

## Ulaştırma Sektöründe İmdat Çekici Tasarımı ve 3B Yazıcı ile Üretimi

İbrahim Yavuz <sup>1\*</sup>, Emrah Erçek<sup>2</sup> ve Ahmet Fatih Yuran <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniv. Teknoloji Fak. Otomotiv Müh. Böl., Afyonkarahisar, Türkiye

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe Üniv. Sultandağı MYO, Otobüs Kaptanlığı Böl., Afyonkarahisar, Türkiye

<sup>3</sup>Afyon Kocatepe Üniv. Mühendislik Fak. Biyomedikal Müh. Böl., Afyonkarahisar, Türkiye

\*Corresponding author: iyavuz@aku.edu.tr

**Özet** –Üç boyutlu (3B) yazıcılar, günümüzde birçok alanda kullanılmakta ve her geçen gün farklı kullanım alanlarında görülmektedir. Bu alanlar; mühendislik, tıp, havacılık, ulaştırma, otomotiv, gıda ve eğitim örnek olarak verilebilir. Üreticiler düşük maliyet, esneklik ve zaman tasarrufu sağladığı gibi avantajlarından dolayı özellikle prototip üretimlerinde 3B yazıcıları üretimde kullanmaya başlamışlardır. 3B yazıcı teknolojilerindeki ve malzemelerindeki gelişmeler, günümüzde küçük parçalar ve az üretimler için geleneksel yöntemleri ile kıyaslandığında daha avantajlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada ulaştırma sektöründe güvenlik açısından toplu ulaşım araçlarında kullanılması zorunlu olan “ımdat çekici” nin plastik aksamının bilgisayar destekli tasarımı yapılmış ve 3B yazıcı kullanılarak üretilmiştir. Güvenlik amacıyla tasarlanmış imdat çekicinin ergonomik tutma hatları incelenmiş ve farklı modellerde yapıldığında nelere dikkat edileceği öngörülmüştür. Çalışma sonunda üç boyutlu yazıcılarla otomotiv sektöründe kullanılan polimer malzemelerin daha ekonomik bir şekilde üretilebileceğini sonuçlarına ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler-** İmdat Çekici, Acil Durum Ekipmanı, 3B Modelleme, Solidworks, 3B Yazıcı

## Safety Hammer Design For Transportation Vehicles And Production With 3D Printer

**Abstract** –Three-dimensional (3D) printers are used in many areas, and application examples widen every day. These areas include engineering, medicine, aviation, transportation, automotive, food, and education. The primary purpose of a 3D printer is prototyping. However, manufacturers have started to use 3D printers in production due to their low cost, flexibility, and time-saving. Advances in 3D printer technologies and materials are now more advantageous for small parts and less production than traditional methods. In this study, a safety hammer design purposed. Plastic parts of hammer modeled via computer-aided design software and produced with a 3D printer. Safety hammers are mandatory for vehicles. It is essential in terms of safety in the transportation sector. Holding lines of the safety hammer inspected. It was concluded that 3D printers provide essential applications for the automotive industry. Also, with thermoplastic polymer materials, plastic parts of a car can be produced more economically with three-dimensional printers. However, 3D printers are not suitable for mass production because of their slow production speeds.

**Keywords-** Safety Hammer, Emergency Equipment, 3D Modeling, Solidworks, 3D Printer

### I. GİRİŞ

In Otobüs minibüs gibi toplu taşıma araçlarında acil durum araç gereçlerinden olan acil durum çekici (ımdat çekici)' nin bulundurulması kanunen zorunludur. Dolayısıyla emniyet kemeri kadar hayati önem taşımaktadır. Aynı zamanda çok katlı ve kamu binalarında da acil çıkış için kullanılabilir. Araç muayenesinde gerekli ekipmanlar listesinde toplu taşıma araçlarında, acil güvenlik çıkışı olarak tasarlanmış pencerelerin yanında birer adet imdat (kırama) çekici bulundurulması zorunludur [1].

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte yapılan tasarımlar doğrudan 3B yazıcılar yardımıyla üretilmekte ve prototipler elde edilebilmektedir. Değişik malzemelerin

kullanılmasına izin veren ve tasarım sonrası imalatı hızlandıran bu yöntemle, AR-GE aşamasında büyük kolaylıklar yaşanmaktadır. 3B baskı süreçleri ilk kez 1980 yılında Charles Hull [2], [3] tarafından ticarileştirilmiştir. Geleneksel fabrikalarda üretilmesi zahmetli ve karmaşık olan ürünleri 3B yazıcılar ile dünyanın herhangi bir yerinde kolaylıkla üretilmektedir [4].

