

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>

## ALEV GİZLEYEN TASARIMI VE PROTOTİP İMALATI

FLASH HİDER DESIGN AND PROTOTYPE  
MANUFACTURING

**Yazarlar (Authors):** Halil Özaslan<sup>ID\*</sup>, Mustafa Bozdemir<sup>ID</sup>

***Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):*** Özaslan H., Bozdemir M., "Alev Gizleyen Tasarımı ve Prototip İmalatı" *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 6(1): 176-185, (2022).

DOI: 10.46519/ij3dptdi.1088155

Araştırma Makale/ Research Article

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

# ALEV GİZLEYEN TASARIMI VE PROTOTİP İMALATI

Halil Özaslan<sup>a</sup> , Mustafa Bozdemir<sup>b</sup> 

<sup>a</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Savunma Teknolojileri Anabilim Dalı, TÜRKİYE

<sup>b</sup>Kırıkkale Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, TÜRKİYE

\* Sorumlu Yazar: [h.ozaslan.7@gmail.com](mailto:h.ozaslan.7@gmail.com)

(Geliş/Received: 15.03.2022; Düzeltme/Revised: 28.04.2022; Kabul/Accepted: 30.04.2022)

## ÖZ

Ateşli silahların bir kullanıcı tarafından ateşlenmesiyle namlu ucunda yüksek görünümlü alevler oluşur. Ateşli silahların özellikle gece kullanımlarında yüksek alev görünümünün ciddi zararları vardır. Oluşan alevler, kullanıcın gözlerini kör edebilir ve düşman kuvvetler tarafından kullanıcının konumunun açık edilmesine neden olurlar. Namlu ucu cihazlarından en yaygın olarak kullanılanları ise namlu frenleri, susturucular ve alev gizleyenlerdir.

Geleneksel tasarım yöntemi kullanılarak 7.62 mm kalibrelerde kullanılmak üzere özel yapı ve fonksiyonları bulunan Atabey Alev Gizleyen modeli SolidWorks ile tasarlanarak SolidFlow ile iç hava akış analizleri yapılmıştır. Tasarlanan Atabey Alev Gizleyen modelinin, üç boyutlu yazıcı Zortrax firmasının ürettiği M200 modeli ile prototipi imal edilmiştir. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen ile namlu patlaması sonrasında oluşan alev görünümü minimize edilerek kullanıcının gece görüşü artırılır ve konumu gizlenir. Özel tasarımı ile telleri kesebilir, kesici ve delici yapısı ile düşman kuvvetlere karşı birebir müdafaa da kullanılabilir. Eklenen özel fonksiyonlar ile alanında eşsiz bir alev gizleyen olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Namlu Cihazları, Alev Gizleyen, Susturucu, Namlu Freni.

## FLASH HIDER DESIGN AND PROTOTYPE MANUFACTURING

### ABSTRACT

When firearms are fired by a user, high-looking flames are formed at the muzzle end. High flash appearances have serious harms, especially in night use of firearms. The resulting flames can blind the user and cause enemy forces to reveal the user's position. The most commonly used muzzle devices are muzzle brakes, silencers, and flame suppressors.

Using the traditional design method, the Atabey Flash Hider model, which has a special structure and functions to be used in 7.62 mm calibers, was designed with SolidWorks and internal air flow analyzes were made with SolidFlow. The prototype of the designed Atabey Flash Hider model was produced with the M200 model produced by the three-dimensional printer Zortrax company. With the Atabey Multi-Function Flash Hider, the flame appearance after a barrel explosion is minimized, increasing the night vision of the user and hiding his position. It can cut wires with its special design, and it can also be used for one-on-one defense against enemy forces with its cutting and piercing structure. With the added special functions, it has been hiding a unique flame in its field.

**Keywords:** Muzzle Devices, Flash Hider, Silencer, Muzzle Brake.

## 1.GİRİŞ

Türkiye Cumhuriyeti Devleti, farklı devletlere özellikle savunma sanayisinde olan bağımlılığı büyük oranda azalmıştır. Elektrik, su ve buhar gibi kuvvetlerin değerlendirilmesi ile beraber başlayan teknolojik gelişmeler, son zamanlarda önemli ölçülerde üretimler ve imalatlar yapılmasına olanak sağlamıştır. Ulaşım, sağlık ve makine gibi sektörlerine ek olarak savunma sanayi sektörü de bu teknolojik gelişmelerden önemli ölçüde üzerine düşeni almıştır. Mühimmat, robot, silah, ve insansız araçlar savunma sanayinin başlıca konuları olarak adlandırılmaktadır. Devletlerin savunma alanında yaptığı çalışmalar, günümüz koşullarında ülkelerin ana fonksiyonu olarak kabul edilmesi öngörülmektedir. Devletlerin savunma sanayi konularında yapmış oldukları projeler, devletlerin kalkınmalarının devamlılığı ve devletlerin kaynaklarının gerçek alanında değerlendirilmesinin devlet güvenliğine olan önemli etkileri ile başı çekmektedirler. Gelişen insanlı ve insansız teknoloji ile birlikte silah sistemlerinde de olumlu yönde ciddi gelişmeler olmaktadır [1].

Devletlerin kendi olanakları ile üretmedikleri savunma sanayi malzemelerini ve ürünlerini farklı devletlerden temin etmek istemektedirler. Bu durumlar ile talepte bulunan devletler hem kendi ülke ekonomilerine ciddi derece de büyük para kayıplarına neden olurlar hem de bu talep ile talep edilen devlete mecbur olarak bağımlı hale gelirler. Böylesi durumlarda ister istemez diğer devletlerin olası yaptırımları ve anormal istekleri kaçınılmaz olmaktadır. Devletlerini, diğer ülkelere bağımlı hale getirmeyip onların hem ekonomik olarak hem de siyasal olarak daha güçlü olmasını isteyen araştırmacılara önemli ölçüde görevler düşmektedir [2].

Özellikle son zamanlarda tasarımları orijinal olan ve mühendislik çalışmalarına sahip olunan malzeme ve parçaları artırma aşamasına geçilmiş, milli ve yerli projeler sistemin içine dahil edilmiştir. Bilahare son zamanlarda imalat doneleri, analiz ve tasarım bilgileri ile gerekli donelere sahip olunmasıyla birlikte kendimize özel ürünler ortaya çıkacak, mühendislik çalışmalarına ve savunma sanayine gerçek destekler işte o zaman yapılabilmektedir [3].

