



SİLAH SABİTLEME SİSTEMİ TASARIM VE PROTOTİP ÜRETİMİ

Mustafa Bozdemir*

Kırıkkale Üniversitesi, KMYO, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Kırıkkale

*Sorumlu yazar: mustafaboazdemir@kku.edu.tr

ÖZET

Silah sistemlerinde mermiyi hedefe yönlendirmek amaçlı hedefleme mekanizmaları bulunur. Namlu istenilen doğrultu ve açıya ayarlandıktan sonra yapılan atış sonrasında mermi havada dış balistik etkiler altında hedefe ulaşmaktadır. Atış esnasında göz bakış noktası, gez ve arpacığın hedefle birleştirildiği hayali çizgiye nişan hattı denir. Nişan hattı ile mermi uçuş hattının hedef üzerinde kesişmesiyle doğru atış gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada, silah sistemleri için hedefleme ayarı yapmakta kullanılacak bir masa üstü silah sabitleme sistemi tasarlanacaktır. Tasarlanan bu sabitleme sistemin 3B yazıcıyla prototip imalatı yapılacaktır. Prototip masa üstü silah sabitleme sistemi kullanılarak, silah üzerinde yakın mesafedeki doğru ayarları yapılacaktır. Geliştirilen bu prototiple silah gövdesine zarar vermeyen, kolay, hatasız bağlayabilen ve istenilen ayarların yapılabilirdiği bir silah sabitleme merkezi yapılmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Silah sistemleri. Dış balistik. 3B yazıcı.

DESIGN AND PROTOTYPE MANUFACTURING OF WEAPON FIXING SYSTEM

ABSTRACT

Weapon systems have targeting mechanisms to guide the projectile towards the target. After the barrel is adjusted to the desired direction and angle, the projectile reaches the target under external ballistic effects in the air. During the shooting, the eye point of view, the sight and the imaginary line that the barrel are joined to is called the sighting line. With the intersection line and the bullet line crossing on the target, the correct shot is taken.

In this study, a table-top gun fixing system to be used for setting targeting for weapon systems will be designed. This fixing system will be manufactured with 3D printer prototypes. Using the prototype table top gun fixing system, the correct settings at close range on the weapon will be made. With this prototype developed, a weapon fixing centre will be made which does not harm the body of the gun, it can connect easily, faultlessly and the desired settings can be made.

Keywords: Weapon systems. External ballistic. 3D printer.

1. GİRİŞ

Savunma sanayinde millilik kavramı çok önemlidir. Ülkemiz bu alanda yerli yazılımlara, yerli üretimlere ihtiyaç duymaktadır. Bu alanda çeşitli kurumlar ve firmalar çalışmaktadır. Savunma sanayinin gücü ülkelerin teknolojik düzeyi ile doğru orantılıdır. O halde amacımız ülkenin teknolojik düzeyini yükseltmek olmalıdır[1].

Son dönemde askeri sistemlerin teknoloji odaklı gelişimi ve sivil alandaki teknolojilerin askeri uygulamasının giderek artmasıyla, güvenlik ve savunmanın ana eksenini teknoloji ve bilgi üstünlüğüne

oturmuştur. Bu alandaki üstünlük, teknoloji yönetiminde benimsenen akılcı ve sürdürülebilir politikalarla mümkün olmakta ve bu amaçla izlenen politikalar ve yapılan Ar-Ge harcamaları, askeri üstünlük ve caydırıcılığın önemli bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Dünyanın her gün yeni bir kriz ile karşı karşıya kaldığı bu günlerde, krizleri iyi yöneten ülkeler için krizleri fırsata çevirme imkânının olduğu, bu imkânı iyi değerlendiren ülkelerin önemli bir stratejik üstünlük avantajı yakaladığı, dolayısıyla kriz yönetme becerisinin önem kazandığı ifade edilmiştir. Savunma Sanayii çalışmaları, kalkınmanın sürekliliği ve ülkemiz kaynaklarının etkin kullanımının güvenliğe doğrudan ve geniş kapsamlı etkisi ile ön plana çıkmaktadır. Savunma Sanayii teknolojik açıdan sürekli gelişen ve öncelikle Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik boyutunun yanı sıra, dış pazarda giderek artan rekabet avantajı yönü ile de dikkatleri üzerine çekmektedir[2].

Geleneksel olarak ayrı ayrı üretilen silah ürünlerin yerine bunların bütünleştirilmesinden oluşan sistemler ön plana çıkmaktadır. Doğal olarak gelecekte de ülkeleri geniş bir yelpazeyi oluşturan savunma amaçlı çok çeşitli ürünleri kendi kaynakları ile üretmek ve sürekli geliştirmek zorunda bırakacaktır [3].

