



ULUSLARARASI 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ
VE DİJİTAL ENDÜSTRİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING
TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY

ISSN:2602-3350 (Online)

URL: <https://dergipark.org.tr/ij3dptdi>

SALGIN DÖNEMİNDE 3B YAZICILAR İLE YÜZ KORUYUCU ÜRETİMİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

EVALUATIONS ON FACE SHIELD PRODUCTION WITH 3B PRINTERS IN THE EPIDEMIC PERIOD

Yazarlar (Authors): Ahmet Fatih YURAN^{ID*}, Hanne ASAROĞLU^{ID}, Selda ÇAKMAK^{ID}

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Yuran A.F, Asaroğlu H., Çakmak S. “Salgın Döneminde 3b Yazıcılar İle Yüz Koruyucu Üretimi Üzerine Değerlendirmeler” *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 4(3): 204-2015, (2020).

DOI:10.4651/ij3dptdi.770067

Araştırma Makale/ Research Article

Erişim Linki: (To link to this article): <https://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/archive>

SALGIN DÖNEMİNDE 3B YAZICILAR İLE YÜZ KORUYUCU ÜRETİMİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

Ahmet Fatih YURAN^a , Hanne ASAROĞLU^a , Selda ÇAKMAK^a 

^a Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Bölümü, TÜRKİYE

* Sorumlu Yazar: fatihyuran@aku.edu.tr

(Geliş/Received: 15.07.2020; Düzeltme/Revised: 28.09.2020; Kabul/Accepted: 04.11.2020)

ÖZ

Dünyanın her yerine hızlı bir şekilde yayılan COVID – 19 virüsü 12 Mart 2020 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından pandemi olarak kabul edilmiştir. Pandeminin başladığı andan itibaren kısa sürede 3B yazıcıları içeren çok sayıda proje önerilmiş ve kişisel koruyucu ekipmanlar üretilmiştir. 3B yazıcılar üretim teknolojileri açısından önemli bir inovasyon kaynağı haline gelmiştir. Eklemeli imalat olarak bilinen bu yeni teknoloji; ürünün 3B dijital model verilerini kullanarak, malzemelerin katmanlar halinde birbirine eklenerek istenen nesnelerin üretilmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. Çalışanları korumak amacı ile giyilen özel giysi ve ekipmanlar Kişisel Koruyucu Ekipman (KKE) olarak adlandırılmaktadır. Sağlık alanında en yaygın kullanılan KKE türleri; eldiven, önlük, maske/respiratörler, gözlükler ve yüz koruyuculardır. Yüz koruyucular; tükürük, toz ve benzeri partiküllerin yüze gelmesini engeller. Pandemi döneminde diğer koruyucu ekipmanlarda olduğu gibi yüz koruyucularda da tedarik sorunları yaşanmıştır. Bu sorunu gidermek için 3B yazıcılar öne çıkmıştır. Yüz koruyucular için çok sayıda açık kaynak tasarım geliştirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada 3B yazıcı ile yüz koruyucu üretimi üzerine genel değerlendirmeler bulunmaktadır. Açık kaynak olarak paylaşılan çok sayıdaki yüz koruyucu tasarımı incelenmiştir. Farklı yazıcılar kullanılarak üretilen bu yüz koruyucuların üretim süreleri karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda farklı 3B yazıcı türleri ve yazılımların yüz koruyucuların üretim süresine olan etkisi değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Covid – 19. Kişisel Koruyucu Ekipman. Yüz Koruyucu. 3B Yazıcı.

EVALUATIONS ON FACE SHIELD PRODUCTION WITH 3B PRINTERS IN THE EPIDEMIC PERIOD

ABSTRACT

The COVID – 19 virus, which spread rapidly all over the world, was accepted as a pandemic by the World Health Organization (WHO) on 12th March 2020. Since March, many projects including 3D printers were proposed in a short period of time like two months, medical device parts and personal protective equipment were produced. 3D printers have become an important source of innovation in terms of production technologies. This new technology known as additive manufacturing; It is defined as the process of producing desired objects by adding materials layer by layer using 3D digital model data of the product. Special clothing and equipment worn to protect health employees are called Personal Protective Equipment (PPE). The most widely used PPE types in the field of health are gloves, gowns, masks / respirators, glasses and face shields. Face shields; prevent particles, saliva, dust and similar small objects from coming to your face (eyes, mouth, nose). During the pandemic period, as with other protective equipment, there were supply problems in face shields. To solve this problem 3D printers can be efficient. Numerous open source designs and projects have been developed for face shields.

This study concerns on the production of face shields with 3D printer. Numerous face shield designs shared as open source have been examined. Produced using different printers, these face shields were

compared by time and quality. Also, the effects of different types of 3D printers and software on the production speed of face shields were evaluated.

Keywords: COVID – 19. Personal Protective Equipment. Face Shield. 3D Printer.

1. GİRİŞ

2019 yılının sonlarında Çin'in Wuhan şehrinde etyolojisi bilinmeyen pnömoni vakaları ile başlayan yeni tip COVID – 19 salgını ülkemizde de vakaların resmi olarak ilk kez 12 Mart 2020 tarihinde de görülmesi ile ülkemizde pek çok sayıda tedbirler alındı [1]. Virüsün yayılma hızına paralel olarak başta kişisel koruyucu ekipmanlar olmak üzere medikal cihazlar ve yedek parçalarının tedarik zincirlerinde aksamalar olmuştur [2]. Bu şartlar, araştırmacıların dikkatini ihtiyaç duyulan koruyucu ekipmanların 3B yazıcılar ile üretimine yönlendirmiştir [3].

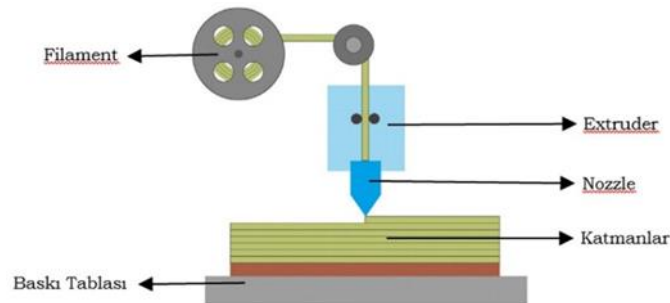
3B üretim; bilgisayar destekli tasarım (BDT) programları yardımıyla oluşturulmuş herhangi bir elektronik verinin bir yazıcı yardımıyla fiziksel olarak üretilmesi sürecidir. Bu süreçte geleneksel üretim araçları olan kalıp, tezgah, model ve benzeri araçlara ihtiyaç duyulmaz. Eklemeli imalat ya da 3B üretimde üst üste katmanlar halinde malzeme eklenerek istenen parça üretilir. 3B yazıcılar, dijital ortamda bulunan ürün dosyalarını kullanarak 3 boyutlu cisimlerin üretiminin gerçekleştirildiği yazıcılardır [4]. Farklı teknolojilere sahip 3B yazıcılar bulunsun da hepsi temel olarak aynı algoritmayı kullanarak üretim yapmaktadır.

