



SİLAH KABZASININ 3B YAZICILARLA TASARIM VE İMALATI

Mustafa BOZDEMİR¹

¹Kırıkkale Üniversitesi, KMYO Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, KIRIKKALE

ÖZET

Hafif ateşli silahlar ise genellikle bir kişi tarafından taşınabilen küçük çaplı silahlardır. Ateşli silahların kullanımı sırasında, silah ile insan arasındaki temas ve birleşim noktası silah kabzasıdır. Doğru ve kullanıcıya uygun tasarlanmış bir silah kabzası sayesinde, rahat ve güvenli bir kavramanın yapılmasının yanında uzun süreli tutuşlarda el yorgunluğunun da en aza indirilmesi sağlanır. Rahat ve güvenli bir tutuş amacıyla tasarlanmış silah kabzasının ergonomik tutma hatları, tetik kontrolünü artırarak ve ateş sırasında hedef bulmadaki doğruluk değerini artırmaktadır. Kavramayla silah geri tepme etkisi ve namlu ucu şahlanması gibi silah atış doğruluğunu etkileyen olumsuz faktörlerin kontrolü kabza aracılığıyla daha kolay sağlanabilir. Bu çalışmada, kişiye özgü bir silah kabzasının bilgisayar destekli tasarımı yapılmıştır. Bu kabzanın üç boyutlu yazıcı yardımıyla basılması sırasında, uygulanması gereken tasarım ve imalat süreçleri anlatılmıştır. Örnek bir kabza tasarımı üzerinde üç boyutlu yazıcı baskı parametreleri incelenerek, kabza imalatında üç boyutlu yazıcıların uygunluğu tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ateşli Silah, Silah Kabzası, Ergonomik Tutuş, Bilgisayar Destekli Tasarım

DESIGN AND MANUFACTURE OF PISTOL GRIP WITH 3D PRINTERS

ABSTRACT

Light firearms are small arms that can usually be carried by a person. During the use of firearms, the contact and junction between the weapon and the human is the gun brass. Drop-in replacement for factory pistol grip has sculpted, ergonomic contours designed to provide an exceptionally comfortable, secure grip that minimizes hand fatigue, enhances trigger control, and improves weapon handling during sustained rapid fire. Also helps reduce hand fatigue during long periods in the ready position. A wide, hand-filling palm swell and gently curved finger grooves provide plenty of support, while molded-in stippling and vertical grooves on the blackstrap help you maintain a firm grip with wet hands. Sweeping, integral beavertail allows a high hand position for outstanding recoil control.

In this study, a computer-aided design of a weapon-specific crane was made. The design and fabrication processes that need to be applied during the manufacture of this masonry 3D printer are described. By examining the 3D printer printing parameters on a sample pistol grip design, the suitability of 3D printers in handle manufacturing is discussed

Keywords: Firearm, Pistol Grip, Ergonomic Grip, Computer Aided Design

1. GİRİŞ

Askeri sistemlerin teknoloji odaklı gelişimi ve sivil alandaki teknolojilerin askeri uygulamasının giderek artmasıyla, güvenlik ve savunmanın ana eksenini teknoloji ve bilgi üstünlüğüne oturtmuştur. 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 [1].

Sektördeki ürünlerin olgunlaşma döneminin giderek kısılmasına paralel olarak yenilik ve yaratıcılığa dayalı yeni teknolojilerin geliştirilmesi, dünyada rekabet edebilmenin bir ön koşulu haline gelmekte, ARGE faaliyetleri ve uzun dönemli yatırım politikalarının önemi gün geçtikçe artmaktadır [2].

İnsanların büyük bir çoğunluğunda silah denilince; sadece ateşli silahın anlaşıldığı yolunda yaygın ve yanlış bir değerlendirmenin varlığı söz konusudur. Halbuki ateşli silahların yanında, daha birçok alet, araç ve gerecin de silah kapsamına girdiğini bilmeliyiz. Ancak tüm silah yapıları ve sistemlerin ana yapısı incelendiğinde, silahların tasarımı ve balistik incelenmesi konuların hep gündemde olduğu görülmektedir [3].

Yapılan silah tasarımları ve bunlara ait balistik hesaplamalar nihai sonuca ulaşmada birbirini tamamlamaktadır. Tasarım işlemi için iç-dış balistik hesaplamalar namı boyutlandırması için çok önemlidir. Tasarım işlemi silah çalışmalarında vazgeçilmez unsurlardan birisidir. Tasarım kelime anlamı olarak fikir, kavram ve bir soruna uygun çözüm bulmaktır [4].

Klasik tasarım tekniklerindeki eksiklerin görülerek, düzeltilmesi için tasarım işleminin formülize edilmesine yönelik ilk çalışmalar özellikle 2.Dünya savaşı sıralarına rastlar. Bundan sonraki zaman dilimlerinde sürekli gelişerek, yeni daha esnek temsil teknikleri olan tasarım yöntemleri üzerine araştırmalar yoğunlaşmıştır [5]. Öğrencilerin ya da tasarımcıların kişisel beceri ya da tecrübelerine gerek kalmadan, tasarım işlemini bilimsel ve formüle edilebilen işlemlere bölmek ise sistematik tasarım işlemidir. Öğrenci veya tasarımcının bilişsel, duyuşsal veya devinsel giriş davranışları tasarım işlemi içerisinde değerlendirilebilmektedir. Böylece, tasarım eğitiminde bilgisayarların teknolojilerini kullanmak zorunda kalmışlardır. Yeni bilgi teknolojilerinin geleneksel gereçlerden daha karmaşık olması onların kullanım yollarını artırdığı gibi kullanım zorluğunu da artırmaktadır [6].