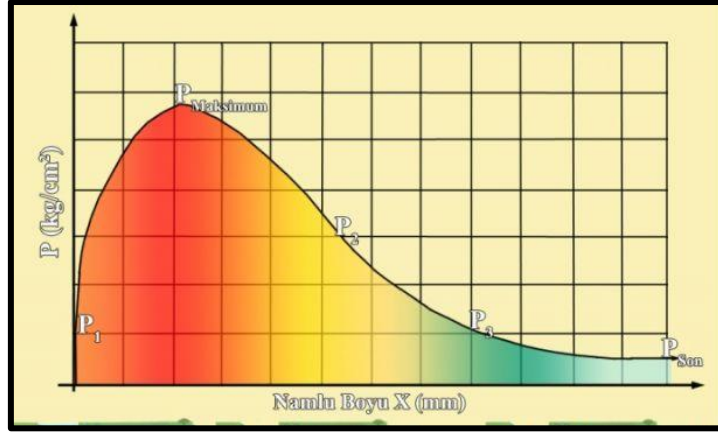
Silahların çeşitli amaçlara ve mesleklere göre birçok tanımı yapıldığı gibi, bazı yasalarda kastedilen anlam ve kapsam da değişik olabilmektedir. Silah tasarımı ve balistik kavramı birbirinden ayıramayan ve tamamlayan iki ana çalışma alanıdır [4]. Silah sistemleri konusunda yapılan deneylerin zor ve pahalı olması matematiksel modellemeleri çok önemli hale getirmektedir. Bir silahın iç balistiğinin yapıldığı sırada geçen toplam süre sadece milisaniyeler sürmektedir. İç balistik deneyleri sırasında genellikle test namluları kullanılır [5]. Silah tasarımı ve imalatı için yapılan hesaplamalarda deneysel metotlar kullanmak doğru sonuçlar bulmada etkilidir. Yapılan deneysel ölçümlerle formüllere dayalı tekniklerinin birlikte kullanılarak yapılan hesaplamalar yaklaşık benzer sonuçlar bulmaya başladığında, hesaplama yöntemi kullanmak daha pratik olacaktır [6].

2. SİLAH SİSTEMLERİ VE BALİSTİK

14.Yüzyıldan önce İngilizler Fransızlara karşı mermi atan top kullanarak iç balistiğin temellerini oluşturduğu varsayılır [7]. Başka bir tanıma göre de merminin silahın namlusundan çıkmadan önceki etkileşimlerini inceleyen bilim dalıdır[8]. Silah modeli ile mühimmat modeli birbirinden bağımsız olarak düşünülemez. Bu yüzden mühimmat silaha uygun tasarlanmalıdır. Namlu içindeki merminin hareketi iç balistiğin başladığı yer olarak kabul edilir[9]. Mermi içindeki malzemeler iç balistik hesaplamalarını etkiler[10]. Namlunun tasarımı merminin ilk hızı için gerekli olan enerjinin barutun yanmasıyla elde edildiği yer olduğu için çok önemlidir. Bu yanma için kullanılan barutun miktar ve yapısı namlu malzemesinin yapısı birbiri ile uyumu merminin istenilen hızda namluyu terk etmesi için en önemli faktördür. Barut ateş aldığı anda her barut tanesinin çıkardığı gaz ile namlu iç basıncı artmaya başlar. Bu sayede merminin ilk hızını oluşturan enerji ortaya çıkar.

Namlu uzunluğu; bütün gazların mermi arkasından havaya karışmasından yanı sıra namluda genişlemesi de söz konusu olduğundan ilk hızın artırılması açısından optimal boyuta kadar uzatılabilir. Mermi ağırlığındaki; artma ya da azalma ilk hızı etkiler. Örneğin; mermi ağırlığının azalması gazın basıncını azaltacağından namlu ağzındaki enerji de azalmış olur. Ancak düşük mermi ağırlığının da ilk hızı artırma tesiri de tespit edilmiştir. İlk hızın mermi ağırlığının karekökü ile ters orantılıdır[11]. Şekil 1'de namlu boyu ile namludaki merminin basınç ilişkisi gösterilmiştir.

İç balistik konusunda yapılan deneylerin zor ve pahalı olması matematiksel modellemeleri çok önemli hale getirmektedir. Vallier-Heydenreich tekniği deneysel üretilmiş katsayılar yardımıyla türetilmiş formüller yardımıyla hesaplanabilmektedir



Şekil 1. Namlu boyu ile merminin namlu yolundaki basınç ilişkisi.

