

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAFİF SİLAHLARDA KULLANILAN NAMLU
MALZEMESİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE İŞLEME
PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba ABLAY RUTCI

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE TASARIM VE İMALAT
Enstitü Bilim Dalı : MAKİNE TASARIM VE İMALAT BİLİM
Tez Danışmanı : Dr.Öğretim Üyesi Osman Hamdi METE

Mayıs 2019

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAFİF SİLAHLARDA KULLANILAN NAMLU
MALZEMESİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE İŞLEME
PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba ABLAY RUTCI

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE TASARIM VE İMALAT

Bu tez 10.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Üye

Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Tuğba ABLAY RUTCI

10.05.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr.Öğretim Üyesi Osman Hamdi METE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar, malzeme ve test konularında çalışmanın desteklenmesine olanak sağlayan Sarsılmaz Silah Sanayi A.Ş.'ye teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım boyunca yardımını hiç esirgemeyen değerli eşim Makine Yüksek Mühendisi Alimurtaza RUTCİ'ye teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme de sonsuz teşekkürler ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	vii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	10
1.1. Tezin Amacı	10
1.2. Literatür Araştırması	11
BÖLÜM 2.	
HAFİF SİLAHLAR VE NAMLU PARÇASI.....	13
2.1. Ateşli Silahlar	13
2.1.1. Ağır ateşli silahlar.....	14
2.1.1. Hafif ateşli silahlar.....	14
2.2. Hafif Silahlar - Tabanca	15
2.2.1. Kapak takımı (Sürgü).....	17
2.2.2. Namlu.....	18
2.2.3 Yerine getiren yay ve mil.....	19
2.2.4. Gövde.....	19
2.2.5. Şarjör.....	19
2.3. Namlu	20

BÖLÜM 3.

TEORİ VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR	25
3.1. Çelik Malzemeler.....	25
3.1.1. Sıcak iş çelikleri	26
3.1.2. Islah çelikleri	28
3.2. Namlu Tasarımı	29
3.3. Namlu Üretim Metodu	31
3.3.1. Soğuk dövme metodu.....	31
3.3.2. Düşme metodu	32
3.3.3. Kesme yöntemi	33
3.3.4. Akıtarak sıvama yöntemi	34
3.4. Malzeme Testleri	36
3.4.1. Çekme testleri	36
3.4.2. Çentik darbe deneyi	38
3.4.3. Vickers sertlik ölçümü.....	39
3.4.4. Kimyasal kompozisyon (Spektral analizi).....	40
3.4.5. Mikroyapı testleri.....	41
3.5. Namlu Malzemesi Kalite Ömür Testleri	41
3.5.1. Doğruluk dağılım ve etkili menzil testi	41
3.5.2. Kirlenme testi	42
3.5.3. Yüksek sıcaklık testi	43
3.5.4. Düşük sıcaklık testi.....	44
3.5.5. Güvenirlilik ve dayanıklılık testi.....	45
3.5.6. Tuz sisi testi	48
3.5.7. Düşme testi	49
3.5.8. Güneş ışıması testi	50
3.5.9. Hızlandırılmış yağmur testi	50
3.5.10. Meyilli atış testi	52
3.5.11. Yüksek basınç testi	53
3.5.12. Geri tepme ve şatlanma testi	53
3.5.13. Mühimmat uyumluluk testi	54

BÖLÜM 4.

BULGULAR VE TARTIŞMA	56
4.1. Malzeme Test Sonuçları	56
4.1.1. Çekme test sonuçları	56
4.1.2. Kimyasal kompozisyon ve malzeme sertlikleri.....	57
4.1.3. Aşınma test sonuçları.....	57
4.1.4. Malzeme kıyaslamaları	58
4.2. Kalite Ömür Testleri Sonuçları	60
4.2.1. Doğruluk dağılım ve etkili menzıl testi	60
4.2.2. Güvenirlilik ve dayanıklılık testi.....	61
4.2.3. Geri tepme ve şahlanma testi.....	62
4.2.4. Mühimmat uyumluluk testi.....	62
4.3. Namlu Ömür Sonuçları.....	63
4.4. İşleme Parametreleri Sonuçları.....	63
4.4.1. İşleme süreleri.....	63
4.4.2. Talaş özellikleri.....	65

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ.....	67
------------------------	----

KAYNAKLAR	68
-----------------	----

ÖZGEÇMİŞ	70
----------------	----

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AISI	: American Iron and Steel Institute (Amerika Demir ve Çelik Enstitüsü)
DIN	: Deutsches Institut für Normung
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Ateşli silah.....	13
Şekil 2.2. Tabanca.....	16
Şekil 2.3. Tabancanın patlatılmış görüntüsü.....	17
Şekil 2.5. Namlu imalat aşamaları	21
Şekil 2.6. Namlu yiv -set'ler.....	21
Şekil 2.7. Konvansiyonel namlu ve poligonal namlu geometrileri.....	22
Şekil 2.8. Konvansiyonel ve poligonal namlularındaki barut artığı görünümü.....	23
Şekil 2.9. Konvansiyonel ve poligonal namludan çıkan saçma parçalarının görüntüleri	23
Şekil 3.1. Demir karbon diyagramı.....	25
Şekil 3.2. Namlu tasarımında basınç - konum eğrisi.....	30
Şekil 3.3. Namlu yiv-set geometrisi.....	31
Şekil 3.4. Namluda istenen yiv-set yönünün negatifi yönde hazırlanmış mandrel.....	32
Şekil 3.5. Düğme örneği.....	33
Şekil 3.6. Kesme yöntemi ve analizi.....	34
Şekil 3.7. Akıtarak sıvama metodu.....	34
Şekil 3.8. Malzeme akışı ve namlu.....	35
Şekil 3.9. Akıtarak sıvama tezgahı.....	36
Şekil 3.10. a) Test numunesi, b) çekme diyagramı, c) çekme testi cihazı.....	37
Şekil 3.11. Sertlik ölçme süreci.....	40
Şekil 3.12. Doğruluk ve dağılım testinden kullanılan hedef kâğıt ve örnek sonuç.....	41
Şekil 3.13. Etkili menzil testinden kullanılan hedef kâğıt.....	42
Şekil 3.14. MKE, sterling ve yavex marka fişekler.....	54
Şekil 4.1. Malzeme test sonuçları.....	56

Şekil 4.2. Aşınma testi sonuçlar.....	58
Şekil 4.3. (a) 1.2340 & 1.2344 Malzeme kıyaslaması – çentik darbe ve temperleme.....	59
Şekil 4.3. (b) 1.2340 & 1.2344 Malzeme kıyaslaması – kalıntı östenit- sertlik ve tane boyutu değişimi.....	59
Şekil 4.3. (c) 1.2340 & 1.2344 Malzeme kıyaslaması – nitrüleme derinlikler ve sıcaklık sertlik zaman derinlikleri	54
Şekil 4.4. Namlu parçasından işleme sonucunda çıkan talaşlar ve özellikleri	65



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Güvenirlilik ve dayanıklılık testi sonuç tablosu	47
Tablo 3.2. Mekanik hata listesi.....	48
Tablo 3.3. Yağmur test şartları.....	53
Tablo 3.4. Geri tepme ve şahlanma kuvvetleri.....	55
Tablo 4.1. Kimyasal kompozisyon.....	58
Tablo 4.2. Malzeme sertlik değeri.....	58
Tablo 4.3. Doğruluk ve dağılım testine giren tabancaların atışları.....	62
Tablo 4.4. Etkili menzil testine giren tabancaların atışları.....	62
Tablo 4.5. Dayanım ölçümleri.....	62
Tablo 4.6. Geri tepme ve şahlanma kuvvetleri.....	63
Tablo 4.7. Soğuk dövme AISI 4140 işleme operasyonları ve süreleri.....	65
Tablo 4.8. 1.2340 Malzeme düğme metodu işleme operasyonları ve süreleri....	65
Tablo 4.9. İşlenen parçaların sertlik değerleri.....	66

ÖZET

Anahtar kelimeler: polimer tabanca, namlu, namlu ömrü, 1.2340 kalite sıcak iş takım çeliği, 4140 ıslah çeliği

Namlu, hafif silahlardan tabancanın en önemli parçası olup silahın kullanım ömrü namlu parçasının ömrü ile ilişkilidir. Namlu parçasının ömrü silah tasarımlarındaki en önemli parametrelerden biridir. Namlu ömrünü belirlemek zor bir iştir. Namlunun ömrünü belirlemek için saha testlerinden ve silaha özgü laboratuvar testlerinden yararlanılır. Silah üreticileri namlu ömrünü geliştirmek adına farklı yiv-set geometrilerine sahip namlu tasarımları geliştirirken diğer bir yandan namlu malzemesiyle ilgili çalışmalar yapmaktadırlar.

Bu çalışmada, hafif silahların en önemli parçası olan namlu parçasına alternatif malzeme geliştirilmesiyle beraber saha ve laboratuvar testlerinin yapılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Günümüz hafif silah sektöründe namlu malzemesi olarak genel anlamıyla 4140 ve türevi malzemeler kullanılırken bu çalışmada 1.2340 sıcak iş takım çeliğinin özellikleri incelenmiş olup, namlu üretimine uygun olduğu görülmüştür. 1.2340 sıcak iş takım çeliğinden üretilen namlu parçasının kullanıldığı hafif polimer gövdeli silah müşteri kabul şartnamesinde istenen “soğuk hava testi, sıcak hava testi, boya (tuz) testi, düşme testi, hız testi, dağılım atış testi, düşme testi, yüksek basınç atış testi, ömür mukavemet testi, kum ve çamur testi gibi saha ve laboratuvar testlerinden başarı ile geçmiştir.

Namlu malzemesi olarak belirlenen 1.2340 sıcak iş takım çeliğinden üretilen namlular için ömür değerleri de incelenmiştir. Namlu malzemesi olarak mevcutta kullanılan AISI 4140 malzemesinden yapılan polimer gövdeli tabancaların namlu ömürleri 30.000 atım olarak belirlenmiş iken yapılan malzeme çalışmasıyla yeni ömür değeri 50.000 atım olarak artırılmıştır. Böylece kullanılan yeni namlu malzemesiyle ömür değeri yaklaşık %66 oranında artırılmıştır. Ayrıca kullanılan malzeme ile atış dağılım performansı iyileştirilmiştir. Bunların dışında kullanılan 1.2340 sıcak iş takım çeliği ile de namlu malzemesinin aşınmaya dayanımı artmıştır. Böylece namlu malzemesinin aşınma ömrü artırılmıştır. Yapılan geliştirmeler ve testlerin sonucunda namlu malzemesi olarak 1.2340 çeliği kullanılmaya başlanmıştır.

DEVELOPMENT OF BARREL MATERIAL USED IN LIGHT WEAPONS AND INVESTIGATIONS OF MANUFACTURING PROCESS PARAMETERS

SUMMARY

Keywords: Polymer pistol, Barrel, Barrel fatigue life, 1.2340 hot work tool steel, AISI 4140 alloy steel

Barrel is the most significant polymer pistol component that is directly related to pistols usage life. Barrel fatigue life is a critical design parameter of light weapon as pistols. There are so many variables involved (gunpowder type, bore diameter, bullet coatings, types and geometry of rifling etc.) that it's hard to predict barrel fatigue life. To determine the barrel fatigue life, light weapon field test and weapon-specific laboratory tests are performed. In order to improve the barrel fatigue life, barrel designs with different rifling geometries have developed. In the meanwhile material improvement studies have investigated.