Sistematik tasarım teknikleri kullanılarak yapılacak bilgisayar uygulamalarında başarının artırılması amacıyla tasarım işleminin sistematik basamaklarına ve ana fonksiyon yapılarına uyum sağlanmalıdır. Mekanik sistemlerin ve silah sistemlerinin sistematik tasarımı içerisinde elde edilen tüm bilgiler; fonksiyonlar, formüller, çizimler, grafikler, katı modeller vb. şekillerde temsil edilebilir. Tasarım esnasında problemin yapısına uygun seçilmeyen bir temsil biçimi kullanılacak olur ise, elde edilecek çözümün gerçekleştirilme başarısını etkileyecektir. Bilgi temsillerinin seçiminde tasarım işlemi merkezinde bulunan bilgisayar veya insan karar vericinin durumuna göre uygun bir seçim yapılmalıdır [7].

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte yapılan tasarımlar doğrudan 3B yazıcılar yardımıyla üretilebilmekte ve prototipler elde edilebilmektedir. Değişik malzemelerin kullanılmasına izin veren ve tasarım sonrası imalatı hızlandıran bu yöntemle, AR-GE aşamasında büyük kolaylıklar yaşanmaktadır. 3B Yazıcı bilgisayar üzerinde tasarlanmış veya 3 boyutlu olarak taranmış modelleri, birçok farklı malzeme kullanarak çok hızlı ve ekstra bir kalıp ya da fikstüre ihtiyaç duymadan üreten cihazlardır. Son 10 yılda hızla gelişen katmanlı üretim tekniğini (additive manufacturing) kullanan hızlı prototipleme sistemleri birçok alanda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Yapılan işlemi tanımlamak için “eklemeli üretim” veya “katmanlı üretim” terimlerinin kullanıldığı hızlı prototipleme teknikleri 6 başlık altında sınıflandırılmaktadır [8].

Hızlı prototipleme teknolojisi, imalat uygulamalarında, medikal/dental implant yapımında, kavramsal modellemede, doğrudan döküm kalıbı ve parça üretiminde, hassas döküm tekniği ile metal parça ve prototip üretiminde, mimari uygulamalarda, uzay/otomotiv sanayinde, hızlı kalıp imalatında, eğitim amaçlı her türlü donanımın yapımında ve takı sektörü gibi birçok alanda kullanılmaktadır. 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. 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 [9]. 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 katmanın eritilen hammadde dökülerek

üst üste gelecek şekilde basılmasına dayanır. Üç boyutlu baskı teknolojisi 1980 li yıllarda başlamıştır. Buna rağmen 2010 yılından sonra adı daha fazla duyulmaya başlanmış ve günümüzde çok daha yaygın bir şekilde kullanılır hale gelmiştir. Bunun nedenleri olarak medyada daha fazla yer almaya başlaması, birçok sayıdaki girişimci firmaların bu teknolojiye yatırım yapması, akademik çevrelerin ilgi göstermesi, teknolojinin birçok alanda getirdiği kolaylıklar ve avantajların yanı sıra üretim maliyetlerinin düşmesi gösterilebilir. 2012 yılı itibarı ile üç boyutlu yazıcıların market hacmi 2.2 milyar dolara erişmiş ve 2011 yılına göre %29 lük bir artış göstermiştir. Üç boyutlu yazıcılar büyük oranda kendi parçalarını basabilir [10].

Günümüz 3 boyutlu yazıcı teknolojisi birçok farklı teknolojiyi kapsamaktadır. Bu teknolojiler, lazer sinterleme, fused deposition (bileşimli yığma), polimer kütleme gibi sıralanabilir. Yaygın kullanıma ve farklı tasarıma sahip olsa da temelde en çok kullanılan teknoloji "fused deposition modeling" tekniği ile çalışan cihazlardır. Bu teknikte bilgisayarda 3 boyutlu modeli bulunan cisim 2 boyutlu katmanlar halinde yığılarak 3 boyutlu ürün elde edilir. Bu prosesi gerçekleştirmek ise günümüz makine imalat sektöründe 3 eksenli bir CNC nin kontrolünden ibarettir. Kontrol kartı ve CNC ile iletişimde olacak bir yazılım ve malzeme yığma özelliğine sahip bir takımdır. FDM bir yazılım prosesi ile başlar, yazılım STL formatındaki modelleri matematiksel olarak katmanlara ayırır ve bu katmanları üst üste inşa etmek üzere 3 eksenli CNC kontrollü bir cihaza gönderir. Genellikle termoplastik malzemeler kullanılır. Termoplastik malzemeler termoset malzemeler ile karşılaştırıldığında defalarca eritilebildikleri ve belirli sıcaklık aralığında sıvılaşabildikleri için bu teknoloji için oldukça uygun malzemelerdir. Termoplastik malzemenin düzgün bir şekilde yığılabilmesi için erime sıcaklığına ısıtılmış bir nozuldan ekstrude edilmesi gerekmektedir. Bu nozul bilgisayar tarafından kontrol edilerek parça geometrisini simüle edecek şekilde hareket ettirilir ve termoplastik malzemenin yığılması ile beraber parça 2 boyutlu katmanlar halinde tablaya yığılır ve üretilmiş olur. Bu proses günümüzde en çok hızlı prototipleme ve 3 boyutlu yazıcı alanlarında kullanılmaktadır. 3D printing, 3 boyutlu üretim, 3B yazıcı olarak da bilinir [11].

2. SİLAH TEKNOLOJİSİ

Silah; “uzaktan ya da yakından canlıları öldürebilen, yaralayan, etkisiz bırakan, canlı organizmaları hasta eden, cansızları parçalayan, yok eden araç ve aletlerin tümüne” denir. Başka bir tanıma göre silah; “saldırı ya da savunma amacıyla kullanılan düzenek, aygıt ve araçların” genel adıdır.