Bu yöntemin hesaplamalarına barut miktarı referans alınarak oluşan basınç değerinin hesaplanmasıyla başlanmaktadır.

$$\eta = \frac{P_{ort}}{P_m} \quad (1)$$

Basınç oranı hesaplaması için kullanılan kritik değer (η) hesaplanırken, namlu içerisinde oluşan ortalama basınç (P_{ort}) değeri kullanılır[12]. Vallier-Heydenreich deneysel faktör değerleri kullanılarak, merminin namludan çıktığı andaki, iç balistik toplam zamanı (t_0) ve namlu ağız basıncı (P_0) hesaplanabilmektedir.

$$t_0 = \frac{2.L.T(\eta)}{V_0} \quad (2)$$

$$P_0 = P_{ort} \cdot \pi(\eta) \quad (3)$$

Merminin namludan çıktıktan sonra hedefe varana kadar olan hareketlerini dış balistik inceler. Bir mermi namluyu terk ettikten sonra, mermiye tesir eden olaylar yer çekimi ve içinden geçtiği havadır. Uzun mesafe mermi yolları için; merminin dönmesi, rakım ve yer çekimi değişiklikleri dikkate alınmalıdır. Mermi modeli de merminin hedefi istenilen noktaya ulaşması için önemlidir. Yer çekimi hariç başka hava mukavemetlerine maruz kaldığından mermi yolunun havada sapması vardır. Bu sapma sağa veya sola doğrudur. Askeri silahlarda bu sapma genellikle sağa doğrudur[8].

Mermi hedefe ulaştığında meydana gelen olayların tüm yönlerini hedef balistiği inceler. Hedef de oluşabilecek etkiler mermilerin balistik özelliklerine göre farklılıklar gösterebilir. Yaralanma balistiğini de kapsar. Merminin etkisiyle oluşabilen hasarları inceler. Adli balistik de bu başlık altında değerlendirilebilir. Ateşli silahlar kullanıldığında ateş eden kişinin kullandığı elinin üst kısmına ve ateş edilen yüzeye, kullanılan fişek kapsülü içerisindeki patlayıcı maddelerin artıkları ile kapsül, kovan ve mermi çekirdeğine ait metal parçacıkları bulaşır. Bulaşan bu maddelerin tümüne atış artıkları denir[13]. Mermi kovanlarının incelenmesiyle atışın hangi silahtan yapıldığı, hangi mesafeden yapıldığı araştırılır.

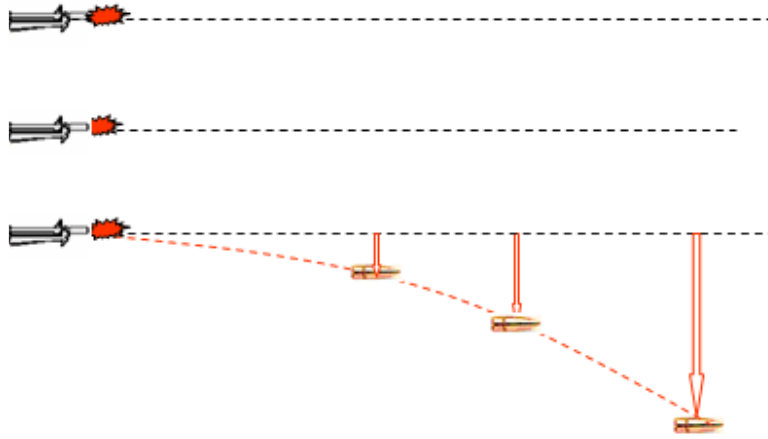
3.MERMİ YOLU

Dış balistik, silah namlusu ve hedef arasında merminin havada hareketi sırasında meydana gelen olayları incelemektedir. Atmosferde seyreden mermi ya da mühimmatın karşılaştığı bütün kuvvet ve etkilere hava mukavemeti denir. Hava mukavemeti; aksi rüzgar kuvveti ve sürükleyici kuvvet olmak üzere iki unsurun bileşkesi olarak kabul edilir. Aksi rüzgar kuvveti; uçuş istikametine dik istikamette tesir eden aerodinamik bir kuvvettir. Mermi uçuş istikametine bulunduğu için merminin istikamet açısı değiştikçe tesiri de değişir. Sürükleyici kuvvet; mermi uçuş istikametine aksi yönüne tesir eden bütün hava mukavemetleridir. Bir merminin karşılaştığı bazı kuvvetlerin istenmeyen tesirleri; o mermiye doğru büküm verilerek ya da kuyruk takılarak bertaraf edilebilir. Meteoroloji şartları atışı

planlayanlar tarafından tespit edilip etkisi en az olacak şekilde düzenlenebilir. Atışın sağlıklı yapılabilmesi için; atış cetvelleri atıcılar tarafından oluşturulup sıkça kullanılan bir yöntemdir. Yerçekimi ve rakım değişikliği; top atışlarında en az 100 mil ya da daha fazla yüksekliği olan mermilerde etkili olan bir faktördür. O da %5 lik bir azalma olarak tespit edilmiştir. Yeryüzü eğriliği; yeryüzünün büküklüğü yaklaşık 70 mil de 1 derecedir. Kıtalar arası atılabilen mermilerin hesabında önemli bir faktördür. Askeri amaçla uygun mühimmatların atış cetvelleri mevcuttur[11].