Türkiye Cumhuriyeti Devleti, savunma politikası olarak özellikle son yıllarda Türk Silahlı Kuvvetleri'nin gerekli ihtiyacı olan araç, gereci mühimmat ve silahların projelerini yerli ve milli

projelerde geliştirerek hazırlayan ve sonrasında imal etme çabası üzerinde bilahare önemle durulan ana konuların başında gelmektedir [4].

Çinliler tarafından icat edilen barutun kullanılmaya başlanmasıyla birlikte gerçekleşen namlu patlamasıyla oluşan alev görünümü ve duman problemi kullanıcılarda sıkıntılara yol açmıştır. Kullanıcı tarafından ateşli silahın ateşlenmesi kara barutun yanmasına neden olur. Sonrasında ise bu yanmaya alev parlamaları, kıvılcımlar ve hem kullanıcıyı hem de hedefi esir alan beyaz dumanlar eşlik eder. Bu problemler kişileri ve devletleri bir çözüm aramaya itmiştir. İlk zamanlar da Almanya bu konunun üzerine gidip bir alev gizleyen tasarlayıp otomatik silahlarda kullanan ilk devletlerden olmuştur [5].

Farklı ve daha kısa namlulu silahların sisteme dahil edilmesiyle namlu patlaması sonrasında oluşan yüksek alev görünümü özellikle gece kullanımlarında kullanıcıya ciddi sorunlar yaratmıştır. Bu sorunların en önemlisi ateşli silahın ateşlenmesiyle namluda oluşan yüksek alev görünümünün kullanıcıyı özellikle gece rahatsız ederek kör olmasına ve düşman kuvvetler tarafından konumunun açık hale gelmesi çeker [6].

Namlu ucu cihazı olan alev gizleyenler, özellikle II. Dünya Savaşı'nın sonlarında ve daha sonrasında saldırı tüfeği tasarımlarında yaygınlaşmıştır ve bugün tabiri caizse tüm saldırı tüfeklerinde kullanılan evrensel bir duruma gelmiştir [7].

Alev gizleyenler farklı isimler ile de adlandırılmaktadır. Bunların başlıcaları, alev konisi, alev koruması ve alev eliminatörüdür. Bu namlu ucu cihazları ateşli silahın ateşlenmesi ile oluşan alev topunu minimize etmek için özel olarak tasarlanmışlardır [8].

Namlu ucuna takılan alev gizleyenler kullanıcılar için ciddi avantajlar sağlamaktadır. Namlu patlamasıyla oluşan yüksek görünümü alevin absorbe edilerek kullanıcının özellikle gece operasyonlarında kullanıcıya üstün gece görüşü sağlamanın yanında düşman kuvvetlere konumunu açık etmeyerek bir üstünlük daha sağlar. Eklenen özel fonksiyonlar ile tel kesme, kapı kırma, namlu frenlemesi gibi üstünlüklerde sağlar. Ekstra sağlamış olduğu ağırlık, düşme ve çarpma gibi etkilerle zarar görmesi ise dezavantajlarındandır [9].

Namlu frenleri ile alev gizleyenler genellikle karıştırılmaktadırlar. Her ikisi de aynı yere monte edilirler. Fakat her ikisi de birbirinden çok farklıdır. Alev gizleyenler namlu patlamasıyla oluşan alev görünümünü absorbe ederken, namlu freni ise namlu patlaması sonrasında oluşan yüksek geri tepmeyi azaltmaktadır. Alev gizleyenler gibi alevleri absorbe etmek yerine daha fazla alev neden olurlar [10].

Yapılan araştırmalar ve incelenen çalışmalar neticesinde, İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana alev gizleyenler üzerinde çok ilerleme kaydedilmiştir. Bastırıcı olarak katkı maddelerinin yanı sıra, namlu ağzı frenleri ve patlama reflektörlerinin alev üzerinde bir miktar etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Bu gözlem, namlu ağzının patlaması ve parlamasının mekanizmasını öğrenmeye yönelik organize girişimlere yol açmıştır. Bugüne kadar önemli miktarda veri toplanıp, çeşitli derecelerde başarı ile çeşitli tasarımlarda mekanik alev gizleyiciler ve alev baskılayıcılar geliştirilmiştir. Bununla birlikte, mekanik veya kimyasal olarak verimli, pratik bir alev gizleyen elde etmek için hala çok fazla ilerlemeye ihtiyaç vardır [11,12].

Bu çalışmalar kapsamında yerli ve milli piyade tüfeği MPT-76' ya göre namlu patlaması sonrasında ortaya çıkan alev görüntüsünü minimize eden, çok fonksiyonlu ve geliştirilmiş alev gizleyen tasarımları, bilgisayar destekli tasarım programlarından SolidWorks kullanılarak tasarlanmış ve seçilen optimum model, üç boyutlu yazıcı Zortrax firmasının ürettiği M200 modeli ile prototipi imal edilmiştir.

## 2.MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışmada yerli ve milli piyade tüfeği MPT-76' ya göre namlu patlaması sonrasında ortaya çıkan alev görüntüsünü minimize eden, çok fonksiyonlu ve geliştirilmiş bir alev gizleyen tasarımı yapılmıştır. Alev gizleyen malzemesi, dayanıklı olması için gerçekte üretileceği zaman titanyumdan olması ve malzemesinin üzerine bir kaplama yapılarak alev gizleyeni korozyona, aşınmaya ve ısıya karşı çok daha iyi korunur hale getirileceği öngörülmüştür. MPT-76 namlusuna uyacak şekilde tasarlanan alev gizleyen ile namlu patlaması sonucu oluşan alev görünümünü minimize eden içerisinde yeterli odacıkları barındıran ölçülerde tasarlanmıştır. Yapılan alev gizleyen tasarımları ile ateşli silah kullanıcısının, silahını ateşlemesi neticesinde oluşan namlu