In this study, it has been studied on the development and testing of alternative material for gun barrel which is the most important part of light weapons in this respect. In general, modern gun barrels are manufactured from low alloy steel forgings as AISI 4140. However 1.2340 hot work tool steel is investigated instead of AISI 4140 alloy steel in this study. As a result of material studies, 1.2340 hot work tool steel is more suitable than AISI 4140 alloy steel. According to customer acceptance specification, barrel which was produced from 1.2340 hot work steel has passed weapon field test and weapon-specific laboratory tests like as cold weather test, hot weather test, drop test, velocity test, firing dispersal test, high-pressure shooting test, endurance test, sand and mud tests successfully.

The barrel fatigue life of polymeric body guns made of AISI 4140 alloy steel used as barrel material has been determined as 30,000 cyclic rate of fire. Fatigue life cycle of barrel that is made of 1.2340 hot work tool steel has been increased by 50,000 cyclic rate of fire. It is seen that cyclic rate of fire has been increased by about %66. In addition, firing dispersal test performance has been improved with new steel. Also the wear resistance of the barrel has increased because of using 1.2340 hot work tool steel. According to material improvement studies, 1.2340 hot work tool steel has been started to use for new generations gun barrels.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Ateşli silahlar, mermi adı verilen özel şekil ve nitelikteki maddeleri, barut gazının basıncı ile namlu içerisinden uzak mesafelere yani hedefe hızla atabilen aletlere denmektedir. Emniyet güçleri ve savunma sanayisi hafif silahları kullanmakta olup, silahların atış ömürlerinin müşteri kabul şartnamelerinde belirtilen değerlerin üzerinde olmasını istemektedirler. Atış ömrü, silahın kritik parçalarından olan namlu parçasının ömrü ile ilişkilidir. Çalışmada namluömrünün artırılmasına yönelik malzeme geliştirilmesi yapılmış olup, seçilen malzemenin imalat parametreleri incelenmiştir.

1.1. Tezin Amacı

Günümüzde kullanılan hafif silahların namlu malzemesi olarak AISI 4140 ve türevleri kullanılmaktadır. AISI 4140 alaşım çeliği, içerdiği Cr ve Mo alaşım elementleri sebebiyle, su verme ısı işlemi sonrasında sert bir martenzitik yapı oluşturması, yüksek mukavemet sağlaması, uygun süneklik ve tokluk gibi mekanik sağlar. Bu özelliklerinden dolayı AISI 4140 alaşım çeliği namlu üretim süreçlerinde yaygın bir kullanım alanına sahiptir [1, 2].

Son dönemlerde, özellikle emniyet güçleri ve savunma sanayisinde kullanılan polimer esaslı hafif gövdeli tabancaların namlu ömürlerinin belirlenen dünya standartlarının üzerine çıkartılması, ömür değerlerinin artırılması konusunda çalışmalar hızla devam etmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda sıcak iş takım çeliklerinin namlu imalatında kullanılmasının uygun olacağı belirlenmiştir. Daha yüksek tokluk değerlerine sahip olan 1.2340 kalite çeliğin namlu parçasında kullanılması ile hedeflenen ömür değerlerinin (50.000 atım) yakalanabileceği, bugüne değin yapılan araştırma faaliyetleri ile ortaya konmuştur.

Tez kapsamında sıcak iş takım çeliklerinden 1.2340 kalite çeliğin ilk defa yerli olarak namlu parçası için kullanılması ve teknik özelliklerinin belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. 50.000 atıma dayanması gereken en kritik parçalar olan sürgü ve namlu için özel testler yapılmıştır. Yapılan malzeme testleri yanında üretilen prototip namlulara saha ve özel laboratuvar testleri yapılmıştır. Bu çalışmada iğne ateşlemeli, hafif, yeni nesil polimer gövdeli bir hizmet tabancası namlu parçasının malzeme seçimi yapılacak olup, üretim parametreleri incelenmiştir. Ayrıca yapılan çalışma ile namlu parçasının ömrünün geliştirilmesi amaçlanmıştır.

1.2. Literatür Araştırması

Hafif silahların en önemli parçalarından olan namlu parçasının yüksek ömürlü olması hem sahada hem de pazarda öncü olabilecek karakteristik bir özellik olmasından ötürü son dönemlerde konuyla ilgili çalışmalar ivme kazanmıştır. Özellikle sonlu elemanlar teknolojisinin namlu ömrünü belirlemede kullanılması ve yapılan termomekanik analizler çalışmalara yön vermektedir. Bir taraftan namlu kaplaması üzerinde çalışılırken diğer taraftan alternatif malzemeler üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır.

Salzar R.S.(8), silah namlusu üzerindeki etkilerini simüle eden bir analitik model kullanarak, bası kalıcı gerilmelerini hesaplamış ve değişik malzemeleri, bu malzemelerin tekrar eden iç basınç yükü altındaki kırılma dirençlerini dikkate alarak denemiştir. Yüksek sıcaklık SiC/titanyum alaşımı metal matriks kompozitin değişik hibrit kombinasyonları, gerekli kalıcı gerilme ve elastik olmayan gerinim durumları incelenmiştir. İç bölümü düşük alaşımlı silah çeliği ve dış bölümü Sic/Ti-24Al-11Nb kompozit olan namlunun homojen çelik namlu ile benzer bası kalıcı gerilmeleri oluşturduğu ve orjinal namlu ölçülerinde kalınması ile beraber %37'lik bir ağırlık kazanılabileceğini tespit etmiştir.

O. Gündüzer (11), namlu geometrisinin optimum boyutlarını güvenli bir şekilde elde edebilmek için silah tasarımı ve sonrasında sistemin analizi vazgeçilmez aşamalardan olduğunu belirlemek için çalışmasında iç balistik temel denklemlerine değinmiş, mühimmat ve silah sistemleri sınıflandırmış ve ölçümlendirmede optimizasyon

kavramı açıklamıştır. Ayrıca çalışmasında geometrik optimizasyon metodu ve kabullerini açıklayarak namlu cidari boyutlandırmasında iç balistiğk davranışların etkisini incelemiştir.

M. Akçay ve arkadaşları (12), yaptığı çalışmada namlunun tüm et kalınlığı sıcaklığını tahmin etmek için zamana bağılı taşınımsal ısı transferi katsayısı iç balistik teorisi yardımıyla hesaplanmıştır. Diferansiyel denklemin nümerik çözümü sonlu farklar yöntemiyle yürütölmüştür. Tüfek namlu malzemesinin ısıl karakteristikleri sıcaklığa bağılı olarak dikkate alınmıştır.

Deng ve arkadaşları (13) çalışmalarında 9 mm lik yivli setli namlu ve mermiyi non-linear transient sonlu elemanlar yöntemini kullanarak analiz etmiştir. Yapılan çalışmada mermi için kinematik analiz, namlu için ise elastik ve plastik deformasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Gerçek deneysel verilerden elde edilen sonuçlar sayısal sonuçlarla karşılaştırılarak %2.56 hata payıyla doğrulanmıştır.

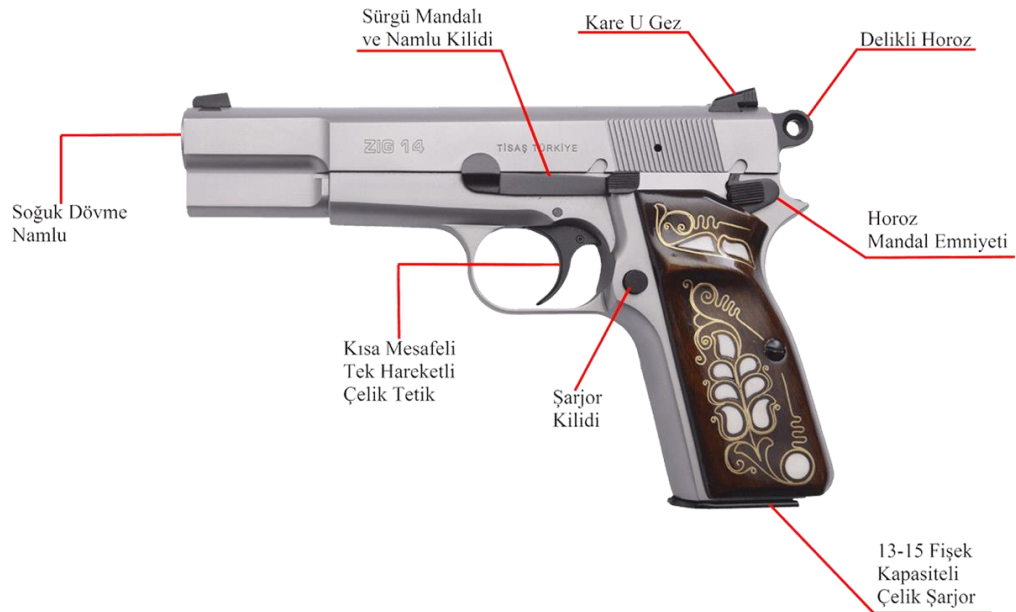
Chen (4) belli bir basınç altında atım yatağının tasarımı ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Çalışmasında Ls-Dyna programını kullanmış ve zamana bağılı dinamik olarak analiz yapmıştır. Kullandığı namlu malzemesinde hareket sırasında deformasyon olmadığı kabul etmiştir. Ağırlığın sistemdeki etkilerini incelemek için 3 ayrı ağırlıktaki mühimmatla testler gerçekleştirmiştir. Bu üç ayrı test için namlu tasarımında da değişikliğe gitmiş 2. ve 3. testlerde namlu cidar kalınlığını artırmıştır. Namlu cidar kalınlığını artırarak deformasyon olmayacak şekilde Von Misses gerilmelerini hesaplamıştır.

BÖLÜM 2. HAFİF SİLAHLAR VE NAMLU PARÇASI

Silahlar kullanım şekilleri ve tahribat güçleri açısından farklı sınıflara ayrılmaktadır. Farklı sınıflandırmalar içinde de olsa her silahta merminin hedeflenen menzile, istenen hız ve doğrultuda gitmesini sağlayan namlu parçası yer almaktadır.

2.1. Ateşli Silahlar

Genel olarak mermi adı verilen özel şekil ve nitelikteki maddeleri, barut gazının basıncı ile namlu içerisinden uzak mesafelere yani hedefe hızla atabilen aletlere ateşli silah denmektedir. Şekil 2.1.'de görüldüğü üzere bir ateşli silah genellikle namlu, ateşleyici iğne, horoz ve tetikten oluşan bir düzenek, fişek yatağı, şarjör ve kabzadan oluşur [3, 10].



Şekil 2.1. Ateşli silah

Ateşli silahların çalışma şekilleri genellikle birbirine benzemektedir. Ateşli silah doldurulur, tetik çekildiğinde ateşlenir. Kurma işlemi, irca yayının sıkıştırılarak ateşleme iğnesi veya horozun geriye çekilmesiyle yapılır. Geriye çekilen ateşleme iğnesini bu pozisyonda tutan pim, tetiğin çekilmesiyle ateşleme iğnesini ve icra yayını serbest bırakır. Fişek tablasındaki kapsüle çarpan ateşleme iğnesi, kapsülün ateşlenmesini sağlar. Meydana gelen kıvılcım, kıvılcım deliğinden baruta ulaşır ve barutu ateşler. Barut tutuşarak hızla yanar. Bu, sıcak gazların oluşmasına, çok yüksek bir basınç altında sıkışmasına neden olur. Sıkışan gazların basıncı optimum değere ulaştığında, mermi çekirdeğini kovandan ayırır ve hızla dışarı iter. Bütün ateşli silahlarda sistem aynıdır [3, 10, 14, 16].