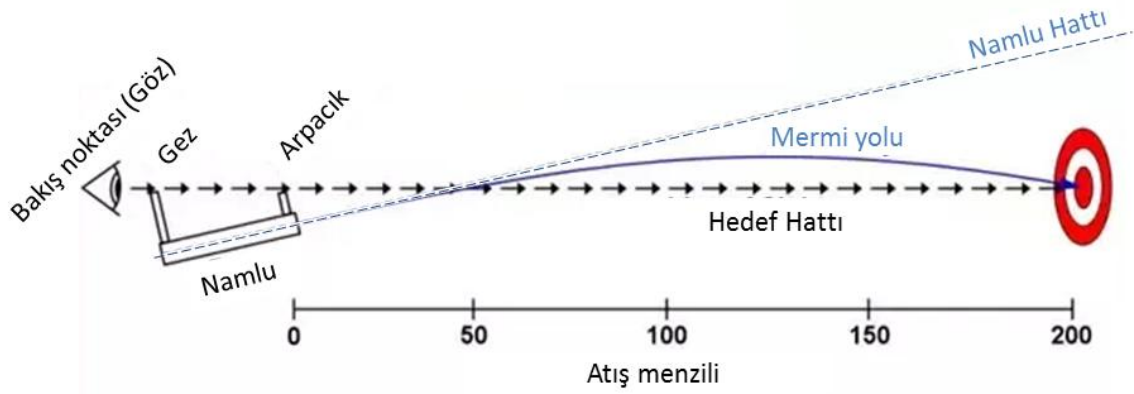
Çekirdek namluyu terk ettiği andan itibaren her cisim gibi yer çekiminin etkisine girer. Çekirdek tamamen yatay atış yapılan bir namludan çıktıktan sonra bir yay çizerek yere ulaştığı an ile aynı yükseklikten bırakılan tamamen aynı çekirdek ile aynı zamanda yere düşer. Çekirdeğin yatay olan hızıyla düşey olan serbest düşüş hızına etkisi yoktur. Yatay hızlanma ile serbest düşüş birbirinden bağımsızdır.

Hareket eden bir cisim, hareketinin tersi yönünde bir kuvvet olan sürtünme kuvveti ile karşılaşır. Havadaki bu dirence hava direnci denir. Merminin ilerlemesi için mermi hızının hava direncinden daha fazla olması gerekir. Çekirdeğin aerodinamik yapısı geliştirilerek daha az enerji ile daha yüksek hız elde edilebilir. Toplam sürüklenme kuvveti cismin geometrik yapısına, Mach sayısına ve Reynold sayısına bağlıdır. Şekil 2’de sürtünme ve yerçekiminin mermi üzerindeki etkisi gösterilmiştir.



Şekil 2. Silahta sürtünme ve yerçekimi etkisi.

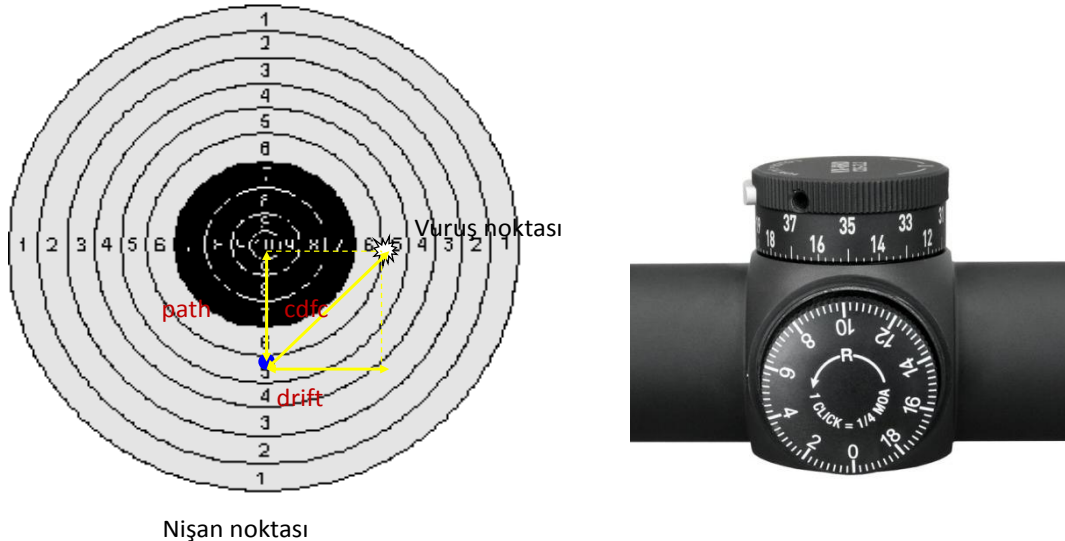
Ateşli silah hedefleme sisteminde, göz, gez, arpacık ve hedefi aynı doğrultuda birleştiren hayali çizgiye nişan hattı denir. Nişan ve namlu hattının kesişme açısına nişangah açısı denir. Namlu eksenini doğrultusunda sonsuza uzanan hayali hatta namlu hattı denir. Namluyu terk eden çekirdeğin hedefi vurması için nişan hattı ile mermi yolunu kesiştiren sıfırlama ayarı yapılması gerekir. Sıfırlaması yapılmış bir silahtan yapılan atış; çekirdek nişan hattını iki kere keser. Bu noktaların bilinmesiyle istenilen hedefe atış yapmak için ne kadar üst veya alt görmemiz gerektiği tayin edilir. Şekil 3’de nişan hattı ile namlu hattı ve mermi yolu ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 3. Mermi yolu ve Nişan Hattı ilişkisi