patlamasıyla özellikle gece kullanımlarında kullanıcının gözlerinin kör olmasını engelleyerek, gece görüşünü artırması ve özellikle gece kullanımlarında, kullanıcısının konumunu gizleyerek düşman kuvvetler tarafından bulunmasını zorlaştırmıştır. MPT-76'ya göre özel olarak tasarlanan çok fonksiyonlu geliştirilmiş alev gizleyen iki temel özelliğinin yanında fonksiyonel özellikler de barındırmaktadır. Yapılan özel tasarım ile alev gizleyen aynı zamanda namlu freni özelliği de taşımaktadır. Alev gizleyene eklenen namlu freni özelliği ile ateşli silah kullanıcısının ateşli silahı ateşlemesiyle oluşan namlu patlaması sonucu alev görüntüsünü absorbe etmesinin yanında sarsılmayı ve geri tepmeyi azaltarak atıcının hem silaha daha kolay ve rahat hâkim olmasını sağlamıştır hem de sarsılmayı azaltması sonucu hedef doğruluğunu artırarak, vurulmak istenen hedefin doğruluğunu artırmıştır. Tasarlanan alev gizleyen temel iki özelliğinin yanına eklenen bir diğer özel fonksiyon ise tel kesme aparatıdır. Alev gizleyen ucuna eklenen dört adet tırnağın hizalanması neticesinde ateş yapılarak teller kesilir. Eklenen tırnaklar tel kesmenin yanında alev görünümünü minimize etmeye de yardımcı olmaktadır. Tasarlanan alev gizleyen son fonksiyonel özelliği ise üzerinde bulunan kesici ve delici dikenli yapılarıdır. Yapılan özel tasarım ile olası birebir müdafaa ve saldırı gerektiren anlarda atıcının hiç vakit kaybetmeden düşman kuvvetlere bu kesici ve delici yapı ile saldırıp yok etmesi tasarlanmıştır. MPT-76'ya göre özel olarak tasarlanan alev gizleyeni silahın namlu ucuna takmak için en etkili, sağlam ve kolay olan ezme rondelâları kullanılmıştır. Böylece alev gizleyen çok daha kolay ve sağlam bir şekilde ateşli silah namlusuna takılır[9,13].



**Şekil 2.1.** MPT-76 da kullanılan alev gizleyen modeli [14].

Yapılan tasarımda, geleneksel tasarım yöntemi kullanılmıştır. Bilgisayar Destekli Tasarım programlarından Solidworks ile alev gizleyenlerin modellemeleri yapılmış ve SolidFlow ile de akış hesaplamaları yapılmıştır. Solidworks de yapılan modellemeler ve akış hesaplamaları sonucu seçilen modelinin üretimi için üç boyutlu yazıcı

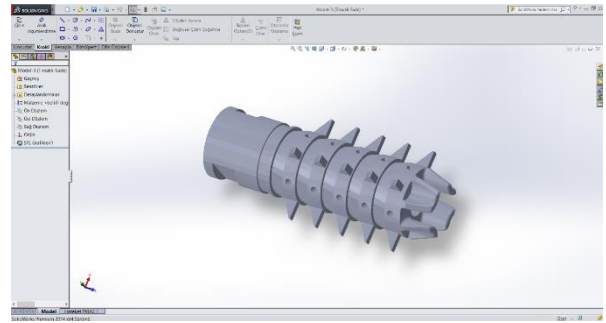
Zortrax firmasının ürettiği M200 modeli kullanılmıştır. Üç boyutlu yazıcı malzemesi olarak da Z-Ultrat kullanılmıştır [15,16].

Üç boyutlu yazıcılar, üç eksenli bir alanda seçilen parça malzemesi ile katmanlar olarak üst üste yerleştirilerek birçok parçalar üretirler. Üç boyutlu yazıcılar ile mühendislikten eğitime, sanattan tıp alanı gibi birçok farklı dalda kullanılan yeni bir teknolojidir. Bilahare üç boyutlu yazıcılar son zamanlarda çok popüler hale gelmiştir. Dünyayı değiştirecek teknoloji olarak adlandırılmaktadırlar ve çok büyük beklentileri beraberinde getirmektedir. Üç boyutlu yazıcılar ile istenilen parçalar çok ucuz ve çok hızlı bir şekilde imal edilmesi birçok kişinin işine gelmektedir [17,18,19,20].

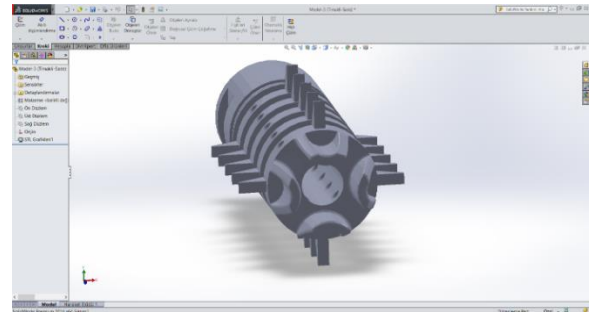
## 2.1. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen Modelinin SolidWorks ile Katı Modellemesi

Şekil 2.2. de gösterilen SolidWorks programında tasarlanıp katı modellemesi yapılan Atabey Alev Gizleyen modeli, gerçekte titanyum malzemeden yapılması öngörülmüştür. 7.62 Nato mermisinin kullanılabileceği bir tasarım modellemesi yapılmıştır. Milli piyade tüfeği MPT-76'nın kullanıcı tarafından ateşlenmesiyle oluşan namlu patlamasıyla meydana gelen yüksek alev görünümü, Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modelinin üzerinde bulunan dairesel deliklerden ve dört tırnağın absorbe etmesiyle minimize olarak çıkar. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen üzerinde bulunan delikler ve ucundaki tırnaklar ile yüksek basınç düşürülür ve yüksek sıcaklıktaki alevler ise çok hızlı bir şekilde soğutulur. Yapılan özel tasarım modellemesi ile namlu patlamasıyla oluşan geri tepme kuvveti azalır. Böylece MPT-76 kullanıcısı özellikle gece kullanımlarında namlu patlaması sonrasında oluşan yüksek görünümlü alevlerden kurtularak kör olma riskinden kurtulmuştur ve gece görüşü artmıştır. Ayrıca gece operasyonlarında kullanıldığı takdirde düşman kuvvetleri tarafından Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen sayesinde konumunun belirlenmesi daha zor hale gelmiştir. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modelinin sunmuş olduğu bir diğer fonksiyon da ise namlu ucunda bulunan dört adet tırnağın telleri hizalayıp, piyade tüfeğinin ateşlenmesi ile çok kolay bir şekilde teller kesilir. Bu özellik ile çok kolay ve hızlı bir şekilde tel kesme işlemleri de tamamlanmış olur. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modeli üzerinde bulunan kesici ve delici dikenli yapılar ile olası mühimmat bitmesi veya ani bir düşman kuvveti ile birebir de müdafaa veya