Günümüzde genelde 3B yazıcılarda çıktı alınabilmesi için Stereolithography kelimesinin kısaltması olan STL dosyaları kullanılmaktadır [4]. 3B yazıcı ile üretim sürecinde üretilecek olan nesnenin bilgisayar destekli tasarım (BDT) programları yardımıyla 3B dijital modeli oluşturulur (Şekil 1). Daha sonra 3B model STL formatına dönüştürülür ve elde edilen STL dosyasından dilimleme yazılımları yardımıyla katmanlara ayrılır. Her bir katmana ait geometrik veriler içinde G-Code'ları içeren bir dosya ile 3B yazıcıya aktarılır ve üretim yapılır.



Şekil 1. 3B yazıcılar ile üretim süreci.

Fused Deposition Modelling (FDM) 3B yazıcılar ile fonksiyonel prototiplerin üretilebilmesi için çoğunlukla termoplastikler hammadde olarak kullanılmaktadır (Şekil 2). PLA, ABS ve Nylon termoplastikler istenen çaplarda tel hale getirilerek FDM yazıcılarda hammadde olarak kullanılabilir.



Şekil 2. FDM 3B yazıcı çalışma prensibi.

COVID – 19 nedeniyle bütün dünyada medikal ekipmanlara ve bu ekipmanlara ait sarf malzemeye olan ihtiyaç artmıştır [5]. COVID-19 pozitif bir hastaya müdahale sırasında kişisel koruyucu ekipman setinin kullanılması gerekmektedir [6]. Kişisel Koruyucu Ekipmanlar – KKE (Personal Protective

Equipment – PPE), kullanıcıya direk veya dolaylı olarak sağlık ve güvenlik sağlaması için tasarlanan donanım, alet veya cihaz olarak tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir.

Covid – 19 hasta bireylerin öksürmeleri, aksırmaları ile ortama saçılan damlacıkların solunması ile bulaşan bir hastalıktır [7]. Vizör, siperlik, yüz maskesi gibi isimlerle de anılan yüz koruyucular hastadan yayılacak olan damlacıkların yüz bölgesine gelmesini engelleyen ve sağlık personelinin en çok ihtiyaç duyduğu kişisel koruyucu ekipmanlardan bir tanesidir (Şekil 3). Yüz koruyucular ve gözlükler, COVID-19'dan korunabilmek için kullanılması gereken kişisel koruyucu ekipman setinin içindeki unsurlardan biridir [6]. Bu nedenle gözlük ve yüz koruyucular diğer koruyucu ekipmanlarla birlikte kullanılması önerilmektedir [6]. COVID-19 pozitif bir hastaya müdahale sırasında ideal koruma sağlanabilmesi için yüz koruyucu ile birlikte; maske [8], eldiven [9], önlük/kıyafet [10] ve gözlük [11] gibi standartlara uygun diğer ekipmanlara da ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 3. Kişisel koruyucu ekipman seti.

Yüz koruyucular salgın döneminde üzerinde en çok açık kaynak tasarım geliştirilen kişisel koruyucu ekipmandır [12]. Tüm dünyada çeşitli araştırmacılar 3B yazıcılar ile yüz koruyucu üretimi yapmış ve bunları sağlık çalışanlarına ücretsiz olarak sunmuştur. Ancak 3B yazıcılar ile kişisel koruyucu ekipman üretimi konusunda dikkat edilmesi gereken önemli hususlar vardır.

Birinci ve öncelikli husus 3B yazıcılar ile üretilen kişisel koruyucu ekipmanların sterilizasyonu özellikle salgın dönemlerinde çok daha önem kazanmaktadır. Yapılan çalışmalar COVID-19 virüsünün çeşitli yüzeylerde oldukça uzun süreler barınabildiğini göstermektedir [13]. Bu çalışmada sterilizasyon ile ilgili kaygılar dikkate alınmamıştır. İkinci önemli husus 3B yazıcıların üretim süresi ile ilgilidir. 3B yazıcılar doğası gereği seri üretim yöntemlerine göre üretim hızı oldukça düşük cihazlardır [14]. Yüz koruyuculara olan ihtiyaç dikkate alındığında 3B yazıcıların üretim hızı sorun oluşturmaktadır. 3B yazıcı ile yapılan üretimlerin hızını; üretilecek olan parçanın tasarımı, yazıcının türü, üretim parametreleri ve kullanılan dilimleyici yazılım etkilemektedir.

Bu çalışmada farklı yüz koruyucu tasarımlarının üretim hızları değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra üç farklı dilimleyici yazılım ve üç farklı tipteki yazıcı ile yüz koruyucu üretimleri yapılmış ve üretim hızları değerlendirilmiştir. Aynı zamanda farklı üretim parametrelerinin yüz koruyucuların üretim hızına olan etkisi incelenmiştir.