Namludan mermi çekirdeği ile birlikte alev, sıcak gazlar, is, yanmamış veya kısmen yanmış barut partikülleri av tüfeklerinde saçmalar ve tapa çıkar. Namlu ağzından çıkan fişegin o andaki hızı “namlu çıkış hızı” olarak bilinir. Bu hız barutun miktarına, yapısına, mermi çekirdeği veya av tüfeklerinde tapanın namluya uygunluk derecesine, barutun yanma kabiliyetine bağlıdır. Farklı kalibredeki av tüfeklerinde namlu çıkış hızları büyük değişiklik göstermez. Doldurulan saçmaların büyüklük ve ağırlığına bağlı olarak hızlarda düşük dereceli bir değişkenlik söz konusudur. Saçmalar ne kadar büyükse, uzun mesafelerde o kadar etkilidir. Keza küçük saçmalara göre hızlarını daha iyi koruyabilirler [3].

Ateşli silahlar genel olarak ağır ateşli silahlar ve hafif ateşli silahlar olmak üzere 2 ana başlık altında toplanmaktadır.

2.1.1. Ağır ateşli silahlar

Bu tip silahlar, kullanımları ancak birkaç kişi tarafından veya başka vasıtalar yardımı ile mümkün olan, ağır ve tahrip gücü yüksek mermileri barut gazı etkisi ile uzak mesafelere kadar atabilen silahlardır (Ör: Uçaksavar, havan, top vb.).

2.1.2 Hafif ateşli silahlar

Kişilerin tek başına kullanmaları mümkün olan silahlardır (Tabanca, tüfek, makineli tüfek vb.). Ateşli hafif silahlar uzun ve kısa namlulu ateşli silahlar olarak 2'ye ayrılır:

2.1.2.1. Kısa namlulu ateşli silahlar

Bu silahlar çeşitli özelliklerine göre gruplandırılırlar. Tek atışlı silahlar, namlusunda yiv bulunsun veya bulunmasın, namlu boyu, kişilerin üzerinde gizli olarak taşınmasına uygun olup, kabza grubu da el tabancaları şeklinde hazırlanmış silahlardır. Toplu tabancalarda, mermiler top adı verilen ve genellikle 5, 6 veya 7 mermilik yuvası (yatağı) bulunan silindirlere yerleştirilir. Her atıştan sonra silindir dönerek yeni bir mermi namlu hizasına gelip atışa hazır olur. Otomatik (şarjörlü) tabancalarda, namlu uzunluğu 5-15 cm kadar olup, silahın kendi kendine fişegi doldurması ve kovanı atma mekanizması nedeniyle otomatik silahlar denmektedir. Bu tür silahlarda mermiler, içi yaylı şarjör denilen bir düzeneğe yerleştirilir. Şarjör silahın kabzasına alttan yerleştirilir. Sürgünün (silahın üst kısmında bulunan tipine göre namluyu kısmen veya tamamen kapatan kapak) çekilmesi ile ilk mermi namlunun arka kısmında bulunan mermi (fişek) yatağına sürülür. Bu işlem sırasında horoz da kurulmuş olup silah atışa hazır hale gelir. Tetiğin çekilmesiyle atış sonrası gerçekleşen ani geri tepme nedeniyle boş kovan dışarı atılır ve yeni bir mermi şarjörden namluya sürülür. Makineli tabancalar ise otomatik tabancalardan temel farkı şarjör kapasitesinin çok fazla olmasıdır. 71 adet mermi alabilen şarjöre sahip makineli tabancalar vardır [3, 16, 19].

2.1.2.2. Uzun namlulu ateşli silahlar

Savaş tüfekleri ve av tüfekleri bu gruba girmektedir. Savaş tüfekleri, yivli namluya sahip olup diğer ateşli silahlara göre (tabancalar ve av tüfekleri) atış menzilleri çok daha fazladır. Bunların otomatik, makineli, manivelalı gibi çeşitli tiplerine rastlanmaktadır. Av tüfekleri ise çeşitli kara avcılığında kullanılan, saçma veya tek kurşun atan, namlusu yivsiz ateşli silahlardır. Çeşitli özelliklerine göre kendi aralarında gruplara ayrılır [19]. Av tüfekleri namlularına göre; bir namlulu av

tüfekleri, iki namlulu av tüfekleri ve değiştirilebilir namlulu av tüfekleri olmak üzere 3'e ayrılır.

2.2. Hafif Silahlar - Tabanca

Tabancalar, tek elle kullanılmak üzere tasarlanmış silahlardır. İlk tabancaların 1550'lerde süvari silahı olarak geliştirildiği sanılır. Ancak bu ilk tabancalar kullanışsız ve güvenilmez silahlardı. 17. yüzyılın sonlarında çakmaklı ateşleme sistemi bulununca, daha etkili silahlar yapılmaya başlandı. Bu sistemde, tetik çekildiği zaman üzerinde çakmaktaşı bulunan bir çekiç (horoz) çelik bir yüzeye vuruyor ve bu vuruş sırasında ortaya çıkan kıvılcım barutu ateşliyordu. O dönemde her asker, kılıcının yanı sıra iki tabanca taşıyordu. Ama bu tabancaların her atıştan sonra doldurulması gerekiyordu ve bundan dolayı bu silahlar savaş sırasında çok kullanışlı değildi [10,11,14].

1831-35 arasında, ABD'li Samuel Colt, revolver de denilen toplu tabancayı geliştirdi. Bu tabancada namlunun arkasında, genellikle altı mermi alan döner bir silindirin (top) bulunur. Her atıştan sonra bu silindir dönerek namlunun arkasına yeni bir mermi sürer. Böylece, yeniden doldurmaya gerek kalmadan altı kurşun atılabilir. Bu nedenle bu tür tabancalar altıpatlar olarak da adlandırılır. Otomatik tabancalarda ise "top" yerine şarjör bulunur. 6-12 mermi alabilen şarjördeki yay sistemi her atıştan sonra yeni bir mermiyi namluya sürer. Şarjör boşalınca yerine dolu bir şarjör takılarak atışa devam edilir. Tabancaların namlusu tüfeklerinkinden daha kısadır. Mermisi daha küçük ve sevk barutu da daha azdır. Bu nedenle tabancanın atış uzaklığı (menzili) daha kısa, mermi hızı da daha düşüktür [10,11,14].

Şekil 2.2.'de hafif silahlardan tabanca gösterilmektedir. Görüldüğü üzere tabancalar farklı birçok malzemenin ve geometrinin bir araya getirilerek oluşturulmuş mekanik sistemler bütünüdür. Tabancaların çalışma sistemlerini parçalara ayırarak inceleme yapmak gerekmektedir.



Şekil 2.2 Tabanca

Tabancalar genel anlamıyla 5 (beş) temel parçadan oluşmaktadır. Şekil 3’de görüldüğü şekilde kapak takımı, namlu, yerine getiren yay ve mil, gövde ve şarjör tabancanın temel parçalarını oluşturmaktadır. Bu kısımda parçalardan kısaca söz edilecektir.



Şekil 2.3. Tabancanın patlatılmış görüntüsü

2.2.1. Kapak takımı (Sürgü)

Şekil 2.3.'te gösterildiği şekilde kapak takımı diğer adı ile sürgü, yarı otomatik ve tam otomatik tabancalarda namluyu dış etkenlere karşı koruyan tabancanın gövdesini kapatan emniyet tertibatını kovan atma tertibatını, tırnağı iğne ve yayını, gez ve arpacıği üzerinde taşıyan parçaya denir.

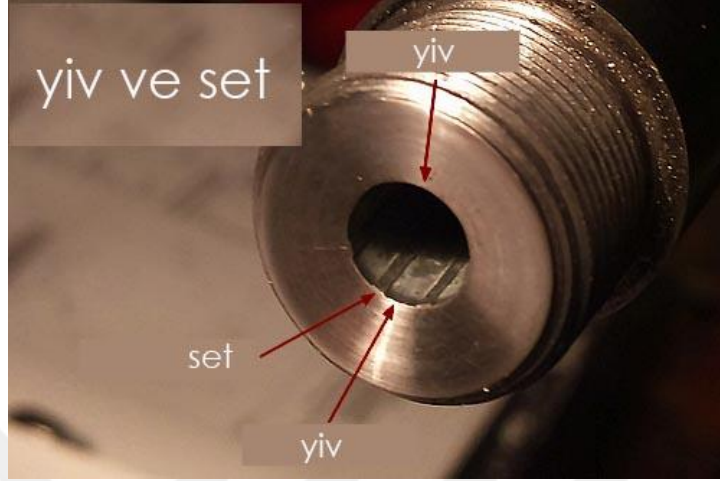
Kapak takımının bir görevi de şarjörden fişegi alarak fişek yatağına sürmektir. Boş kovan yine kapak takımındaki tırnak tarafından geriye çekilir. Boş kovan atacağına çarparak dışarıya atılır. Kapak takımı yerine getiren yayın etkisi ile ileriye doğru giderken şarjörden bir fişek alarak taban cayı atışa hazır hale getirir. Kapak takımı fişek yatağındaki patlama sonucunda oluşan basınçtan zarar görmeyecek kadar dirençli metalden yapılmaktadır. Boş kovan atacağı, boş kovanın kendisine çarpılması suretiyle kovani dışarı fırlatırken tırnak parçası fişek yatağındaki boş kovani geri çeker. Tetik tulumbası, horozun kurulması ve atış anında horozun serbest kalmasını sağlayan parçadır. Tetik manivelasından aldığı hareketle tetik tulumbası ara parçasını ileri doğru hareket ettirerek horozun çentiğinden kurtulmasını ve yarım otomatik çalışmasını sağlar [9,10,14].

2.2.2. Namlu

Merminin istikrarlı bir şekilde hedefe gitmesini sağlayan bölüme namlu denir. Şekil 2.3'te namlu parçasının tabancadaki konumu görülmektedir. Çelik silindirin freze edilmesiyle elde edilir. Namlu kalınlıkları kuyruk kısmında fazla, ağız kısmında azdır. Namlu uzunluğunun artması tabancanın etkili mesafesini arttırır. Fişek yatağı, namlunun hemen gerisindeki namlu ile bitişik olan, iğnenin kapsüle çarptığı ve patlamanın meydana geldiği yerdir. Fişek yatağının çapı namlu çapından daha büyük olduğu gibi kalınlığı da daha fazladır. Çapının büyük olmasının nedeni ise yatağa sadece fişegin değil kovanında oturmasıdır.

Şekil 2.4.'te görülen yiv, namlu içindeki girintilere denir. Derinlikleri 0,075-0,1 mm.dir. Set ise namlu içindeki çıkıntılara denir. Genelde yiv-set olarak ikili adlandırılır. Rayyür, çekirdeğin üzerindeki yiv ve setlerin izlerine denir. Yiv-Set

çekirdeğin kendi eksenini etrafında dönmesini ve takla atmadan hedefe gitmesini sağlar. Menzili ve delme gücünü artırır [9,11,16].



Şekil 2.4. Namludaki yiv-set geometrisi

Namlu iç yüzeyinde bulunan 4, 5 veya 6 adet yiv ve set, mermiye dönü kazandırarak merminin takla atmadan istikrarlı bir şekilde hedefe ulaşmasını sağlar. Yiv ve setlerin dönüş açısı sabit kalıp namlu uzunluğu artarsa sürtünmeden dolayı namlu çıkış hızı azalır. Dönüş açısı artırılarak namlu çıkış hızı artırılabilir

2.2.3 Yerine getiren yay ve mil

Atış anında kapak takımına hareket veren, ve hızlı bir şekilde şarjörden mermi almayı sağlayan, geride kalmış olan kapak takımının ileriye gitmesini sağlayan parçalardır. Yerine getiren yay ve mil tabancanın yarı ve tam otomatik olarak alışmasını da sağlar.

