretim modelinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, kullanıcıların bu modele uyum sağlamalarını kolaylaştıracak eğitim programları ve destek mekanizmaları geliştirilmelidir. Kullanıcıların, 3 boyutlu yazıcı ve diğer eklemeli imalat teknolojileri konusunda bilinçlenmesi ve bu teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilmesi için rehberlik sağlanmalıdır. Ayrıca, ortaklaşa üretim sürecinde karşılaşılan zorlukların aşılmasına yardımcı olacak yazılımlar oluşturulmalıdır.

Ortaklaşa üretim modeli, gelecekte daha geniş bir yelpazede sektörlerle yayılacak ve kullanıcıların ihtiyaçlarına daha iyi cevap verecek şekilde evrilecektir. Bu modelin benimsenmesi, endüstriyel üretimde yeni bir dönemin başlangıcını işaret etmektedir. Kullanıcılar, kendi ürünlerini tasarlayarak ve üreterek, daha tatmin edici ve kişisel bir alışveriş deneyimi yaşayacaklardır. Aynı zamanda, üreticiler, müşterilerinin taleplerine daha hızlı ve esnek bir şekilde cevap verebileceklerdir.



KAYNAKLAR

- 3D Printer Buying Guide.** (2024, 05 27). 3Deometry: <https://3deometry.com/blog/3d-printer-buying-guide/> adresinden alındı
- A. Ramya, S. I.** (2016). 3D PRINTING TECHNOLOGIES IN VARIOUS APPLICATIONS. IAEME Publication.
- Abdus Subhan, M. S.** (2020). Design, Development and Simulation of CNC Plasma (or Oxy-Fuel) Cutting Gantry. International Journal of Research in Engineering, Science and Management, 422-425.
- About Cults.** (2024). cults3d: <https://cults3d.com/en/cults> adresinden alındı
- About Thingiverse.** (2024, 5 21). Thingiverse: <https://www.thingiverse.com/about> adresinden alındı
- About Us Prusa.** (2024). Printables: https://www.prusa3d.com/en/page/about-us_77/?query=%3F_gl%3D1*2tni7i*_ga*MTgxOTA1NDg2Mi4xNzE2MzIyMDk0*_ga_3HK7B7RT5V*MTcxNjMyMjA5NC4xLjEuMTcxNjMyMjA5OC41OS4wLjA. adresinden alındı
- Amridesvar, S.** (2020). Modeling phase distribution in build platform for better printing in FDM machine. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- BambuLab Store.** (2024, 05 27). BambuLab: <https://store.bambulab.com/collections/makers-supply> adresinden alındı
- Benedict, G. F.** (2017). Nontraditional Manufacturing Processes. CRC Press, 20-25.
- Bourell, D. L.** (2020). Introduction to Additive Manufacturing. 3 - 10.
- Co Print Seri II Ürün Ailesi Kickstarter Kampanyası.** (2024, Mayıs 24). Kickstarter: https://www.kickstarter.com/projects/coprint3d/chromapad-worlds-first-multi-filament-3d-printing-pad?ref=user_menu adresinden alındı
- CoreXY Configuration.** (2024, 05 27). ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/CoreXY-configuration-red-line-and-blue-line-are-used-to-differentiate-the-two-different_fig10_334546324 adresinden alındı
- Daya, T.** (2017). Facilitating Sustainable Material Decisions: A Case Study of 3D Printing Materials. University of California.
- Edelkrone FlexTilt.** (2024, 05 27). Edelkrone: <https://edelkrone.com/products/flextilt-head-3d> adresinden alındı