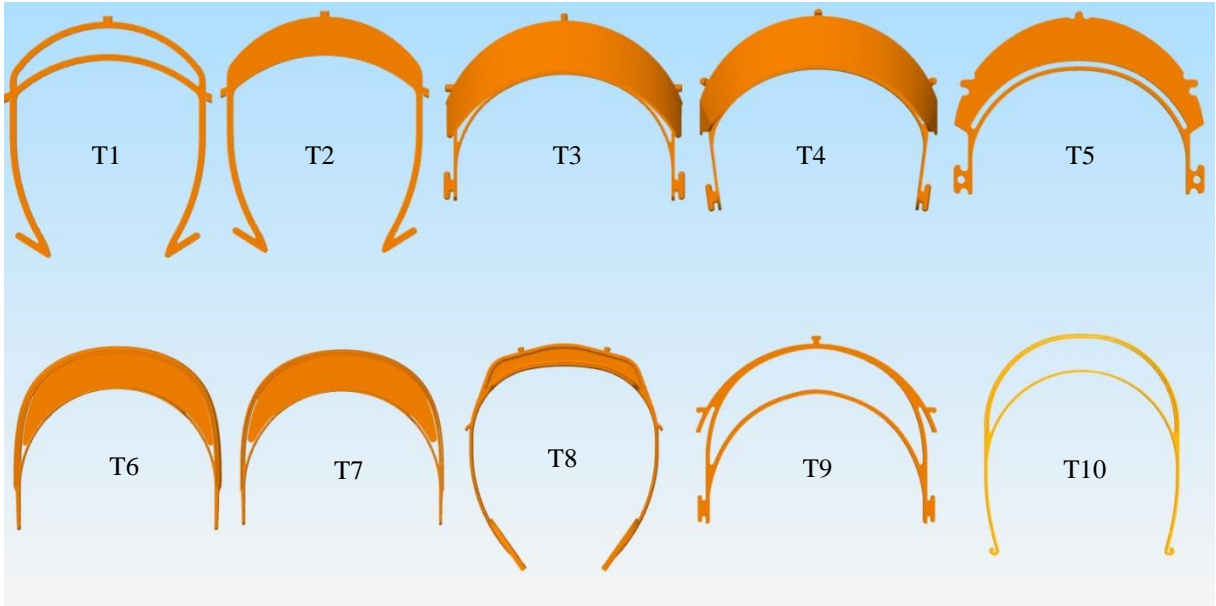
Kriz durumunda 3B yazıcılar ile yüz koruyucu üretimi popüler hale gelse de üretim sürelerinin uzun olması önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir çok araştırmacı pandemide kullanılmak üzere 3B yazıcılar ile üretilebilecek farklı yüz koruyucu tasarımı önermiştir [12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23]. Literatürde farklı koruyucu tasarımlarının kritiğinin yapıldığı her hangi bir çalışmayla

karşılaşılmamıştır. Mevcut tasarımlar tek tek değerlendirildiğinde kullanışlı çözümler sunmaktadırlar. Buna rağmen ihtiyaç duyulan yüz koruyucu sayısı düşünüldüğünde üretim süreleri bütün tasarımlar için sorun teşkil etmektedir. Bu çalışmada harcanan bütün çabaya rağmen en kısa sürede üretilen yüz koruyucunun en az 60 dakikada üretilmiştir. Kullanılan 3B yazıcı türü, dilimleyici yazılım, üretim parametreleri ve yüz koruyucunun tasarımı değiştirilse bile üretim süresi hala en büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın özgün değeri yüz koruyucuların üretim süreleri ile ilgili sorunları açıkça ortaya koymasındadır. Yüz koruyucu gibi tek tip bir ürünlerin kısa sürede çok sayıda üretilmesi gerektiğinde 3B yazıcılar üretim süresi açısından yetersiz kalmaktadır. Bu tip durumlarda 3B yazıcılar yerine geleneksel seri üretim yöntemlerinin tercih edilmesi daha avantajlı olacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışmada Kullanılan Yüz Koruyucu Tasarımları

Bu çalışmada kullanılan yüz koruyucu tasarımları internet üzerinde açık kaynak olarak paylaşılan modellerdir. Toplamda 10 farklı yüz koruyucu tasarımı incelenmiştir. Açık kaynak yüz koruyucu tasarımlarının internet üzerinde paylaşıldığı çeşitli web sayfaları bulunmaktadır. Bunların başında Thingiverse, GrabCAD gibi siteler gelmektedir. Bu sayfalarda genellikle 3B yazıcılar veya tasarım ile hobi olarak ilgilenen kullanıcıların paylaştığı yüz koruyucu tasarımları bulunmaktadır. Bunların haricinde ABD Sağlık ve İnsan Hizmetleri Bakanlığı'na bağlı National Institutes of Health 3B Print Exchange 3B yazıcı ile üretilebilecek yüz koruyucu tasarımları paylaşmıştır [15]. Bu platformlardan seçilen 10 adet yüz koruyucu tasarımı Şekil 4'te görülmektedir [12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23].



Şekil 4. Yüz koruyucu tasarımları [12, 15-23]

Bu yüz koruyucu tasarımları arasında modelleri genel yapı olarak birbirine oldukça yakındır. Geometrileri karmaşık değildir. Dolayısıyla basit yapıya sahip bu modellerin 3B yazıcılar ile üretimi oldukça kolaydır. Ancak T3 ve T4 modelleri diğer tasarımlardan biraz daha farklı yapıya sahiptir. Bu iki tasarımda kullanıcının saçlarının da korunması amaçlanmıştır. Bu nedenle bu iki yüz koruyucu tasarımının üst kısmında yaklaşık 60 mm civarında bir yükseklik bulunmaktadır. Bu yapı üretim süresini oldukça arttırmaktadır. Üretim süresinin yanı sıra bu tasarımın üretimi de diğer tasarımlara göre daha zor olmaktadır. Yapılan çalışmada ANET yazıcısında bu tasarımlar üretilirken bir kere hata ile karşılaşılmıştır. Ancak ikinci denemede üretim başarıya ulaşmıştır.

2.2. Çalışmada Kullanılan 3B Yazıcılar ve Yazılımlar

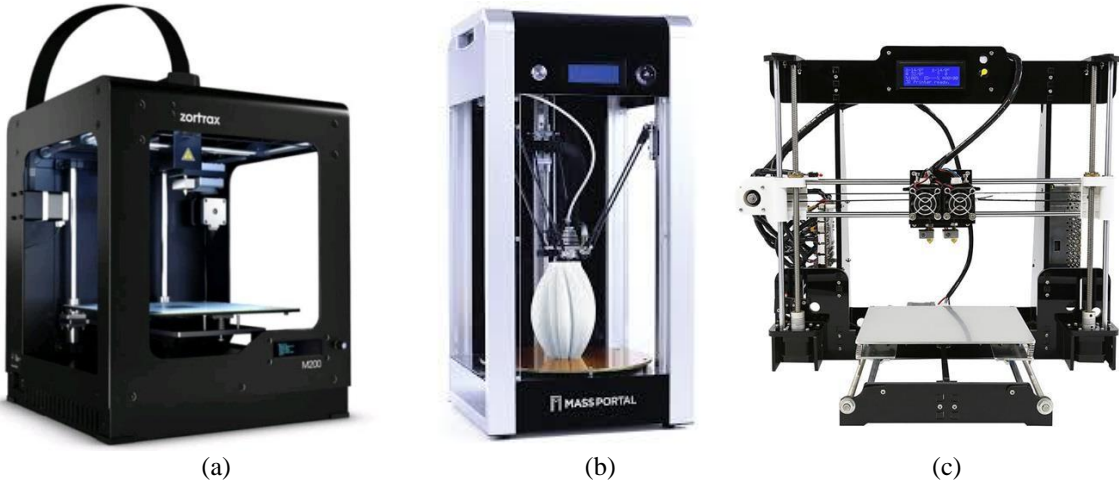
FDM 3B yazıcılar genel olarak benzer çalışma prensibine sahip olmasına rağmen eksenlerinin hareketine göre sınıflandırılabilir. Eksen hareketlerine göre kartezyen, delta ve corexy gibi çeşitleri bulunmaktadır [24]. Kartezyen yazıcılarda her eksen ayrı bir motor ile kontrol edilir. X ve Y eksenleri