3 boyutlu yazıcılar bilgisayar ortamında tasarlanmış veya tarayıcılar ile 3 boyutlu olarak taranmış modelleri, çok farklı malzeme (filament) kullanarak ve ekstra bir fikstür veya kalıba ihtiyaç duymadan üreten cihazlardır. Son 10 yılda hızla gelişen hızlı prototipleme tekniği olan katmanlı üretim (additive manufacturing) sistemleri birçok alanda kullanımı yaygınlaşmaktadır.

3 boyutlu yazıcılar ile inanılmaz derecede gelişmeler yaşanmıştır [5]. Şu anda bu teknoloji ile yapay kalp pompaları [6], mücevher ve moda sektöründe [7], [8], 3 B kornea üretimi [9], roket motoru [10] havacılık endüstrisinin [11], [12] yanı sıra gıda endüstrisi [13], [14] ilgili ürünlerin üretiminde de kullanılmaktadır.

Geleceğin teknolojisi olarak görülen 3B yazıcılar, tasarımı kısa bir zamanda elle tutulabilir somut nesnelere dönüştüren makinelerdir [15]. Bu makineler, tıp alanından otomotiv sektörüne kadar birçok alanda, tasarımın kısa sürede tamamlanmasını sağlayan yenilikçi bir parça geliştirme yöntemi sağlamaktadır [16]. Tasarımla üretimi bir araya getirmeye olanak sağlayan 3B yazıcıların günümüz dünyasında yaygın olarak kullanıldığı ve giderek yaygınlaştığı görülmektedir. Bu yöntem ile firmalar hem düşük maliyet hem de kısa zamanda geliştirme yaparak istenilen kalitede üretimi daha hızlı yapmaktadır. 3B yazıcılar ile üretilen prototipler sayesinde konsept tasarım beklentilerin üzerinde gerçekleştirilip, pazara çıkma süreci de hızlanmaktadır [17].

Bu çalışma ile ulaştırma sektöründe kullanılan imdat çekici tasarımı yapılmış olup imalatı 3B yazıcı ile yapılmıştır. Üretilen örnek numunenin üretim maliyeti ile norma piyasa satış fiyatları arasında karşılaştırma yapılmıştır.

## II. MATERYAL VE METOT

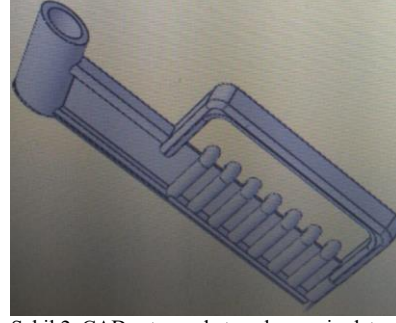
### A. İmdat Çekicinin CAD Modellemesi

Bilgisayar destekli tasarım (CAD), mühendislik tasarımlarının son hale geldiği bilgisayardan yararlanılarak yapılan bir işlemdir. Bu çalışmada ürünün katı modelinin hazırlanması için SolidWorks programında yararlanılmıştır. İmdat çekicine ait numune parça 3B modeli hazırlandıktan sonra baskı yapılabilir bir hale getirilmiştir. Öncelikle Şekil 1 'de görülen imdat çekici numunesinin cam kırıcı metal kısmı plastik kısımdan ayrılmıştır ve ölçüleri alınıp imalatı bu şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil1. İmdat Çekici numunesi

İmdat çekicinin Şekil 3'de görülen plastik kısmı ölçüleri alınarak kâğıt üzerindeki hesaplama ve tolerans ayarlamalarından sonra tasarım programı SolidWorks ile modellenmiştir. Tasarım sırasında kullanıcı istekleri ve genel imdat çekici tasarım kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Parmak boşlukları ve imdat çekici tutucu kısmı kullanıcının el ölçülerine göre oluşturulmuş ve sonraki yapılabilecek tasarımlar için ölçüler kayıt altına alınmıştır. Bu tasarım sırasında ana hedef imdat çekicini rahat ve güvenli tutuş sağlamanın yanında, cama vuruş kolaylığını artırmaktır. Şekil 2'de kullanıcı tarafından bilgisayar destekli tasarım programıyla modellenmiş imdat çekici plastik aksamı görülmektedir.

