



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>

## COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE 3B TASARIM VE BASKI TEKNOLOJİLERİ İLE ACİL VE YENİLİKÇİ ÇÖZÜMLERİN ÇOKULUSLU UYGULAMALARI

MULTINATIONAL AND INNOVATIVE SOLUTIONS OF  
3D DESIGN AND PRINTING TECHNOLOGIES DURING  
COVID-19 PANDEMIC

**Yazarlar (Authors):** Celalettin ÇETİNKAYA<sup>ID\*</sup>, Hemza BOUMARAF<sup>ID</sup>

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Çetinkaya C., Boumaraf H. "Covid-19 Pandemi Sürecinde 3B Tasarım ve Baskı Teknolojileri İle Acil ve Yenilikçi Çözümlerin Çokuluslu Uygulamaları" *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 4(3): 216-224, (2020).

DOI:10.4651/ij3dptdi.770128

Araştırma Makale/ Research Article

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

# COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE 3B TASARIM VE BASKI TEKNOLOJİLERİ İLE ACİL VE YENİLİKÇİ ÇÖZÜMLERİN ÇOKULUSLU UYGULAMALARI

Celalettin ÇETİNKAYA<sup>a</sup> , Hemza BOUMARAF<sup>b</sup> 

<sup>a</sup>Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE

<sup>b</sup>Anadolu Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, TÜRKİYE

\*Sorumlu Yazar: [c.cetinkaya06@hotmail.com](mailto:c.cetinkaya06@hotmail.com)

(Geliş/Received: 15.07.2020; Düzeltme/Revised: 10.11.2020; Kabul/Accepted: 03.12.2020)

## ÖZ

Covid-19 salgını nedeniyle gerek sağlık personeli gerekse diğer kritik görevlerde çalışanların kullandığı koruyucu yüz siperliği gibi bazı ekipmanın birçok ülkede yeterli olmadığı ve temininde de güçlük yaşandığı gözlemlenmiştir. 3B baskı teknolojisi bu dönemde dünya çapında birçok tıbbi soruna çözüm sunan kritik bir role sahiptir. Bu teknoloji temel olarak tıbbi malzeme ve kişisel koruyucu ekipman eksikliğinin üstesinden gelmeye yardımcı olmuştur. Türk İş birliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı (TİKA) tarafından temin edilen 3B yazıcı, sarf malzeme ve ekipmandan yararlanarak 12 ülkede siperlik üretmeleri sürecine başlanmıştır. Bu çerçevede bu ülkelerdeki ihtiyacı en kısa sürede karşılamak için baskı süresi kısa ve işlevsel bir yüz siperliği tasarlanarak baskıya hazır hale getirilerek ilgili ülkelere G-code dosyaları gönderilmiştir. Baskı süresi ve montaj özellikleri değerlendirilerek ortaya çıkan tasarımlar 3B baskı teknolojisi kullanılarak üretilmiştir. Uganda, Libya, Kırgızistan, Bosna Hersek ve Kolombiya'nın da aralarında bulunduğu 12 ülkede 2 aylık bir sürede toplamda 7070 adet yüz koruma siperliği üretilmiştir. Üretilen bu siperlikler ilgili ülkelerin başta Covid-19 ile mücadele eden sağlık çalışanlarına verilmek üzere sağlık bakanlıklarına bağlı hastane ve benzeri kurumlara teslim edilerek virüsle mücadelelerine katkı sağlanmıştır. Bu sayede dünyanın farklı ülkelerindeki Covid-19 pandemisinin yönetiminde pratik olarak belirleyicilik sağlamıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde siperliklere çok ilgi gösterilmiş ve ülkelerin makamlarınca teşekkür edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:**3B Baskı, Covid-19, Yüz Siperliği, TİKA, 3B Tasarım ve İmalat

## MULTINATIONAL AND INNOVATIVE SOLUTIONS OF 3D DESIGN AND PRINTING TECHNOLOGIES DURING COVID-19 PANDEMIC

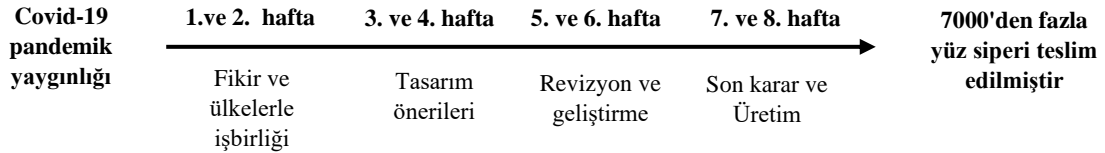
### ABSTRACT

Due to the Covid-19 outbreak, it has been observed that some equipment, such as the protective face shields used by healthcare professionals and those working in unsafe conditions, are not sufficient and difficult to obtain in many countries. 3D printing technology had a crucial role in providing solutions to many medical problems worldwide during this period. This technology has mainly helped overcome the lack of those medical and personal protective equipment. Turkish Cooperation and Coordination Agency (TIKA) started the process of producing shields using the 3D printer, supplies and equipment within 12 countries. In this framework, and in order to meet the needs of these 12 countries within the shortest time, a functional face shield with less printing time was prepared for printing, and a G.code files were sent. In 12 countries including Uganda, Libya, Kyrgyzstan, Bosnia and Herzegovina, a total of 7070 face protection visors were produced in a period of 2 months. The design features, printing time and tools required for assembly were evaluated. The proposed designs were produced using 3D printing technology, and this was practically decisive in the management of the Covid-19 pandemic. These face shields were delivered to the related countries' hospitals and similar institutions affiliated to the Ministry of Health to be given to healthcare workers who struggle with Covid-19, and contributed to their fight against the virus. As a result of that, a lot of attention was paid by the official authorities of the relevant countries and reported by the local media.