Core XY denen hareket sistemine göre tahrik edilir, z eksenı genellikle tabla eksenidir ve yukarı aşağı hareket eder. Core XY yazıcılarda ise; X eksenı ve Y eksenindeki hareket kayışlar yardımıyla sağlanır. Ekstruder Z ekseninde hareket eder ve vidalı miller yardımıyla kontrol edilir. Delta yazıcılarda ise baskı tablası sabittir. Dolayısıyla bu yazıcılarda üretim üç farklı motorun eş güdümlü olarak istenen eksende hareketi ile sağlanır. Bu özelliği ile Delta yazıcılar, kartezyen ve core XY yazıcılara göre daha yüksek hızlarda üretim yapabilir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan yazıcıların özellikleri.

	Zortrax M200	Mass Portal Paraoh ED	Anet A8
Katman Kalınlığı (mm)	0.09 – 0.39	0.01–0.6	0.1-0.3
Tabla Boyutu (mm)	200x200x180	340x371x66	220x220x240
Nozzle Çapı (mm)	0.4	0.4	0.4
Filament Çapı (mm)	1.75	1.75	1.75
Baskı Hızı (mm/s)	100	300	100

Çalışmada Zortrax M200 (Core XY), Mass Portal Paraoh ED (Delta), Anet A8 (Kartezyen) olmak üzere 3 farklı tipte yazıcı kullanılmıştır (Şekil 5). Çalışmada kullanılan yazıcılar ile ilgili teknik özellikler Çizelge 1’de sunulmuştur. Her yazıcının kendine özgü dilimleyici yazılımı vardır. Bu çalışmada Zortrax M200 yazıcıda yapılan üretimler için Z – SUITE, Mass Portal yazıcıda yapılan üretimler için Simplify3D, Anet A8 yazıcıda yapılan üretimler için açık kaynak kodlu olan Repetier dilimleyici yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 5. a) Zortrax M200 b) Mass Portal Paraoh ED c) ANET A8.

2.3. Çalışmada Kullanılan Üretim Parametreleri

3B yazıcılar ile üretim yapılmadan önce, doluluk oranı, katman kalınlığı ve baskı hızı gibi çeşitli parametrelerin belirlenmesi gerekir. Bu parametreler üretimin hızını doğrudan etkiler. Doluluk oranı, üretilecek olan parçanın içini dolduracak olan malzeme oranıdır. Doluluk oranı ne kadar fazla ise ekstruder tabla üzerinde daha uzun süre hareket eder. Bu nedenle doluluk oranının fazla olması üretim süresini artırmaktadır. Katman kalınlığı ekstruder’ın z eksenindeki hareketi ile belirlenir. Katman kalınlığı ne kadar düşük seçilirse parça yüzey o kadar kaliteli olur ancak üretim süresi de o oranda artacaktır. Baskı hızı ise yazıcının motorlarının sahip olduğu özellikler ile ilgili bir parametredir. Baskı hızı artırıldığında yazıcıda bulunan motorların hızları artırılmış olur. Böylece ekstruder daha hızlı hareket eder ve üretim hızı düşürülür. Ancak eğer bu hız çok fazla artırılırsa üretim ile ilgili sorunlar yaşanacaktır. Dökülen eriyik filament miktarının kontrolü zorlaşacaktır. Aynı zamanda katmanlar henüz katılaşmadan üzerine yeni bir katman dökülecektir. Bu durum da parça kalitesini düşürecek ve hatta üretimin tamamlanamamasına sebebiyet verecektir. 3B yazıcılar için baskı hızları genellikle yazıcının üretici firması tarafından tavsiye edilmektedir.

Çalışmada yazıcıları üreten firmaların belirlediği baskı hızları standart olarak kabul edilmiş ve değiştirilmemiştir. Doluluk oranı her üretim için sabit kabul edilmiş ve %70 olarak ayarlanmıştır. Katman kalınlığı her bir yazıcı da her farklı yüz koruyucu tasarımı için sırasıyla; 0.09, 0.14 ve 0.19 mm olarak ayarlanmıştır. Her tasarım bütün yazıcılarda üç farklı katman kalınlığı parametresi ile üretilmiştir. Yüz koruyucuların üretim süresini etkileyen doluluk oranı ve katman kalınlığı gibi parametreler her üç yazılımda da aynı değerlerde seçilmiştir. Her üç dilimleyici yazılımın kendine özgü farklı takım yolu belirleme algoritmalarına sahiptir ve bu algoritmalar açık kaynak olarak sunulmamaktadır. Dolayısıyla üç yazılımda da farklı takım yollarının olmasını üretim hızını etkileyebilir. Ancak yine de bu durum çalışmanın sonucunu etkilememektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

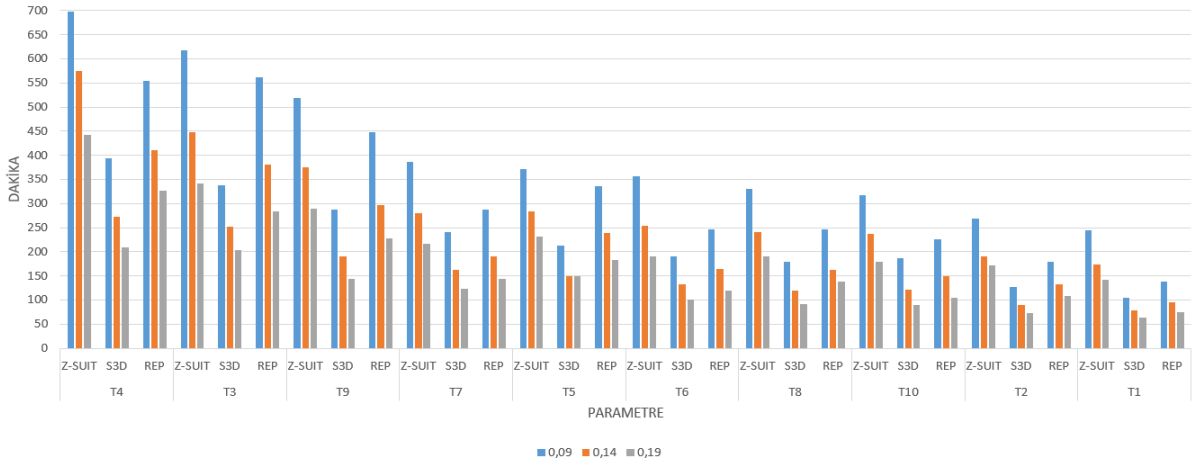
3.1. Katman Kalınlığının Üretim Süresine Etkisi