Bir silahın mermisine, ateşlenen barut gazıyla itici güç vererek hedefe ulaştırmaya yarayan aletlere ateşli silah denir [12]. Başka bir tanıma göre; mekanik bir kuvvetle içerisinde bulunan sert cisimleri belirli mesafelere kadar ulaştıran ve orada da bu sert cismin etkisiyle tahribat yaratan aletlere ateşli silah denir. Bu iki tanıma göre ateşli silah; özel şekil ve niteliği bulunan mermiyi barut gazı basıncı ile uzak mesafelere atabilen aletler olarak tanımlanır. Çeşitli vasıtalar yardımıyla veya birden fazla kişi tarafından kullanılan ağır ve tahrip gücü yüksek olan, namlu çapı 60 kalibreden büyük olan uzun menzilli silahlardır [13]. Şekil 1’ de ateşli silahlara en yaygın kullanım örneği olan bir tabancanın kesit halinde çalışma prensibi gösterilmektedir.



Şekil 1. Tabanca çalışma prensibi [14]

Tabanca ve tüfek gibi silahlar polis ve askeri güçler tarafından sıklıkla kullanılan silah türleridir. Bireysel kullanılabilen tahrip gücü daha düşük olan silahlardır. Çalışma prensipleri, elle ilk başta kurulan bir mekanizma bir mermiyi fişek yatağına alır ve ardından tetiğe basıldığında horoz veya iğne fişğe çarpar ve fişğin içindeki barut ateşlenir. Barutun oluşturduğu basınçla çekirdek namlu içerisindeki yivler ve setler sayesinde dönerek çıkar ve hedefe gider [15]. Tabanca ve tüfek gibi nişan alınmasında insan unsuru bulunan ve barutun ateşlenmesi sırasında geri tepme oluşturan silahlarda, silahın kavranması ve sabit tutulması önemli bir ihtiyaçtır. Uzun namlulu hafif silahlar genellikle omuzla dayalı olarak atış yapılan mekanizma, kundak, dipçik ve namlu olmak üzere dört ana parçadan oluşan silahlardır. Bunları savaş tüfekleri ve av tüfekleri olmak üzere iki başlıkta inceleyebiliriz. Savaş tüfekleri yiv ve setli olup, uzun menzil ve tahrip gücü yüksek olan silahlardır [16]. Kundak ve namlu altında kullanıcıya silah hakimiyeti sağlamak amacıyla tutamak yerleri bulunmaktadır.

Tüm ateşli silahlarda silah tutamağı bulunur ve insan ile silahın ortak buluşma noktasını oluşturur. Silahın boyutuna göre 2 noktalı kavrama veya tek noktalı kavrama prensibiyle tasarlanabilir. Tabanca ve tüfek sistemlerindeki ana el tutamağına kabza denilmektedir. Kabza silah hakimiyeti, tetik kontrolü ve hedef almada etkin rol oynamaktadır. Kabza, silah sistemlerinde tutulacak yer veya sap demektir. Ok atılan yayın tutulduğu yerde kabza olarak adlandırılır. Şekil 2’ de bazı ateşli silahlara ait kabza örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 2. Silahlarda kullanılan kabza örnekleri [17]

Ateşli silahların kullanımı sırasında, silah-insan arasındaki temas ve birleşim noktası silah kabzasıdır. Doğru ve kullanıcıya uygun tasarlanmış silah kabzası sayesinde, rahat ve güvenli kavramanın yapılmasının yanında uzun süreli tutuşlarda el yorgunluğunun da en aza indirilmesi sağlanır. Rahat ve güvenli bir tutuş amacıyla tasarlanmış silah kabzasının ergonomik tutma hatları, tetik kontrolünü artırarak ve ateş sırasında hedefteki doğruluk değerini artırmaktadır. Kalibresine bağlı olarak oluşacak silah geri tepme etkisi ve namlu ucu şaşlanması gibi silah atış doğruluğunu etkileyen olumsuz faktörlerin kontrolü kabza aracılığıyla daha kolay sağlanabilir. Şekil 3’ de aynı tür silaha ait farklı tip malzemelerden yapılmış kabza çeşitleri görülmektedir. Kabza malzemesi olarak metaller, plastik, kauçuk, çeşitli ahşap türleri, değerli kemik ve dişler kullanılabilir. Bazı kullanıcılar tarafından, rahat tutuşla birlikte aynı zamanda özel desen, renk ve farklı süslemeleri olan kabzalarda tercih edilmektedir.



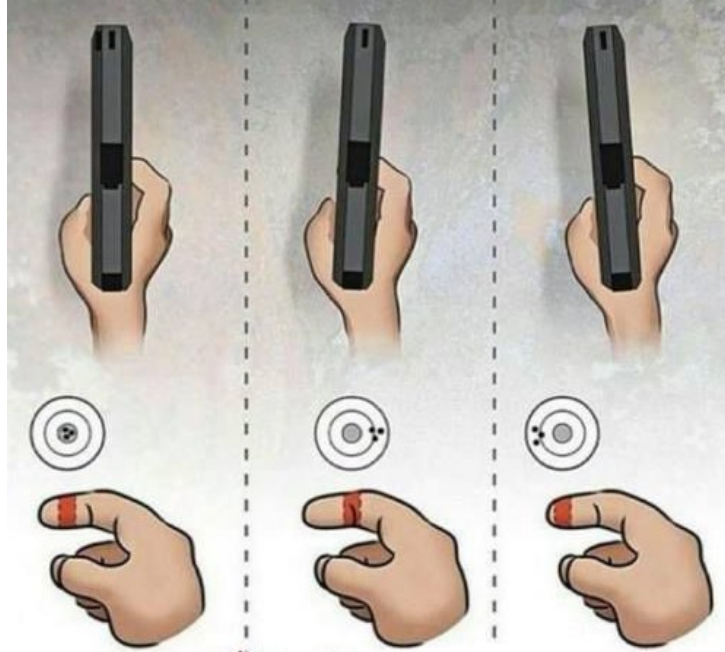
Şekil 3. Farklı tür malzemelerden üretilmiş silah kabzaları [18]

Şekil 4’de ortopedik olarak tasarlanmış değişik tabanca kabzaları görülmektedir. Ortopedik tasarımda ergonomik parmak boşlukları, sürekli aynı şekilde bir tutuş sağlar. Kaydırmaz yüzey dokusu, ateşleme sırasında silah hakimiyetini artırır. Kauçuk ya da pürüzlü yüzey dokuları iyi bir tutuşa yardımcı olur. Rahat tutuş, kararlı ve kolay tetik kontrolü sağlar. Ortopedik kabzalar standart olarak belirli temel boyutlarda imal edilirler. En iyi ortopedik ve etkili silah kabzası, kullanıcının kendi parmak yapısı ve el ölçüsüne göre yapılabilenlerdir.