Mekanik nişangah tertibatları genel olarak ayarlanabilir bir gez ve arpacıktan oluşmakla birlikte, silahların özelliğine göre sıfırlama için bunlardan sadece biri veya ikisi birden ayarlanmalıdır. Ayarlama yapılırken gezin veya arpacığın üzerindeki vidanın ne tarafa döndüğü değil gezin veya arpacığın ne tarafa hareket ettiği önemlidir. Nişan noktası orijin olarak alındığında, vuruş noktasının bu noktaya olan uzaklığına cdfc denir. Vuruş noktasının nişan noktasına göre sapma miktarı olarak da ifade edilir. Nişan noktası orijin olarak alındığında, vuruş noktasının dikey eksenindeki izdüşümüne path denir. Vuruş noktasının nişan noktasına göre düşey eksenindeki sapma miktarı olarak da ifade edilir. Nişan noktası orijin alındığında, vuruş noktasının yatay eksenindeki izdüşümüne drift denir. Vuruş noktasının nişan noktasına göre yatay sapma miktarı olarak da ifade edilir.

Şekil 4’de CDFC, path ve drift değerleri gösterilmiştir. Profesyonel dürbünlü atış yapabilen silahlarda mesafe, rüzgar, yükseklik, nem vb., faktörlerden en az etkilenmek veya olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla hedef sistemi üzerinden ön ayarlamalar yapılmaktadır. Şekil 4’deki dürbün ayar sistemi atış üzerindeki bu etkenleri ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır.



Şekil 4. Path-CDFC-Drift gösterimi ve dürbün ayar sistemi

Optik hedef sistemi olmayan silahlar için mesafe ayarı gez-arpacık hedefleme sistemiyle yapılmaktadır. Şekil 3’de görülen mermi yolu ve hedef hattı ilişkisinde, mermi yolunun 2 noktada hedef hattıyla kesiştiği görülmektedir. Bu kesişme noktalarından silaha yakın olan kesişme noktası silahın sıfırlama mesafesi olarak kabul edilir. Bu mesafe silah özellikleri ve namlu çıkış hızına bağlı olarak 20-35 m gibi bir mesafededir. İkinci kesişme noktasının 200 m deki hedef olması durumunda

mesafe sıfırlaması 20m için yapılan bu silahla 200m mesafedeki hedef nişan alma teknikleriyle vurulabilmektedir.

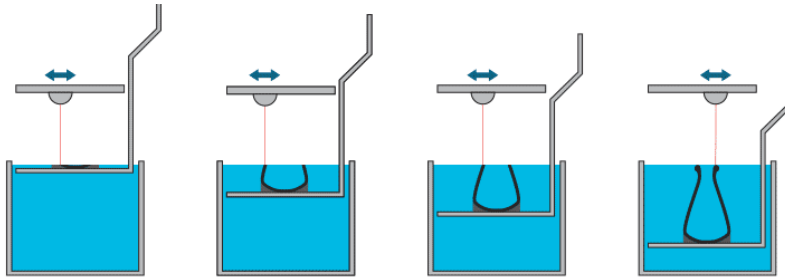
Silahlarda yapılan gez-arpacık ayar ve atış işlemini kolaylaştırmak için silah sabitleme masası ya da aparatları kullanılır. Şekil 5’de bazı markalar tarafından geliştirilmiş silah sabitleme aparatları görülmektedir.



Şekil 5. Silah sabitleme sistemi örnekleri.