Çalışmada her bir yazıcıda 0.09, 0.14 ve 0.19 mm katman kalınlıklarında yüz koruyucuların üretim süreleri değerlendirilmiştir. Çizelge 2’de farklı katman kalınlıklarında farklı tasarımların üretim süreleri görülmektedir. Çizelgede Y ekseninde dakika olarak üretim süresini göstermektedir. Aynı çizelgenin X ekseninde ise çalışmada kullanılan farklı tasarımlar T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10 olarak gösterilmiştir.

Her bir tasarım Z – SUITE, Simplify3D ve Repetier olmak üzere üç farklı dilimleyici yazılım ile dilimlenmiştir. Bu dilimleyicilerin hepsi üretim süresine dair tahmini bir değer vermektedir. Çalışmada yazılımlardan elde edilen tahmini süreler ile 3B yazıcılar ile yapılan üretimlerin gerçekteki süreleri incelenmiştir. Yazılımların sunduğu tahmini süreler gerçek üretim süreleri ile birebir örtüşmese de yakın sonuçlar vermektedir.

Çizelgede görülebileceği üzere katman kalınlığı baskı süresini doğrudan etkilemektedir. Katman kalınlığı azaldıkça baskı süresi artmaktadır. Aynı zamanda farklı yazılımlar baskı süresini etkilemektedir. Bütün tasarımlar için Z – SUITE yazılımı en uzun baskı süresini verirken Simplify3D en kısa üretim süresini sağlamıştır.

Çizelge 2. Katman kalınlığına göre üretim süreleri.



Yüz koruyucular her bir üretim parametresi kullanılarak üç farklı yazıcıda üretimleri yapılmıştır ve kaliteleri karşılaştırılmıştır. Zortrax M200 yazıcısı kullanılarak üretilen yüz koruyucular en uzun sürede alınmasına rağmen en kaliteli üretimlerde yine bu yazıcıyla olmuştur. Mass Portal yazıcısı en kısa sürede üretim yapmasına rağmen Zortrax M200’e göre yüz koruyucuların kalitesi daha düşük olmuştur. Anet A8 yazıcısı ile yapılan üretimlerin kalitesi en düşük olmaktadır. Her üç yazıcıda yüz koruyucu üretimi için kullanılabileceği görülmüştür. Üretilen yüz koruyucular gerekli kaliteyi sağlamasına rağmen üretim süreleri açısından farklılıklar olduğu görülmektedir.

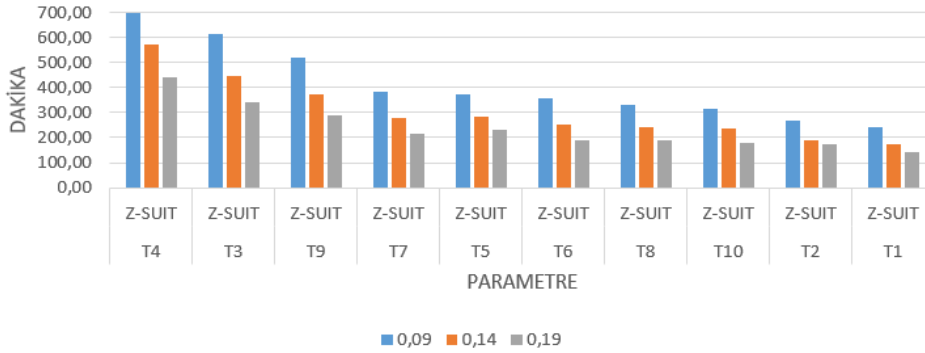
Farklı tasarımlar incelendiğinde T4 numaralı tasarım en uzun üretim süresini verirken T1 numaralı tasarım en kısa sürede üretilmiştir. Dolayısıyla üretim süresini etkileyen en önemli faktörlerden biri de

yüz koruyucuların tasarım özellikleri ile ilgilidir. Üretilen yüz koruyucu tasarımının geometrisi ne kadar büyük ve karmaşık ise üretim süresi o kadar uzun olmaktadır. Aynı zamanda karmaşık ve daha çok detay içeren yüz koruyucuların üretimi zorlaştırmaktadır.

3.2. Farklı Yazıcı ve Yazılımların Üretim Süresine Etkisi

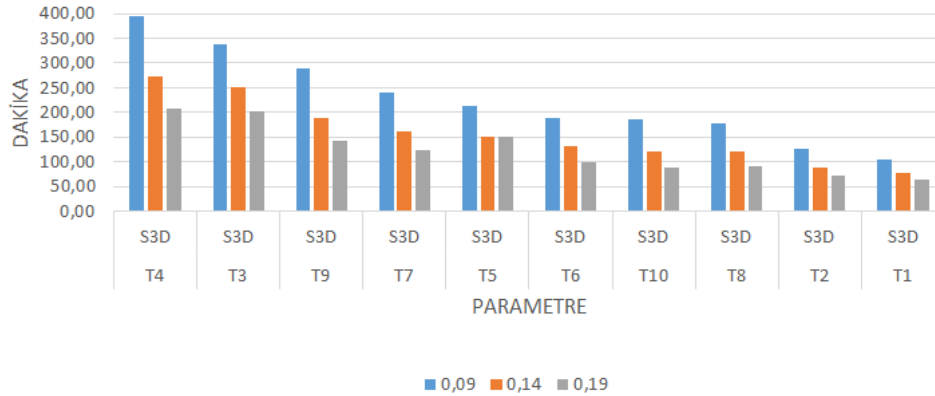
Zortrax M200 yazıcıda ve Z – SUITE yazılımı kullanılarak yapılan üretimlerde T4 numaralı tasarım en uzun sürede üretilmiştir (Çizelge 3). T1 tasarımı ise en kısa sürede tamamlanan üretim olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde Zortrax M200 yazıcısında yapılan üretimler en uzun sürede yapılan üretimlerdir. Bu yazıcı ile yapılan üretimlerde herhangi bir sorun ile karşılaşılmağıdır. Aynı zamanda yüz koruyucuların kalitesi de diğer yazıcılardan daha iyi olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Z – SUITE yazılımı ile elde edilen üretim süreleri.

