

0.22 LR Tüfeklerde Fişek Yatağı Yapısının Boş Kovan Çıkarmama Hatası Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

*Makale Bilgisi / Article Info

Alındı/Received: 11.06.2024

Kabul/Accepted: 20.09.2024

Yayımlandı/Published: xx.xx.xxxx

Investigation of the Effect of Cartridge Chamber Structure on Failure to Extract in 0.22 LR Rifles

Emre ÜNAL* 

KTO Karatay Üniversitesi, Ticaret ve Sanayi Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojisi Bölümü, Konya, Türkiye



© Afyon Kocatepe Üniversitesi

© 2025 The Authors | Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 (CC BY-NC) International License

Öz

Yivli tüfeklerde, silahın işleyişini etkileyen temel parçaların tasarımından kaynaklanan birçok hata meydana gelebilir. Mekanizma, namlu, şarjör gibi temel parçalar, silah sisteminin temelini oluşturur ve hataların kök sebeplerini etkileyen unsurlardır. Silah sistemlerinde, namlunun fişek yatağı kısmı, ateşlemenin gerçekleştiği kısımdır ve bu nedenle sistemin en kritik noktasını oluşturur. Silahların hatasız çalışabilmesi için fişek yatağı tasarımı oldukça önemlidir. Bu çalışma, 0.22 LR tüfeklerde fişek yatağı tasarımının boş kovan çıkarmama hatasına etkisini incelemek amacıyla sekiz farklı tipte namlu üretilmiş ve test edilmiştir. Yapılan testler sonucunda, fişek yatağı yapısının boş kovan çıkarmama hatası ile ilişkisi detaylı bir şekilde incelenmiştir. İnceleme sonucunda, mühimmatların yapısı ve fişek yatağının giriş kısmındaki radyüs veya pah işleminin boş kovan çıkarmama ve mermi sürememe hatasına etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca, fişek yatağındaki mermi ile namlu iç duvarı arasındaki boşluğun önemli olduğu belirlenmiştir.

Abstract

In rifled rifles, various errors can occur due to the design of the main components affecting the firearm's operation. Mechanism, barrel, and magazine are fundamental parts of the firearm system and are root causes of these errors. The chamber of the barrel, where ignition occurs, is the most critical part of the system. Therefore, the design of the chamber is crucial for the flawless functioning of firearms. This study aims to examine the effect of chamber design on the failure to extract empty cartridges in 0.22 LR rifles. To this end, eight different types of barrels were produced and tested. The tests thoroughly investigated the relationship between chamber structure and the failure to extract empty cartridges. The findings indicate that the structure of the ammunition and the radius or chamfer at the entrance of the chamber significantly affect the extraction failure and bullet feeding. Additionally, the gap between the bullet and the inner wall of the chamber was found to be crucial. Barrels without chamfers and radius exhibited higher error rates.

Anahtar Kelimeler Namlu Tasarımı; Boş Kovan Çıkarma Hatası; Silah Tasarımı; 0.22 LR Tüfekler

Keywords Barrel Design; Failure to Extract; Firearm Design; 0.22 LR Rifles

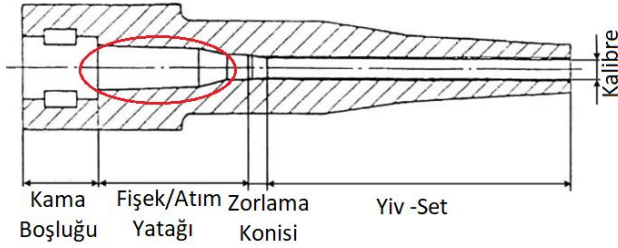
1. Giriş

Silah sistemlerinin tasarımı ve işleyişi, günümüzde askeri, güvenlik, avcılık ve benzeri birçok alanda önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistemlerin güvenilirliği, operasyonel etkinlik ve kullanıcıların güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Silah sistemlerindeki herhangi bir hatanın veya eksikliğin, ciddi sonuçları olabilir ve bu nedenle, bu sistemlerin tasarımı, bileşenlerinin işleyişi ve performansı sürekli olarak incelenmekte ve geliştirilmektedir.

Yivli tüfekler, silah endüstrisinde önemli bir yere sahip olup, çeşitli amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür silahların doğru şekilde çalışması, bir dizi kritik parçanın uyumlu bir şekilde işlemesiyle mümkündür. Bu parçalar arasında, ateşleme işleminin gerçekleştiği ve mermi ile fişek arasındaki teması sağlayan fişek yatağı kısmı son derece kritiktir.

Şekil 1.'de belirtilen namlunun silah sistemindeki görevi bir merminin patlama esnasında oluşturduğu basınçla merminin hedefe gönderilmesidir (Allsop ve Toomey 1999). Her ateşlemede oluşan yüksek basınç ve sıcaklıklara karşı dayanıklı olmalıdır. Ayrıca, namlunun iç yüzeyine açılan helisel formdaki yivler sayesinde mermiye spin hareketi verir. Bu dönme hareketi, merminin uçuş sırasında istikrarlı kalmasını sağlamaktadır (U.S. Army Materiel Command, Ballistics Series, Trajectories, Differential Effects And Data For Projectiles, 1963, U.S. Army Materiel Command, Guns Series, Gun Tubes, 1964). Fişek kovani, barut dolgusunu ve tutuşturma sistemini barındırır; mermiyi tutar, atış anında, sevk barutunu namlunun ısısından korur (Özyılmaz, 2010). Fişek yatağı tasarımı, silahın güvenilirliği, hassasiyeti ve ateşleme performansı açısından belirleyici bir faktördür. Herhangi

bir hata veya eksiklik, silahın doğru şekilde çalışmasını engelleyebilir veya istenmeyen sonuçlara yol açabilir. Dolayısıyla, silah sistemlerinde fişek yatağı tasarımının dikkatlice incelenmesi ve sürekli olarak geliştirilmesi gerekmektedir.