2.2.4. Gövde

Tabancanın hareketli ve sabit bütün parçalarını üzerinde taşıyan bölüme denir. Gövde üzerinde şarjör emniyeti adı verilen atım yatağında fişek olsa dahi şarjör, şarjör yuvasına yerleştirilmedikçe tetiği hareketsiz bırakıp ateş alması engelleyen emniyet sistemi mevcuttur. Gövde üzerinde mandal emniyeti adı verilen parça da mevcuttur. Tabancanın sol tarafında gövde üzerinde, kapak takımının ileri-geri hareketini engelleyecek şekilde emniyet mandalı vardır. Tabanca emniyette iken tetik

düşmez. Ayrıca emniyet mandalı kapalı iken tabanca doldurulamaz ve boşaltılamaz. Ateşleme çekici (horoz) emniyeti, ateşleme iğnesi emniyeti gibi piston ateşleme iğnesini bloke eden ve yüksek bir yerden düşme gibi şiddetli darbelere maruz kalsa bile her türlü hareketi önlemeye yarayan emniyet sistemleri de mevcuttur. Bunların dışında gövde üzerinde tetiğe baskı uygulanmadığı sürece ve tabancanın yere düşmesinde horoz parçasının iğneye çarpmasını engelleyen parmak emniyeti vardır. Ayrıca avuç içi ile kabzenin arka bölgesine bastırılmadığı sürece tetik çekilse bile horozun düşmesini engelleyen kabze emniyeti gövde üzerinde yer almaktadır [9].

2.2.5. Şarjör

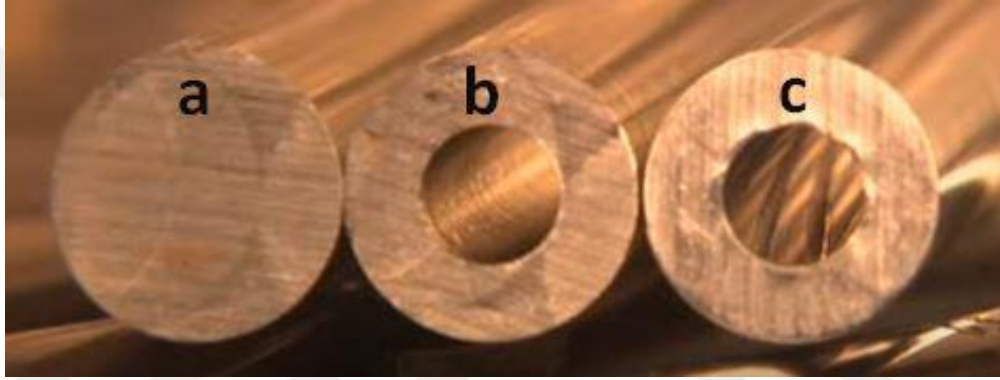
Tabanca, tüfek gibi ateşli silahların mermilerini ateşe hazır halde bulunduran, belli sayıda mermi taşıyan ve bu mermileri namluya arka arkaya sürmeye yarayan mekanizmaya denir. Genel anlamıyla şarjörler gövde, yay, gerdel, kapak ve kapak kilitinden meydana gelmektedir.

Şarjör gövdesi, şarjörün en büyük parçası olup fişeklerin içine yerleştirildiği bölümdür. Şarjör yayı, gerdel parçasını yukarı iterek, her fişegin şarjör dudakları arasına tam olarak oturmasını sağlar. Gerdel, şarjör gövdesi içerisinde bulunan şarjör yayının uç kısmına takılan ve fişeklerin üzerine yerleştirildiği parçaya denir. Şarjördeki hareketli parçalardan biridir. Genellikle sert plastikten oluşturulmuş bir yapıya sahiptir. Üzerinde atış sırası gelen fişekler durur. Şekli gövdenin, şarjör dudaklarının ve fişek yatağının şekline göre dizayn edilir. Şarjör kapağı ve kapak kiliti ise şarjör gövdesinin alt kısmında bulunan ve fişeklerin şarjör içerisinde muhafazasını sağlayan parçadır. Şarjör gövdesinin ait tarafını kapatmak için yapılmıştır.

2.3. Namlu

Merminin takla atmadan istikrarlı bir şekilde hedefe ulaşmasını sağlayan, yiv ve set adı verilen geometrilere sahip tabancanın en önemli parçasıdır. Tabancanın atış ömrü namlunun ömrü ile ilişkilidir. Malzeme olarak namlu üretimlerinde piyasada yaygın olarak AISI 4140 çeliği ile 416 paslanmaz çeliği kullanılmaktadır. Yüksek dayanım,

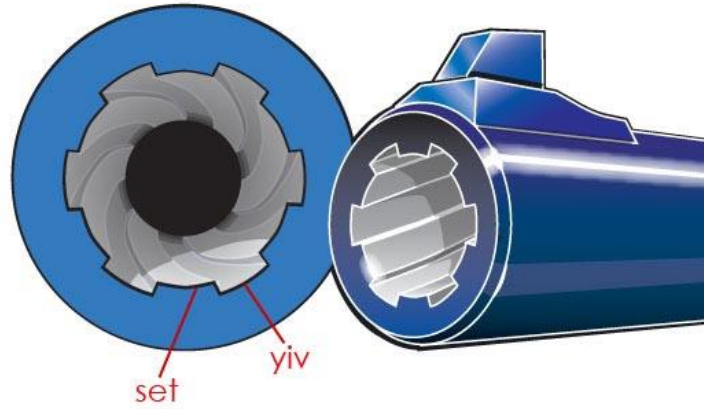
sülfür içeriğinden dolayı kolay işlenebilirlik ve alaşımların içindeki %10 krom sayesinde korozyona direnç özelliği vardır. Çelikte sertlik kadar işlenebilirlik ve denge önemlidir, sertlik arttıkça kırılabilirlik ta artar, darbe direnci azalır. Rockwell sertlik skalasında 25-32 arası çelikler namlu amacına uygun olarak 100.000 Psi civarı basınç kaldırabilirler ki normal bir fişek namlu içinde bu basınçların çok altında kalır veya tasarım ömrü açısından kalmalıdır. Sertlik ayrıca ısıtılma ve yüzey işlemleri ile de manipüle edilir. Namlu et kalınlığı (ve tabii ki karşısında da ağırlık) devreye girer, kalınlıklarda namlu tasarım optimizasyonun da önemli bir dizayn ayrıntısıdır. Şekil 2.5.'te namlu parçasının imalat aşamaları görülmektedir.



Şekil 2.5. Namlu imalat aşamaları a) mil malzeme, b) delik açılmış mil, c) yiv-set çekilmiş parça

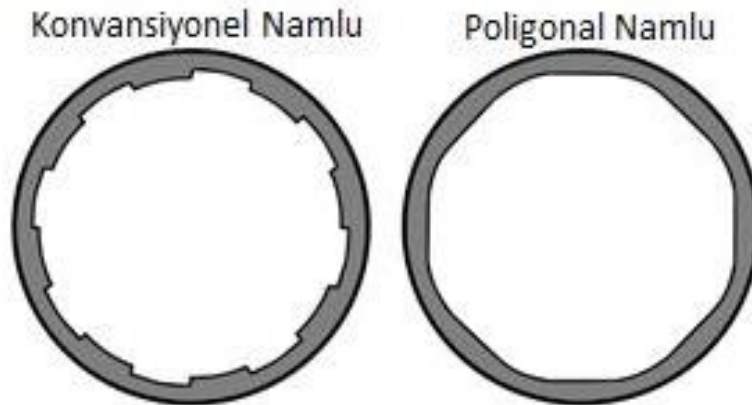
2.3.1. Yiv-Set

Yiv ve setler namlu içerisinde en geriden en uca doğru dönerek ilerleyen girinti ve çıkıntılardır. Şekil 2.6.'da da görüleceği üzere yiv namlunun iç kısmında 0.075 mm ile 0.01 mm derinlikte helezon şeklindeki girintiler olup, set ise yivlere karşı namlunun iç kısmında bulunan çıkıntılardır. Yiv-setlerin amacı yüksek isabet, sürtünmeyi azaltma, çekirdeğin havada takla atmasını önlemek içindir. Yivler girinti, setler ise çıkıntı şeklindedir. Yiv ve setlerin belli başlı faydaları fişğin dönerek ilerlemesini ve takla atmadan gitmesini sağlar. Tahrip ve delme gücünü artırır. Gidiş mesafesini artırır [9,14].



Şekil 2.6. Namlu yiv -set'leri

Yiv ve setler, fişek çekirdeğinin havada takla atmadan kendi eksenini etrafında burğu gibi dönerek gitmesini, atış menzilinin uzamasını, deliş gücünün artarak, hedefe çekirdeğin uç kısmının vurmasını sağlar. İlk hız fişek çekirdeğinin namluyu terke ettiği andaki hızdır. Bu m/sn. olarak belirtilir [9,10]. Namlu parçası iç işleme formunun yöntemine göre “poligonal” ve “konvansiyonel” namlu olarak adlandırılırlar. 100 yılı aşkın süredir aynı mantık ile üretilen namlular; imalat kalitesinin bilgisayar kontrolüne geçmesi ile beraber çok daha hassas toleranslarla üretilmeye başlanmıştır. Bu süre zarfı içerisinde namluların kazandığı en büyük değişim ise “poligonal” tasarım olmuştur. “Poligonal” ya da “Çokgensel” namlular; standart namluların aksine daha oval ve yumuşak hatlara sahip olan yiv ve setler ihtiva eder. Şekil 2.7.’de konvansiyonel namlu ile poligon namlu arasındakı şekilsel fark görülmektedir.



Şekil 2.7. Konvansiyonel namlu ve poligonal namlu geometrileri

Poligonal namlunun avantajı, performans açısından daha üstün olmasıdır. Poligonal yiv ve setler, mermi çekirdeğini eski tip yiv ve setlerdeki gibi keskin hatlarla kavramadığı için, kurşunun balistiği daha az bozulur. Ayrıca oval hatlar sayesinde yivler ve mermi çekirdeği arasındaki boşluğun azalması ve bu sayede barut gazından daha fazla randıman alınması sağlanır. Çünkü daha az boşluk demek, çekirdeğin gazın etkisine daha fazla maruz kalması demektir. Şekil 2.8.'de görüldüğü üzere soldaki klasik yiv-sete sahip bir namlunun sağdaki poligonal namluya kıyasla çok daha fazla barut artığı ve kurşun talaşı tuttuğunu görülmektedir.



Şekil 2.8. Konvansiyonel ve poligonal namlularındaki barut artığı görünümü

Poligonal namluların diğer bir avantajı ise atış performans ömürleri çok daha uzundur. Keskin hatların yerini oval hatlara bırakması, çekirdeklerin namludan çıkarken set köşelerini eskitmesi durumunu ciddi ölçüde ortadan kaldıran bir etkidir. Böylece 1. ve 2000. mermi performansı, eski tip namluya sahip bir silaha kıyasla daha tutarlı olacaktır. Namlu, ömrü boyunca daha tutarlı bir performans izleyecektir.

Şekil 2.9.'da görüldüğü üzere iki saçmadan soldaki klasik yiv ve set izleri, sağdaki ise poligonal yiv ve set izlerine sahip. Deformasyon farkı ve potansiyel gaz kaçış noktaları çok rahat bir şekilde görülmektedir. Mermi izlerinden de görülmektedir ki poligonal namlu ömür açısından daha tutarlıdır.



Şekil 2.9. Konvansiyonel ve poligonal namludan çıkan saçma parçalarının görüntüleri

2.3.2. Namlu ömrü

Namlu ömrü kavramı, namlu bloğu için değil, yiv ve setlerinin ömürleri için biçilmiş bir ölçüdür. Tabancalar için üretici tarafından namluya 10.000 atışlık ömür biçildiyse; bu atış sayısı sonunda namlunuzun tamamen bertaraf olması beklenmez. Namlu kalite standartları gereği namlu ömrü, belirlenen silahla 10.000 atış yapıldıktan sonra yiv-set geometrisinin işlevini yitirerek atış kalitesini düşürmesidir. Namlun boru haline gelecektir.” Namlunuz her ne kadar kaliteli bir çelikten imal edilmiş olsa bile çok yüksek basınç ve ısıda metal parçalar atmak için tasarlandıklarından dolayı maalesef belirli ömürleri vardır.