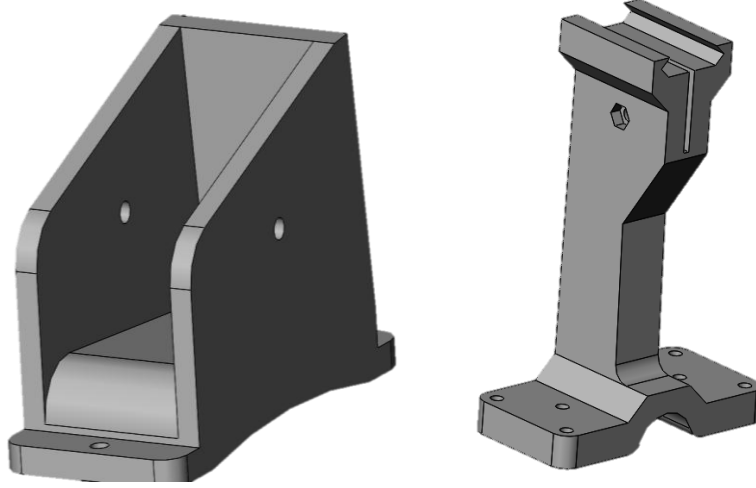
4. MATERYAL VE YÖNTEM

3B yazıcı bilgisayar üzerinde tasarlanmış ve ya üç boyutlu olarak taranmış modelleri, birçok farklı malzeme kullanarak çok hızlı ve ekstra bir kalıp ya da fikstüre ihtiyaç duymadan üreten bir cihazlardır. FDM teknolojisi ile çalışan 3B Yazıcılar genellikle ABS ve PLA gibi termoplastik polimer malzemeler kullanılmaktadır. Şekil 6’de yazıcı sistemi ve çalışma prensibi görülmektedir.



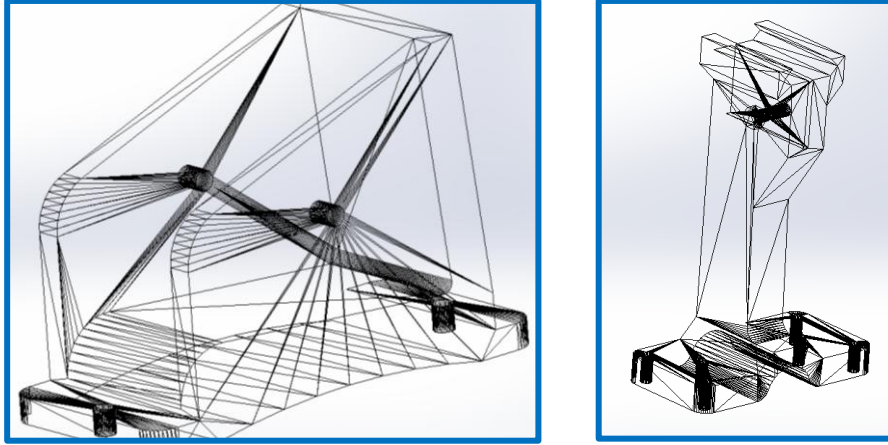
Şekil 6. 3B lazer yazıcı sistemi.

Bir hızlı prototip üretiminde ilk adım, herhangi bir CAD yazılımı ile veya bir lazer ya da optik bir tarayıcı yardımı ile tersine mühendislik yaparak parçanın 3B CAD modelinin oluşturulmasıdır. Şekil 7’de silah sabitleme sistemi için tasarlanmış modelin bazı 3B parçaları görülmektedir.



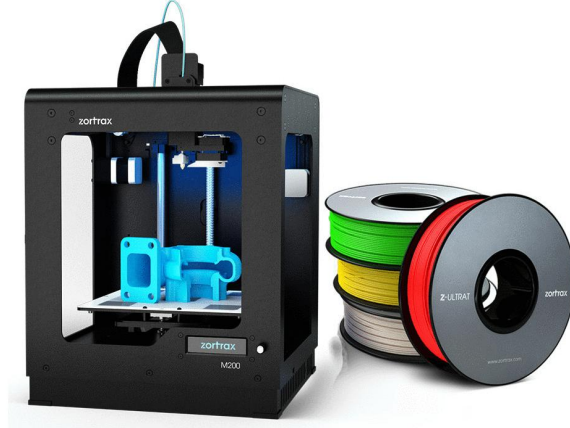
Şekil 7. Silah sabitleme sistemi 3B parçaları.

CAD yazılımları ile hızlı prototipleme makineleri arasında veri transferini sağlamak için bir veri ara yüzüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veri ara yüzü STL (Stereo Lithography) formatıdır[14]. Şekil 8’de Stereo Lithography formatına çevrildikten *.stl modelin yeni hali görülmektedir.