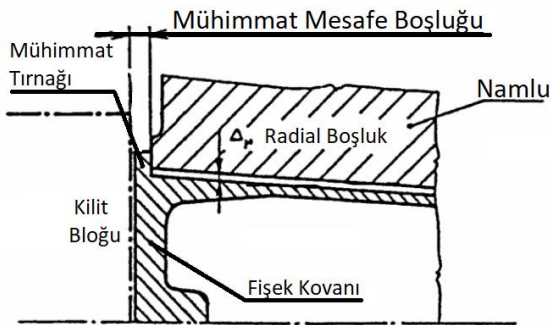


Şekil 1. Bir namlunun basit görünümü (Allsop ve Toomey 1999)

Şekil 2'de gösterilen farklı mermi kovanları olmasına rağmen, tüm kartuş kovanlarında genel yapı, bileşenlerinin işlevleri ve tasarım parametreleri benzerdir. Şekil 2, bir kartuş kovanının genel yapısını ve bileşenlerini göstermektedir (Zhao vd. 2014). Test atışlarında Rimmed tipi mühimmat kullanılmıştır. Rimmed tipte bir fişek kovanının namlu fişek yatağı içerisindeki referans üst boşluğu boyutları Şekil 3'te gösterilmektedir (Allsop ve Popelinsky 1997).



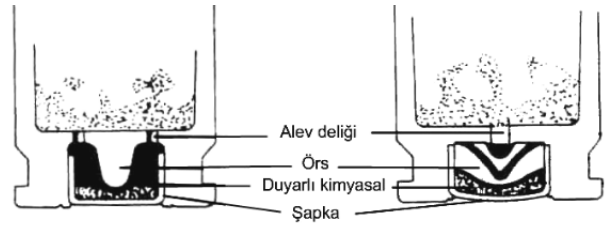
Şekil 2. Mermi kovanlarının farklı tipleri (Zhao vd. 2014)



Şekil 3. Tırnaklı tip fişek kovanı üst boşluk gösterimi (Allsop ve Popelinsky 1997)

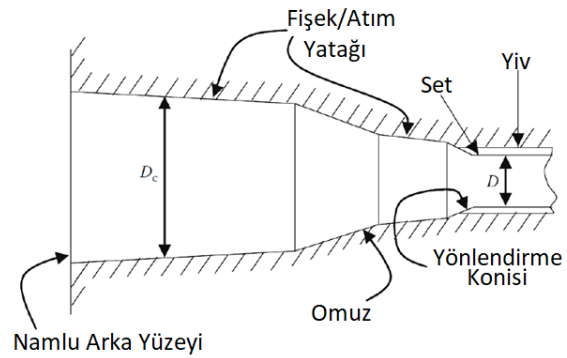
Silah sistemlerinde mühimmatın ateşlenmesi (Şekil 4), mekanizmanın içindeki iğne, kovanın arka kısmındaki kapsüle vurur ve içeri doğru itilmesini sağlayarak gerçekleşmektedir. Bu aşamada, hassas kimyasal bileşik,

kapsülün şapkası ile örs arasında sıkıştırılarak ateşlenir ve patlar (Allsop ve Toomey 1999).



Şekil 4. Hafif silah fişeklerinde tutuşturma sistemlerini tipik yapısı (Allsop ve Toomey 1999)

Fişek yatağı (Şekil 5) namlunun fişeğe ev sahipliği yapan bölümüdür (Özyılmaz, 2010). Fişek yatağının tasarımında namlu ile kovan arasındaki boşluk ve tolerans değerleri büyük önem taşır. Bu boşlukların doğru ayarlanması, kovanın uygun şekilde yerleştirilmesini ve ateşleme işleminin düzgün bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Aşırı geniş bir boşluk, kovanın içinde deformasyona uğrayarak şişme yapmasıyla namlu içerisinde sıkışmasına neden olabilirken, çok dar bir boşluk ise kovanın içeriye sıkı geçerek doğru şekilde oturmasını engelleyebilir. (U.S. Army Materiel Command, Guns Series, Gun Tubes, 1964, Akçay, 2010). Namlu fişek yatağı tasarımında en sık kullanılan nominal açıklık (boşluk) değeri 0.010 inç (0,0254 cm=0,254 mm)' tir (U.S. Army Materiel Command, Guns Series, Gun Tubes, 1964).



Şekil 5. Fişek yatağının şematik gösterimi (Carlucci ve Jacobson 2018)

Fişek kovanı, barut dolgusunu ve ateşleme sistemini içerir. Fişek kovanı, atış anında mermi içindeki barutu namlunun ısılarından korur. Aynı zamanda, mekanizmanın sızdırmazlığını sağlayarak yanma gazlarının kaçmasını engelleme görevini üstlenir. Fişek kovanları genellikle, "kovan pirinci" olarak bilinen, %70 bakır ve %30 çinko alaşımından yapılmış pirinç malzemeden üretilir (U.S. Army Materiel Command, Ammunition Series, Design For Terminal Effects 1964, U.S. Army Materiel Command, Ammunition Series, Design For Projection 1964). Silah itici gazının bileşimi, önemli miktarda enerji içeren yüksek

sıcaklıkta gazlar üretebilen, onları hem güçlü hem de kontrol edilebilir kılan güçlü, yarı kararlı enerjik malzemelerden oluşur (Kent, 2003). Bu sebeple patlama esnasında ortaya çıkan enerjiden dolayı mermi kovanında az da olsa genleşme oluşmaktadır. Özellikle 0.22 Lr tüfeklerdeki fişek yatağı tasarımının boş kovan çıkarmama hatası üzerindeki etkisinin anlaşılması ve iyileştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, bir araştırma projesi başlatılmış ve çeşitli fişek yatağı tasarımlarının boş kovan çıkarmama hatası üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında, sekiz farklı tipte namlu üretilmiş ve test edilmiştir. Elde edilen veriler, farklı fişek yatağı yapılarının bu hatayı nasıl etkilediğini ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır.

Güngör ve ark. 2010'da yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında çelikten üretilmiş namlu haznesinin yapısal analizini yaparak çelik namlu haznesi içine metal matrisli kompozit malzeme parçayı sıkı geçme prosesi ile sabitlemiş ve namlu haznesi çapı üzerine optimizasyon çalışmaları yapmış ve optimum çaplar için gerçekleştirilen hesaplama sonuçlarının, otofretaj tekniği için gerçekleştirilen hesaplama sonuçları ile benzer olduğunu gözlemlemiştir (Güngör, 2010). Sürmeli ve ark. 2021 yılında mermi namlu çıkış hızı ve enerjisini etkileyen parametrelerin optimizasyonu üzerine çalışmalar yapmış olup çıkış hızı ve enerjisini etkileyen en önemli parametrenin mermi çekirdek ağırlığı olduğunu tespit etmiştir(Sürmeli,2021).