- Efe, A.** (2021). Yapay Zekâ ve Endüstri 4.0 İlişkisinin Siber Güvenlik Perspektifinden Analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 123 - 143.
- Evans, B.** (2012). Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing. 5-7.
- Fabrizio Fina, A. G.** (2017, May). Selective laser sintering (SLS) 3D printing of medicines. International Journal of Pharmaceutics(529), s. 285-293.
- FDM Printing.** (2024, 05 27). Jakmachinery: <https://jakmachinery.com/how-fdm-3d-printing-works/> adresinden alındı
- Fina, F.** (2019). Fused deposition modeling (FDM) 3D printing of oral modified release dosage forms.
- Foster, G. M.** (1944). Primitive and Machine-Age Productivity: Attitudes and Practice. The American Journal of Economics and Sociology, 583-598.
- G Büyüközkan, Z. V.** (2008). Yeşil tedarik zinciri yönetimi. Lojistik Dergisi, 6-7.
- Generative Design.** (2024, 05 27). NG Engineering: <https://www.ng.engineering/de/detail/generative-design.html> adresinden alındı
- Gonçaves, B.** (2023). The Turing Test Argument. Taylor & Francis, 10-15.
- Griffey, J.** (2017). Types of Filaments for FDM Printing. American Library Association.
- Hossam Kadry, S. W.** (2019). Digital light processing (DLP) 3D-printing technology and photoreactive polymers in fabrication of modified-release tablets. European Journal of Pharmaceutical Sciences, 60-67.
- Hughes, A. C.** (2000). System, Experts and Computers. 42-50.
- Hynynen, D. J.** (1992). Using artificial intelligence technologies in production management. Computers in Industry, 21-35.
- İlhan Tarımer, E. Y.** (2019). 3 Boyutlu Kartezyen Tipli Yazıcının Tasarım ve Üretimi. International Congress on Human- Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications.
- İsmail AKTİTİZ, K. A.** (2020). Stereolitografi (SLA) Tekniği ile Basılan 3 Boyutlu Polimer Yapılarda İkincil Kütleme Süresinin Mekanik Özelliklere Etkisi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi.
- Jandyal, A.** (2022). 3D printing – A review of processes, materials and applications in industry 4.0. Sustainable Operations and Computers, 33-42.
- Jibbitz™ Charms Accessories.** (2024, 05 27). Crocs: <https://www.crocs.com/c/jibbitz> adresinden alındı
- Kıvılcımlı, H.** (1974). Üretim Nedir? Derleniş Yayınları, 17-19.
- Kamali, N.** (2002). Mass Customization: on-line Consumer Involvement in Product Design . Journal of Computer-Mediated Communication, 1-15.

- Karabacak, P.** (2021). 1851 Yılı ve Sanayi Devrimi Sonrası Endüstride Seri Üretim Bağlamında Tasarımın Rolü. STAR Sanat ve Tasarım Araştırmaları Dergisi, 31-39.
- Karkun, M. S.** (2022). 3D Printing Technology in Aerospace Industry – A Review. 1-6.
- Karmjit Singh, I. A.** (2018). A Computer-Aided Sustainable Modelling and Optimization Analysis of CNC Milling and Turning Processes. 10-20.
- Kaufui V. Wong, A. H.** (2012). A Review of Additive Manufacturing. International Scholarly Research Network.
- Keyes, R. W.** (2009). Physics, and transistors in computers. 647-651.
- Kickstarter Co Print Multi Filament Module.** (2024, Mayıs 24). Kickstarter: https://www.kickstarter.com/projects/coprint3d/co-print-multi-filament-module-for-all-bowden-3d-printer?ref=user_menu adresinden alındı
- Koray ÖZSOY, B. D.** (2017). EKLEMELİ İMALAT (3 BOYUTLU BASKI) TEKNOLOJİLERİNİN EĞİTİMDE KULLANILABİLİRLİĞİ. INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY.
- Möller, D. P.** (2016). Digital Manufacturing/Industry 4.0. Guide to Computing Fundamentals in Cyber-Physical Systems , 307–375.
- Maker World About Us.** (2024, 5 21). Maker World: <https://makerworld.com/> adresinden alındı
- Maznah Iliyas Ahmad, Y. S.** (2021). A case study: monitoring and inspection based on IoT for milling process. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 1305-1315.
- Michael R. Betker, J. S.** (2002). The history of the microprocessor. Bell Labs Technical Journal, 215-226.
- Min Xu, J. M.** (2018). The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. International Journal of Financial Research, 91-95.
- Ming Li, W. D.** (2020). Metal Binder Jetting Additive Manufacturing: A Literature Review. Journal of Manufacturing Science and Engineering.
- Mishra, A.** (2021). Effect and Use of 3D Printers Technologies. Advances in Mechanical Engineering, 147-155.
- Morley, D.** (1998). Introduction to the World Wide Web and Web Pages. Dryden Press, 15-20.
- Mustafa AYDIN, B. G.** (2018). DİKEY EKSTRÜZYON (FİLAMANT) SİSTEMİ TASARIM VE PROTOTİP İMALATI. INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY, 1-10.
- Nicholas Metropolis J. Howlett, G.-C. R.** (1980). A History of Computing in the Twentieth Century. 1-50.