**Keywords:** 3D Printing, Covid-19, Face Shield, TIKa, 3D Design and Fabrication.

## 1. GİRİŞ

Şubat 2020'nin başlarında dünya sağlık örgütü, Covid-19 hastalarının sayısı her geçen gün arttıkça uluslararası bir sağlık acil durumu çağrısında bulunmuştur [1]. Korona virüs pandemisi dünya çapında sağlık sistemleri için bir sorun olmaya devam etmektedir ve küresel sağlık hizmetleri aşırı ekipman sıkıntısı nedeniyle hâlâ ciddi baskı altındadır. Bununla birlikte fark oluşturabilecek olan, bu salgınla mücadelede çok önemli olabilecek ileri teknolojinin geliştirilmesi ve kullanılmasıdır. İnsanoğlu 3B baskı gibi teknolojilerdeki gelişmeler sayesinde, bir salgın hastalığa tarihte her zamankinden daha iyi tepki vermeye hazırlanmaktadır. Günümüzde halk sağlığı yönergelerinin çeşitliliğinde yansıtılan biyolojik tehlikelerden yüz ve göz koruması için evrensel bir standart bulunmamaktadır [2], [3]. Yüz siperlikleri, sağlık sektöründeki birçok çalışan tarafından yüz bölgesinin korunması için kullanılan koruyucu cihazlardır [4]. Yapılan bir çalışmada yüz siperliğinin, ince partiküller için bile cerrahi maskelere kıyasla herhangi bir partikülü yüksek verimli bir şekilde bloke edebildiği ve ~%10 ila ~%85 arasında koruma sağlayabildiği gösterilmiştir [5]. Bu nedenle, topluluklara yüz korumasını artırmak için yeterli koruyucu ekipman sağlayıp yüz siperlikleri 3B olarak basılabilir. 3B yazıcılar profesyonel ve özel amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır. Enjeksiyon kalıplama işlemleri kadar hızlı olmamasına rağmen bu üretim yöntemi, geniş bir kullanıcı yelpazesi tarafından talep üzerine yüz siperliklerinin üretilmesine imkân vermektedir. 3B baskı teknolojisinin hâlâ erken aşamalarında olduğunu bilmek önemlidir. Gelecekte, çeşitli alanlarda tasarım ve imalat desteğinin gerçekleştirilmesine, kolaylaştırılmasına ve sağlanmasına yardımcı olabilecek birçok farklı uygulamalarda kullanılabilir [6]. 3B baskı, birçok tasarım sorunu için faydalı olabilecek önde gelen teknolojilerden biridir. Örneğin, tasarımların etkinliğini karşılaştırmak veya aynı tasarımında farklı malzemelerden hangisinin kullanılacağına karar vermek için 3B basılı modeller kullanılabilir [7]. Bu çalışma, başka amaçlarla kullanılan 3B yazıcıların tasarım verilerini kullanarak yüz siperlikleri üretmek için kullanımını değerlendirmekte ve uygunluklarını araştırmaktadır [8]. Tıpta 3B baskı kavramı hasta eğitimi, tanı ve tedaviyi geliştirmek amacıyla başlamıştır [9], [10]. Bu çalışma kapsamında bir yüz siperlikleri oluşturmak için; tasarım fikri, dijital hazırlık, baskı ve montaj olmak üzere dört aşamaya odaklanılmıştır (Şekil 1.). Sonuçlar için gereken süre yazıcının hızına, püskürtme ucunun boyutuna, katman yüksekliğine ve yazdırılan nesnenin boyutuna bağlıdır. Bu çalışmanın amacı, 3B baskının Covid-19 salgına karşı mücadele etme yeteneğini sunmaktır. Covid-19 ile mücadelede kullanılacak yüz koruma siperliklerini en kısa sürede üretebilmek için baskı süresi kısa ve işlevsel bir yüz siperliği tasarlanmıştır. Zaman kaybetmemek için tasarım, dilimleme yazılımında Eriyik Yığma Modelleme - Fused Deposition Modelling (FDM) yazıcılarda baskıya hazır hâle getirilerek G-code dosyaları ilgili ülkelere gönderilmiştir. Dosya günde 16 adet siperliğini bir seferde veya iki seferde üretecek şekilde ayarlanmıştır. Buna ek olarak, ortak ihtiyaçlar üzerinde çalışmak için tıp, mühendislik ve diğer disiplinlerden bir araya gelerek, dijital yeniliklerin sağlık hizmetlerini dönüştürmeye ve hastaların tedavi ve bakım şekillerini değiştirmeye devam etmesi beklenmektedir.