Bu araştırma, silah sistemlerinin tasarımı ve üretiminde görev alan mühendislerin ve tasarımcıların dikkat etmeleri gereken önemli bir noktayı vurgulamaktadır. Ayrıca, silahların güvenilirliği ve performansı üzerine yapılan çalışmalara katkı sağlayarak, kullanıcıların güvenliği ve silahların etkinliği açısından önemli bir adım oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, fişek yatağı tasarımının silah sistemlerinde üstlendiği kritik rol, silahların güvenilirliği, performansı ve genel etkinliği üzerinde doğrudan ve belirgin bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, fişek yatağı tasarımında yapılan her türlü yenilik ve geliştirme, silah sistemlerinin tüm operasyonel kapasitesini etkileyebilir. Bu çalışmanın özgünlüğü, fişek yatağı tasarımına getirdiği yenilikçi yaklaşımlar ve derinlemesine analizlerle ortaya çıkmaktadır. Araştırmada sunulan yeni tasarım ilkeleri ve metodolojiler, fişek yatağının fonksiyonel performansını artırarak, hem mevcut silah sistemlerinin hem de gelecekteki tasarımların kalitesini ve güvenilirliğini önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahiptir.

Bu bağlamda, fişek yatağı tasarımında gerçekleştirilen her bir iyileştirme, sadece silahların operasyonel verimliliğini

değil, aynı zamanda kullanıcıların güvenliğini ve operatif başarı oranını da artırma kapasitesine sahiptir. Bu nedenle, bu alandaki araştırmaların derinleştirilmesi ve sürekli olarak teknolojik gelişmelerle uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Gelecek çalışmaların bu kritik alana daha fazla odaklanması, daha güvenli, daha hassas ve daha etkili silah sistemlerinin geliştirilmesini sağlayacak ve savunma sektöründe önemli bir ilerleme sağlayacaktır. Sonuç olarak, bu tür yenilikçi araştırmalar, sadece mevcut teknolojiye değil, aynı zamanda gelecekteki gelişmelere de ışık tutacak ve kullanıcıların ihtiyaçlarına daha iyi cevap verebilecek sistemlerin ortaya çıkmasını destekleyecektir.

2. Deneysel Çalışma

Mühimmat özellikleri ve iç balistik analizleri, namluların ve ateşli silahların tasarımının ana gereksinimleridir. Silahın yapısı ve mekanizmaları, iç balistik analizlerinden elde edilen zamanlama ve yükler doğrultusunda tasarlanır (Yılmaz, 2022). Bu araştırma, Retay Savunma Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından üretilen 0.22 Lr tüfeklerin performansı ve kalitesini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Çalışmada, 8 farklı ölçüde ve 20" uzunluğunda 5'er adet namlu üretilmiş ve bu namlular Sellier&Bellot marka Club ibareli 0.22 Lr 40 gr. mühimmat (Şekil 6) ile test edilmiştir.



Şekil 6. Sellier&Bellot 0.22 Lr mühimmat (Sellier&Bellot 11.04.2024)

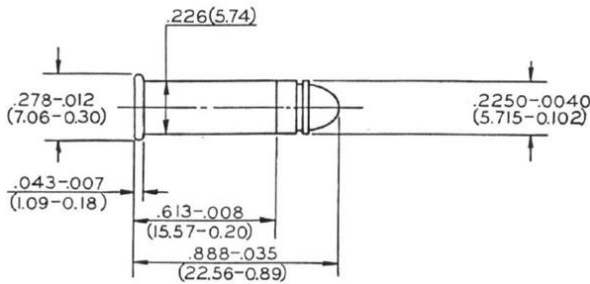
Başlangıçta, namluların fişek yatağı bölümleri kontur tarama cihazı ile ölçülmüş ve yüzey pürüzlülükleri titizlikle değerlendirilmiştir. Bu ölçümler, merminin namlu içindeki hareketini etkileyebilecek kusurların tespit edilmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

Daha sonra, ölçülen namlular 10 mermi kapasiteli şarjörlerle donatılmış test tüfeklerine monte edilmiştir. Test tüfekleri oda sıcaklığında test edilmiş olup namluların ısınmasını engellemek için tüfekler sıra ile ve soğuması beklenerek atış yapılmıştır. Toplamda her tüfekle 5 tam şarjör atış yapılmış ve namlunun fişek yatağı yapısının boş kovan çıkarma hatası üzerindeki etkisi ile genel performansı dikkatle incelenmiştir. Atışlar sırasında boş kovanların çıkışı, atış istikrarı ve diğer potansiyel hatalar gözlemlenmiş ve kaydedilmiştir. Elde edilen veriler, üretilen namluların kalitesi ve performansı hakkında değerli bilgiler sunmuş, üretim sürecinde gerekli

iyileştirmelerin yapılmasına ve daha yüksek kaliteli ürünlerin üretilmesine katkı sağlamıştır. Atış testlerinden elde edilen bulgular, silah sistemlerinin güvenilirliği ve kullanılabilirliği üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır. Sonuç olarak, bu araştırma Retay Savunma Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından üretilen 0.22lr tüfeklerin namlu kalitesi ve performansı üzerine kapsamlı bir değerlendirme sunarak, silah endüstrisinde kalite kontrol süreçlerinin geliştirilmesine ve daha güvenilir silah sistemlerinin üretilmesine katkıda bulunmuştur. Bu tür çalışmalar, silahların güvenilirliği ve kullanıcı güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır ve endüstri standartlarının yükseltilmesine yardımcı olmaktadır.

2.1. Namlu üretimi

Bu çalışmada üretilen namluların fişek yatağı kısmı hariç tüm formu aynıdır. Namlular üretilerek numaralandırılmıştır. Üretilen namlu fişek yatağı formu SAAMI (Sporting Arms and Ammunition Manufacturers) Standartlarını kapsayacak aralıkta değiştirilerek denenmiştir. SAAMI standardı kapsamında 0.22lr long mühimmat ölçü standardı Şekil 7'de verilmiştir (SAAMI Standart, 2018). Test için imal edilen namluların fişek yatağı derinlikleri 20mm olarak işlenmiş olup, Çizelge-1 de sınıflandırması gösterilmiştir.