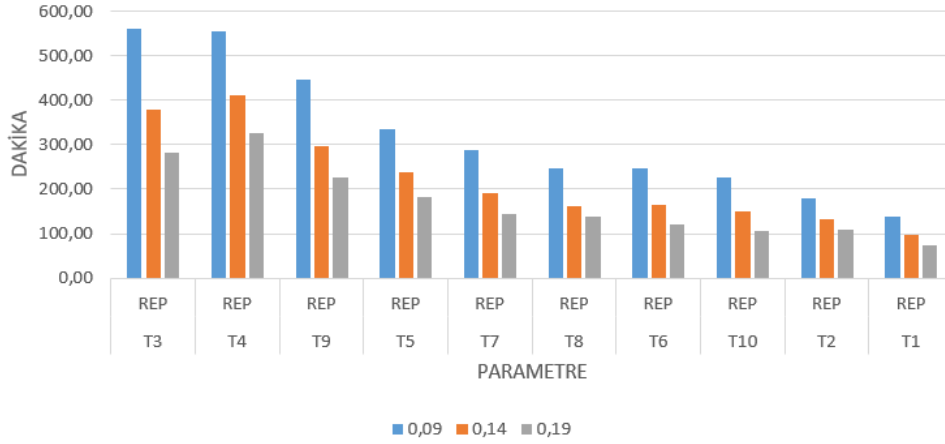


Mass Portal Paraoh ED yazıcıda ve Simplify3D yazılımı kullanılarak yapılan üretimlerde T4 numaralı tasarım en uzun sürede üretilmiştir (Çizelge 4). Genel olarak değerlendirildiğinde Mass Portal Paraoh ED yazıcısında yapılan üretimler en kısa sürede yapılan üretimlerdir. Bunun en önemli sebebi bu yazıcının Delta tipi bir yazıcı olmasıdır. Delta yazıcılar diğer yazıcılara göre çok daha yüksek baskı hızlarına ulaşabilmektedir.

Çizelge 4. Simplify3D yazılımı ile elde edilen üretim süreleri.



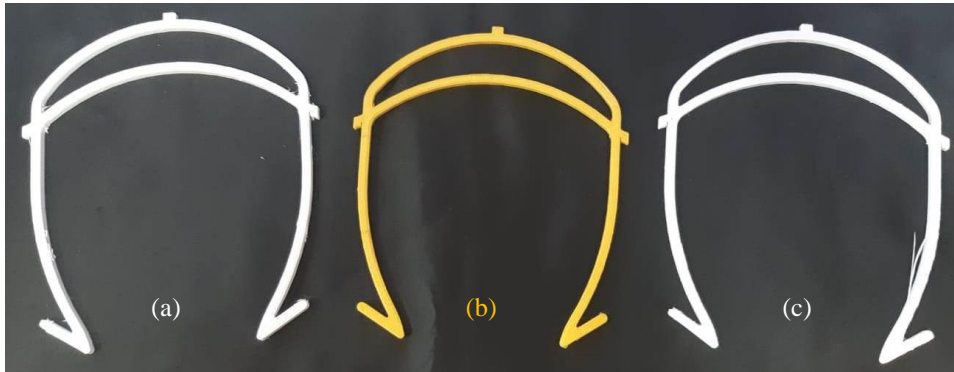
ANET A8 yazıcıda ve Repetier yazılımı kullanılarak yapılan üretimlerde T3 numaralı tasarım en uzun sürede üretilmiştir (Çizelge 5). Genel olarak değerlendirildiğinde ANET A8 yazıcısında yapılan üretimler diğer iki yazıcıya göre ortalama sürelerde yapılan üretimlerdir.

Çizelge 5. Repetier yazılımı ile elde edilen üretim süreleri.

Tasarımlara göre karşılaştırıldığında baskı süresi genel olarak diğer yazıcılar ile örtüşmektedir. Ancak diğer yazıcılardan farklı olarak en uzun süren T3 ve T4 tasarımları süre olarak kendi aralarında yer değiştirmiştir. Benzer şekilde T5, T6, T7 ve T8 tasarımlarının üretim süreleri de diğer yazıcılara göre değişiklik göstermiştir. Aynı geometrilerin farklı yazılımlarda farklı sürelerde üretilmesinin sebebi Repetier yazılımının algoritmasıyla ilgilidir.

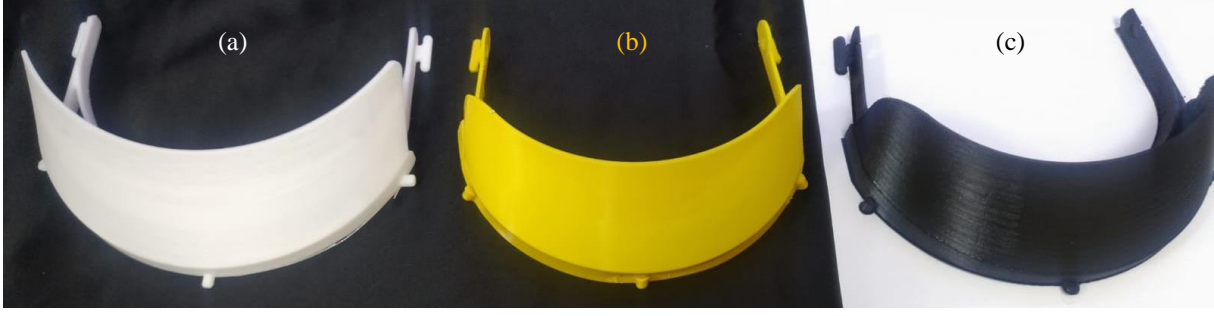
3.3. Yüz Koruyucu Tasarımlarının Değerlendirilmesi

Toplamda 10 farklı tasarımın her biri 3'er farklı katman kalınlığı dikkate alındığında toplamda 30 üretim gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada Çizelge 1 dikkate alınarak en uzun, en kısa ve ortalama sürede üretilen yüz koruyucu tasarımları seçilerek üretimler gerçekleştirilmiştir. En kısa süren T1 tasarımının üretimi bütün yazıcılarda sorunsuz olarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 6' da en kısa sürelerde 0.19 katman kalınlığında alınan T1 tasarıma ait üretimler görülmektedir (Şekil 6 a) T1 Zortrax M200 b) T1 Mass Portal Paraoh ED c) T1 Anet A8).