**Şekil 1.** Çalışma kapsamında bir yüz siperliği oluşturmak için izlenen adımlar

## 2. 3B BASKI UYGULAMALARI COVID-19 İLE MÜCADELE

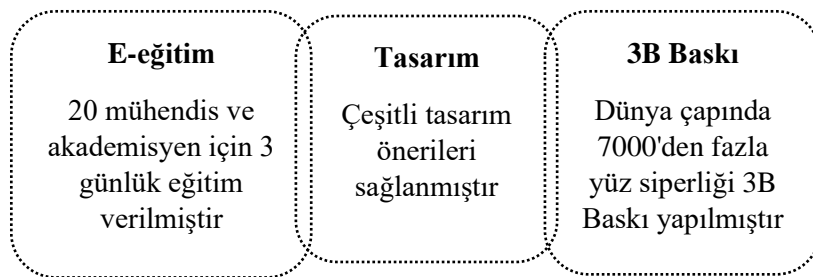
Bilimsel dünya, şu anda, son derece zarar verici yeni korona virüs (Covid-19) pandemisine karşı mücadele çabalarını hızlandırırken, 3B baskı teknolojileri koruyucu ekipman ve ventilatörler, maskeler, yüz siperlikleri gibi tıbbi ekipman açısından yaratıcı çözümler sağlamaktadır. Covid-19'un başlangıcından bu yana, koruyucu bir yüz siperliği sağlama sorunu üstesinden gelinmesi gereken başlıca zorluklardan biri haline gelmiştir [11], [12]. Dünyadaki bu eksikliklerin giderilmesi için çeşitli girişimler gerçekleştirilmektedir. Bu imalat teknolojisini kullanmak için, birçok gelişmiş açık kaynaklı tıbbi

ekipman tasarımı serbestçe paylaşılmaktadır [13], [14]. Dünyanın dört bir yanındaki insanlar tıbbi cihazları 3B yazıcılarında çoğaltabilmektedir [15], [16]. En yaygın kullanılan 3B yazıcılar, FDM teknolojisine dayanan masaüstü 3B yazıcılardır [17], [18]. Yüz siperliklerinin ana parçalarının tasarım ve geliştirme sürecini hızlandırabilen araçlara ciddi ihtiyaç vardır. Bu sıkıntılı dönemde 3B baskı uygulaması, birçok ekipmanın parçalarını çok kısa sürede üretme kapasitesine sahip olan umut verici bir teknoloji olarak ortaya çıkmaktadır [19], [20].

Bu yazıcılar, piyasada bulunan hazır diğer parçaların dahil edilmesi ile üretilebilmektedir ve montajları çok hızlıdır. Böylece bu makineler çok sayıda daha kısa bir sürede yapılabilmektedir [21], [22]. Mevcut dijital üretim tekniklerinin, tıbbi malzeme ve yedek parçaların acil olarak karşılanmasına yardımcı olabileceği bulunmuştur [23], [24]. Seçkin üreticiler ve araştırmacılar, 3B baskı teknolojilerinin potansiyelini anlamışlar ve tıbbi araçlar ve diğer ekipmanların geliştirilmesi için yönlendirmişlerdir [25], [26]. Bu teknolojiler sonsuz faydalar, esneklikler ve özelleştirmeler sunmaktadır. 3B yazıcılar parça oluştururken yeterince hızlı olmamalarına rağmen, mevcut tüm 3B yazıcıları akıllı bir şekilde kullanarak üretim kapasitesi önemli ölçüde artırılabilir. Bu çalışma, geniş bir alanda dağılmış yüz siperliği üretim ihtiyaçlarını desteklemek için 3B tasarım ve 3B baskı kullanımında, hem yerel hem de uluslararası şirket ve organizasyonların rolünü vurgularken, gelecekteki acil durumlar için işbirliğini ve planlamayı teşvik etmektedir.

### 3. METODOLOJİ VE UYGULAMA

Covid-19 salgını nedeniyle gerek sağlık personeli gerekse diğer kritik görevlerde çalışanların kullandığı koruyucu yüz siperliği gibi bazı ekipmanın birçok ülkede yeterli olmadığı ve temininde de güçlük yaşandığı gözlemlenmiştir. TİKA tarafından daha önce 12 ülkede 3B Modelleme ve Yazıcı Kullanımı Eğitimlerine katılan kursiyerlerin, ülkelerinde TİKA tarafından temin edilen 3B yazıcı, sarf malzeme ve ekipmandan yararlanarak siperliği üretmeleri sürecine başlanmıştır. Bu çerçevede bu 12 ülkedeki ihtiyacı en kısa sürede karşılamak için baskı süresi kısa ve işlevsel bir yüz siperliği tasarlanarak dilimleme yazılımlarında da baskıya hazır hale getirilerek ilgili ülkelere G-code dosyaları gönderilmiştir. Ayrıca bazı ülkelere ilave yazıcı ve yedek parçaları, 9 ülkeye de sarf malzemeleri gönderilmiştir. Koruyucu yüz siperlikleri basit ve koruyuculuğu artırılmış olmak üzere iki model olarak tasarlanmıştır. Bu çalışma, 3B baskı ve topluluk ağlarının sağlık ekipmanı eksikliklerine verdiği desteğe odaklanmaktadır. Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında üç adım izlenmiştir; eğitim (e-egitim), tasarım önerileri, imalat ve dağıtım (Şekil 2.).