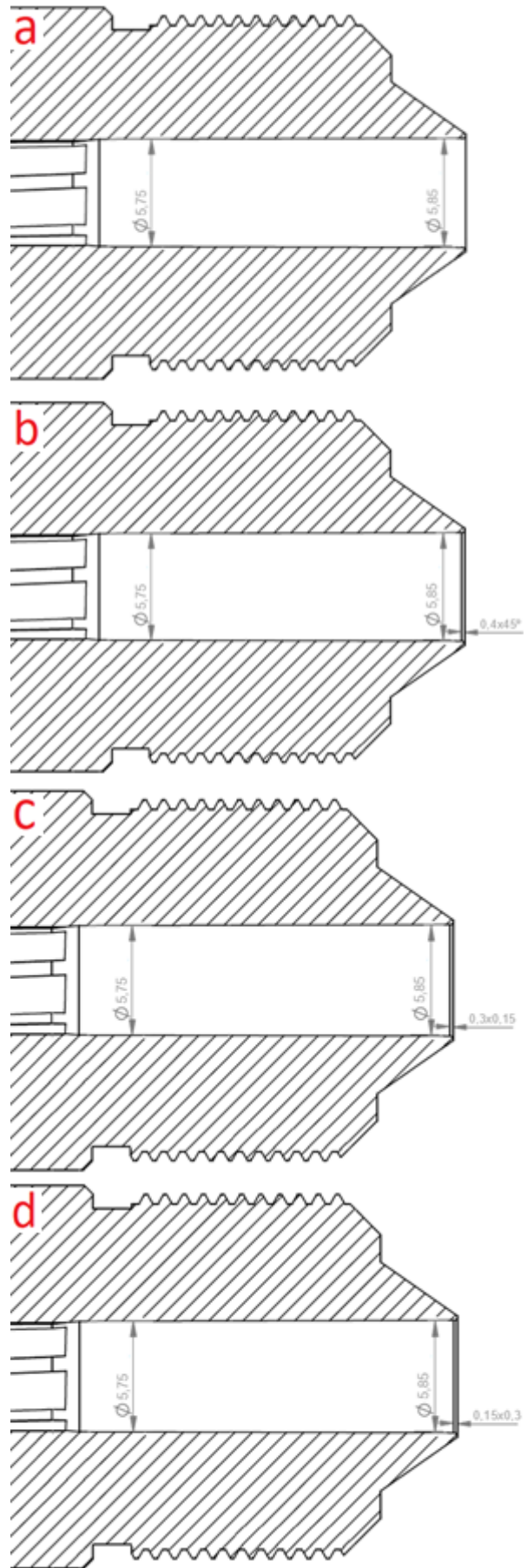


Şekil 7. 0.22 lr uzun mühimmat SAAMI standardı (SAAMI Standart, 2018)

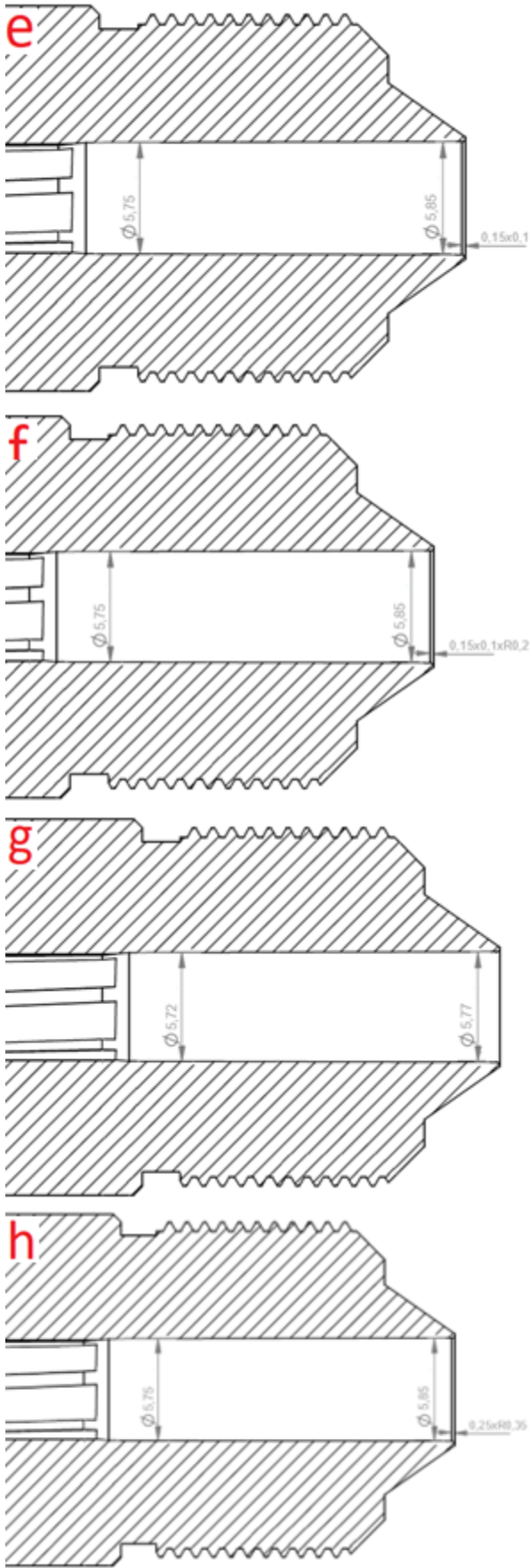
Çizelge 1. Namlu Fişek Yatağı Sınıflandırması

Namlu Tipi	Fişek Yatağı Ölçüleri (mm)	Şekil No
Tip-1	5.75'ten 5.85'e konik Pah ve Radyüs yok	8.a
Tip-2	5.75'ten 5.85'e konik 0.4mm simetrik pah	8.b
Tip-3	5.75'ten 5.85'e konik 0.3x0.15 asimetrik pah	8.c
Tip-4	5.75'ten 5.85'e konik 0.15x0.3 asimetrik pah	8.d
Tip-5	5.75'ten 5.85'e konik 0.15x0.1 asimetrik pah	8.e
Tip-6	5.75'ten 5.85'e konik 0.15x0.1xR0.2 asimetrik pah	8.f
Tip-7	5.72'den 5.77'ye konik Pah ve Radyüs yok	8.g
Tip-8	5.75'ten 5.85'e konik derinlik 0.25 , iç yüzeye teğet R0.35 asimetrik radyüs	8.h

Çizelge-1'de sınıflandırılan namluların teknik resimleri Şekil 8 de detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 8. Tip-1 test namlusu(a), Tip-2 test namlusu(b), Tip-3 test namlusu(c), Tip-4 test namlusu(d), Tip-5 test namlusu(e), Tip-6 test namlusu(f), Tip-7 test namlusu(g), Tip-8 test namlusu(h)



Şekil 8.(devamı) Tip-1 test namlusu(a), Tip-2 test namlusu(b), Tip-3 test namlusu(c), Tip-4 test namlusu(d), Tip-5 test namlusu(e), Tip-6 test namlusu(f), Tip-7 test namlusu(g), Tip-8 test namlusu(h)