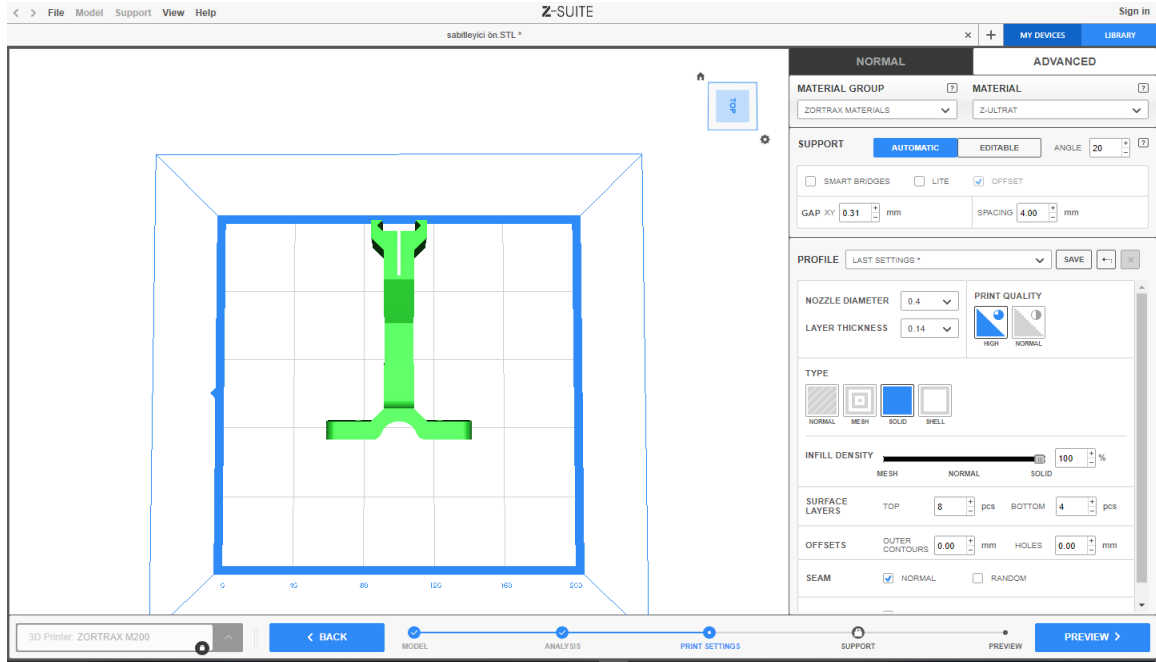
Şekil 8. Stereo Lithography formatına çevrilen modeller.

En yaygın kullanıma sahip olan üç boyutlu yazıcıların çalışma prensibi bilgisayar ortamında hazırlanmış herhangi bir üç boyutlu bir nesnenin sanal olarak katmanlara bölünmesine ve her bir katmanının eritilen hammadde dökülerek üst üste gelecek şekilde basılmasına dayanır. 3B yazıcı yardımıyla imalatı yapılacak sabitleme sisteminin katı model tasarlanmış hali Şekil 7 ve 8’de görülmektedir. Bu sabitleme sistemi silahı belirli bir masa veya atış noktasında, atışları aynı noktaya yapmak amacıyla tasarlanmıştır. Sabitleme sisteminin imalatında 3B baskı cihazı olarak Zortrax M200 modeli kullanılmıştır. Bu yazıcıda bulunan Layer Plastic Deposition (LPD) teknolojisi farklı fiziksel özelliklere sahip çeşitli materyaller kullanılmayı mümkün kılmaktadır. Yazıcı filament ürünlerinden olan Z-ABS, Z-ULTRAT mekanik ve kimyasal olarak boya yapılabilme veya çeşitli işlemler yapmayı sağlamaktadır. Yaklaşık 250-260 C° sıcaklıkta eriyebilen filament malzemeyle dayanıklı ve model üretimine uygun baskı yapılabilir. M200 modeliyle 200x200x185 mm üretim hacmi ve 0,09 mm baskı hassasiyetiyle modellerinin üretimine imkan vermektedir. Şekil 9’da Zortrax M200 3B yazıcı ve uyumlu olduğu filament yapıları görülmektedir.



Şekil 9. Zortrax M200 3B yazıcı ve filamentleri.

Silah sabitleme sistem modellerinin üç boyutlu tasarım çizimleri *.stl dosyalarına dönüştürüldükten sonra 3B yazıcılarla imatları yapılabilmektedir. Şekil 10'da geliştirilen modelinin üretim süreci içerisinde, 3B yazıcı programıyla istenilen baskı parametrelerinin ayarlandığı yazılım görülmektedir. Montajlama işlemi sırasında 0,1 mm toleransla yapılmakta olup, herhangi bir yapıdırma bağlantısına ihtiyaç duyulmadan gerektiğinde sökülme imkanı bulunan modeli imal edilebilmektedir.



Şekil 10. Z-Suit programıyla baskı parametrelerinin belirlenmesi.

Şekil 11'de üretilen 3B sabitleme sistemi parçalarının montaj yapıldıktan sonra, test silahının takılmasıyla elde edilen son hali görülmektedir. Bu sistem atış yapılan masaya sabitlendikten sonra, silahın karşısına hedef dağılım ölçümü yapılacak ölçüm kağıdı takılmaktadır. Silah sabitleme sistemleri kullanılarak ateşli silah ve hava tüplü silahlarla ilgili birçok ölçümler ve testler yapılabilir. Silah sistemi üzerindeki mekanik nişangâhların ayarı, havalı silah basınç tüplerinin hedef doğruluğu üzerindeki etkileri, farklı miktarda dolmuş mermilerin hedefteki dağılımları, farklı barut yapılarının silah doğruluğuna etkisi ve silah namlu çıkış hızı ölçüm düzeneği kurulmasına izin vermesi gibi faydaları sağlamaktadır.