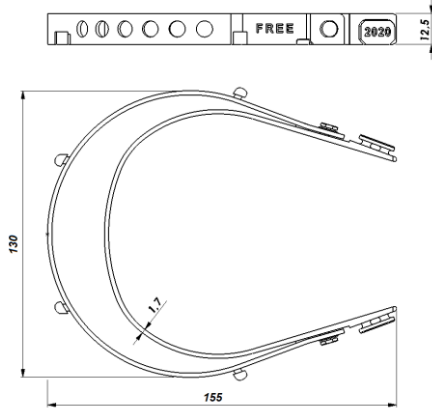


Şekil 2. TİKA tarafından başlatılan çalışmanın adımları

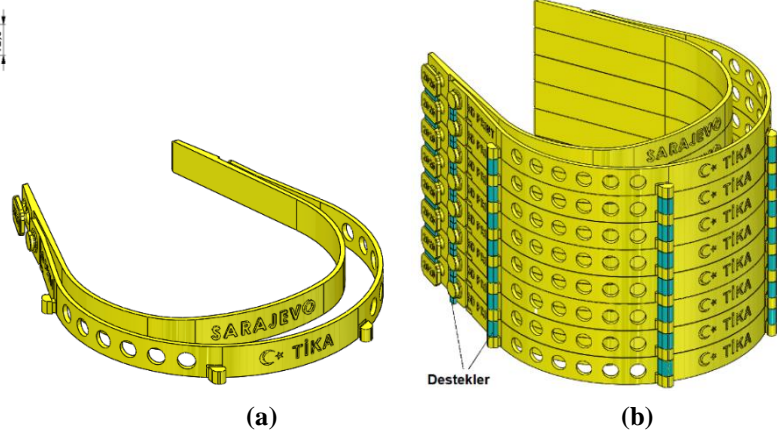
#### 3.1. Basit Model

Covid-19 ile mücadelede kullanılacak yüz koruma siperliklerini en kısa sürede üretebilmek için baskı süresi kısa ve işlevsel bir yüz siperliği tasarlanmıştır. Şekil 3'te tasarlanan yüz siperliğinin ana parçasına ait teknik resim görülmektedir. Siperlik ana parçasının bir tarafı açık ve esnek olacak ve kullanım esnasında lastik ile sabitlenebilecek şekilde tasarlanmıştır. Delikli lastikler tercih edilerek kullanıcının başına göre sıklığını ayarlanması sağlanmıştır. Üretim esnasında zaman kaybetmemek için tasarımda, FDM yazıcıları kullanacak kişilerin de sokağa çıkma kısıtlamalarından etkilenebileceği düşünülerek yazıcının bir günde basabileceği en fazla sayı gözetilmiştir. Bir seferde 8 veya 16 adet siperliği üretecek şekilde tasarımda 8 adet siperliği üst üste gelecek şekilde çoğaltılarak ve dilimleme yazılımında

istenmeyen desteklerin oluşmasını engellemek için destekler tasarımı modele eklenmiştir. Üst üste eklenen siperliklerin baskıdan sonra kolay ayrılmalarını sağlamak için aralarında 0,17 mm boşluk bırakılmıştır. Aynı boşluk model ile destekler arasında da verilmiştir. Siperlik ana parçasının 3B modeli Şekil 4a'da ve tasarım yazılımında 8 adet siperlik üst üste gelecek şekilde modellenen siperlikler Şekil 4b'de görülmektedir.

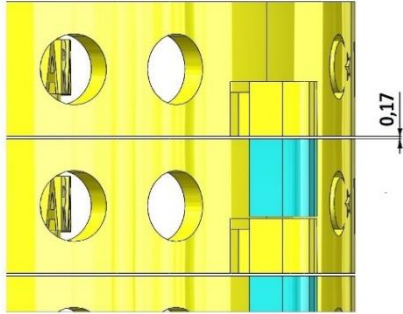


Şekil 3. Siperlik ana parçasına ait teknik resim



Şekil 4. Siperlik ana parçasının 3B modeli (a) ve 8 adet siperliğin üst üste gelecek şekilde modellenenmiş hâli

Siperliklerin baskıdan sonra kolay ayrılmalarını sağlamak için aralarında verilen 0,17 mm boşluklar Şekil 5'te görülmektedir. Siperlik sabit ve hareketli iki parçadan oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Hareketli olan şeffaf filmin takıldığı kısım, kullanıcının gerek duyduğunda siperliği çıkarmadan ön kısmı geriye doğru kaldırabilmesine imkân vermektedir. Şekil 6a'da ön kısmı kapalı ve Şekil 6b'de ön kısmı geriye doğru kaldırılmış siperlik görülmektedir.