- Noorani, R.** (2018). 3D Printing Technology, Applications, and Selection. Loyola Marymount University.
- Ozan, E.** (2014). KİŞİSELLEŞTİRME YOLUYLA KULLANICILARI TASARIM SÜRECİNDE ETKİN KILAN YÖNTEM VE YAKLAŞIMLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN ÜRÜN TASARIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ. UTAK Ulusal Tasarım Araştırmaları Konferansı, 157-172.
- Prakash N. Parmar, N. C.** (2014). Investigation on Automation of Lathe Machine. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering.
- Print + DIY Heatphones.** (2024, 05 27). Print Plud: <https://www.print.plus> adresinden alındı
- RepRap Wiki.** (2023). RepRap.org: <https://reprap.org/wiki/RepRap> adresinden alındı
- Rincón-Guevara, O.** (2021). VALUE OF PERSONALIZATION: AN INTEGRATED PRODUCT DESIGN AND MANUFACTURING SYSTEMS APPROACH. 23.
- Romulo G. Lins, B. G.** (2017). A novel methodology for retrofitting CNC machines based on the context of industry 4.0. 10-20.
- Ruben Bayu Kristiawan, F. I.** (2021). A review on the fused deposition modeling (FDM) 3D printing: Filament processing, materials, and printing parameters. Open Engineering.
- Sahlins, M. D.** (1960). Production, Distribution and Power in a Primitive Society. University of Pennsylvania Press , 22-24.
- Saxena, A.** (2016). A Comprehensive Study on 3D Printing Technology. Moradabad Institute of Technology.
- Sergey B. Egorov, A. V.** (2016). Modern Digital Manufacturing Technical Support Centers. 2213-2225.
- Sinan SÖNMEZ, U. K.** (2022). 3 BOYUTLU YAZICILAR. 6. ULUSLARARASI MATBAA TEKNOLOJİLERİ SEMPOZYUMU, s. 950-955.
- Terzi, A.** (2021). ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE ÜRETİM MALİYETLERİNDE MEYDANA GELMESİ BEKLENEN ETKİLER ÜZERİNE BİR İNCELEME. Journal of Accounting and Taxation Studies, 837-872.
- Thirunahary Swetham, K. M.** (2017). A Critical Review on of 3D Printing Materials and Details of Materials used in FDM. IJSRSET.
- Thomas Haigh, M. P.** (2016). ENIAC in Action: Making and Remaking the Modern Computer. 17.
- Tran Thanh Tung, N. X.** (2021). DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A MINI CNC MILLING MACHINE. Acta Marisiensis. SeriaTechnologica.
- What is the sls?** (2024). Hubs: <https://www.hubs.com/knowledge-base/what-is-sls-3d-printing/> adresinden alındı

Wolinsky, A. (2000). The History of the Internet and the World Wide Web. Enslow Publishing, LLC, 15-25.

Xiaochuan Dai, R. V.-H. (tarih yok). Modularized Field-Effect Transistor Biosensors. Department of Biomedical Engineering, Tufts University.

Yıldıran, M. (2016). Üç Boyutlu Yazıcılarla Moda Ürünlerinde Kitlesel Kişiselleştirme. 30-35.



ÖZGEÇMİŞ



TASARIMCI

Furkan Güneş

Ben Furkan Güneş, Haliç Üniversitesi'nde Endüstriyel Tasarım alanında Yüksek Lisans Eğitimine devam etmekteyim. Endüstriyel tasarım ve grafik tasarım alanlarını birleştirerek multidisipliner bir çalışma yapısı sürdürmekteyim.

İŞ DENEYİMLERİ

2022- Halen

Endüstriyel Tasarımcı Co Print Mühendislik A.Ş. / İstanbul

Ürün tasarımlarının hayata geçirilmesi ve üretim süreçleri. Görselleştirme ve modelleme çalışmaları. Reklam ve pazarlama üzerine tasarımlar. Web Sitesi Ui & Ux tasarımları

2020-2021

Endüstriyel Tasarımcı Evsenin Mobilya / İstanbul

Tasarım departmanı altında üretilen ürünlerin görselleştirilmesi adına çalışmalar yaptım. Reklam kampanyalarının yürütülmesine yönelik çalışmalar yürüttüm.

2020- 26.03.2020

Endüstriyel Tasarımcı - Stajyer Yataş Grup / Ankara

Ar-ge departmanı altında üretime hazırlık ve teknik resim çıkarma. 5s, kaizen uygulamaları

03.10.2018 - 03.02.2019

Endüstriyel Tasarımcı - Stajyer Zen Mimarlık / Ankara

Görselleştirme departmanı altında mimari planların 3d programlarda modellenmesi üzerine çalıştım.

PROGRAM BİLGİSİ

Blender	●●●●●
Rhino	●●●●●
3Dsmax	●●●●●
Solidworks	●●●●●
Illustrator	●●●●●
Photoshop	●●●●●
After Effect	●●●●●
Premiere Pro	●●●●●
Figma	●●●●●
UI & UX	●●●●●

YABANCI DİL

İngilizce	●●●●●
Okuma	●●●●●
Konuşma	●●●●●

EĞİTİM DURUMU

2022 - Halen

Endüstriyel Tasarım Branşı

Haliç Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

Lisans Üstü Derecesi

2020-2022

Endüstriyel Tasarım

Haliç Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

Lisans Derecesi (Bölüm birinciliği 3.71 GNO)

2018 - 2020

Endüstriyel Tasarım

Gazi Üniversitesi

Ön Lisans Derecesi (3.61 GNO)

2014 - 2018

Grafik Tasarım

Tuncay Azaphan Anadolu

Meslek Lisesi

Lise