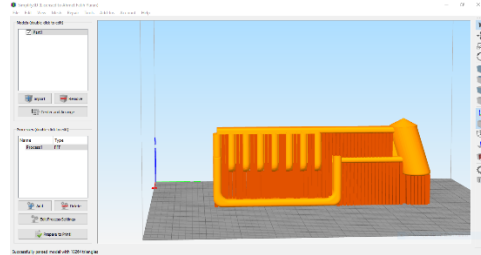


Şekil 2. CAD ortamında tasarlanmış imdat çekici plastik aksamı modeli

Tasarımda (CAD) kullanılan yazılımlar ile 3B yazıcılar arasında veri transferini sağlamak için veri ara yüzüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ara yüz STL (Stereo Lithography) formatıdır. Üç boyutlu tasarım programları aracılığıyla istenilen imdat çekici plastik aksamı tasarımı yapıldıktan sonra \*.stl formatına dönüştürme işlemi yapılmıştır.

### B. Baskı Ayarlamaları

Üç boyutlu imdat çekici plastik aksamı modelinin tasarımının tamamlanmasından sonra, bu tasarım STL formatındaki matematiksel hesaplanmış katmanlara dönüşümü yapılmaktadır. Şekil 3'de Simplify3D dilimleyici yazılımı kullanılarak, STL dönüşümü yapılmış modelin üç boyutlu yazıcı için baskı ayarlamalarının yapıldığı ara yüz görülmektedir.

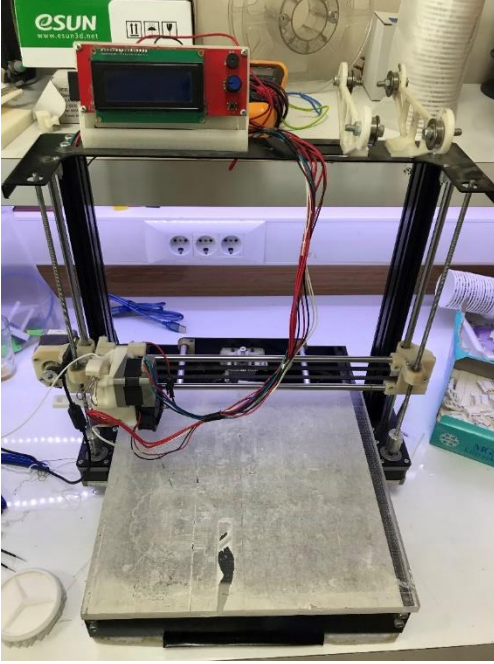


Şekil 3. İmdat çekici plastik aksamı üç boyutlu baskı ayarlarının yapılması

Bu ara yüz baskı programı kullanılarak, baskı yapılacak malzeme türü, baskı kalınlığı, baskı kalitesi, iç doluluk yapısı, destek açısı, fan hızı gibi baskı değişkenleri kullanıcı istekleri doğrultusunda seçilebilmektedir. Baskı işlemi üç boyutlu imdat çekici plastik aksamı tasarımının son işlem basamağıdır. Baskısı tamamlanmış olan imdat çekici plastik aksamına kırıcı metal aksamı montaj edilerek kullanılmaktadır.

### C. "G" kodlarının Elde Edilmesi

İmdat çekici imalatında açık kaynaklı bir 3B yazıcı kullanılmıştır. Bu yazıcı hammadde olarak PLA veya ABS termoplastik malzemeden parça üretimi yapabilmektedir. Çalışmada ABS termoplastik filamentler kullanılmıştır. Yaklaşık 205-225 °C sıcaklıkta eriyebilen filament ile, dayanıklı ve model üretimine uygun imalatlar yapılabilmektedir. 290x290x200 mm üretim boyutları ve 0,15 mm baskı hassasiyetiyle imdat çekici modellerinin üretimi yapılan 3 D yazıcı Şekil 4' da görülmektedir.



Şekil 4. Üretimlerde kullanılan 3B yazıcı

3B yazıcıda tek nozzle haznesi bulunmaktadır. ABS kullanılacak nozzle 215 °C'ye kadar ısıtılmaktadır. Sıcaklık sensörleri ile bu sıcaklığa gelindiğinde ısıtma işlemi durdurulur ve bu belirli sıcaklıkta kalması için sensörlerden gelen verilere göre otomatik olarak ısıtma işlemi yapılır. Yazıcının çalışması için gerekli komutlar G Code denilen kod sisteminde belirlenir. Bu kod işlemlerini alabilmek için dönüştürücü ara bir program kullanılması gerekmektedir. Prototip üretimimizde ara program olarak cihaz ile beraber lisansı gelen Simplify 3D programı kullanılmıştır.