Günümüzde soğuk dövme namluların tercih edilmesinin sebebi de aslen yiv ve set ömürlerinin uzatılması içindir. Soğuk dövme zor bir tekniktir, sıcak dövmenin aksine elde ya da preslerde yapılması mümkün değildir. Soğuk dövme, namluya senkronize olarak tonlarca ağırlıkta darbeler indiren hidrolik çekiçlerce yapılır. Bu da metalin gevrekliğini azaltarak yiv ve setleri aşındırmak için gerekli olan atım sayısını ciddi olarak yükseltir. Ayrıca metal, dövme aşamasında bir ısı işlem görmemiş olduğu için bu teknik, atış sırasında oluşan yüksek sıcaklıkların metalin moleküler yapısını bozmasını da güçleştirmiş olur.

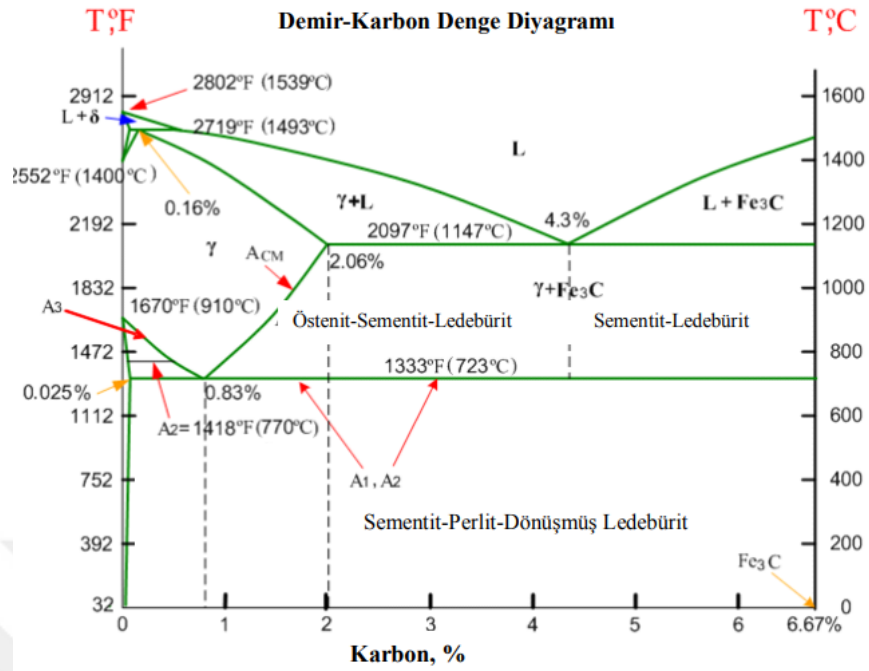
BÖLÜM 3. TEORİ VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Namlu ömrü belirleme çalışmaları kapsamında mevcut kullanımdaki ve kullanılması planlanan malzemeler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Mevcutta namlu üreticileri AISI 4140 ve türevi ıslah çeliklerinden yararlanırlarken, bu çalışmayla beraber sıcak iş takım çeliklerinin de namlu malzemesi olarak kullanılması uygun görülmüştür.

3.1. Çelik Malzemeler

Demir-karbon alaşımları içerdikleri karbon miktarına göre; “Çelikler” ve “Dökme Demirler” olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Bu ayrıma göre; %2’den daha az karbon içeren alaşımlar çelik ve %2’den daha fazla karbon içeren alaşımlar ise; dökme demir olarak isimlendirilmektedir. Çelik, en temel tanımıyla; Şekil 3.1.’de de görüldüğü gibi ana alaşım elementi karbon olan bir demir-karbon alaşımıdır. Üretim yöntemleri ve kullanılan cevherlerden ötürü manganez, silisyum, fosfor ve kükürt çeliğin bünyesinde bulunabilen diğer elementlerdir.

Çeliğin yapısındaki karbon alaşımının yapısını sertleştirmekte ve demir atomlarının kaymasını engellemektir. Alaşımdaki karbon miktarı değiştirilerek çeliğin sertliği, esnekliği, sünekliği, aşınma-darbe direnci ve gerilme gücü gibi mekanik özellikleri geliştirilebilmektedir. Alaşımdaki karbon miktarı artırılarak çeliğin sertliği artırılabilir fakat bu işlem çeliğin kırılganlığını arttırıp; kaynaklanabilirlik ve süneklik gibi bir takım özelliklerini azaltmaktadır.



Şekil 3.1. Demir karbon diyagramı

3.1.1. Sıcak iş takım çelikleri

Endüstride yaygın olarak kullanılan takım çelikleri talaşlı veya talaşsız imalatta kullanılan, sıcak veya soğuk haldeki iş parçalarını kesme, dövme ve sıkıştırma yöntemlerinden biri veya birkaçı ile şekillendirme işi yapabilen yüksek nitelikli çeliklerdir.

Sıcak iş takım çelikleri yüksek sıcaklık (200 C ve üzeri) uygulamalarda kullanılan çelikler olup; kullanım alanları gereği sahip olması gereken en temel özelliği uygun kimyasal kompozisyonu sayesinde tekrarlanan sıcak şekillendirme uygulamalarında yumuşamaya karşı yeterli dayanımı göstermesidir. Kullanım yerleri gereği yüksek sıcaklıkta mekanik özelliklerini korumaları gerekir ve bu nedenle sıcak iş takım çeliklerinde sıcak sertliği sağlayan prensip alaşım elemanları bulunur [7].

Sıcak iş takım çelikleri; yüksek sıcaklıkta aşınma ve kopma dayanım değerlerini koruyabilmeleri, yüksek tokluk değerlerine sahip olmaları ve yine yüksek

sıcaklıklarda darbe dirençlerinin yüksek olması sebebiyle pek çok endüstriyel alanda tercih edilen bir çelik grubudur.

Sıcak iş takım çelikleri AISI standartlarına göre H harfiyle adlandırılmakta olup; alaşım elementlerine göre 3 gruba ayrılırlar; bunlar kromlu sıcak iş takım çelikleri, tungsten sıcak iş takım çelikleri ve molibden sıcak iş takım çelikleri olarak sıralanabilir [5].

Takımın ömrü malzemenin kalitesine ve türüne bağlı olup; çelikteki karbon konsantrasyonu ve diğer alaşım elementleri direkt olarak metalurjik işlemler, plastik şekil verme ve ısıtıl işlem esnasında oluşan yapı ve faz dönüşümlerine etki eder. Örneğin Krom elementi çeliğin sertleşebilirliğini, termal şok direncini ve dayanımını artırır.

Kullanım alanlarındaki gereksinimden ötürü; sıcak iş takım çelikleri çok yüksek aşınma direncine sahip olmalı ve maruz kaldıkları yükü plastik şekil değiştirme olmaksızın taşımalarıdır, bu da doğrudan çeliğin sertliği ile ilişkilidir. Sertlik artışı sünekliğin düşmesine yol açmaktadır ve ısıtıl işlem sonrasındaki maksimum sertlik değeri, doğru prosesin seçilmesinde en önemli kriterdir [6].

Sıcak iş uygulamalarında kullanılan tüm takımların sahip olması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- a. Uygulama Sıcaklıklarında Deformasyona Karşı Direnç
- b. Mekanik ve Termal Şoklara Direnç
- c. Yüksek Sıcaklık Aşınma Direnci
- d. Isıl İşlem Deformasyonlarına Direnç
- e. İşlenebilirlik
- f. Sıcak Yırtılmaya Karşı Direnç [5].

Belli başlı kullanılan sıcak iş çelikleri ise şunlardır: DIN 1.2340, DIN 1.2344, 1.2343, 1.2365, 1.2367, 1.2714, 1.2581, 1.2606, 1.2713, 1.2885.7

Sıcak iş takım çeliklerinin seçilmesinde üretim parametreleri, çeliğin ısıtılma işlemi uygunluğu, proses şartları gibi kriterler göz önünde bulundurulur. Proses sırasında kullanılacak sıcak iş takım çeliğinin seçimi, çeliğin maruz kaldığı şartlar göz önünde bulundurularak yani kalıp ömrünü sınırlandıran birincil hasar mekanizmasına gereken direnci gösterecek doğrultuda yapılmalıdır. Örneğin hafif metal ekstrüzyonu yapılacak ise; sıcak iş takım çeliğinin yüksek sıcak direncinin ve yüksek aşınma dayanımının iyi olması gerekmektedir. Eğer proseste darbe söz konusu ise tokluk, yani darbeyi sönümleme yetisi önemli bir parametre haline gelmektedir. Isıl yorulmaların gözlemlendiği proseslerde ise ESR (cürufaltı yeniden ergitme), VAR (vakum ark yeniden ergitme) gibi ikincil metalurjik işlemler ile çeliğin yüksek saflığa ve homojenliğe sahip olması tercih edilmektedir. Bunların haricinde; kullanılacak sıcak iş takım çeliğinin ısıtılma işlemi uygun olup olmaması da seçimi etkileyen bir kriterdir [7].

3.1.2. Islah çelikleri

Islah çelikleri, kimyasal bileşimleri özellikle karbon miktarı bakımından, sertleştirilmeye elverişli olan ve ıslah işlemi sonunda belirli bir çekme dayanımında yüksek tokluk özelliği gösteren alaşımsız ve alaşımlı makina imalat çelikleridir [20].

Genel olarak ıslah çeliklerinden, yüksek dayanım ve süneklik birlikte istenmekte ve sertleştirildikten sonra yüksek sıcaklıkta temperlenmektedir. Islah çelikleri, yeterli değerinde martensit sertliği sağlayabilmek için yüksek karbon (%0,25-0,60 C) içermektedir [18].

Islah işlemi; sonuçta parçaya yüksek tokluk özelliği kazandırılacağı, önce bir sertleştirme ve arkasından temperleme işlemlerinin bütünü olarak tarif edilmektedir. Islah işleminin iyi sonuç vermesi (istenilen tokluk veya sertlik değerine ulaşılması), kullanılan çeliğin iç yapı temizliği ile yakından ilgilidir. İç yapı temizliği, sıvı çeliğin bünyesinde hidrojen, oksijen ve azot gibi gazlardan arındırılması ve oksit, sülfür gibi kalıntılardan temizlenmesi işlemidir [20].

TS 2525'e (Ocak 1977) göre standartlaştırılmış ıslah çelikleri kimyasal bileşimlerine göre; alaşımsız ıslah çelikleri, mangan alaşımlı ıslah çelikleri, krom alaşımlı ıslah çelikleri ve krom-molibden alaşımlı ıslah çelikleri olmak üzere dört ana grupta toplanmaktadır [21].

Alaşımsız ıslah çelikleri makina parçaları imalinde kullanılmaktadır. Çekirdeğe kadar yüksek mukavemette ıslah, ancak küçük boyutlu parçalar için geçerli olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda yapılan hızlı soğutma tane kabalaşmasını ve bununla da mukavemet düşmesi meydana getirmektedir. Kesit büyümesiyle yüksek mukavemetin temini ancak çeliğin alaşımlanması ile mümkün olmaktadır [17].