Şekil 4. Ortopedik silah kabzası örnekleri [19]

Sağlam ergonomik tabanca kabzası tasarlanırken kullanıcı isteklerinin yanı sıra tasarımda göz önünde bulundurulması gereken önemli kriterler vardır. Tasarımlarda ana hedef, kullanıcıya rahat bir tutuş sağlamanın yanında, atış performans ve doğruluğunu artırmaktır. Ayrıca silah üretici firmaların ürettiği profesyonel amaçlı kabzalarda, değişik iklim ve hava şartlarında kullanıma imkan sağlayacak ayrıntılar bulunabilmektedir. Aşırı sıcaklarda ve nemli ortamlarda ihtiyaç duyulan tutuş konforu ve uygun havalandırma kanalları tasarımda unutulmamalıdır. Özel amaçlı kabza tasarımlarında boyut, şekil, yüzey, güvenlik, sertlik, yerleştirme, çevre, depolama vb., tasarım kriterleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bazı sıra dışı insan uzuv boyutları, ortopedik problemler ve yanlış tutuş teknikleri nedeniyle Şekil 5’ de görülen kabza kaynaklı nişanlama hataları oluşmaktadır.



Şekil 5. Silah tutuşundan kaynaklı hedefleme hataları [20]

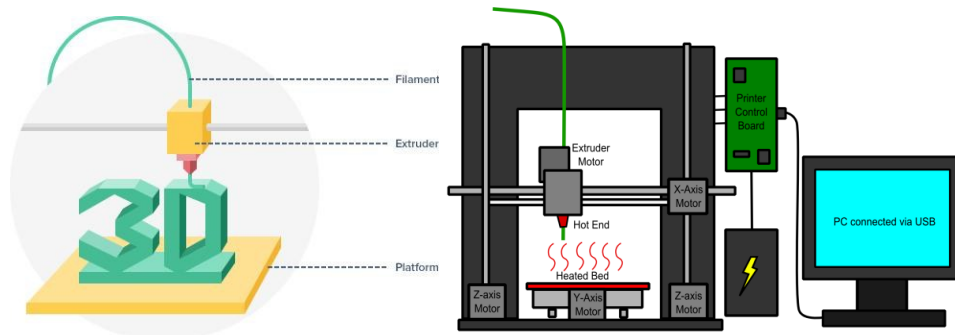
Atış disiplini, atıcının bireysel özellikleri ve tekniği, Şekil 5’de görülen tutuş hatalarına neden olabilir. Bu nedenle özel atıcılık müsabakalarında ve özel silah kullanıcılarında kendi el ve vücut yapısına uygun tasarlanmış silah kabzalarının kullanılması uygun olmaktadır. Özel amaçlı kabza üretimi plastik, ahşap veya metallerden yapılabilmektedir. Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinde meydana gelen hızlı gelişme ve baskı kalitesindeki artış, silah kabzası üretimini de olumlu yönde etkileyecektir. Üç boyutlu yazıcı kullanılarak ev ortamında bile, kullanıcılar kendi kabza tasarımlarını gerçeğe çevirebilirler.

3. ÜÇ BOYUTLU YAZICILAR

FDM teknolojisi ile çalışan 3B yazıcılar genellikle ABS ve PLA gibi termoplastik polimer malzemeler kullanılmaktadır. Filament formundaki malzeme yüksek sıcaklığa sahip bir nozul yardımı ile eritilerek katmanlar halinde inşa edilir. Özellikle baskı malzemesi olarak plastik kullanılan 3B yazıcı modelleri çok popülerdir. Eriyik Yığılma Modelleme (FDM) yapan yazıcılarda ısı ile şekillendirilebilen termoplastik polimer malzemeler (PLA, ABS) kullanılmaktadır.

Termoplastik polimerlerinin çeşitlerinin çok fazla olmasına rağmen matris olarak kullanılan polimerler sınırlıdır. Termoplastikler düşük sıcaklıklarda sert halde bulunurlar ısıtıldıklarında yumuşarlar. Termosetlere göre matris olarak kullanımları daha az olmakla birlikte üstün kırılma tokluğu, hammaddenin raf ömrünün uzun olması, geri dönüşüm kapasitesi ve sertleşme prosesi için organik çözücülere ihtiyaç duyulmamasından dolayı güvenli çalışma ortamı sağlaması gibi avantajları bulunmaktadır. Bunun yanı sıra şekil verilen termoplastik parça işlem sonrası ısıtılarak yeniden şekillendirilebilir. Oda sıcaklığında katı halde bulunan termoplastik soğutucu içinde bekletilmeden depolanabilir. Termoplastikler yüksek sertlik ve çarpma dayanımı özelliğine de sahiptirler. Akrylonitril bütadien stiren veya kısaltılmış ismi ile ABS, (kimyasal formülü $(C_8H_8 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N)_n$) kalıp yolu ile üretilen ürünlerde çok yaygın olarak kullanılan hafif ve sert bir polimerdir. Borular, otomotiv parçaları, koruyucu kasklar ve oyuncaklar kullanım alanlarından birkaçıdır [21].