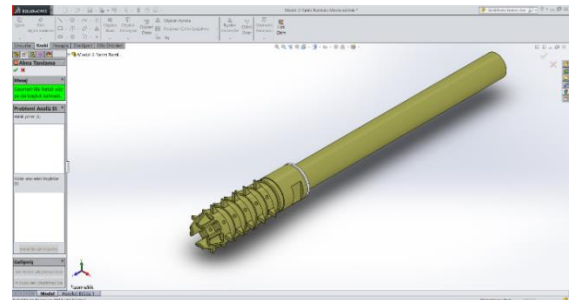
saldırı durumunda kullanıcının kendini kollayıp düşman kuvvete zarar vermesini sağlar. Bu şekilde kullanıcı çok hızlı bir şekilde reaksiyon vererek kendisini korumaya ve saldırıya hazır halde bulur. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modeli gerçekte titanyum malzemeden yapılması öngörülmüştür. Yüksek sıcaklık ve basınçlara karşı çok dayanıklıdır. Kaplama gerektirmez. MPT-76'ya ezme rondelaları ile takılmak üzere dişi namlu bağlantı noktasına sahiptir. Hizalama gerektirmez. Ezme rondelaları ile kolay monte ve demonte edilebilir.



Şekil 2.2. Atabey çok fonksiyonlu alev gizleyen modeli



Şekil 2.3. Atabey çok fonksiyonlu alev gizleyen modeli

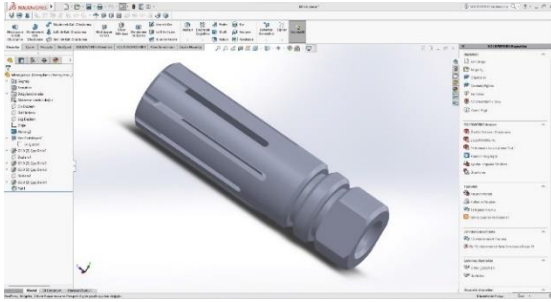


Şekil 2.4. Atabey çok fonksiyonlu alev gizleyen modelinin namluya ezme rondelası ile montajlanmış hali.



## 2.2. Gökbey Alev Gizleyen Modelinin SolidWorks ile Katı Modellemesi

Şekil 2.5. de gösterilen SolidWorks programında tasarlanıp katı modellemesi yapılan Gökbey Alev Gizleyen modeli, gerçekte paslanmaz çelikten yapılması öngörülmüştür. 7.62 Nato mermisinin kullanılabileceği bir tasarım modellemesi yapılmıştır. Yanlardan açılan uzunlamasına yarıklar ile namlu patlaması sonucunda oluşan alevler buralarda absorbe edilip minimize edilerek dışarıya doğru çıkışı sağlanır. Gökbey Alev Gizleyen üzerinde bulunan uzunlamasına yarıklar sayesinde namlunun ve dışarı çıkan yüksek basınçlı gazların soğumasını hızlandırılır. Malzemesinin paslanmaz çelik olmasından dolayı çok fazla basınç ve yüksek sıcaklığa dayanmaz kaplama yapılmalıdır. MPT-76'ya ezme rondelâları ile takılmak üzere dışı namlu bağlantı noktasına sahiptir. Hizalama gerektirmez. Ezme rondelâları ile kolay monte ve demonte edilebilir.



Şekil 2.5. Gökbey alev gizleyen modeli

## 2.3. Alev Gizleyen Seçimi

Milli ve yerli piyade tüfeği MPT-76' ya göre tasarlanarak katı modellemesi yapılan iki çeşit alev gizleyen modellenmiştir. Yapılan modellemelerin malzeme cinsine, fonksiyonlarına, tasarımlarına ve akış hesaplarına bakılarak bir tercih yapılmıştır. Bu tercih sonunda gerçekte malzeme bakımından uygulanması öngörülen, en dayanıklı olan ve kaplama gerektirmeyen titanyum malzemesinin seçilmesi öngörülmüştür. MPT-76' nın kullanıcı tarafından ateşlenmesiyle oluşan alev görüntüsünü özel tasarımı ile en iyi absorbe ederek dışarı çıkan ışığı minimize ederek kullanıcının konumunu gizleyen ve gece kullanımlarında kullanıcının gözlerini kör etmesini engelleyerek, gece görüşünü artıran, bu ana özelliklerinin yanında tel kesme ile kesici ve delici yapı özelliklerini barındıran Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modellemesi seçilmiştir. SolidFlow ile akış hesaplarına bakılıp diğer modellerinki ile karşılaştırma yapıldığında

da en iyi sonucu veren Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modelidir.

## 2.4. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen Modelinin Üç Boyutlu Yazıcı ile Prototip Üretimi

Milli ve yerli piyade tüfeği MPT-76' ya göre tasarlanan Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen katı modelimiz SolidWorks ile modellenerek üretim aşamasına geçilmiştir. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen katı modelini prototipini üretmek için günümüzde birçok yerde kullanılan üç boyutlu yazıcı teknolojileri kullanılmıştır. Atabey Alev Gizleyen katı modelini üç boyutlu yazıcı modellerinden Zortrax firmasının ürettiği M200 modeli kullanılarak prototipi üretilmiştir.

Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen katı modelinin prototipinin üretilmesinde kullanılan Zortrax M200 model yazıcı ile çok hassas ve yüksek verimlilikte parçalar prototip olarak çıkartılır. Üç boyutlu yazıcıda baskı kullanılan filamentler çok farklı renk seçeneklerine ve üst düzey özelliklere sahiptir. Çok hassas ve ayrıntılı parçalar üretilebilir ve özel tasarlanan yapılar orijinal halini hiç kaybetmeden olduğu gibi bastırılıp, çoğaltılabilir. Zortrax M200 modelinde iki adet yan kapaklar bulunmaktadır. Bu kapaklar ile tasarlanıp üretilmek istenen parçanın basılması sırasında sıcaklık dengesini sağlayarak daha kontrollü soğumaya olanak sağlanır. Bastırılacak modeli dış etkenlere karşı korurlar. Aynı zaman da modelin basılması sırasında oluşabilecek yarıklar gibi hataların da önüne geçerler. Zortrax M200 modeli, kendisine özel Z-Suite sezgisel üç boyutlu baskı yazılımına sahiptir [21].



Şekil 2.6. Zortrax M200 Üç Boyutlu Yazıcının Görüntüsü [21].

## 2.5. Zortrax M200 Model Yazıcının Özellikleri

Üç boyutlu yazıcı modelinin fiziksel ölçüleri, filamentin makarlı ve filamentin makarasız olarak milimetre ve inç cinsinde aşağıdaki Çizelge 2.1.' de gösterilmiştir. Üç boyutlu yazıcı modeli olan Zortrax M200 çok geniş bir kullanım sahasına

sahiptir. Bu kullanım sahalarından bazıları ise şöyledir; Bireysel Kullanım, mühendislik, robotik, mimari, otomotiv, eğitim [21]

**Çizelge 2.1.** Zortrax M200 model yazıcının fiziksel ölçüleri [21]

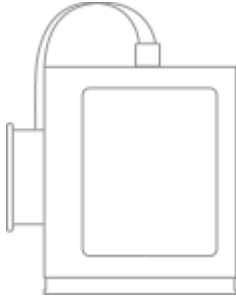
#### **Fiziksel Boyutlar**

##### **Makarasız**



345 x 360 x 430 mm  
13,6 x 14 x 16,9 inç

##### **Makaralı**



345 x 430 x 430 mm  
13,6 x 17 x 16,9 inç

Üç boyutlu yazıcı modeli olan Zortrax M200' de çözünürlük, çalışma alanı, hacim ve malzeme çapı gibi bazı baskı değerleri Çizelge 2.2.' da gösterilmiştir [21].

**Çizelge 2.2.** Zortrax M200 model yazıcının baskı değerleri [21]

<b>Baskı</b>	
Teknoloji	LPD
Hacim	200 x 200 x 180 mm
Çözünürlük	90-400 mikron
Malzeme Konteyner	Makara
Duvar Kalınlığı	Minimum: 400mikron Optimum: 800mikron
Tek Yazdırılabilir Alanın	400 mikron
Çözünürlüğü	
Malzeme Çapı	1,75 mm (0,069 inç)
Meme Çapı	0,4 mm (0,015 inç)
Minimum Tek Konumlandırma	1,5 mikron
Konumlandırma Hassasiyeti (X/Y)	1,5 mikron
Z Eksen Tek Adımlı	1,25 mikron
Çalışma Alanı Boyutları	200 x 200 x 180 mm

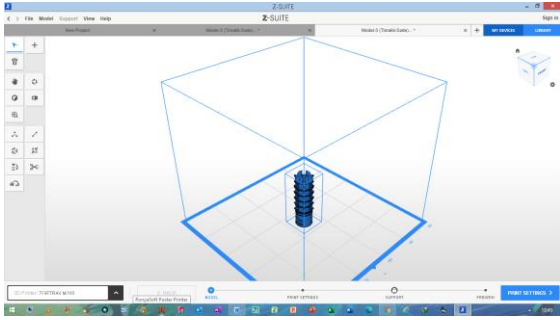
## **2.6. Z-SUITE ile Modelin Prototip İmalatı**

Üç boyutlu yazıcı modeli olan Zortrax M200' ün kendisine ait düşüncel üç boyutlu katı model baskı yazılımıdır. Bu program ile programı.stl, .obj, .3mf, .dxf dosya bileşenleri üzerinden değişim, çıktı, düzeltme gibi işlemler uygulanabilir. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen katı modeli oluşturulurken SolidWorks ile katı modellemesi oluşturulan yapı .stl uzantısı ile dosyalar olarak kaydedilmiş ve son haliyle Z-Suite yazılımından çıktı ayarları yapılmıştır ve bu yazılım ile Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modeli, prototip imalata hazır hale getirilmiştir.

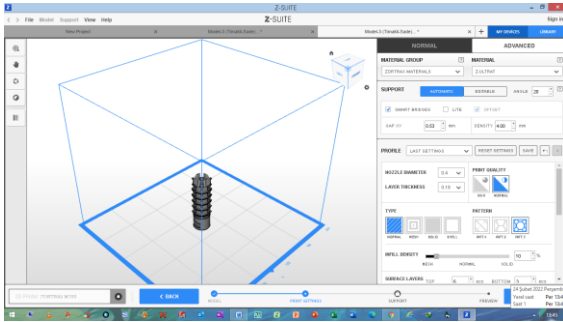
Z-Suite programı ile imalata hazırlana parça x,y ve z eksenlerinde üç boyutlu yazıcının tablası üzerinde istenilen yön ve şekilde konumlandırılabilir. Ayrıca baskı öncesi imal edilecek parçanın kalite, dolgu, kullanılacak filament, tabaka kalınlığı, baskı sırasında atılacak destekler, pervane hızı gibi pek çok özellik istenilen şekilde ayarlanabilir[22].

Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen katı modeli Z-Suite programına atılarak prototip imalatı için çıktı ayarları yapılmıştır. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen' in, Z-Suite programındaki baskı ön izleme ayarlarının görülebilmesi için katı modelin resmi Şekil 2.7.,

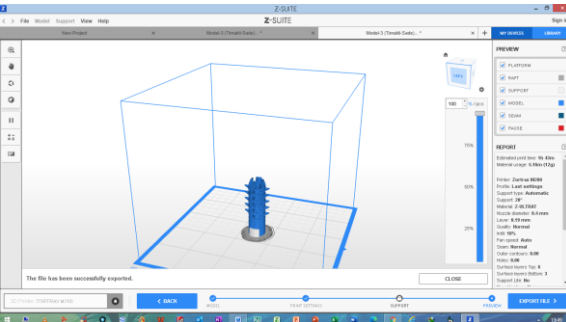
Şekil 2.8., Şekil 2.9. da gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Atabey çok fonksiyonlu alev gizleyen, Z-Suite baskı ön hazırlama ayarları



Şekil 2.8. Atabey çok fonksiyonlu alev gizleyen, Z-Suite baskı ön hazırlama ayarları



Şekil 2.9. Atabey çok fonksiyonlu alev gizleyen, Z-Suite baskı ön hazırlama ayarları

## 2.7. Alev Gizleyen Modellerinin Bileşenlerinin Çıktısı

Z-Suite programında baskı ön hazırlama ayarları yapılan Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modelinin dosyası bir SD kart ile yazıcıya gönderilmiştir. Çizelge 3.3. de prototip olarak 3D baskı teknikleriyle üretilen Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modeline ait parçanın isimlerini, sayıları, kullanılan filament miktarı, baskı süresi gibi temel veriler verilmiştir [22].

Çizelge 2.3. Alev gizleyen modellerinin baskı temel verileri

Parçanın adı	İmalat Süresi (sa,dk)	Parça malzemesi	Parçanın ağırlığı (gr)
Atabey alev gizleyen	1 sa 43 dk	Z-Ultrat	12 gr

Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modelinin prototipi imal edilmiştir. Şekil 2.10. da prototip görüntüleri verilmiştir. Model 0,1 mm tolerans ile imal edilmiştir ve parçada yapıştırmalı bağlantı bulunmamaktadır. İmal edilen alev gizleyen modeli, tasarlanan ve modellenen ölçülerin 1/1 ölçüsünde prototipleri üretilmiştir. Model 70 mm uzunluğundadır ve 7.62 mm kalibrelerde kullanılabilir.



Şekil 2.10. Atabey çok fonksiyonlu alev gizleyen prototipi

## 3. DENEYSEL BULGULAR

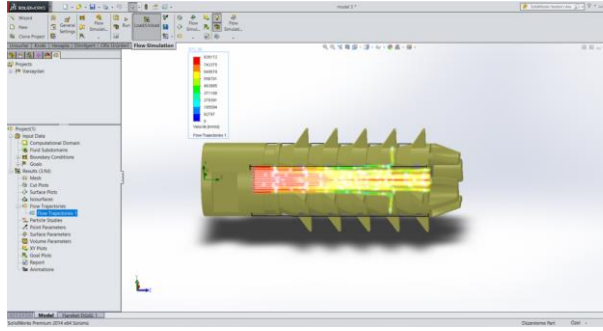
SolidWorksde katı modellemesi yapılan alev gizleyen tasarımının ne kadar verimli olduğunu görmek için SolidFlow ile iç akış analizi yapılmıştır. Sonrasında alev gizleyenin iç yapısı incelenerek üç boyutlu yazıcıdan prototipi imal edilmiştir.

### 3.1. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen Modelinin SolidFlow ile Akış Hesabı

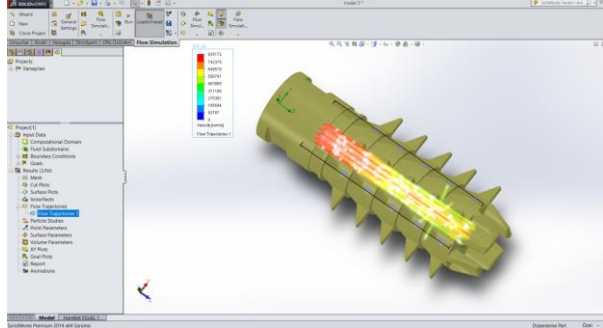
Atabey Alev Gizleyen modelinin akış analizi SolidFlow programında yapılmıştır. Atabey Alev Gizleyen modelinin malzemesi titanyum seçilmiştir. 1 atm basınç, 20,05 derece santigrat hava koşulları kullanılarak ve namludan 800 m/sn mermi çıkış hızı verilerek analiz işlemleri



gerçekleştirilmiştir. 800 m/sn hız ile giren hava yan kanallardan ve mermi çıkış noktasından çeşitli hız ve debilerde tahliye edilmektedir. Detaylı veriler Şekil 3.1., Şekil 3.2., Şekil 3.3. ve Şekil 3.4. de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Atabey alev gizleyen modelinin akış analizi



Şekil 3.2. Atabey alev gizleyen modelinin akış analizi

Name	Current Mass	Program	Cylinder	Comment
SG-A Top Pressure 1	0.00027 MPa	0.00027 MPa	Checking criteria	
SG-A Velocity 1	8000.0 m/s	8000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 10	3000.0 m/s	3000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 11	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 12	4200.0 m/s	4200.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 13	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 14	2100.0 m/s	2100.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 15	2000.0 m/s	2000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 16	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 17	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 18	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 19	2700.0 m/s	2700.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 20	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 21	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 22	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 3	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 4	2200.0 m/s	2200.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 5	3700.0 m/s	3700.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 6	3000.0 m/s	3000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 7	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 8	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 9	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 10	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 11	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 12	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 13	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 14	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 15	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 16	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 17	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 18	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 19	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 20	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	

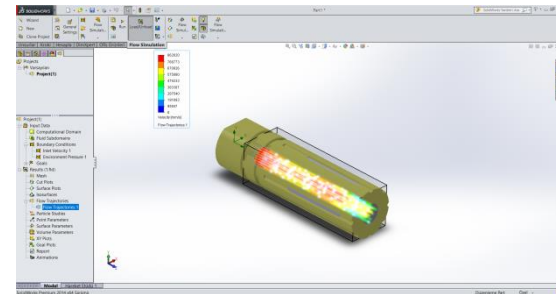
Şekil 3.3. Atabey alev gizleyen modelinin akış analizi