2.2. Namlu ölçü kontrolü

Talaşlı imalat yöntemi ile üretilen parçalarda kesici takım seçimi, makine ilerleme hızı ve deviri işlenecek olan parçanın yüzey kalitesi ve ölçü tolerans aralığını etkilediği bilinmektedir. Talaş kaldırma işlemlerinin ana hedefi, iş parçalarının istenen geometrisinde ve yüzey kalitesinde hassas bitirme sağlamaktır. Bu nedenle, kesici ve talaş kaldırmaya uygun iş parçasının özelliklerine uygun olarak seçilmelidir. Hem klasik hem de bilgisayar kontrollü takım tezgahlarında, imalat sürecinde ve sonrasında yüksek hassasiyetli üretim amaçlanmaktadır. İmalat sonrasında, toleranslara uygun geometri ve yüzey pürüzlülük değerlerine ulaşmak temel hedeftir (Çakır, 1999).

Üretilen namlular kalite kontrol işleminden geçirilerek namlu fişek yatağı bölümü ölçülmüştür. İlk önce Mahr MarSurf CD 140 kontur tarama cihazı(Şekil 9.a) ile fişek yatağı formunun istenilen teknik ölçülerde olduğu teyit edilmiştir. İkinci aşamada namlu fişek yatağının yüzey pürüzlülük değerleri Mahr namluların kontur tarama ile fişek yatağı ölçüsü kontrol edilmiş ve ardından yüzey pürüzlülükleri Mahr Surf M 400 Cihazı(Şekil 9.b) ile ölçülmüştür.



Şekil 9. Mahr MarSurf CD 140 kontur tarama cihazı(a) Mahr Surf M 400 yüzey pürüzlülük cihazı (b)

Kontur tarama cihazı ile fişek yatağı yapısının taraması 15mm derinlikten namlu ağzına kadar teknik resim ölçüsüne yakınlığı kontrol edilmiş olup, yüzey pürüzlülük ölçü 5,6mm derinlikte ölçülmüştür.

2.3. Namlu testi

Kalite kontrol aşamasından sonra namlular bir dizi yüzey işleme tabi tutularak ahşap ve plastik dipçikli test tüfeklerine montajlanmıştır. Test tüfeklerinin 10 mühimmat şarjör kapasitesine sahiptir. Testte aynı şarjörler kullanılarak şarjör çeşitliliğinin teste etkisi ortadan kaldırılmıştır. Test tüfeklerinde 5 tam tur atış gerçekleştirilmiştir. Test atışları Sellier&Bellot marka 0.22 lr 40 gr mühimmat ile gerçekleştirilmiştir. Test için gerekli önlemler alınarak test atışları Retay Savunma bünyesindeki atış poligonunda gerçekleştirilmiştir. Test atışları atış sehvası üzerinden gerçekleştirilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Atış görüntüsü

3. Sonuçlar

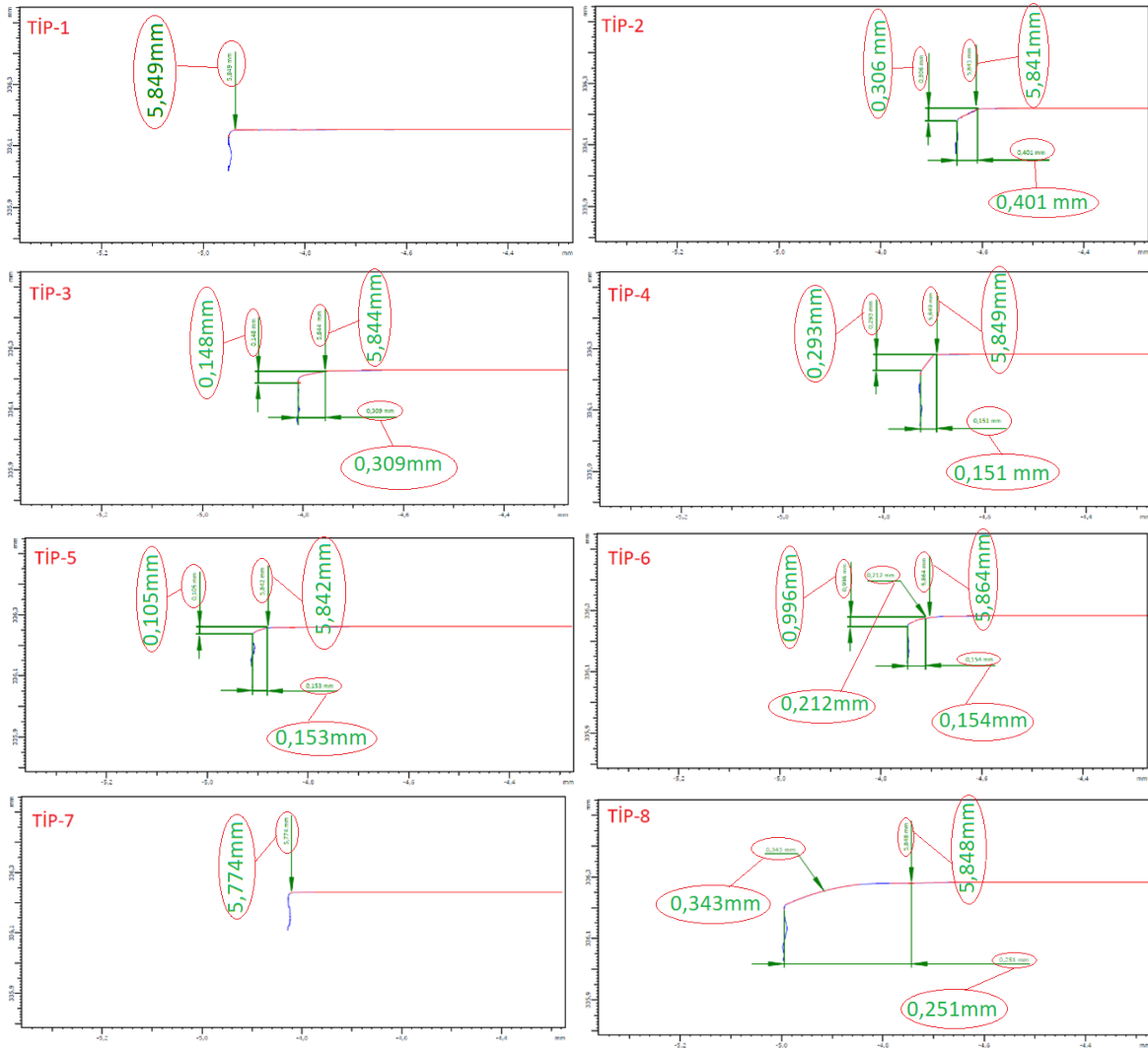
Bu çalışmada, Retay Savunma Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından üretilen 0.22lr tüfeklerin namlu performansı ve kalitesi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Özyılmaz 2010 yılında yapmış olduğu "Hafif silah tasarımının balistik açıdan incelenmesi" isimli çalışmasının sonucunda silah tasarımında mühimmat seçiminin ve fişek yatağı ve zorlama konisinin ölçülerinin önemini gözlemlemiştir (Özyılmaz,2010).