Şekil 11. Silah sabitleme sistem prototipinin montajlanmış görüntüsü.

5.SONUÇ

Tüm ateşli silah sistemleri üzerinde mermiyi doğru hedefe ulaştırmayı sağlayan bir hedefleme sistemi bulunmaktadır. Son yıllarda teknolojik gelişmelere bağlı olarak gelişmiş ateşli silahların hedefleme sistemlerinde, optik, elektronik ve GPS gibi yeni teknolojik alanlar kullanılmaktadır. Ancak ateşli silahlarda mermi yolu ve hava içerisinde maruz kaldığı etkiler değişmemektedir. Hafif ateşli silahlar kategorisinde yer alan tüfek ve tabanca sistemlerinde kullanılan mekanik nişangah ve hedefleme sistemlerinde belirli zaman aralıklarında silah sıfırlama işleminin yapılması gerekir. Bu ayarlamaların yapılmasıyla kullanıcı bilinen belirli mesafelerden doğru ve etkili vuruş sağlayabilmektedir.

Bu çalışmada 3B yazıcı yardımıyla bir silah bağlama ve atış test sisteminin prototip üretimi yapılmıştır. Havalı silah sistemiyle uyumlu çalışacak silah bağlama sistemi, silahı mekanizması yardımıyla sabitleyerek belirlenen hedefe sürekli aynı noktadan atış yapabilmektedir. Bu sayede silah üzerindeki nişangâh sistemi de olmak üzere istenilen atış şartları ve hedef doğruluğu konusunda deneysel çalışma yapabilme imkanı sağlamaktadır. CZ tip bir havalı tabancanın temel ölçüleri referans alınarak namlu altı pikatinini ray sistemi üzerine bağlanan ön destek ve kabzanın bağlandığı arka destek bölümleriyle istenilen sabitleme sağlanabilmektedir. 3B yazıcı malzemesi için ultra ABS sert plastik malzeme kullanılarak, havalı silah için gerekli stabilite sağlanmıştır. Yapılan test ve ayarlama işlemleri için geliştirilen prototip başarıyla kullanılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından, “Silah Mekanik Sistemleri İçin 3 Boyutlu Eğitim Modelleri Geliştirilmesi” isimli araştırma projesi (No:2015/82 2015-2016) kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Ziylan A. Savunma Nereden Nereye Türkiye’de Savunma Sanayi Tarihçesi, Ulusal Strateji Dergisi, Kasım/Aralık, 2001: 2-9.
2. Savunma sanayi müsteşarlığı. 2011-2016 Teknoloji yönetim stratejisi. 2011.

3. MKE. 2011-2015 stratejik planı, MKE yayınları. 2011.
4. Deng S. Sun H. K., and Chung-Jung C., RiflesIn-BoreFinite Element Transient Analysis, International Conference on Mechanical, Productionand Materials Engineering (ICMPME'2012) June 16-17. 2012.
5. Vincent, R. Textbook of Ballistics and Gunnery, Vol. 1, Her Majesty's Stationary Office, London. 1987.
6. Oerlinkon-Buhrle A. G. Oerlinkon Pocket-Book, Zurich, Switzerland. 1988.
7. Gök Ş., Dış Balistik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırıkkale, 2006.
8. Carlucci Donald E. Jacobson Sidney S., Ballistics Theory And Design Of Guns And Ammunition, Crc Pres Taylor and Francis Group London. 2007.
9. Miner R., T. Computational Interior Ballistics Modeling. Yüksek Lisans Tezi. University Of New Mexico, New Mexico, 2012.
10. Jedlika L., Beer S. and Videnka M. Modelling Of Pressure Gradient In The Space Behind The Projectile, 7th WSEAS International Conference. 2012: 100-104.
11. Harp Okulu Balistik Departmanı. Balistik Notları, Harp Okulu Basımevi, Ankara, 1959.
12. Bozdemir M. İç Balistik Hesaplamalar İçin Bir Uzman Sistem Modeli Geliştirilmesi, 1.Savunma Sanayi Sempozyumu, Nisan 2015, Kırıkkale, 2015: 56-57.
13. Stefanopoulos P., Hadigeorgiou G., Filippakis K., Gyftokostas D. Gunshot Wounds: A Review Of Ballistics Related To Penetrating Trauma, Journal Of Acute Disease. 3, 2014: 178-185.
14. Çelik İ, Karakoç F., Çakır M ve Duysak A. Hızlı Prototipleme Teknolojileri ve Uygulama Alanları, DPÜ FBE Dergisi. Sayı 31, 2013.