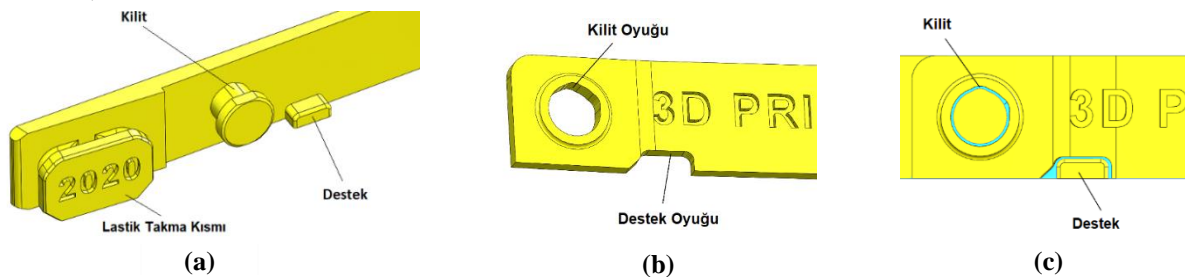


Şekil 5. Siperlikler aralarındaki boşluklar



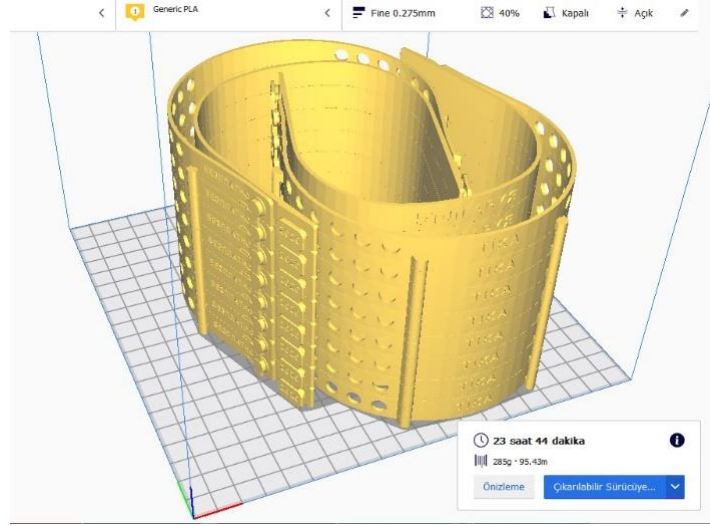
Şekil 6. Siperliğin kapalı (a) ve geriye doğru kaldırılmış hâli (b)

Kullanıcının siperliğin ön kısmını geriye doğru kaldırdığında hareketli kısmın Şekil 6b'deki konumunda sabit kalabilmesi için mil ve deliğe kilitleme yapabilmeleri için çıkıntı ve oyuklar oluşturulmuştur (Şekil 7.). Hareketli parçanın açık konumunu sabitleştirecek kilit sistemine ait resimler Şekil 7a, b ve c'de görülmektedir. Ayrıca hareketli parçanın kapalı konumunu da sabit parçayla aynı hizada tutmak için de bir destek çıkıntısı ve oyuk oluşturulmuştur. Şekil 7a, b ve c'de ayrıca hareketli parçanın kapalı konumunu sınırlandıracak destek sistemi de görülmektedir. Siperliği başta sabit tutabilmek için kullanılacak lastiklerin de kolay bağlanabilmesi için uç kısımda çıkıntı ve yuvalar da oluşturulmuştur (Şekil 7a.).



Şekil 7. Siperliğin hareketli parçasının açık ve kapalı konumunu sınırlandıracak destek sistemine ait resimler

3B baskı için, CURA dilimleme yazılımında 200x200x230 mm baskı hacmine 0,4 mm nozul ucuna sahip FDM yazıcıya göre; katman kalınlığı 0,275 mm, iç doluluk %40, duvar kalınlıkları 0,8 mm, yazma hızı 66 mm/sn. ve destek kullanmadan ayarlamalar yapılmıştır. 16 adet siperlik için 28,5 gr filament sarf edilerek 23 saat 44 dakikada yazdırılacak şekilde G.code dosyası elde edilmiştir. Bu da yazıcıyı kullanacak kişinin günde bir kez yazıcının yanına gitmesinin yeterli olması anlamına gelmektedir. Ayarlar PLA, ABS ve PETG gibi filamentlere göre değiştirilerek sarf malzeme kısıtlamalarının aşılması hedeflenmiştir. Şekil 8’de CURA dilimleme yazılımında yapılan ayarlamalara ait resim görülmektedir.