Yapılan bu çalışmada Fişek yatağı bölümünün ölçülerinin ve işleme hassasiyetinin önemi detaylı bir şekilde gözlemlenerek silah tasarımı ve imalatı konusuna önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3.1. Namlu ölçümleri ve yüzey pürüzlülükleri

3.1.1. Fişek yatağı ölçümleri sonuçları

Üretilen 8 farklı namlunun fişek yatağı ölçümleri, Mahr MarSurf CD 140 kontur tarama cihazı ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Tüm namluların fişek yatağı ölçüleri SAAMI standartlarına uygunluk göstermiştir. Bu, namluların üretim sürecinde istenen geometrik hassasiyetin yakalandığını göstermektedir. Fişek yatağı derinlikleri 20 mm olarak işlenmiştir ve fişek yatağı formu SAAMI standartlarına uygun olacak şekilde modifiye edilmiştir. Bu, merminin namluya yerleşmesinde ve ateşlenmesinde optimal koşulları sağlamıştır. Fişek yatağı ölçüm sonuçları Şekil 11'de gösterilmiştir. Ölçüm Sonuçlarında referans olarak DIN ISO 2768 T1 standartında "f" değerleri alınmıştır (DIN ISO 2768).



Şekil 11. Kontur tarama ölçüm sonuçları

3.1.2. Yüzey pürüzlülük ölçümleri

Namlu yüzey pürüzlülükleri, Mahr Surf M 400 cihazı ile ölçülmüş ve tüm numunelerin yüzey kalitelerinin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu belirlenmiştir. Bu ölçümler, namlu iç yüzeyinin düzgünlüğünü ve merminin hareketine karşı minimum direnç gösterdiğini doğrulamıştır. Yüzey pürüzlülüklerinin düşük olması, namlu içinde merminin sürtünme kuvvetlerini azaltmış ve bu da atış sırasında mermi kovanının oluşan enerji ile düzgün formda şişmesine olanak tanıyıp boş kovan çıkarmama hatasını minimize etmiştir. Çizelge 2’de ölçülen değerler göz önünde bulundurularak namlu işleme kalitelerini irdeleyebilmek için standart sapmaları Çizelge 3’de hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Yüzey pürüzlülük sonuçları

Namlu Tipi	1. Namlu (Ra)	2. Namlu (Ra)	3. Namlu (Ra)	4. Namlu (Ra)	5. Namlu (Ra)
Tip-1	0.297 µm	0.345 µm	0.330 µm	0.306 µm	0.325 µm
Tip-2	0.334 µm	0.311 µm	0.366 µm	0.306 µm	0.325 µm
Tip-3	0.323 µm	0.311 µm	0.332 µm	0.335 µm	0.358 µm
Tip-4	0.348 µm	0.350 µm	0.368 µm	0.314 µm	0.305 µm
Tip-5	0.316 µm	0.370 µm	0.370 µm	0.307 µm	0.349 µm
Tip-6	0.349 µm	0.357 µm	0.313 µm	0.355 µm	0.364 µm
Tip-7	0.306 µm	0.360 µm	0.364 µm	0.317 µm	0.307 µm
Tip-8	0.360 µm	0.318 µm	0.306 µm	0.379 µm	0.315 µm

Çizelge 3. Yüzey pürüzlülük standart sapma sonuçları

	Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4	Tip-5	Tip-6	Tip-7	Tip-8
Standart Sapma (µm)	0,019	0,024	0,017	0,026	0,027	0,02	0,029	0,032

3.2. Atış testleri

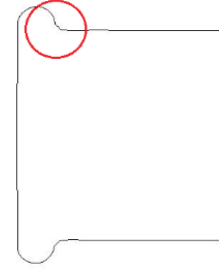
3.2.1. Test prosedürü

Her bir namlu, 10 mermi kapasiteli şarjörlerle donatılmış tüfeklerle test edilmiştir. Her tüfekte 5 tam şarjör atış gerçekleştirilmiştir. Bu da her namlu için toplamda 50 atış anlamına gelmektedir. Test tüfekleri oda sıcaklığında test edilmiş olup namluların ısınmasını engellemek için tüfekler sıra ile ve soğuması beklenerek atış yapılmıştır. Atış testleri sırasında, boş kovan çıkarma hatası, atış istikrarı ve diğer potansiyel hatalar dikkatle gözlemlenmiş ve kaydedilmiştir. Bu gözlemler, namlu performansı hakkında kapsamlı bilgi sağlamıştır.

3.2.2. Boş kovan çıkarma performansı

Farklı üreticilerin mühimmatları, silahların durmasına neden olabilecek farklı mekanik özellikler göstermiştir (Gubernat 2011). Tipik bir pirinç kovan için akma değeri yaklaşık olarak 2857 bar olduğu bilinmektedir. Bu değere

kadar kovanda barutun yanması sonrasında kovanın yarılmaması ve plastik şekil değiştirmemesi beklenmektedir (U.S. Army Materiel Command, Guns Series, Gun Tubes, 1964). Boş kovanların Fişek yatağı yapısının boş kovan çıkarma hatası üzerindeki etkisi incelendiğinde, çeşitli fişek yatağı işleme yöntemlerinin performans üzerinde farklı etkiler yarattığı tespit edilmiştir. Hatanın genellikle mühimmatın kademe geçişindeki kademedeki kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Mühimmat tarama görüntüsü üzerinde hatayı doğrudan etkileyen kısım Şekil 12’te gösterilmiştir. Çizelge 4’de verilen sonuçlar çeşitli namlu tiplerinin boş kovan çıkarma ve mermi sürememe hatalarını karşılaştırmaktadır.