Alaşımsız ve manganlı çeliklerde sıcak şekillendirme sıcaklığı 850-1100°C arasında, diğer çeliklerde ise; 850-1050°C arasında değişmektedir. Yumuşak tavlama sıcaklığı genellikle 650-700°C arasında değişmekte, bazı hallerde alt sınır 580°C'ye düşmekte ve üst sınır 720°C'ye çıkmaktadır. Yumuşak tavlama kesite göre uygun sürede yapılmalıdır. Normal tavlama sıcaklığı, 900-920°C'ye çıkmakta, fakat genellikle 840-880°C arasında bulunmaktadır. Parçalar, çekirdeğe kadar ısıtılmalı ve sonra durgun (hava akımı olmayan) atmosferde soğutulmalıdır. Temperleme sıcaklığı ise; genellikle 540-580°C arasındadır. Temperleme sıcaklığı istenilen çekme mukavemeti ve kopma uzaması değerine göre ayarlanmalıdır. Temperleme süresi genellikle parça boyutlarına bağlıdır [22].

Islah çelikleri; krank mili, kam mili, aks milleri gibi taşıt parçalarında, takım tezgahlarında (torna mili, dişli çark), tetik, tetik mafsalları gibi tüfek ve silah parçalarında ve diğer fazla zorlanan parçalarda (zincir pimi, sonsuz dişli ve sonsuz dişli mili) kullanılmaktadır. Islah çelikleri, çeliğinin içerisine bazı elementler ilave edilerek roket parçaları, kanatçıklar gibi savunma sanayine ait parça üretiminde de kullanılabilir [22]

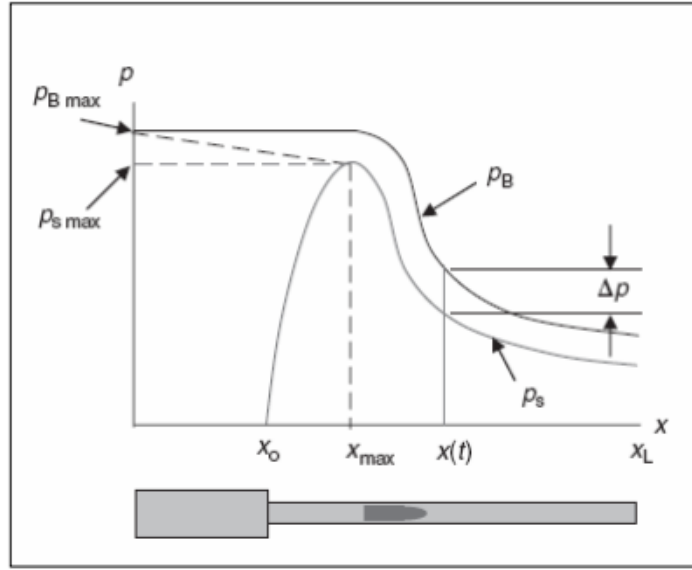
3.2. Namlu Tasarımı

Namlu tasarımında ilgilenilen konu, en az ağırlığa sahip yani en az radyal çapı olan ve mühimmatın güvenle ateşlenebildiği yapısal dayanıma sahip malzemenin belirlenmesidir. Bu nedenle namlu dizayn edilirken mühimmatın namlu içerisinde aldığı yolun her bir noktasında gerilme dağılımı oluşturan en yüksek basıncın bilinmesi gereklidir. Bu basınçlar istasyon yüksek basınçları olarak anılırlar ve genelde en ağır mermi ve en fazla barut haklarında oluşurlar. Bu basınçların namlu içerisinde defalarca uygulanması ile oluşacak yorulma durumu tasarım için en önemli parametredir. Watervliet, Frankford ve Picattiny Arsenal’de “denenmiş ve doğrulanmış” el hesaplama yöntemleri geliştirilmiş ve halen kullanılmaktadır. Silahın ağırlığının ve sonlu elemanlar yazılım kodlarındaki gelişmelerin önemli konular haline gelmesi ile sonlu elemanlar yazılımlarının namlu benzetimlerinde kullanılmasının yaygınlaşmaktadır.

Namlu dizaynındaki bir diğer konu da sıcaklık değişimi ile namlu malzemesinde oluşacak malzeme dayanımının azalmasıdır. Silahın, Barutun hazne içerisinde yanması ile defalarca ateşlenmesi sonucunda büyük bir ısı açığa çıkmaktadır. Topçu ve tank namlularında oluşabilecek sıcaklıklar malzeme özelliklerini ters yönde etkileyebilecek değerlere ulaşabilmektedir. Hafif ve hızlı atım yapan silahlarda ise bu daha da önemli hale gelmekte, namlu ve hazne malzeme özelliklerini olumsuz yönde etkileyen ve gerilme analizlerinde daha fazla dikkate alınması gereken bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

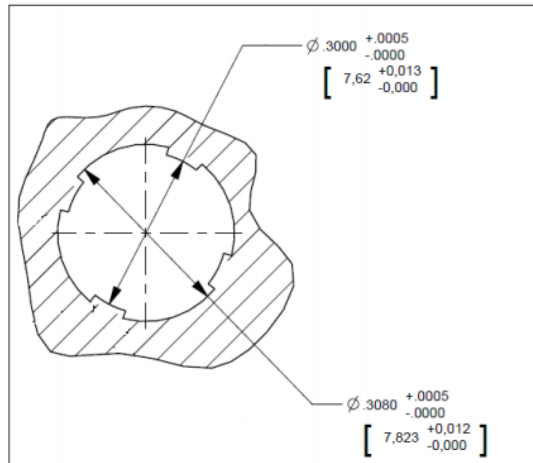
Namlu tasarımlarında hesaplamalar yapılırken parçanın termomekanışk zorlamalara maruz kaldığı göz önüne alınarak çalışmalar yapılır. Şekil 3.2.’de görülen basınç konum eğrisi, merminin ateşlenmesinden sonra namlu geometrisi içinde oluşturduğu basınç yolunu göstermektedir. Namlu içerisinde en yüksek gerilme değerini oluşturacak mühimmatın namlu içerisindeki hareketi sırasında en yüksek basıncın (P_{bmax}) olduğu konum x_{max} ’tır. Bu noktada mühimmatın arkasındaki basınçta en yüksek (P_{smax}) değerine ulaşır. Ancak bu değer hiç bir zaman P_{bmax} değerini aşmaz ($P_{smax} < P_{bmax}$). Namlu boyunca, silahın arka basınç değeri ile mühimmat arkası basınç değeri arasında bir fark vardır. Bu fark merminin patlaması esnasında

oluşan basınç değerleri ile ilişkili olup, tasarlanan namlu mühimmat göz önüne alınarak dizayn edilir.



Şekil 3.2. Namlu Tasarımında Basınç - Konum Eğrisi

Namlu tasarımında namlunun gerilme halinin bilinmesi ve gerilme durumunda malzeme mukavemetinin yetersiz kalıp kalmadığına karar verilerek yetmezliğe karar verilmesini gerektirir. Yükleme durumu için hesaplanan gerilmeler yerine konularak Von Misses (eşdeğer) gerilme değeri hesaplanır ve malzemenin akma sınırının, Von Misses akma kriterinden az veya fazla olması karşılaştırılarak dayanım durumu değerlendirilir. Ayrıca Şekil 3.3.'de de görüldüğü şekilde namlu yiv-set geometrisi standartlar ışığında tasarlanır.



Şekil 3.3. Namlu Yiv-Set Geometrisi

3.3. Namlu Üretim Metodu

Namlu üretim metodları teknolojik gelişime bağlı olarak değişmekte olup günümüzde farklı metodlar kullanılmaktadır.

3.3.1. Soğuk dövme metodu

Standart çapından büyük delinmiş ve honlanmış namlu borusu içerisine yerleştirilen, dış yüzeyi yiv-set formundaki yüksek tokluklu karbürden imal edilmiş malafanın, namlu icine sokularak namlunun dıştan soğuk dövülmesi suretiyle formun namlu icine işlenmesi yöntemidir. 2. dünya savaşının hemen öncesinde üretimi hızlandırmak için Almanya'da geliştirilmiş bir tekniktir. Daha ziyade askeri amaçlı silahların üretiminde tercih edilmektedir. Şekil 3.4.'de soğuk dövme yönteminde kullanılan mandrel parçası görülmektedir.

Kalite açısından, çekimi olumsuz yönde etkileyen iç gerilmeler (malzemenin sıkıştırması) gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Stresi azaltmak ve yüzey katmanını sertleştirmek için bazı firmalar (örneğin, Blazer) karbonitrasyon uygulamaktadır. 2340 gibi çelikler dövme methoduna uygun değildir. Çünkü dövme methodunda malzeme sıkışması gerçekleşir. Bu sebeple düğme metodu uygulanır. Düğme ile dövme methodu arasındaki fark dövme methodunda dövme esnasında uzama olacağı için istenen namlu boyutundan daha kısa boru konulurken, düğme methodunda işlem esnasında uzama olmayacağı için istenen namlu boyu ya da daha uzun olacak şekilde boru konulup istenen form sağlanır.



Şekil 3.4. Namluda istenen yiv-set yönünün negatifi yönde hazırlanmış mandrel

3.3.2. Dügme metodu

Kütük namlu çeliği önce işlenebilir boyutlarda kesilir. Mütekiben delinir ve honlanır. Namlu çeliği parçası, namlu için istenen yivleme formunun tersine sahip olan bir mandrel boyunca çıkarılır. Dügme yivlemede, “dügme” aslında tungsten karbürden yapılmış bir araçtır. Şekil 3.5.’te düğme örnekleri görülmektedir. Namlunun negatif bir görüntüsüdür, kesilecek oluklar düğme yüzeyi üzerinde kabartma olarak oyulmuştur. Bir AC Servomotor, büküm hızını taklit etmek için düğmeyi çok hassas bir şekilde döndürür ve bir hidrolik silindir aynı anda çeker. Bu, namlu iç kısmındaki olukları oluşturur. Namlu deliği, düğme içinden çekilmeden önce ilk önce yağlanır. Sert düğme namlunun yumuşak çeliğinden geçerken, oluklar namlunun içine kazınır.

Dügme, namlunun istenen delik ve oluk çapından biraz daha büyük yapılmalıdır, çünkü çelik elastik bir malzemedir bu sebeple itilip bükülmelerde geri çekilme eğilimindedir. Dolayısıyla partiden partiye kullanılan çeliğin özellikleri az çok aynı olmalıdır, aksi halde yaylanma miktarı kabul edilebilir tolerans sınırlarında veya çok olabilir ve bunu telafi etmek için yeni bir düğme yapılması gerekebilir.

Dügme olarak tabir edilen, sert çelik veya karbürden imal çekirdeğin namlu içerisinden bir kuvvetle çekilerek veya itilerek, çekirdek yüzey formunun namlu içine aktarılması yöntemi olup en sık kullanılan yöntemdir. Ekonomik ve seri üretime uygundur.

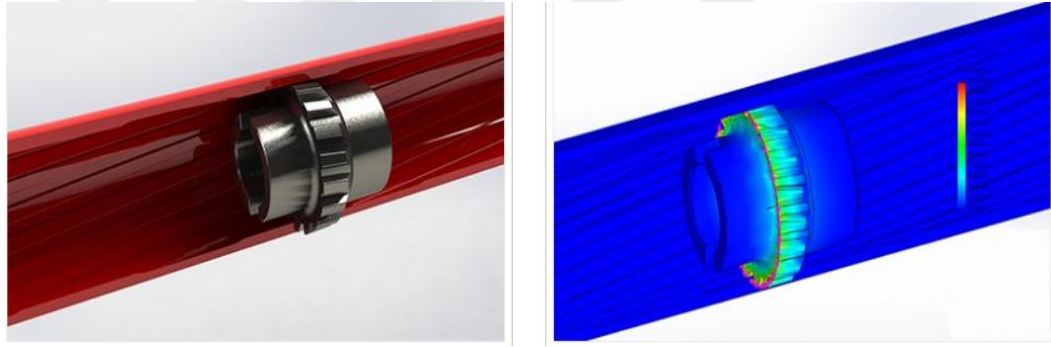


Şekil 3.5. Dügme örneği

3.3.3. Kesme yöntemi

Tek yiv formundaki rifling hook tabir edilen kesme çakısının elle yüzlerce kez namlu içerisinden geçirilerek yivlerin tek tek açılmasıdır. Kullanılan en eski yöntem olmasına ve bir namlunun yiv-set açılması işleminin bazı durumlarda 1 gün sürmesine rağmen (mekanik ve fiziksel gerilimlerden arındırılmış) ve mükemmel dağılım için tercih edilen bir yöntemdir.