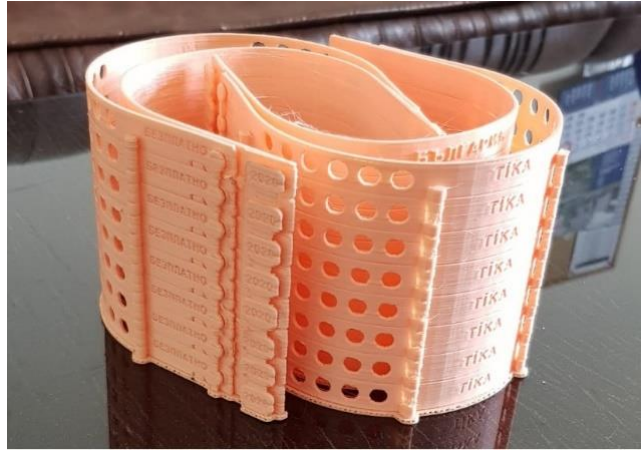


Şekil 8. CURA dilimleme yazılımında yapılan ayarlamalara ait görüntü

16 adet siperliğin FDM yazıcıda basılması anından bir görüntü Şekil 9’da görülmektedir. 16 adet siperliğin FDM yazıcıdan basıldıktan sonra ayrıştırılmadan önceki hâlinde bir görüntü Şekil 10’da görülmektedir.



Şekil 9. 16 adet siperliğin FDM yazıcıda basılması anından bir görüntü



Şekil 10. 16 adet siperliğin yazıcıdan çıkmış hâli

Şekil 11a ve b’de yerel çalışanların üretim sürecine ve 3B yazıcıdan çıkmış siperlik parçalarının temizlik ve montajının yapılma anına ait fotoğraflar görülmektedir.



(a)

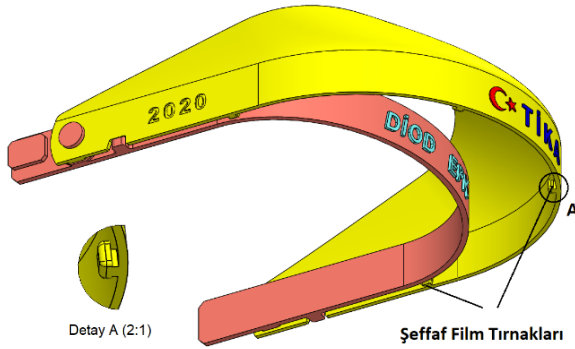


(b)

Şekil 11. 3B yazıcıda siperlik üretim süreci (a) ile parçalarının temizlik ve montajına ait görüntüler (b)

### 3.2. Koruyuculuğu Artırılmış Model

Koruyuculuğu artırılmış modelde basit modelin aksine, baskı süresi ve malzeme miktarı gözetilmeksizin siperliğin virüse karşı daha fazla koruyucu olması ön plana alınmıştır. Bu kapsamda siperliğin hareketli kısım ile sabit kısmı arasındaki boşluk insan kafa yapısına uygun şekilde kapatılmıştır. Ayrıca şeffaf filmin takılacağı tırnaklar da hareketli kısmın iç tarafında yapılarak aradaki boşluktan içeri doğru oluşabilecek akım en aza indirilmiştir. Şekil 12’de koruyuculuğu artırılmış modele ait tasarım resmi görülmektedir. Ayrıca ilgili ülkeden katılan 20 mühendis ve akademisyene de TİKA’nın Ankara’daki eğitim merkezinde, Zoom yazılımı üzerinden uzaktan eğitim ile tasarlanan bu koruyuculuğu artırılmış modelin yapım aşamalarının eğitimi verilmiştir. Şekil 13’de koruyuculuğu artırılmış siperlik modeline ait tasarımın uzaktan eğitimi esnasından bir resim görülmektedir.



Şekil 12. Koruyuculuğu artırılmış siperlik modeline ait tasarım resmi



Şekil 13. Koruyuculuğu artırılmış siperlik modeline ait tasarımın uzaktan eğitimi esnasından görüntü

Uganda, Sudan, Cezayir, Libya, Kırgızistan, Özbekistan, Moğolistan, Bulgaristan, Hırvatistan, Bosna Hersek, Sri Lanka ve Kolombiya olmak üzere 4 kıtada toplam 12 ülkede 25 adet 3B yazıcı ile 2 aylık gibi bir sürede toplamda 7070 adet yüz koruma siperlikleri üretilmiştir. Üretilen bu siperlikler ilgili ülkelerin başta Covid-19 ile mücadele eden sağlık çalışanlarına verilmek üzere sağlık bakanlığına bağlı hastane ve benzeri kurumlara teslim edilerek virüsle mücadelelerine katkı sağlanmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde siperliklere belirtilen ülkelere çok ilgi gösterilmiş ve üretimi yapan kurum ve şahıslara ülkelerin resmi makamlarınca teşekkür edilmiş ve yerel medya organlarıncı haberleştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar neticesinde üretilen siperliklerin ilgili ülkelerdeki teslim ve kullanımına ait bazı resimler Şekil 14a, b, c ve d'de görülmektedir.