#### D. Tasarımın 3B Yazıcıdan Prototip Üretimi

İmdat çekici tasarımının ön prototipi için 3B yazıcı ile üretimine başlamadan önce yazıcı ayarları ve kontrolleri yapılmıştır. Simülasyon programıyla üretilecek ön prototip parçada, kullanılacak filament miktarı ve yaklaşık ne kadar sürede işlemi tamamlayacağı belirlenmiştir. Parçanın 3B yazıcı ile üretimi süresinde bazı aşamaları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. İmdat çekici plastik aksamı tasarımının 3B yazıcıda üretim süreci aşamaları

Simplify3D programında hazırlanan modellerin G CODE'ları bilgisayardan USB kablo yardımıyla yazıcıya aktarılmıştır. Yapılan tasarım çalışmasına ait ön prototip üretim son hali Şekil 6' de verilmiştir. İmdat çekicinin 3B yazıcıda numune üretimi için 8 saat sürmüştür ve 10 metre filament harcanmıştır.



Şekil 6. İmdat çekici plastik aksamı tasarımının 3B yazıcıda üretilmiş hali

### III. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

3B yazıcılar ile üretim yöntemleri her geçen gün gelişmekte ve yeni yeni malzemeler ile üretim yapar hale gelmiş olup her geçen gün de gelişmektedir. Bu durum elde edilen parçaların direk olarak kullanım oranını her geçen gün arttırmaktadır. Bu çalışmada toplu ulaşım araçlarında güvenlik araç gereçlerinden olan imdat çekici tasarımı ve ön prototipi 3B yazıcı teknolojisi kullanılarak üretimi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tasarım ABS Filament ile 0,15 mm hassasiyetteki yerli üretim olan 3B yazıcı kullanılarak ön prototip imal edilmiş, ürün incelenmiş ve ürün üzerinde yapılabilecek değişiklikler tespit edilmiştir. Burada örnek alınan numunenin üretim yerine baktığımızda yabancı menşeli olduğu görülmektedir. Yapılan çalışma ile piyasada yüksek maliyetlerle satılan bir ürünün yerli imkanlarla düşük maliyete üretilebileceği görülmüştür. Aynı zamanda ürünlerin daha fonksiyonel özellikler eklenerek tasarımın geliştirilebileceğini gözlemlenmiştir. Parçanın 3B yazıcı ile üretim maliyeti yabancı ülkelerden alınan ürünün fiyatından daha düşüktür. Ancak yine de 3B yazıcılar seri üretim konusunda yeterli olmadığı görülmüştür. Önümüzdeki yıllarda 3B yazıcıların bilinirliğinin ve 3B yazıcı çeşitliliğinin artmasıyla makinalar her geçen gün daha kolay ulaşılabilir hale gelmektedir. Böylece düşük maliyetlerle yerli üretim yapabilme imkânı olacaktır.

#### Üretilen Parçanın Maliyet Hesabı;

1 kg filament yaklaşık 330 metre ve Fiyatı 90 TL 'dir  
Ürettiğimiz parçada yukarıda belirttiğimiz gibi yaklaşık 10 metre filament kullanılmıştır.

10 metre filamentin maliyeti 2,73 TL dir. [(10x90)/330]

1KW/saat elektriğin fiyatı ortalama 0,599 TL'dir.

Yazıcının saatte enerji tüketimi 0.11 KW/saat' dir

Parçanın üretimi yukarıda belirttiğimiz gibi yaklaşık 8 saattir

Parçanın üretimi için harcanan elektrik 0,88 KW/saat' dir.  
[8x0,11]

Parça üretiminde harcanan elektriğin maliyeti 0,42 TL'dir.  
[0,88x0,48]

Toplam maliyet = filament maliyeti+elektrik maliyeti  
= 2,73 TL + 0,42 = 3,15 TL

Yapılan hesaplara göre parçanın plastik aksamı maliyet fiyatı 3,15 TL olmaktadır. Parçanın piyasa maliyetine baktığımızda yaklaşık 15-30 TL olduğu görülmektedir. Bu

karşılaştırmaya göre yaklaşık %80-90 daha düşük bir maliyetle parçayı üretmiş olmaktadır.