Bu plastik malzemeler özel rulolarla sarılarak, belirli çap ve renk özelliklerinde yazıcılarda kullanılmaktadır. Bu rulolar bazen 3B yazıcının kendi üzerinde bulunan özel filament bölmelerine yerleştirilirken, bazı modellerde rulolar cihazın dışarısında kontrol edilmektedir. Şekil 6 ‘da 3B yazıcı sistemi ve çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 6. FDM yazıcının çalışma prensibi [11]

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 hammaddenin dökülerek üst üste gelecek şekilde basılmasına dayanır.

FDM tip 3B yazıcılar için genellikle 1,75 mm ve 3 mm olmak üzere iki farklı çapta filament malzemeler kullanılmaktadır. Genellikle FDM 3B yazıcı extruderi bu ikisinden birini kullanacak şekilde tasarlanmaktadır. 3 mm’lik filament için en büyük çap 3 mm ve ortalama filament çapının 2,88 mm olması en idealidir. En düşük tel çapının 2.86 mm olması istenmektedir. 1,75 mm filamentlerde, bu değer filamentin ortalama çapıdır. Yani filament için en büyük çap 1,80 mm, en küçük çapın ise 1,70 mm arasında olması gereklidir. Farklı çap değerinde üretilen filamentler, extruder de tıkanma yapabilir. Filamentler piyasadan 2 şekilde tedarik edilmektedir. Makaraya sarılmış veya makaraya sarılmadan

yumak halinde de satılabilmektedir. Makaraya sarılmış olanları 3B yazıcının yanına ya da üstüne asılarak da kullanılabilir. Ancak kullanımı zor olup, yazıcının yanına ya da üzerine asmanız mümkün olmayabilir. FDM 3 boyutlu yazıcılarda kullanılacak birçok filament malzemesi olmasına rağmen, en yaygın kullanılanlar ABS ve PLA filamentlerdir. Bu iki malzemenin de kendine özgü özellikleri vardır. Malzemelerin seçilmesinde kişisel tercihler ve nerede kullanılacağı önemlidir. Bazı 3B yazıcılar ABS ile baskı alınmasını desteklememektedir [22].



Şekil 7. 3D yazıcı filament makaraları [22]

Şekil 7’de PLA ve ABS malzemeden imal edilmiş filament malzemeler görülmektedir. PLA filamentler, mısır nişastası ve şeker kamışı gibi bitkisel ürünlerden elde edilen plastiklerden yapılır. Bu nedenle yeşil plastik olarak adlandırılır. Diğer plastik türlerine göre doğada daha çabuk yok olur ve çevreye zarar vermez. Genellikle gıda ürünlerinin ambalajlarında kullanılır. ABS filamentler, petrol kökenli hammaddeler kullanılarak elde edilir. PLA’ya göre daha dayanıklıdır daha zor kırılır. Bu nedenle, kasklar, lego parçaları, araba tamponları gibi dayanıklılık gereken alanlarda yaygın olarak kullanılır.

Tablo 1. ABS ve PLA malzemelerin karşılaştırılması [22]

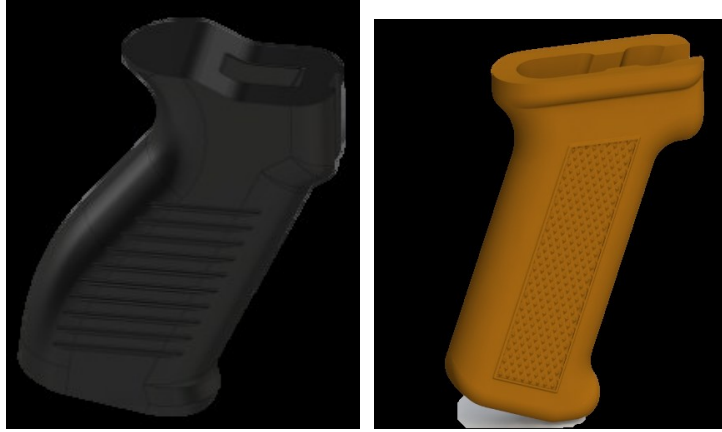
ABS	PLA
Ekstruder sıcaklığı ~ 225 °C	Ekstruder sıcaklığı ~ 180 - 200 °C
Sıcak yüzey gerekli	Sıcak yüzey kullanılması iyi olur gerekli değil
Optimum soğutma sistemi iyi sonuçlar verir	Yüksek soğutma sayesinde en iyi sonucu verir
Filament toleransı çok küçüktür	İnce detaylar iyi kalibre edilmiş 3B yazıcılarda elde edilir
Çatlama, Katman Ayrılma ve Çekilme eğilimlidir.	Kenarlarda ve çıkıntılarda Kıvrılmaya Eğilimlidir.
Daha esnektir	Daha gevrektrir.
Sıcak plastik kokusu yayar ve rahatsız edicidir.	Pek rahatsız edici olmayan bir kokusu vardır.
Petrol türevidir	Bitkilerden üretilir

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. CAD Modelleme

Bilgisayar destekli tasarım veya daha çok kullanılan kısaltılmış biçimiyle CAD terimi, mühendislik tasarımcılarının tasarımlarını geliştirmek, değiştirmek ve son şekle sokmak için bilgisayardan ana öge olarak yararlandıkları bir işlemi tanımlamak için kullanılır. Bilgisayar; tasarımcının veriyi analiz ettiği, hesaplamaları yaptığı ve proje edilen tasarımın üç boyutlu görüntüsünün hızlı ve verimli olarak bilgisayar grafik sistemiyle oluşturulduğu bir terminal olmaktadır. Görüntü ise, döndürülebilmekte, farklı açı, kesit, düzlem ve büyüklüklerde incelenebilmektedir. Değişiklikler çok hızlı olarak yapılabilmektedir. Bu çalışmada prototip hazırlama SolidWorks programında yapılmıştır. Silah sistemlerine ait 3D modeller hazırlandıktan sonra dosya dönüşümüyle baskı yapılabilir bir hale getirilmektedir.