Başlangıçta el ile yapılan bu işlem seri üretime uygun olmadığından, daha sonra hidrolik yarı otomatik preslerde, broş olarak tabir edilen tek mil üzerine işlenmiş peşpeşe sıralı çoklu takımla (broş) tek geçişte talaş kaldırılarak yiv-set formu elde edilir. Şekil 3.6.'da kesme yöntemi ve imalat analizi görülmektedir.



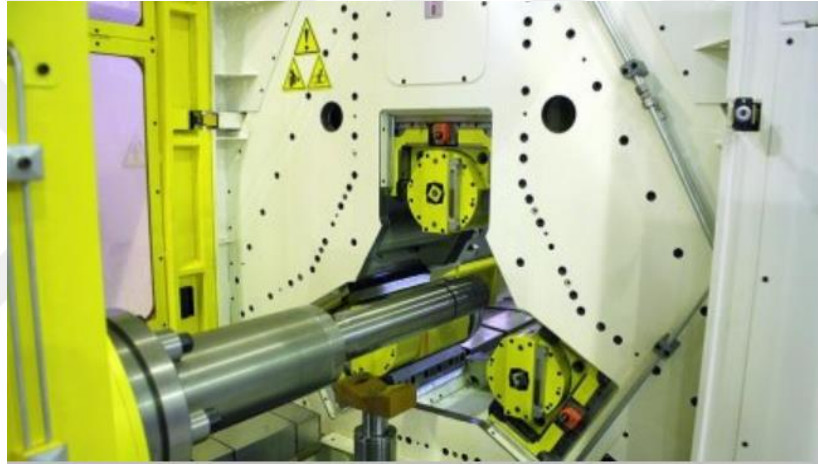
Şekil 3.6. Kesme yöntemi ve analizi

3.3.4. Akıtarak sıvama (flowforming) metodu

50 yıldan fazla süredir, havacılık ve savunma sanayisinde kullanılan, gelişmiş bir soğuk şekillendirme (sürekli soğuk dövme) teknolojisidir. Yüksek hassasiyete sahip silah namlularını, talaşsız bir şekilde üretme metodudur. Darbeli olmayan şekillendirme yöntemi sayesinde, şekillendirme aletinin ve mandrel ömürlerinin uzamasını sağlamaktadır. Şekil 3.7.'de akıtarak sıvama metodunun süreci gösterilmiştir. Akıtarak sıvama metodundan namlu parçasının malzeme akışı ve namlu yiv-set geometrisi Şekil 3.8.'deki gibi olmaktadır.

ve montaj maliyetlerini düşürür. Teknoloji, ayrıca; işleme, kaynak yapma ve finisaj proseslerine duyulan ihtiyacı azaltır veya tamamen ortadan kaldırır.

Akıtarak sıvama tekniği, on yıllardır savunma sanayisinde birçok uygulamada kullanılmasına rağmen, şekillendirme teknolojisindeki sınırlamalar nedeniyle bugüne kadar, bu teknikle yivli silah namluları üretmek mümkün olmamıştır. Ancak son yıllarda “Serbest Akıtarak Sıvama Teknolojisi” ile geleneksel ileri akış ve geri akış şekillendirme yöntemlerindeki mevcut sınırlamaları ortadan kaldırılmış, bu teknolojiyle yivli silah namlusu üretimi başlanmıştır. Geleneksel imalat tekniklerine alternatif yeni bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 3.9.’da akıtarak sıvama tezgahı gösterilmektedir.



Şekil 3.9. Akıtarak sıvama tezgahı

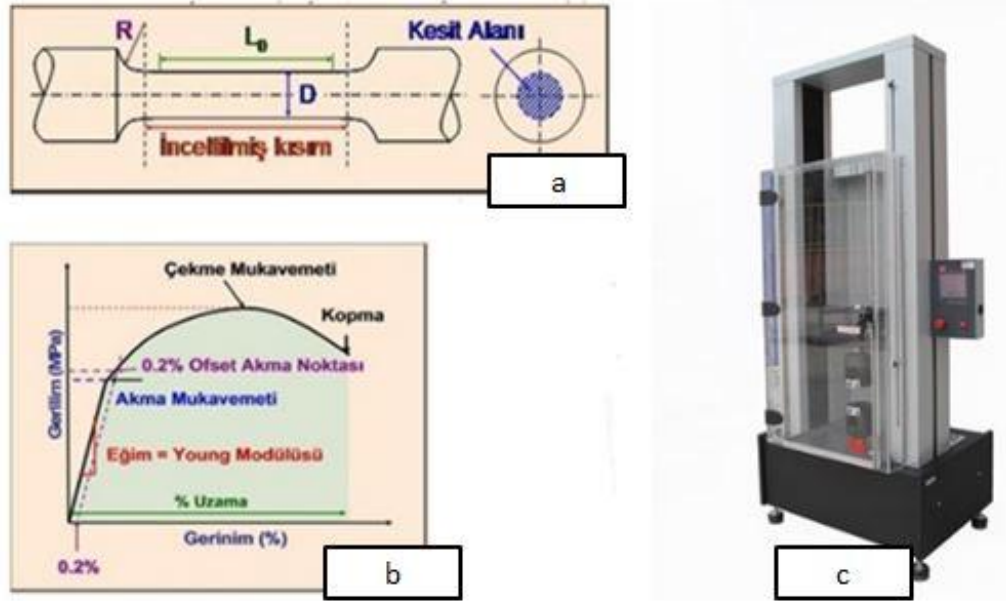
3.4. Malzeme Testleri

Yapılan çalışmalarda kullanılan malzemelere belirli testler uygulanmakta ve bu testlerden çıkan sonuçlar karşılaştırılıp, en uygun malzemeye karar verilmektedir.

3.4.1. Çekme testleri

Çekme deneyi malzemelerin mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla kullanılan en yaygın test yöntemlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Çekme deneyinde bir malzemenin statik ve yavaş uygulanan bir yüke karşı dayanımı ölçülür. Uygun bir çekme test örneği (Şekil 3.10a) universal test makinesine (Şekil 3.10c) yerleştirilir ve

örneğe kuvvet (yük) uygulanır. Çekme deneyinde malzemedeki uzama miktarı ekstensometre, uygulanan kuvvet (yük) ise yük hücresi kullanılarak ölçülür ve bu ölçülen uzama ve yük değerleri kullanılarak gerilim - gerinim eğrisi (Şekil 3.10b) elde edilir. Çekme deneyi ile malzemelerin sünekliği, mukavemeti ve rijitliği belirlenebilir.



Şekil 3.10. a) Test numunesi, b) çekme diyagramı, c) çekme testi cihazı

Çekme testi, bir numunenin kopana dek tek eksenli çekme kuvvetlerine maruz bırakıldığı temel bir malzeme bilimi testidir. Testten elde edilen sonuçlar herhangi bir uygulama için malzeme seçimi, kalite kontrol ve malzemenin diğer kuvvetler altında nasıl davranacağını tahmin etmek için kullanılır. Bu test yoluyla direkt elde edilen bilgiler; maksimum çekme gerilmesi, maksimum uzama ve alandaki azalmadır. Bu verilerden de malzemenin young katsayısı, poisson oranı, akma mukavemeti ve pekleşme gibi karakteristikleri elde edilebilir [15].

Test edilecek numune makineye konulur ve kopana dek çekme kuvveti uygulanır. Kuvvetin uygulanma süresi boyunca standart kesitteki uzama miktarı uygulanan kuvvete karşılıklı şekilde kaydedilir. Uzama miktarındaki veriler aşağıdaki denklem kullanarak mühendislik deformasyonunu (ϵ) belirlemede kullanılır:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L-L_0}{L_0} \quad (3.1)$$

ΔL boydaki uzama, L_0 başlangıç uzunluğu ve L de son uzunluktur. Aşağıdaki denklemle de kuvvet verileri kullanılarak mühendislik gerilmesi, σ hesaplanır:

$$\sigma = \frac{F_n}{A} \quad (3.2)$$

F kuvveti, A da standart kesit alanını göstermekle birlikte, makine, kuvvet arttıkça bu hesaplamaları yapar ve bu verilerden bir gerilme-deformasyon eğrisi çıkarır.

3.4.2. Çentik darbe deneyi

Çentik darbe deneyinin ana amacı, malzemenin bünyesinde muhtemelen bulunacak bir gerilim konsantrasyonunun (gerilim birikiminin) darbe esnasında çentik tabanında suni olarak teşkil ettirilip, malzemenin bu durumda dinamik zorlamalara karşı göstereceği direnci tayin etmektir. Örneğin: Gri dökme demir numunelerinde, malzemenin bünyesindeki grafit levhacıklar çentik gibi etki yapacaklarından, ayrıca çentik açmağa gerek bulunmamaktadır.

Çentikli bir numune zorlandığında, çentiğin tabanına dik bir gerilim meydana gelir. Kırılmanın başlaması, bu gerilimin etkisi ile olur. Numunenin kırılabilmesi için bu dik (normal) gerilimin, kristalleri bir arada tutan veya kristallerin kaymasına karşı koyan kohezif dayanımdan fazla olması gerekiyor. Numune, plastik biçim değiştirmeğe fırsat bulamadan bu durum meydana gelirse, genel tabirle buna gevrek kırılma denir. Burada kırılan yüzey, düz bir ayrılma yüzeyidir.

Çentik Darbe Deneyi esnasında, numune kırılmadan önce çoğu zaman plastik biçim değiştirme meydana gelir. Uygulanan kuvvet etkisi ile normal (dik) gerilime ilaveten, bununla yaklaşık olarak 45° farklı bir kayma gerilimi baş gösterir. Kayma gerilimi, kayma dayanımını (kritik kayma gerilimi) aştığında, elastik (esnek) özellik sona erer ve plastik biçim değiştirme başlar. Bu durumda önce plastik biçim değiştirme, daha

sonra da kırılma meydana gelir. Buna sünek kırılma hali denir ve kırılma yüzeyi girintili çıkıntılı bir görünüştedir.

Darbe deneyinde, numunenin dinamik bir zorlama altında kırılması için gereken enerji miktarının tayin doğru tayin edilmesi gerekir. Gereken enerji miktarının tayin edilmesi ile bulunan değer, malzemenin darbe direnci (darbe mukavemeti) olarak tanımlanır. Bu deney tamamen ampirik olduğu ve şartlar değiştikçe malzeme farklı özellik gösterdiği için numunelerin cihaza uygun bir şekilde yerleştirilmesi, doğru sonuç alma yönünden önemlidir.

Deney esnasında önce sarkaç, daha önce tespit edilen potansiyel enerjiye sahip olabileceği bir yüksekliğe çıkarılır. Daha sonra numune, uygun bir şekilde yerleştirilir. Örneğin, en çok uygulanan Charpy deneyinde numune, mesnetlere tam yaslanacak şekilde ve çekicinin salınım düzlemi ile çentiğin simetri düzlemi 0,5 mm içinde birbirine çakışacak şekilde yerleştirilir. Bu durum cihaza bağlı, yardımcı bir aletle sağlanabilir. Numune uygun şekilde yerleştirildikten sonra, okumaların yapıldığı kadranın göstergesi başlangıç durumuna getirilir ve sarkaç düzgün bir şekilde serbest bırakılır. Sonuç, deneyden sonra kadrandan joule şeklinde tespit edilir.