Name	Current Mass	Program	Cylinder	Comment
SG-A Velocity 18	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 19	2700.0 m/s	2700.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 2	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 20	2100.0 m/s	2100.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 21	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 22	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 3	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 4	2200.0 m/s	2200.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 5	3700.0 m/s	3700.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 6	3000.0 m/s	3000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 7	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 8	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 9	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 10	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 11	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 12	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 13	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 14	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 15	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 16	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 17	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 18	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 19	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 20	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 21	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 22	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 3	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 4	2200.0 m/s	2200.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 5	3700.0 m/s	3700.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 6	3000.0 m/s	3000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 7	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 8	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 9	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 10	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 11	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 12	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 13	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 14	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 15	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 16	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 17	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 18	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 19	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 20	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	

Şekil 3.4. Atabey alev gizleyen modelinin akış analizi

### 3.2. Gökbey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen Modelinin SolidFlow ile Akış Hesabı

Gökbey Alev Gizleyen modelinin akış analizi SolidFlow programında yapılmıştır. Gökbey Alev Gizleyen modelinin malzemesi paslanmaz çelikten seçilmiştir. 1 atm basınç, 20,05 derece santigrat hava koşulları kullanılarak ve namludan 800 m/sn mermi çıkış hızı verilerle analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. 800 m/sn hız ile giren hava yan kanallardan ve mermi çıkış noktasından çeşitli hız ve debilerde tahliye edilmektedir. Detaylı veriler Şekil 3.5. ve Şekil 3.6. da gösterilmektedir.



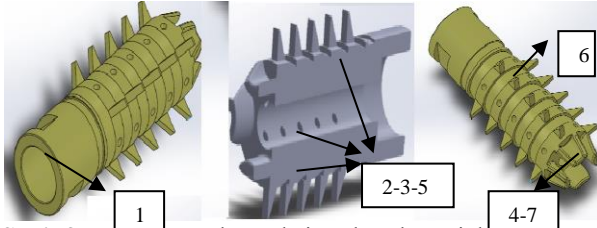
Şekil 3.5. Gökbey alev gizleyen modelinin akış analizi

Name	Current Mass	Program	Cylinder	Comment
SG-A Top Pressure 1	0.00027 MPa	0.00027 MPa	Checking criteria	
SG-A Velocity 1	8000.0 m/s	8000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 10	3000.0 m/s	3000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 11	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 12	4200.0 m/s	4200.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 13	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 14	2100.0 m/s	2100.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 15	2000.0 m/s	2000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 16	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 17	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 18	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 19	2700.0 m/s	2700.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 20	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 21	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 22	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 3	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 4	2200.0 m/s	2200.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 5	3700.0 m/s	3700.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 6	3000.0 m/s	3000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 7	4000.0 m/s	4000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 8	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 9	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 10	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 11	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 12	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 13	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 14	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 15	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 16	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 17	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 18	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 19	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	
SG-A Velocity 20	10000.0 m/s	10000.0 m/s	Checking criteria	

Şekil 3.6. Gökbey alev gizleyen modelinin akış analizi

### 3.3. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen Modelinin İncelenmesi

Milli ve yerli piyade tüfeği MPT-76' ya göre tasarlanarak katı modellemesi yapılan Atabey Alev Gizleyen modeli için gerçekte malzeme bakımından uygulanması öngörülen, çok dayanıklı ve kaplama gerektirmeyen titanyum malzemesinin seçilmesi öngörülmüştür. MPT-76' nın kullanıcı tarafından ateşlenmesiyle oluşan alev görüntüsünü özel tasarımı ile en iyi absorbe ederek dışarı çıkan ışığı minimize ederek kullanıcının konumunu gizleyen ve gece kullanımlarında kullanıcının gözlerini kör etmesini engelleyerek, gece görüşünü artıran, bu ana özelliklerinin yanında tel kesme ile kesici ve delici yapı özelliklerini barındıran Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modeli tasarlanmıştır. SolidFlow ile yapılan iç akış analizlerinde oldukça iyi sonuçlar vermiştir.



Şekil 3.7. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen Katı Modelinin Yapısı

Şekil 3.7. de Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen' inin iç yapısı ve kısımları gösterilerek numaralandırılmıştır;

- 1- MPT- 76 Namlusuna takılan bölüm
- 2- Alevlerin ve yüksek basıncın sönümlenip minimize edildiği bölüm
- 3- Namlu patlamasıyla oluşan geri tepmeyi sönümleyen bölüm
- 4- Tırnakların hizalanması ile tellerin kesilmesini sağlayan bölüm
- 5- Alevlerin ve yüksek basıncın sönümlenip soğutulduğu edildiği bölüm
- 6- Kullanıcının gerektiğinde müdafaa, saldırı ve kırma işlemlerinde kullanabileceği delici ve kesici yapılar bölümü
- 7- Tırnaklar ile alev gizleme işlevi daha da çok minimize edildiği bölüm

#### 4.SONUÇLAR

Yapılan çalışmada genel tasarım yöntemiyle yerli ve milli piyade tüfeği MPT-76 da kullanılmak üzere çok fonksiyonlu geliştirilmiş bir alev gizleyen katı modeli tasarlanmıştır. Tasarlanan alev gizleyen üç boyutlu yazıcı kullanılarak prototipi üretilmiştir.

MPT-76 da kullanılmak üzere modellenen Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modeli tasarımı için genel tasarım yöntemleri üzerinden yapılmıştır. Bu uygulamadaki temel adımlar izlenerek uygun modele ulaşılmıştır. Elde edilen uygun model ise, MPT-76 da kullanılmak üzere Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modelidir. Genel tasarımla elde edilen MPT-76' da kullanılmak üzere tasarlanan alev gizleyen modelinin çizimi ve katı modellenmesinde Bilgisayar Destekli Programlar'dan olan SolidWorks kullanılmıştır. Daha sonrasında tasarlanan alev gizleyenlerin akış hesapları SolidFlow programı üzerinden yapılmıştır. Akış analizlerine bakıldığı zaman namlu patlamasıyla oluşan alev görünümünün bastırılması ve alev çıkışlarının birçok farklı çıkıştan akışı sağlanarak minimize edildiği gözlenmektedir.

Tasarlanan alev gizleyenlerin malzemesi, fonksiyonları, saha da kullanım dayanıklılığı ve akış hesaplarından en verimli olan Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modeli seçilmiştir.