Şekil 14. Üretilen siperliklerin çeşitli ülkelerdeki sağlık personeline teslimi ve kullanımına ait bazı resimler

#### 4. SONUÇ

3B baskı teknolojisi, Covid-19 sırasında güçlü bir çözüm olduğunu doğrulamıştır. Yüz siperlikleri, teknolojinin başarı noktalarından biri olmuştur. Bir yüz siperliği 3B baskı kullanılarak tasarlanmış ve üretilmiştir. Bir yüz siperinin 3B baskısı, farklı malzeme kullanılarak ve birçok tasarım önerisi ile mümkün olmuştur. Geleneksel üretimin ölçeğinin ve hızının, bir kez oluşturulduktan sonra, kritik derecede önemli olduğunu belirtmek önemlidir. Özellikle 3B baskı, düşük sayıda kısa dönemli üretim, yüksek düzeyde özelleştirilebilir geometriler ve yedek parçalar için yerel olarak üretim dağıtma yeteneği dahil birçok güce sahiptir. Araştırılan her tasarım önermesinin uygulama için güçlü yönleri ve sınırlılıkları olmuştur. Bazı sınırlılıklar imalat malzemesine bağlıdır. Düşük maliyetli yazıcıların daha yüksek değişkenliğe ve sınırlı üretim malzemelerine sahip olması beklenmektedir. Yüz koruma siperliği 3B yazdırılabilir bir başlık ve takılabilir şeffaf bir plastik tabaka içerir. Üretim sürecindeki değişkenlik, yüksek derecede sterilize gerektiren ortamlar için dayanıklılık ve son parçanın temizlenmesinde güçlükler ile ilgili önemli zorluklara yol açabilmektedir. Covid-19 salgını sırasında, 3B yazdırma toplulukları ile sağlık hizmeti tedarik zinciri arasında organize iletişim önerilmektedir. Bununla birlikte 3B baskılı tıbbi ekipman standart, güvenlik ve kalite önlemlerine uymalıdır. İmalat sırasında baskı kabiliyeti ve baskı süresi dikkate alınmalıdır. 3B baskı yüz siperlerinin baskı yöntemi basit ve zaman etkindir. Diğer birçok farklı tıbbi ekipmanın kullanılabilirliğini sağlamaya ve gelecekteki bu tür viral salgınlara hazırlanmaya yardımcı olabilir. Bu salgının sağlık profesyonelleri ve mühendislerinin işbirlikçi etkileşimleri yoluyla küresel öğrenmeye ve yeniliğe ilham vereceği umulmaktadır. Bundan sonra, burada açıklanan 3B yazdırılabilir tıbbi model kaynakları, yeni açık kaynak modelleri, amaçlanan kullanım açıklamaları, montaj talimatları ve hedef malzeme/yazıcı açıklamaları ile çok sayıda model, merkezi havuzda genişletilecektir. Teknik öneminin yanında, bu proje vesilesiyle Türkiye, tüm dünyanın mücadele ettiği bir pandemiye karşı yerli firmaları vasıtasıyla yüksek teknoloji üreten ve bunu



iyi ilişkilere sahip olduğu gelişmekte olan ülkelerle paylaşan bir ülke konumuna gelmiştir. Bu anlamıyla bu proje güncel sorunlara karşı son teknolojik yeniliklerle çözüm üretmeye gayret eden bir Türkiye algısı oluşturması sebebiyle yumuşak güç kullanımının en güzel örneklerinden birini sergilemektedir.

### TEŞEKKÜR

Bu araştırma TİKA (Türk İş birliği ve Koordinasyon Ajansı) tarafından finanse edilmiştir. Bu projeye destek veren tüm TİKA yönetici ve çalışanları ile ülkelerinde siperliklerin üretiminde ve ihtiyaç sahiplerine ulaştırılmasında emeği geçen herkese desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

### AÇIKLAMA

Bu çalışma için 25/11/2020 tarih ve 73010646-000 sayılı etik komite onayı TİKA Dış İlişkiler ve Ortaklıklar Dairesi Başkanlığından alınmıştır. Çalışmada yer alan ülkelereki tüm gönüllü çalışanlara katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