Şekil 6. a) T1 Zortrax M200 b) Mass Portal Paraoh ED c) ANET A8 [2].

3B yazıcılarla üretim süresi en uzun süren yüz koruyucu tasarımı T4 tasarımıdır (Şekil 7 a) T4 Zortrax M200 b) T4 Mass Portal Paraoh ED c) T4 Anet A8). Bu tasarımın üretim süresinin uzun olmasının sebebi parçanın geometrisiyle alakalıdır. Bu tasarımda diğerlerinden farklı olarak üst kısmında kullanıcının saçlarını korumak için bir çıkıntı yapı bulunmaktadır. Yaklaşık 60 mm yüksekliğindeki bu yapı oldukça geniş bir alan kaplamaktadır bu nedenle üretim süresi önemli ölçüde uzamaktadır.



Şekil 7. a)T4 Zortrax M200 b) T4 Mass Portal Paraoh ED c) T4 ANET A8.

Üretimi yapılan tasarımlarda katman kalınlığı en düşük (0.09 mm) olan üretimler her yazıcı için en kaliteli sonucu vermiştir. Bu ürünlerin dayanımları katman kalınlığı yüksek (0,19) olanlara göre daha iyi sonuç vermiştir. Aynı zamanda yüzey kalitesi açısından da katman kalınlığının düşük seçilmesi avantaj sağlamaktadır. Buna rağmen katman kalınlığı düşürüldükçe üretim süresi artmaktadır. Dolayısıyla pandemi gibi acil durumlar için 3B yazıcıların üretim parametreleri süreye göre optimize edilmelidir.

Üretilen bu parçalar yüz koruyucu için ana şase görevi görmektedir. Bu yapıların üzerine şeffaf asetat kağıdı yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu durum sadece 3B yazıcı ile yapılan üretim sürelerinin yanı sıra montaj için gerekli olan sürenin de dikkate alınmasını gerektirmektedir. 3B yazıcılar ile yapılan üretim süresine göre montaj süresi dikkate alınmayacak kadar kısa sürmektedir. Asetat kağıdının montajı yaklaşık olarak 5 dakika sürmektedir. Şekil 8’de montajı tamamlanmış bir yüz koruyucunun resmi görülmektedir.



Şekil 8. Montajı tamamlanmış yüz koruyucu.

4. SONUÇLAR

Covid – 19 hasta bireylerin öksürmeleri, aksırmaları ile ortama saçılan damlacıkların solunması ile bulaşan bir hastalıktır. Vizör, yüz koruyucu, yüz maskesi gibi isimlerle de anılan yüz koruyucular hastadan yayılacak olan damlacıkların yüz bölgesine gelmesini engelleyen ve sağlık personelinin en çok ihtiyaç duyduğu kişisel koruyucu ekipmanlardan bir tanesidir. Yüz koruyucular, COVID-19’dan korunabilmek için kullanılması gereken kişisel koruyucu ekipman setinin içindeki bir unsurdur.

COVID-19 ile mücadele eden personel Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanan “Covid – 19 Hastalığına Yönelik Sağlık Kuruluşu, Personel ve Faaliyet Türüne Göre Kullanılması Önerilen Koruyucu Ekipmanlar” rehberine mutlaka uymalıdır [6]. Sağlık Bakanlığı bu rehberde yüz koruyucularını hangi sağlık personelinin hangi durumlarda kullanması gerektiğini net bir şekilde açıklamaktadır.

Pandemi haline gelen COVID-19 salgını, bütün kişisel koruyucu ekipmanların yanında yüz koruyuculara olan ihtiyacı artırmıştır. Salgın aynı zamanda koruyucu ekipmanların üretimi ve tedarik sürecini de etkilemiştir. Dolayısıyla bütün dünyada kişisel koruyucu ekipmanlar ve bu ekipmanların yerini tutabilecek ürünlere yönelik çalışmalar hızlanmıştır. İnternet ve sosyal medya üzerinden örgütlenen birçok yardımsever çeşitli yöntemlerle koruyucu ekipman üretmeye ve bunları sağlık çalışanlarına ulaştırmaya çalışmaktadır. Bunların başında 3B yazıcılarla üretilmiş yüz koruyucu ekipmanlar yer almaktadır.

Yapılan bu çalışmada 3B yazıcılar ile üretilen yüz koruyucu tasarımlarına dair değerlendirmeler sunulmuştur. 3B yazıcılarla üretilmek istenen bir koruyucu ekipmanın üretim süresi önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada değerlendirilen tasarımlar arasında en kısa sürede üretim yapılan yüz koruyucu yaklaşık olarak 60 dakikada üretilmiştir. Bu üretim süresi en hızlı üretim hızına sahip delta tipi bir yazıcıda elde edilmiştir. Farklı tasarımlarda bu süre 600 dakikanın üzerine çıkabilmektedir. Dolayısıyla belki binlercesine ihtiyaç duyulacak yüz koruyucuların 3B yazıcılarla istenen sürede ve miktarda üretilmesi mümkün görünmemektedir. Yüz koruyucuların 3B yazıcılar ile üretimi yerine geleneksel seri üretim yöntemlerinin kullanılması daha akılcı bir çözüm olarak görülmektedir. Her ne kadar bu çalışmada yüz koruyucuların seri üretim yöntemleri ile üretimi üzerine çalışılmasa da bu yöntemlerin 3B yazıcılardan daha hızlı sonuçlar verebileceği söylenebilir.

3B Yazıcılar ile üretilen yüz koruyucular medikal yüz koruyucuların yerini tutamaz. Ancak sadece kriz durumu gibi durumlarda en son çare olarak kullanılabilir. Öncelikli olarak medikal bir yüz koruyucu kullanılması tavsiye edilir. Ancak böyle bir ürüne erişim imkânı yoksa bu çalışmada değerlendirilen tasarımlardan biri kullanılabilir. Ancak yine de yüz koruyucuların sterilizasyonuna ayrıca dikkat edilmelidir. 3B yazıcılar ile üretilen nesnelere üretim tekniğinin doğası gereği gözenekli yapıya sahiptir [26, 27]. Gözenekli yapılar COVID-19 virüsü için barınma / üreme ortamı sunmasının yanında bu ürünlerin sterilizasyonunu neredeyse imkânsız hale getirmektedir [28].