Şekil 12. Mühimmat kovan görüntüsü

Çizelge 4. Namlu hata oranları

Namlu Tipi	Boş Kovan Çıkarma Hatası (%)	Mermi Sürememe Hatası (%)
Tip-1	30	40
Tip-2	0	0
Tip-3	2	8
Tip-4	10	6
Tip-5	4	14
Tip-6	4	4
Tip-7	70	16
Tip-8	2	0

Test sonuçları, namlu tiplerine göre sıra ile yorumladığında;

Tip-1 namlu, boş kovan çıkarma hatasında %30 ve mermi sürememe hatasında %40 oranlarıyla en yüksek ikinci hata oranlarına sahip olmuştur. Bu yüksek hata oranları, fişek yatağında herhangi bir pah veya radyüs işlemine yer verilmemiş olmasının, kovanın çıkarılmasını zorlaştırdığını ve merminin namluya düzgün bir şekilde sürülmesini engellediğini göstermektedir.

Tip-2 namlu, hem boş kovan çıkarma hatasında hem de mermi sürememe hatasında sıfır oranıyla en stabil performansı sergilemiştir. Bu durum, fişek yatağındaki simetrik pah işlemlerinin kovanın daha kolay çıkarılmasını ve merminin namluya düzgün bir şekilde sürülmesini sağladığını göstermektedir. En stabil olan namlu çeşidi Tip-2 namludur.

Tip-3 namlu, düşük hata oranlarıyla dikkat çekmiştir. Boş kovan çıkarma hatası %2, mermi sürememe hatası ise %8

olarak ölçülmüştür. Asimetrik pah işlemi, kovanın çıkışı sırasında daha az dirençle karşılaşmasını sağlamış, ancak mermiyi şarjörden namluya sürme aşamasında bazı hatalar gözlemlenmiştir.

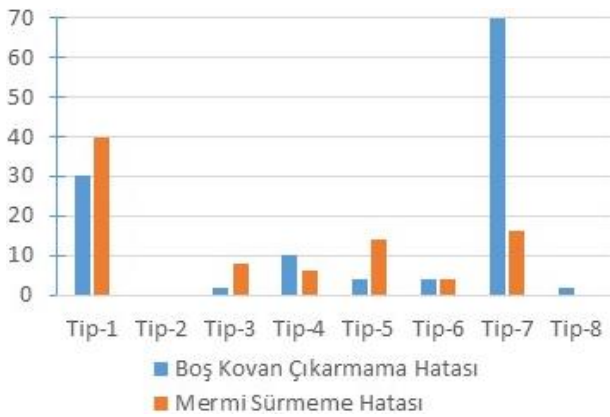
Tip-4 namlu, boş kovan çıkarma hatasında %10 ve mermi sürememe hatasında %6 oranlarıyla orta düzeyde bir performans sergilemiştir. Bu durum tip-3 namlu ile kıyaslandığında namlu asimetrik pahının ters yöne verilmesi bu sefer boş kovan çıkarmama hatasını etkilediği gözlemlenmiştir.

Tip-5 namlu, boş kovan çıkarma hatasında %4 ve mermi sürememe hatasında %14 oranlarıyla orta-düşük performans sergilemiştir. Mermi sürememe hatasındaki yüksek oran, pahın yetersiz ölçüde olmasından kaynaklandığı gözlemlenmiştir.

Tip-6 namlu, her iki hata türünde de %4 oranıyla en düşük hata oranlarına sahip olmuştur. Bu durum tip-5 namlu ile kıyaslandığında extra eklenen radyüs sürememe hatasını azalttığı görülmüştür.

Tip-7 namlu, boş kovan çıkarma hatasında %70 ve mermi sürememe hatasında %16 oranlarıyla en yüksek hata oranlarına sahip olmuştur. Bu yüksek hata oranları, fişek yatağının dar olmasının ve ağız kısmında herhangi bir radyüs veya pah işlemine yer verilmemiş olmasının etkisiyle ilişkili olduğu gözlemlenmiştir.

Tip-8 namlu, yalnızca boş kovan çıkarma hatası (%2) ile karşılaşmış olup, mermi sürememe hatası verilmemiştir. Bu durum tip-6 namlu ile kıyaslandığında pah ve radyüs değerlerinin artırılması ile hata oranının azaltıldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 13. Boş kovan çıkarmama hatası

Boş kovan çıkarmama hatası ve mermi sürememe hatası genel olarak incelendiğinde şekil 13'de ki gibi bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Yapılan test sonucuna göre en stabil sonuç veren namlu tip-2 namludur. En kötü sonuç veren namlu tip-7 namludur. Test verileri incelendiğinde boş

kovan çıkarmama hatasına etki eden faktörler mermi ile fişek yatağı arasında Şekil 3'de gösterilen radyüs boşluğunun optimum seviyede olmaması ve namlu ağız kısmında radyüs ve pah değerlerinin optimum seviyede olmamasıdır. Şekil 14'te test esnasında ortaya çıkan boş kovan çıkarmama hatası örneği gösterilmiştir.



Şekil 14. Boş kovan çıkarmama hatası

Mermi sürememe hatasını incelediğimiz zaman 0.22 lr mühimmatların uç kısmı mum kaplı olduğu için keskin geçişlerde mermi ucu kolaylıkla sıyrılarak sürememe hatasına sebebiyet erdiği gözlemlenmiştir. Şekil 15'te Test sırasında meydana gelen mermi sürememe hatasına maruz kalmış mühimmat gösterilmiştir.



Şekil 15. Mermi sürememe hatası sonucu mühimmat

4.Yorumlar Ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında, 0.22 LR tüfeklerde fişek yatağının, boş kovan çıkarmama ve mermi sürememe gibi hatalarda ana faktör olduğu belirlenmiştir. Özellikle fişek yatağının girişindeki radyüs ve pah işleminin önemi vurgulanmıştır. Çalışmada, Sellier & Bellot marka fişek kullanılarak farklı tipteki namluların performansı incelenmiştir. Elde edilen bulgular, fişek yatağı tasarımının ve işleme yöntemlerinin, tüfeklerin performansı üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir.

Çalışmada, fişek yatağının girişindeki geometrik özelliklerin, özellikle radyüs ve pah işlemlerinin optimizasyonunun, tüfeklerin güvenilirliğini artırmada kritik bir öneme sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, tüfek tasarımında dikkat edilmesi gereken önemli noktalar olarak öne çıkmaktadır. Fişek yatağının girişindeki hatalı veya yetersiz işlemler, tüfeğin düzgün çalışmasına ve çeşitli mekanik problemlere yol açabilmektedir.