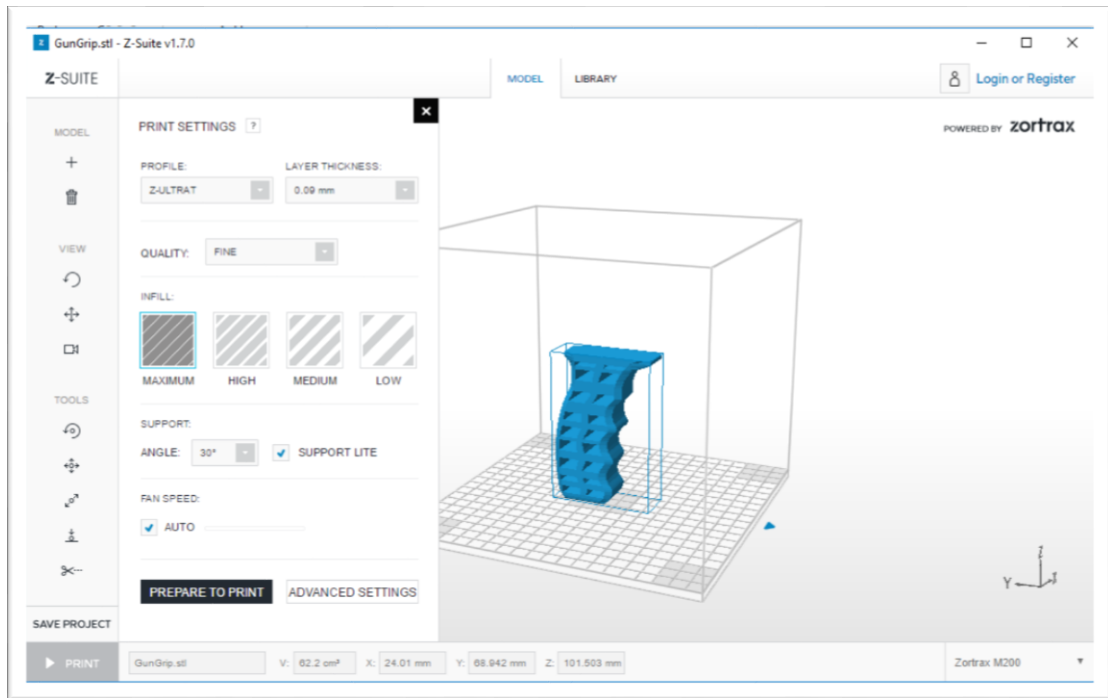
Hızlı prototip üretiminde ilk adım, herhangi bir CAD yazılımı ile veya bir lazer ya da optik bir tarayıcı yardımı ile tersine mühendislik yaparak parçanın 3D CAD modelinin oluşturulmasıdır. CAD yazılımları ile hızlı prototipleme makineleri arasında veri transferini sağlamak için bir veri ara yüzüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veri ara yüzü STL (Stereo Lithography) formatıdır. Üç boyutlu tasarım programları aracılığıyla istenilen kabza tasarımı yapıldıktan sonra *.stl formatına dönüştürme işlemi yapılır. Tasarım sırasında kullanıcı istekleri ve genel kabza tasarım kriterleri göz önünde bulundurulur. Parmak boşlukları ve kabza sırtı kullanıcının el ölçülerine göre oluşturulur. Bu tasarım sırasında ana hedef silaha rahat ve güvenli tutuş sağlamanın yanında, atış performans-doğruluğunu artırmaktır. Şekil 8’de kullanıcı tarafından SolidWorks programıyla tasarlanmış özel amaçlı bazı silah kabzaları görülmektedir.



Şekil 8. CAD ortamında tasarlanmış kabza modelleri [23]

4.2. Baskı Ayarlamaları

Üç boyutlu ergonomik kabza modelinin tasarımının tamamlanmasından sonra, bu tasarım STL formatındaki matematiksel hesaplanmış katmanlara dönüşümü yapılmaktadır. Şekil 9’de Z-Suit yazılımı kullanılarak, STL dönüşümü yapılmış modelin üç boyutlu yazıcı için baskı ayarlamalarının yapıldığı ara yüz görülmektedir.



Şekil 9. Kabzanın üç boyutlu baskı ayarlarının yapılması

Bu arayüz 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 ergonomik kabza tasarımının son işlem basamağıdır. Baskısı tamamlanmış olan kabza, silaha montaj edilerek kullanılmaktadır.

4.3. ZORTRAX M200 Yazıcı

Kabza imalatında 3D baskı cihazı olarak Zortrax M200 modeli kullanılmıştır. Layer Plastic Deposition (LPD) teknolojisi farklı fiziksel özelliklere sahip çeşitli materyaller kullanılmayı mümkün kılmaktadır. Bu yazıcı filament ürünlerinden olan Z-ABS, Z-ULTRAT mekanik ve kimyasal olarak boya yapılabilme veya çeşitli işlemler yapmayı sağlamaktadır. Yaklaşık 250-260 C⁰ sıcaklıkta eriyebilen filament malzemeye dayanıklı ve model üretimine uygun baskı yapılabilmektedir.

M200 modeliyle 200x200x185 mm üretim hacmi ve 0,09 mm baskı hassasiyetiyle kabza modellerinin üretimine imkan vermektedir. Isıtılabilir delikli tabla teknolojisi ve otomatik kalibrasyon sistemi bulunan cihazla hassas üretim yapılabilmektedir. Şekil 10' da Zortrax M200 görülmektedir.