Tasarlanıp seçilen Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modeli ile milli ve yerli piyade tüfeği MPT-76' da kullanılmak üzere, silah ateşlendiği namluda oluşan alev görünümünü minimize ederek özellikle gece kullanımlarında kullanıcının kör olmasının önüne geçilir ve gece görüşü artırılır. Ayrıca gece kullanımlarında kullanıcının konumunu gizlemeye yarar. Kendine özel tasarımı ve iç yapısı ile alev gizleme özelliğinin yanı sıra geri tepmeyi de azaltarak kullanıcın hem daha kolay silah kullanımını sağlar hem de hedef doğruluğunu artırır. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen' e eklenen özel opsiyon ile kesici ve delici dikenli yapılarıdır. Bu kesici ve delici dikenli yapılar ile kullanıcı olası müdafaa ve saldırı anlarında kolaylıkla ve hızlıca harekete geçme olanağı sağlar. Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen' e eklenen bir diğer özel opsiyon olan dört tırnak ile hem alev gizlemeye yardımcı olur hem de namlu hizalanması ile tel kesme işlevi görür. Yapılan çalışmada MPT-76' da kullanılmak üzere çok fonksiyonlu geliştirilmiş bir alev gizleyen olan Atabey Çok Fonksiyonlu Alev Gizleyen modeli tasarlanmıştır.

Tasarlanan üç boyutlu katı modelin prototip halinde üretilebilmesi için üç boyutlu yazıcı teknolojilerinden yararlanılmıştır. SolidWorks programında yapılan modelleme stl dosyası olarak kaydedilerek üç boyutlu yazıcıya aktarılmıştır. Baskıda üç boyutlu yazıcı modeli olan Zortrax M200 ve Z-SUITE yazılımı kullanılmıştır. Yazıcı malzemesi olarak Z-Ultrat kullanılarak tek bir parça halinde, beyaz renkte 1sa 43 dakikada ve 12 gr olarak imal edilmiştir.

Gerçeğiyle birebir aynı ölçülerde modelleme yapılarak prototip üretilmiştir. Yapılan çalışma ile savunma sanayi alanında binlerce konulardan bir tanesi olan ateşli silahların namlu ucu parçaları için farklı bakış açısıyla öğrenmeye ve öğretmeye yönelik akıldal kalıcı ve görsellerle dolu silah sistemleri eğitiminde faydalı bir eğitim materyali olacağı öngörülmektedir.

**KAYNAKLAR**

1. Ilgın, F., “7,62 mm NATO Mermisinin iç dinamiğinin hedef doğruluğu üzerine etkisinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 2019.
2. Deng S., Sun H. K. and Chung-Jung Chiu, “RiflesIn-boreFinite element transient analysis”, Int. Conf. On Mechanical Productionand Materials Engineering (ICMPME'2012) June 16-17, 2012.
3. Gündüzer, O., “Namlu cidarı boyutlandırılmasına iç balistik davranışın etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2011.
4. Öztürk A.R., “İç balistik”, Sayfa 75-180, MKEK Özel Yayınları, Ankara, 1984.
5. Brown, C., “Flash hidere ve the 1919a4 bmg”, Small Arms Review V17N2, Vol. 17, Issue 2, Pages 14-21, 2013.
6. Perkins, W., "Ordu yeni bir tüfek kabul ediyor". Popüler Mekanik, Vol.109, Issue 1, Pages 149, 1958.
7. Rottman, G., “Kalaşnikof AK-47 taarruz tüfeği”, Sayfa 35, Osprey Yayıncılık, Lonra, 2011.
8. Di Maio, VJM., “Ateşli silah yaraları, ateşli silahlar, balistik ve adli tekniklerin pratik yönleri”, Sayfa 187-228, CRC Basın, Boca Raton ,1999.
9. Army Material Command., “ Engineering desing handbook guns series muzzle devices”, Pages 52-187, United States, New York, 1968.
10. Petzl, D., "Tehlikedeki gelenek". Alan ve Akış, Vol. 99, Issue 2, Pages 26–30, 1994.
11. Nixon, J., “ForensicEngineering analysis of firearm silencers”, Journal of theNational Academy of ForensicEngineers, Vol. 25, Issue 2, Pages 3-19, 2009.
12. Mark, H., Kennewick, W.,Gerald B., “Flash suppressor”, US. Patent No:4.893.544, Jan. 16, 1990.
13. Alli H., Tuncer D., “Ağır silah geri tepme mekanizması tasarımı iç balistik modelinin oluş. ve kama kuv. hes.”, 2.Ulusal Tas. İm. ve Anl. Kongresi, Sayfa 413-414, Balıkesir, 2010.
14. Anonim, “MPT-76 modeli”, <https://free3d.com/tr/3d-model/mpt-76-infantry-rifle-3027.html>, 15.02.2022.
15. Ay, N., “Meslek eğitimi alanında 3D yazıcılarla tasarım etkinlikleri geliştirilmesi”, 1 st International Symposium on Light Alloys and Composite Materials, Sayfa 178-179, Karabük, 2018.
16. Ay, N., Bozdemir, M.,“Füze sistemleri tasarımı için kavramsal tasarım uygulaması”, 1 st International Symposium on Light Alloys and Composite Materials, Sayfa 169-170, Karabük, 2018.
17. Barnatt, C., “3D printing”, Pages 75-120, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016.
18. Micallef, J., “Beginning design for 3D printing”, Pages 18-38, Apress, Kaliforniya, 2015.
19. Evans, B., “Practical 3D printers: The science and art of 3D printing”, Apress, Kaliforniya, 2012.
20. Noorani, R., “3D printing: technology applications, and selection”, Pages 145-180, CRC Press, England, 2017.
21. Anonim, “Zortrax M200 üç boyutlu yazıcının görüntüsü”, <https://cdn3.zortrax.com/wp-content/uploads/2016/06/m20030.107web.pdf?ga=2.101812291.37032421.1527333923-560047254.1527333923>, Erişim Tarihi: 15.02.2022.
22. Bozdemir, M., “Silah mekanik sistemleri için 3 boyutlu eğitim modellerinin geliştirilmesi”, International Symposium on 3D Printing Technologies, Sayfa 91-100, İstanbul, 2016.