Bayır ve ark. 2023 yılında 5,56 mm piyade tüfeği tasarımında namlu uzunluğunun terminal balistiğine etkilerini incelenmiştir. 20 inç namlu uzunluğuna sahip silahların ise etkili menzilleri fazla olmakla birlikte, kara, hava ve deniz taşıtlarında taşıma ve kullanma tehditleri değerlendirilerek ana görev silahı olarak kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varmıştır (Bayır, 2023). Yapılan bu çalışma ile beraber namlu fişek yatağının incelenmesi de silah sistemlerinde önemli bir parça olan namlu tasarımı için önemli bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen veriler Güngör ve ark. 2021 yılında yapmış olduğu "İç balistik hesaplama ve namlu tasarım programı geliştirilmesi" isimli tezinde belirttiği program ve buna benzer diğer programlara parametre sağlamış olacaktır (Güngör, 2021).

Gelecek çalışmalarda, farklı mermi marka ve modelleri ile çeşitli sıcaklık koşullarında gerçekleştirilecek kapsamlı testler, bu bulguların genellenabilirliğini ve mühendislik uygulamalarına entegrasyonunu daha da pekiştirecektir. Bu testlerin, farklı çevresel koşulların ve mermi özelliklerinin tüfek performansı üzerindeki etkilerini ortaya koyması beklenmektedir. Özellikle, farklı sıcaklık koşullarının fişek yatağı ve genel tüfek performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi, mühendislerin ve tasarımcıların daha dayanıklı ve güvenilir tüfekler geliştirmelerine yardımcı olacaktır.

Ayrıca, mermi marka ve model değişikliklerinin tüfeklerin performansı üzerindeki etkilerinin detaylı bir şekilde araştırılması, kullanıcıların ve üreticilerin en uygun kombinasyonları belirlemelerine olanak sağlayacaktır. Bu tür çalışmalar hem tüfek üreticileri hem de son kullanıcılar için önemli bilgi kaynakları sunarak, ateşli silah teknolojisinde ilerlemelere katkıda bulunacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma fişek yatağı tasarımı ve işleme yöntemlerinin, tüfek performansı üzerindeki kritik rolünü ortaya koymuştur. Gelecek araştırmaların, bu bulguların daha geniş bir bağlamda değerlendirilmesine ve tüfek ve mühimmat tasarımına katkıda bulunacağı öngörülmektedir. Bu tür araştırmalar, tüfeklerin güvenilirliği ve performansını artırarak, ateşli silah teknolojisinin gelişimine önemli katkılar sağlayacaktır.

Etik Standartlar Bildirgesi

Yazarlar tüm etik standartlara uyduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların bu makalenin içeriğiyle ilgili olarak beyan edecekleri hiçbir çıkar çatışması yoktur.

Verilerin Kullanılabilirliği

Bu çalışma sırasında oluşturulan veya analiz edilip yazılmayan bazı veriler, yazarlar ve Retay Savunma Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi'ne ait olup paylaşımına açık değildir.

Teşekkür

Çalışmanın deneysel çalışma aşamasında her türlü katkıda bulunan Retay Savunma Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi'ne katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

5.Kaynaklar

Allsop, D.F., Toomey, M.A., (1999). "Small Arms: General Design", Brassey's (UK) Ltd., London.

U.S. Army Materiel Command, (1963). "Engineering Design Handbook, Ballistics Series, Trajectories, Differential Effects And Data For Projectiles", The Engineering Handbook Office of Duke University, Durham, North Carolina, USA.

U.S. Army Materiel Command, (1964). "Engineering Design Handbook, Guns Series, Gun Tubes", The Engineering Handbook Office of Duke University, Durham, North Carolina, USA.

Özyılmaz, Ö., (2010). Hafif silah tasarımının balistik açıdan incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 101.

Zhao, H., Xie, J., Li, Z., & Zhang, H., (2014). Experiment and simulation of launching process of a small-diameter steel cartridge case. Defence Technology, 10, 349-353. <https://doi.org/10.1016/j.dt.2014.07.009>

Allsop, D.F., Popelinsky, L., (1977). "Brassey's essential guide to military small arms: design principles and operating methods", Brassey's, London.

Akçay, M., (2010). Balistik, Kazmaz Matbaacılık , 118-123, 157, 160-162, 176-187.

Carlucci, D.E., Jacobson S.S., (2018). Ballistics theory and design of guns and ammunition, CRC Press (3rd ed.).

U.S. Army Materiel Command, (1964). "Engineering Design Handbook, Ammunition Series, Design For Terminal Effects", The Engineering Handbook Office of Duke University, Durham, North Carolina, USA.

U.S. Army Materiel Command, (1964). "Engineering Design Handbook, Ammunition Series, Design For Projection", The Engineering Handbook Office of Duke University, Durham, North Carolina, USA.

Kent, J.A., (2003). "Riegel's handbook of industrial chemistry", Springer (10th ed.).

Yılmaz ,M.M., (2023). Investigation of case-chamber interactions and wall thickness for a gun barrel, Yüksek Lisans Tezi , Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 207.

Çakır, C.M., (1999). "Modern Talaşlı İmalatın Esasları", Ceylan Matbaacılık, 32-36.

Gubernat, D., (2011). Influence of material properties on cartridge case function. International Infantry & Joint

Services Small Arms Systems Symposium,
Indianapolis, USA, 12343.

Güngör, O., (2010). Metal matriks kompozit sarılmış namlu haznesi yapısal analizi ve çap optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi , Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,4

Sürmeli, D., (2021). Mermi namlu çıkış hızı ve enerjisini etkileyen parametrelerin optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi , Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,34

Bayır, G., (2023). Hedeften namluya metodolojisi ile namlu boyunun terminal balistiğine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Milli Savunma Üniversitesi Alparslan Savunma Bilimleri Ve Milli Güvenlik Enstitüsü, Ankara,104

Güngör, D., (2021). İç balistik hesaplama ve namlu tasarım programı geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi , Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,4

İnternet kaynakları

1-<https://www.sellier-bellot.cz/en/products/rimfire-ammunition/detail/102/> , (11.04.2024)

2-SAAMI Z299.1-2018 (Sporting Arms and Ammunition Manufacturers' Institute) Standard, www.saami.org ,(11.04.2024)

3-General Tolerances to DIN ISO 2768-1:1989, <https://www.iso.org/standard/7748.html> , (11.04.2024)