Şekil 10. Zortrax M200 yazıcı sistemi

4.4. Kullanılan Filamentler

Üç boyutlu yazıcı bilgisayar üzerinde tasarlanmış veya üç boyutlu olarak taranmış modelleri, birçok farklı malzeme kullanarak çok hızlı ve ekstra bir kalıba ihtiyaç duymadan üreten bir cihazlardır. FDM teknolojisi ile çalışan üç boyutlu yazıcılar genellikle ABS ve PLA gibi termoplastik polimer malzemeler kullanmaktadır. Filament malzeme yüksek sıcaklığa sahip bir nozul yardımı ile eritilerek katmanlar halinde inşa edilir.

ABS filamentlerin çalışma sıcaklığı yaklaşık olarak ~220-225 C⁰ arasındadır. Çalışma yüzeyinin sıcak yüzey olması gereklidir. Kaliteli bir soğutma sistemi ile daha iyi sonuç alınabilmektedir. Capton bant kullanılarak çalışma yüzeyine daha sağlıklı yapışma sağlanabilir.

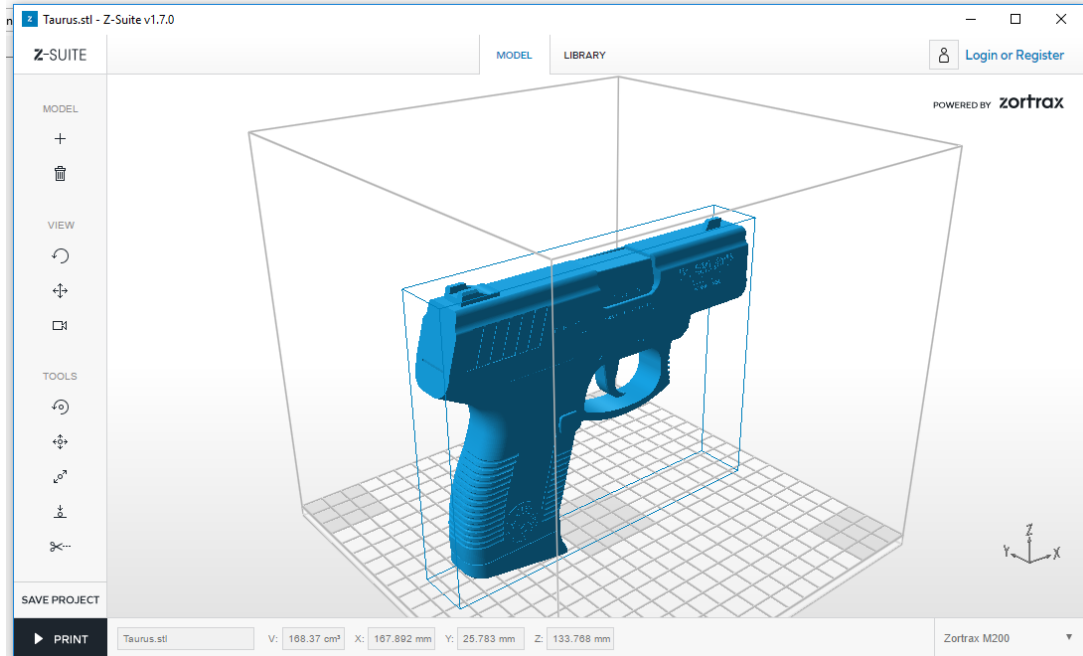
Tablo 2’de Zortrax firması için üretilen filamente ait mühendislik değerleri gösterilmiştir. Silah sistemleri için kabza prototip çalışmaları sırasında ABS malzemeler tercih edilmiştir.

Tablo 2. Kullanılan ABS Filamentin Mühendislik Özellikleri

Material Data Sheet: Z-ABS			
Mechanical Properties	Test Method	English	Metric
Young's Modulus	DIN EN ISO 527-2 (ASTM D638)	261 067 psi	1,80 GPa
Tensile Strength	DIN EN ISO 527-2 (ASTM D638)	5511 psi	38 MPa
Tensile Elongation	DIN EN ISO 527-2 (ASTM D638)	17 %	17 %
Charpy Impact, notched	PN-EN ISO 179-1: 2004/A1:2006 (ASTM 6110-1)	3,8 ft-lb/in ²	8 kJ/m ²
Rockwell R Hardness	PN-EN ISO 2039-1 (ASTM D785)		109
Maximum Load	PN-EN ISO 2039-1 (ASTM D785)		49 N
Efficient melting point for 3D printing*		482 - 500 F	250 - 260 °C
Glass Transition Temperature		257 F	125 °C
Vicat Softening Temperature		234 F	112 °C
Thermal Expansion		Minimal	
Odor		Nearly odorless	
Solubility		Insoluble in water	
Hazards		Product does not present any hazard while operating	

4.5. Kabza Modeli Üretimi

Şekil 11’ de modeli hazırlanan tabanca modeline ait Z-Suite programı ayarlama ve çıktı fonksiyon düzenlemeleri görülmektedir.



Şekil 11. Tabancanın Z-Suite baskıya hazırlanması

Kabza parça modelleri ayrı ayrı yazıcıdan çıktı alındıktan sonra, montaj işlemi yapılarak gerçek bir tabanca kabzası gibi çalışabilir yapıya dönüştürülmektedir. Şekil 12’ de örnek basılmış silah ve kabza yapısı görülmektedir. 3B yazıcı kullanılarak yapılan bu uygulamayla kullanıcıya özel renk, doku ve fonksiyonda tabanca tutma imkanı sağlanabilir.