#### KAYNAKLAR

- [1]. <https://www.tuvturk.com.tr/adim-adim-muayene/muayene-onesi/gerekli-ekipmanlar-listesi.aspx> 26.04.2021.
- [2]. Holzmann P., Robert J., Breitenecker A. A., Soomro J. S., *User entrepreneur business models in 3D printing*, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 28, No. 1, pp. 75-94, 2017
- [3]. Çalışkan C. İ., Arpacıoğlu Ü., *Yapı Üretiminde Eklemeli İmalat Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi*, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 2, 2020
- [4]. Türkol S. *3 Boyutlu Yazıcıların Üretime ve Toplum Yapısına Etkisi*, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Halkla İlişkiler ve Tanıtım Anabilim Dalı İletişim Araştırmaları Bölümü, Yüksek Lisans Tezi 2017
- [5]. Kökhan, S. and Özcan, U., *3D Yazıcıların Eğitimde Kullanımı*, Bilim Eğitim Sanat ve Teknoloji Dergisi, 2(1), pp. 80–85. 2018, Available at: <http://dergipark.org.tr/tr/pub/bestdergi/issue/37869/437548>.
- [6]. Thomas, *3D printed jellyfish robots created to monitor fragile coral reefs*, 3D Printer and 3D Printing News 2018. [Online]. Available: <http://www.3ders.org/articles/20181003-3d-printed-jellyfish-robots-created-to-monitor-fragile-coral-reefs.html>, 26.04.2021
- [7]. Düzgün E. D., Çetinkaya K., *Moda Alanında 3 Boyutlu Baskı Teknolojileri Kullanımı*, International Journal Of 3d Printing Technologies And Digital Industry 3:1, 19-31, 2019
- [8]. Tess 2017, *Indian jewelry brand Isharya unveils 'Infinite Petals' 3D printer jewelry collection*, 3D Printer and 3D Printing News, 2017. [Online]. Available: <http://www.3ders.org/articles/20170412-indian-jewelry-brand-isharya-unveils-infinite-petals-3d-printed-jewelry-collection.html>, 26.04.2021
- [9]. Bin Z., Qian X., Jintao L., Liang M., Yufeng Y., YeHua, Zhanfeng C., Huayong Y., *3D bioprinting for artificial cornea: Challenges and perspectives*, Medical Engineering & Physics Volume 71, 68-78, 2019
- [10]. Manufacturing, A., *3D printed copper rocket engine part on way to Mars*, Metal Powder Report, 70(4), pp. 196–197. 2015, doi: 10.1016/j.mprp.2015.06.021.
- [11]. Gisario A., Kazarian M., Martina F., Mehrpouya M., *Metal additive manufacturing in the commercial aviation industry: A review*, Journal of Manufacturing Systems Volume 53, October 2019, Pages 124-149
- [12]. Wagner S. M., Walton R. O., *Additive manufacturing's impact and future in the aviation industry*, Production Planning & Control, 27:13, 1124-1130, 2016
- [13]. Lipton J. I., Cutler M., Nig F., Cohen D., Lipson H., *Additive manufacturing for the food industry*, Vol. 43, Issue 1, May 2015, Pages 114-123, doi: 10.1016/j.tifs.2015.02.004.
- [14]. Keerthana, K., Anukiruthika T., Moses J.A., Anandharamakrishnan C., *Development of fiber-enriched 3D printed snacks from alternative foods: A study on button mushroom*, Journal of Food Engineering, 287, p. 110-116, 2020, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2020.110116.
- [15]. Yavuz İ., Yuran A.F., İkinci F., *Makine Mühendisliği Eğitiminde 3d Yazıcılar ile Yardımcı Materyal Tasarımı Ve Uygulaması*, International Journal of 3d Printing Technologies And Digital Industry, 354-359, 2019
- [16]. Durgun İ., *Otomotiv Ürün Geliştirme Sürecinde Doğrudan Dijital İmalat*, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, Cilt 7, Sayı 1, 2018
- [17]. Yavuz İ., Üstündağ N. Ç., Kaya B., Özçam M. *Otomotiv Sektöründe Sigorta Kutusu Tasarımı İçin 3d Yazıcının Kullanımı*, 9th International Automotive Technologies Congress, Otekon 2018, 1628-1634