Bu çalışmada sunulduğu gibi COVID – 19 ile mücadelede 3B yazıcılar ile farklı tasarımlarda yüz koruyucular üretmek mümkündür. Yardım etmek isteyen iyi niyetli insanların 3B yazıcılar ile yüz koruyucu üretme çabaları da takdire şayandır. Ancak bu üretim yönteminin sağlık risklerine sebep olabileceği unutulmamalıdır. Elbette doktorlardan üretim yöntemlerinin inceliklerini bilmesi beklenemez. Dolayısıyla onlar kendilerine iyi niyetle ulaştırılan bir ekipmanın ne tür riskler taşıdığını ön göremeyebilirler. Benzer şekilde her 3B yazıcısı olan insanın / firmanın ürettikleri ürünün sağlık açısından ne tür riskler taşıyacağını ve bu ürünü verdikleri kişilerin sağlıklarını nasıl riske attıklarının farkında olmayabilirler. Buna rağmen söz konusu olan COVID – 19 gibi çok hızlı yayılan bir salgın olduğunda herkesin daha temkinli davranmasında yarar vardır. Özellikle sağlık çalışanlarına verilen ekipmanlar söz konusu olduğunda çok dikkatli davranılması gerekmektedir. Herhangi bir denetimden geçmeyen ve risk unsuru oluşturabilecek ekipmanlar; COVID – 19’a karşı fedakârca savaşan sağlık çalışanlarımızı belki bu virüse karşı savunmasız bırakma riski taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Covid-19 Pandemi Değerlendirme Raporu, Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No:34, ISBN: 978-605-2249-43-7, Ankara, 2020.
2. Guerrieri, V., Lorenzoni, G., Straub, L., & Werning, I. Macroeconomic Implications of COVID-19: Can Negative Supply Shocks Cause Demand Shortages? (No. w26918). National Bureau of Economic Research, 2020.
3. Ranney, M. L., Griffeth, V., & Jha, A. K. Critical supply shortages—the need for ventilators and personal protective equipment during the Covid-19 pandemic. *New England Journal of Medicine*, Vol. 382.18, e41, 2020.
4. ASTM, I. ASTM F2792-10: standard terminology for additive manufacturing technologies. ASTM International, 2010.
5. Ishack, S., & Lipner, S. R. Applications of 3D Printing Technology to Address COVID-19 Related Supply Shortages. *The American Journal of Medicine*, 2020.
6. Covid – 19 Hastalığına Yönelik Sağlık Kuruluşu Personel ve Faaliyet Türüne Göre Kullanılması Önerilen Koruyucu Ekipmanlar, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, 2020, https://covid19bilgi.saglik.gov.tr/depo/rehberler/COVID_TABLE_HSGM.pdf, Nisan 28,2020.
7. Asadi, S., Bouvier, N., Wexler, A. S., & Ristenpart, W. D. The coronavirus pandemic and aerosols: Does COVID-19 transmit via expiratory particles?, 2020.
8. Tıbbi yüz maskeleri – Gereklilikler ve deney yöntemleri – TS EN 14683 + AC, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2019.
9. Tıbbi eldivenler – Bir kullanımlık – Bölüm 1: Özellikler ve delik bulunmaması deneyi – TS EN 455, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2004.
10. Cerrahi giysiler ve örtüler – Gereklilikler ve deney yöntemleri – Bölüm 1: Cerrahi örtüler ve önlükler, TS EN 13795 – 1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2019.
11. Kişisel göz koruması – Özellikler, TS 5560 EN 166, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2005.
12. Amin, D., Nguyen, N., Roser, S. M., & Abramowicz, S. 3D Printing of Face Shields During COVID-19 Pandemic: A Technical Note. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2020.
13. van Doremalen N, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, Vol: 382 – 16, 2020.
14. Attaran, M. The rise of 3-D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing. *Business Horizons*, Vol: 60(5), Pages 677-688, 2017.
15. 3Dprint, <https://3dprint.nih.gov/>, June 13,2020.
16. Triana G. , “Coronavirus / Flu Reusable Mask”, <https://grabcad.com/library/coronavirus-flu-reusable-mask-1>, March 6, 2020.
17. Zemlin K. , “DtM 3.0 Face Shield Frame - MODIFIED”, <https://grabcad.com/library/dtm-3-0-face-shield-frame-modified-1>, June 13,2020.
18. Chan L., “Stopgap Surgical Hood (MITRE)”, <https://3dprint.nih.gov/discover/3dpx-013873> Nisan 28,2020.
19. <https://3dprint.nih.gov/discover/3dpx-013917>, April 15,2020.
20. “Easy 3D printed Face Shield”, <https://www.thingiverse.com/thing:4233193>, March 20,2020.

21. “Medical Face Shield Support Personal Protective Equipment (PPE)”, <https://grabcad.com/library/medical-face-shield-support-personal-protective-equipment-1>, April 5,2020.
22. “Temple University COVID Assistance Team Face Shield”, <https://3dprint.nih.gov/discover/3dpx-014020>, April 24,2020
23. “Visera coronavirus”, <https://www.thingiverse.com/thing:4241527>, March 25,2020.
24. Çetinkaya, K., “Üç boyutlu yazıcı tasarımları, prototipleri ve ürün yazdırma karşılaştırmaları”, International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, Cilt 5, Sayı 2, Sayfa 151-163, 2016.
25. Covid – 19 Hastalığına Yönelik Sağlık Kuruluşu Personel ve Faaliyet Türüne Göre Kullanılması Önerilen Koruyucu Ekipmanlar, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, https://covid19bilgi.saglik.gov.tr/depo/rehberler/COVID_TABLE_HSGM.pdf , Nisan 28, 2020.
26. Wang X, Zhao L, Fuh JYH, Lee HP. Effect of porosity on mechanical properties of 3D printed polymers: Experiments and micromechanical modeling based on X-ray computed tomography analysis. Polymers, Vol: 11(7), Pages 1154, 2019.
27. Ziemian C, Sharma M, Ziemian S. Anisotropic mechanical properties of ABS parts fabricated by fused deposition modelling. Mechanical Engineering Vol: 23, 2012.
28. Freeman, S., & Eykelbosh, A. COVID-19 and outdoor safety: Considerations for use of outdoor recreational spaces. National Collaborating Centre for Environmental Health, 2020.