Şekil 12. Baskısı tamamlanan tabanca kabzası prototipi

5. SONUÇ

Savunma sanayinde millileşmenin önemine paralel olarak sivil alandaki teknolojilerin askeri uygulamaları giderek artmaktadır. Günümüz savunma teknolojileri, teknoloji ve bilgi üstünlüğü ekseninde ilerlemektedir. Bunun paralelinde ateşli silah teknolojilerinde de önemli gelişmeler olmaktadır. Ateşli silahlarda nişanlama, tutuş, kavrama, hakimiyet, geri tepme kontrolü gibi olaylarda silahın tutulduğu nokta olan kabza ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada, ateşli silahların kullanılması sırasında silaha hakimiyet sağlayarak, doğru hedefleme ve güvenli atış yapmanın önemli unsurlarından biri olan silah kabzası tasarımı ve üç boyutlu yazıcılarla imal edilebilirliği incelenmiştir. Kişi el ve parmak yapısına uygun olarak ergonomik tasarlanmış silah kabzası, hedef doğruluğu ve güvenli kavrama sağlamaktadır. Kişiyeye özel kabza tasarımı zamanla yaygınlaştığı takdirde, geliştirilecek özel bazı filament malzemelerle, daha konforlu, kaymayan ve terlemeyi azaltacak silah tutuş sağlanacaktır. Ayrıca doğuştan veya sonradan oluşabilecek el tutma kayıplarında, silah tutması gerekli kişiler için, özel ergonomik kabza ünitesi üç boyutlu yazıcılarla kolaylıkla imal edilebilecektir.

Üç boyutlu yazıcılar kullanılarak kişiyeye özel geliştirilen kabzaların sağlayabileceği faydalar şu şekilde özetlenebilir.

- Rahat ve güvenli bir kavrama sağlar.
- El yorgunluğunun azaltılmasına fayda sağlayacaktır.
- Tetik kontrolünü artırmaktadır.
- Doğru ve kararlı atış imkanı sunmaktadır.
- Geri tepmeyi kontrol etmeyi kolaylaştırır.

Kullanıcı el ve parmak yapısına uygun yapılmış kabza tasarımları üç boyutlu yazıcılar kullanılarak basılabilir. Bu kabzalar kişiyeye özel nitelikte olup, istenildiğinde sökülüp takılarak mevcut ateşli silahın kullanıcıya istediği konfor sağlanabilir. ABS ve Ultra ABS malzeme malzemelerle birlikte, tutma çıkıntıları, pürüzlü yüzey ve terleme kanalları üç boyutlu yazıcılarla oluşturulabilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Savunma sanayi müsteşarlığı, 2011-2016 Teknoloji yönetim stratejisi, 2011.
- [2] MKE, MKE yayınları stratejik planı 2011-2015, 2011.
- [3]. Deng S., Sun H. K., and Chung-Jung Chiu, RiflesIn-BoreFinite Element Transient Analysis, International Conference on Mechanical, Production and Materials Engineering (ICMPME'2012) June 16-17, 2012.
- [4]. Bayazıt N., “Endüstri ürünlerinde ve mimarlıkta tasarlama metotlarına giriş”, Literatür yay., 1994.
- [5]. Bozdemir M., Eldem C., Modern tasarım teknikleri, UMTİK 2002, 55-63, 2002.
- [6]. Hannafin, M.S. ve Peck, K.L. “The Design Develop. and Evaluation of Inst. Software”, MacMillan, 1988.
- [7]. Hsu W. and Woon M., “Current research in the conceptual design of mechanical products”, Computer Aided Design, 30(5):377-389, 1998.
- [8]. Mahindru D.V., Mahendru P., Review of Rapid Prototyping-Technology for the Future, Global Journal of Computer Science and Technology Graphics & Vision, Volume 13, Issue 4, Online ISSN: 0975-4172, 2013.
- [9]. Çelik İ., Karakoç F., Çakır M., Duysak A., Hızlı Prototipleme Teknolojileri ve Uygulama Alanları, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı 31, Ağustos 2013.
- [10]. Bozdemir M., Silah mekanik sistemleri için 3 boyutlu eğitim modellerinin geliştirilmesi, 3B Baskı Teknolojileri Uluslararası Sempozyumu (International Symposium On 3D Printing Technologies), 5-7 Mayıs İstanbul, syf 91-100, 2015.
- [11]. <http://www.3byazici.com/3-boyutlu-yazicilar-nasil-calisir.html>, 2016.
- [12]. Gündüzer O., Namlu Cıdarı Boyut. İç Balistik Davranışın Etkisi. Yük. Lis. Tezi. Gazi Üniv., Ankara, 2011.
- [13]. Tuncer D. ve Alli H., Ağır Sil. Geri Tepme Mek. Tas. İç Balistik Modelinin Oluş. Ve Kama Kuv. Hes. 2.Ulusal Tas. İm. ve Anl. Kongresi, Balıkesir, syf. 413-414, 2010.
- [14]. https://wn.com/glock_çalışma_prensibi, 2017.
- [15]. Çayıroğlu İ. ve Dizdar E., Kapsülsüz ve Barutsuz Mermili Hafif Silah Tas., Teknoloji D. 2, 339-344, 2004.
- [16]. <http://www.ordu.pol.tr>, 2016.
- [17]. <http://www.mkek.gov.tr/tr/SilahSatisUrunler.aspx?UrunID=615&AnaKategori=2&AltKategori=99&EnAlategori=0>, 2017.
- [18]. <http://atakarms.com/?bL=sH1&gR=oK&id=133&cat=1&sid=860752719&l=tr>, 2017
- [19]. <http://www.sportsmansguide.com/productlist/ammo-shooting/shooting-supplies-accessories/tactical-rifle-accessories?d=121&c=4&s=139>, 2017
- [20]. <https://tr.pinterest.com/pin/526921225132196302/>, 2017.
- [21]. https://tr.wikipedia.org/wiki/Akrilonitril_b%C3%BCtadien_stiren, 2017.
- [22]. <http://www.3boyutlu-yazici.com/malzemeler/filament-alirken-dikkat-edilmesi-gerekenler/>, 2016.
- [23]. <https://grabcad.com/library/pistol-grip-8>, 2017.