1. Li, X.; Wang, W.; Zhao, X.; Zai, J.; Zhao, Q.; Li, Y.; Chaillon, A., “Transmission dynamics and evolutionary history of 2019-nCoV”, *Journal of Medical Virology*, Vol. 92, Issue5, Pages 501-511, 2020.
2. Department of Communications, World Health Organization Global, “Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease (COVID-19) and considerations during severe shortages”, [https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-\(covid-19\)-and-considerations-during-severe-shortages](https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-(covid-19)-and-considerations-during-severe-shortages), July 3, 2020.
3. International Safety Equipment Association, “American National Standard for Occupational and Educational Personal Eye and Face Protection Devices”, [https://webstore.ansi.org/preview-pages/ISEA/preview\\_ANSI+ISEA+Z87.1-2015.pdf](https://webstore.ansi.org/preview-pages/ISEA/preview_ANSI+ISEA+Z87.1-2015.pdf), July 3, 2020.
4. Roberge, R.J., “Face shields for infection control: A review”, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, Vol. 13, Issue 4, Pages 235–242, 2016.
5. Ronen A., Rotter H, Elisha S, Sevilia S, Parizer B, Hafif N, Manor A., “Investigation of the protection efficacy of face shields against aerosol cough droplets”, *Medrxiv journal*, Manuscript submitted for publication, <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.07.06.20147090v2.full.pdf+html>, July 7, 2020.
6. Boumaraf H, İnceoğlu M.” Integrating 3D Printing Technologies into Architectural Education as Design Tools”, *Emerging Science Journal*, Vol. 4, Issue 2, Pages 2-7, 2020.
7. Boumaraf H, İnceoğlu M. “Students’ Spatial Perception for 3d Printing in Architectural Education”, *Proceeding in the X. International Congress on Research in Education (ICRE)*, Pages 134-140, Antalya, 2019.
8. Wesemann, C.; Pieralli, S.; Fretwurst, T.; Nold, J.; Nelson, K.; Schmelzeisen, R.; Hellwig, E.; Spies, B.C., “3-D Printed Protective Equipment during COVID-19 Pandemic”, *Materials*, Vol. 13, Issue 8, Pages 1-9, 2020.
9. D’Urso PS, Atkinson RL, Lanigan MW, Earwaker WJ, Bruce IJ, Holmes A, Barker TM, Effeney DJ, Thompson RG., “Stereolithographic (SL) biomodelling in craniofacial surgery” *Br J Plast Surg*. Vol. 51, Issue 7, Pages 522–530. 1998.
10. Jaime Viera-Artiles, Jaime J. Valdiande, 3D-printable headlight face shield adapter, “Personal protective equipment in the COVID-19 era”, *American Journal of Otolaryngology*, Vol. 1, Issue 1, Pages 7-9, 2020.
11. Livingston E, Desai A, Berkwits M., “Sourcing personal protective equipment during the COVID-19 pandemic”, *JAMA Network*, Vol. 3, Issue 23, Pages 19-12, 2020.
12. U.S. Food and Drug Administration, “FAQs on shortages of Surgical masks and gowns during the COVID-19 pandemic”, <https://www.fda.gov/medical-devices/personal-protective-equipment-infection-control/faqs-shortages-surgical-masks-and-gowns-during-covid-19-pandemic>, Jun 25, 2020.

13. Petersen EE, Pearce JJT., “Emergence of home manufacturing in the developed world: return on investment for opensource 3-D printers”, *Technologies*, Vol. 5, Issue 1, Page 7, 2017.
14. Maia Chagas A., “Haves and have nots must find a better way: the case for open scientific hardware”, *PLoS Biology*, Vol. 16, Issue 9, Pages 1-8, 2018.
15. Niezen G, Eslambolchilar P, Thimbleby H., “Open-source hardware for medical devices”, *BMJ Innovations*, Vol. 2, Issue 2, Pages 78-83, 2016.
16. Ventola CL., “Medical applications for 3D printing: current and projected uses”, *Journal of Pharmacy and Therapeutics*. Vol. 39, Issue 10, Pages 704-711, 2014.
17. Jones R, Haufe P, Sells E, et al., “RepRap – the replicating rapid prototyper”, *Robotica*, Vol. 29, Issue 1, Pages 177-191, 2011.
18. Sunpreet Singh, Chander Prakash, Seeram Ramakrishna, “Three-dimensional printing in the fight against novel virus COVID-19: Technology helping society during an infectious disease pandemic”, *Technology in Society*, Vol. 62, Issue 1, Pages 2-6, 2020.
19. Media Room of The East Anglia University, “UEA launch project to 3D print ventilator parts and masks”, <https://www.uea.ac.uk/about/-/ventilators>; June 23, 2020.
20. Tino, R., Moore, R., Antoline, S. et al, “COVID-19 and the role of 3D printing in medicine”, *3D Print Med*, Vol. 6, Issue 11, Pages 2-8, 2020.
21. Fox, S., “Third Wave Do-It-Yourself (DIY): potential for prosumption, innovation, and entrepreneurship by local populations in regions without industrial manufacturing infrastructure”, *Technology in Society Journal* , Vol 39, Issue 1, Pages 18-30, 2014.
22. Erickson, M. M., Richardson, E. S., Hernandez, N. M., Bobbert, D. W., 2nd, Gall, K., & Fearis, P., “Helmet Modification to PPE With 3D Printing During the COVID-19 Pandemic at Duke University Medical Center: A Novel Technique”, *The Journal of arthroplasty*, Vol. 35, Issue 7S, Pages 23–27, 2020.
23. L. Corsini, C.B. Aranda-Jan, J. Moultrie, “ Using digital fabrication tools to provide humanitarian and development aid in low-resource settings”, *Technology in Society Journal*, Vol. 11, Issue 7, Pages 58 -101, 2019.
24. Manero, A., Smith, P., Koontz, A., Dombrowski, M., Sparkman, J., Courbin, D., & Chi, A., “Leveraging 3D Printing Capacity in Times of Crisis: Recommendations for COVID-19 Distributed Manufacturing for Medical Equipment Rapid Response”, *International journal of environmental research and public health*, Vol. 17, Issue 13, Pages 2-13, 2020.
25. E. Larraneta, J. D. Robles, D.A. Lamprou, “Additive Manufacturing Can Assist in the Fight against COVID-19 and Other Pandemics and Impact on the Global Supply Chain”, *3D Printing and Additive Manufacturing*, Vol. 1, Issue 6, Pages 01, 2020.
26. W. Clifton, A. Damon, A.K. Martin, “Considerations and Cautions for three-dimensional-printed personal protective equipment in the COVID-19 crisis”, *3D printing and Additive manufacturing*, Vol. 7, Issue 3, Pages 97-99, 2020.