3.4.3. Vickers sertlik ölçümü

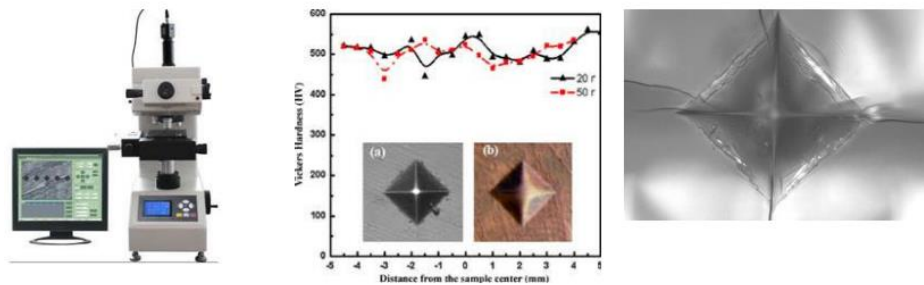
Vickers sertlik ölçme yöntemi, sertliği ölçülecek malzeme parçasının yüzeyine, tabanı kare olan piramit şeklindeki bir ucun belirli bir yük altında daldırılması ve yük kaldırıldıktan sonra meydana gelen izin köşegenlerinin ölçülmesinden ibarettir. Şelik 3.11.'de sertlik ölçüm süreci görülmektedir.

Vickers sertlik değeri, piramit şeklindeki dalıcı ucun belirli bir yük altında ve belirli bir süre uygulanması ile malzeme yüzeyinde meydana getirdiği izin büyüklüğü ile ilgili bir değerdir. Meydana gelen iz taban köşegeni (d) olan kare bir piramittir ve tepe açısı dalıcı ucun tepe açısının aynıdır $= (136^\circ)$. Vickers sertlik değeri, kg olarak ifade edilen deney yükünün (mm^2) olarak ifade edilen iz alanına bölümüdür.

Vickers sertlik değeri işareti ile beraber bazen uygulanan yük ve yükün uygulama zamanını belirten sayısal işaretlerde ilave edilir. Örneğin; VSD /30 /20, /30 kg.'lık yükün 20 saniye süre ile uygulanması sonucu elde edilen Vickers sertlik değerini gösterir. Deneyden sonra Vickers sertlik değerini bulmak için kare şeklindeki izin köşegenlerini hassas bir şekilde ölçmek gerekir. Bu ölçme, alete ilâve edilmiş metalürji mikroskobu sayesinde yapılmaktadır; numune üzerinde meydana getirilen izin görüntüsü mikroskop yardımıyla ölçme ekranına aktarılır. Ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımıyla köşegenlerin uzunlukları hassas bir şekilde ayrı ayrı ölçülüp ortalaması alınır.

Vickers sertliği ölçüsü, geniş çubuklardan saçlara kadar her ölçüde malzeme çeşidine uygulanabilir. Genel olarak numunelerin alt ve üst yüzeyleri, yük bindiği zaman numune hareket etmeyecek veya kaymayacak şekilde düz olmalıdır. Kalınlık olarak da, piramit dalıcı ucun, numunenin öbür yüzeyinde bir çıkıntı meydana getirmeyecek derecede kalın olması yeterlidir.

Sertlik ölçümlerinde TH 300 adı verilen Rockwell prensibine sahip bir Rockwell sertlik test cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Sertlik ölçme süreci

3.4.5. Kimyasal kompozisyon (spektral analizi)

Metalik malzemelerin Spektrometre adı verilen cihaz kullanarak metal içeriklerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Deney metodu olarak, ASTM E 1086-08 spektrometrik yöntem kullanılmaktadır. Kimyasal km elementlerinin namlu üretim süreçlerine ve malzeme mukavemetine etkisini incelenecektir. Malzemelerin

kimyasal kompozisyonuna bakmak için SP01 spektral test cihazı kullanılmıştır. Şekil 3.12.'de spektral analiz test alanı görülmektedir.



Şekil 3.12. Spektral test alanından görüntü

3.4.6. Mikroyapı testleri

Parçalar kesilmiş halde AISI 4140 ve 1.2340 malzeme için paslanmaz çeliğin mikroyapı görüntüleri görülmektedir. Burada malzemenin tanecik yapısı ve boyutu incelenerek namlu ömrüne uygun bir malzeme olup olmadığı belirlenir.

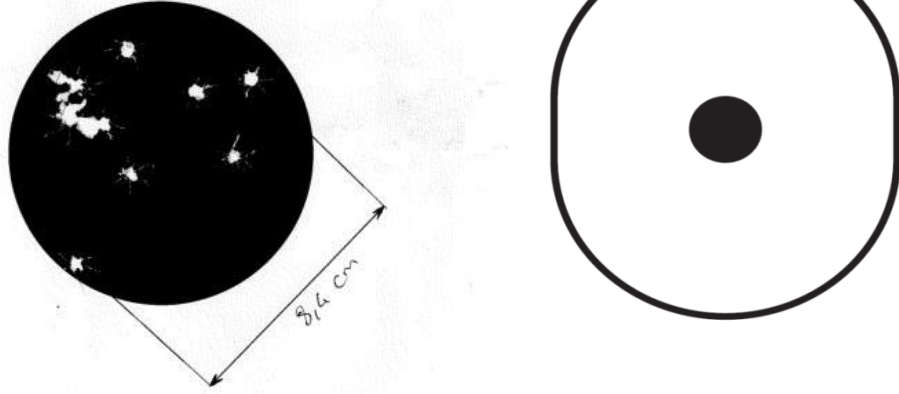
3.5. Namlu Parçası Kalite Ömür Testleri

Silah üreticileri parçaları malzeme testinden geçirdikten sonra silahta tümsel davranışları karakterize etmesi bakımından özel testlere tabi tutarlar. Bu testler her silah için özel olmakla birlikte özellikle parçaların tamamını test etmeyi de sağlar. Yapılan testler özellikle namlu parçasının ömrünü ve dayanımını incelemektedir.

3.5.1. Doğruluk dağılım ve etkili menzil testi

Yapılan test tabancanın doğruluğunu, dağılımını ve etkili menzilin tespit etmek amacıyla yapılır. 25 m mesafede, deneme atışları tamamlandıktan sonra 10 adet fişek ile yapılacaktır. Dağılım atışları tabanca atış sehpasına sabitlenmiş şekilde yapılacaktır. Atışlarında Şekil 3.12.'de gösterilen hedef kâğıdı kullanılmaktadır.

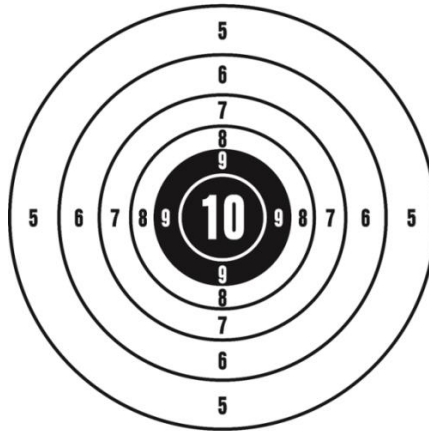
Mühimmat : Flocchi 9x19 mm
 Atış Mesafesi : 25 metre
 Atış Reklamı : Sabit aparat
 Dağılım : 8,4 cm
 Hız V_{40} : 343,8 m/s



Şekil 3.12. Doğruluk ve dağılım testinden kullanılan hedef kâğıt ve örnek sonuç

Dağılım kabul kriteri olarak, dağılım sonucunda birbirine en uzak iki vuruşun, merkezleri arasındaki dik uzaklık, 12 cm'den fazla olmamalıdır. Doğruluk kabul kriteri olarak ise tüm atışların Şekil 3.12.'de gösterilen hedef kâğıdındaki şekle göre hedefin içerisinde olacaktır. Merkezi kenar çizgisinde bulunan atışlar geçerli sayılır.

Etkili Menzil (50 metre atışı) için, 10 atış yapılır ve hedef üzerindeki dağılımı incelenir (Şekil 3.13.). Etkili menzil kabul kriteri, birbirine en uzak iki vuruşun, merkezleri arasındaki dik uzaklık 12 cm yarıçaplı daire içerisinde olmasıdır. Dağılım ölçümlerinde yapılan 10 adet atıştan 9 tanesi değerlendirmeye alınacaktır. Atışların 50 m' deki fişek hızları ortalaması en az 300 m/s olacaktır.



Şekil 3.13. Etkili menzil testinden kullanılan hedef kâğıt

3.5.2. Kirlenme testi

Tabancanın ateşlenmesi esnasında yanmadan meydana gelen birikintilerin tabancanın performansına nasıl etki ettiğini belirlemek için yapılır. Silah başına 150 mermi ile yapılır.

Atış yapmadan önce tabancaları şarjörleri üzerlerine takılı, haznesine fişek sürülü, emniyette olacak şekilde şartlandırma odasına koyulur. Tabanca başına toplan 150 fişek olacak şekilde diğer şarjörleri de kabine koyulur. Şartlandırma odasını -7 ± 2 °C’de olacak şekilde ayarlanır ve bu sıcaklıkta tabanca ve fişekleri en az 12 saat bekletilir.

Namlu içini ve fişek yatağını kalıntılar ve birikintilere karşı muayene edilir ve olağandışı birikinti olması durumunu değerlendirilir. Birbiri ile çalışan yüzeyleri aşınma, pullanma, gevşeme vb.ye karşı muayene edilir.

Aşağıda yer alan kritik hatalardan herhangi birinin oluşması durumunda test sonlandırılacaktır. Tabanca namlusu 150 atımda 1’ den fazla hata yapmamalıdır.

- a. Herhangi bir parçanın istem dışı silahtan ayrılması
- b. Herhangi bir parçanın kopması ve/veya kırılması
- c. Herhangi bir parçanın fonksiyonunu yitirmesi sonucu tabancanın çalışmaz hale gelmesi
- d. Tabancanın istem dışı atış/seri atış yapması

3.5.3. Yüksek sıcaklık testi

Yüksek sıcaklığın tabanca namlusunun çalışma fonksiyonuna etkisini belirlemek amacıyla yapılır. Silah sayısı 3 adet olup fişek sayısı 2880 adet fişektir. (fişekler şarjöre dizili olarak şartlandırılacaktır.)

Her bir tabanca ile 240 atımlık 4 döngüden oluşan 960 atış yapar. 960 atımlı döngü sırasında bakım yapılmaz. Sıcaklık kaydedici kayıtlarında 20 dakikadan fazla

elektrik kesintisi olması halinde veya testin herhangi bir gereğinin yerine getirilmemesi halinde başarısız döngüyü tekrar ederek teste devam edilir.

1. döngü için gerekli olan fişekleri (3 tabanca için toplam 720 adet fişek + 45 adet yedek fişek) ve 3 adet tabancayı $+55\pm 2$ °C sıcaklıkta en az 6 saat şartlandırın. Şartlandırmaya başlamadan önce, sıcaklık kaydedici problemleri silah ve fişekleri şartlandırıldığı kabinlere yerleştirilir. 6 saat şartlandırılmış her bir tabanca ile 120' şer adetlik atış yapılır ve atış sırasında meydana gelen tutukluklar kaydedilir.

120 atışlık döngü tamamlandıktan sonra tabancaları basınçlı hava ile fişek yatağından namlu ucuna doğru ve sadece namlunun soğutulması amacı ile 3 dakika soğutulur. Tabancaları ve fişekleri ısıtma kabiniinde $+55\pm 2$ °C'de 1 saat bekletilir. Ara şartlandırma yapılan tabancaların her biri ile 120' şer adet atış yapılır. Atış sırasında olan tutuklukları kaydedilir. (Böylelikle 240 atımlık 1.döngü tamamlanmış olur.) 240 atışlık 1.döngü tamamlandıktan sonra namluları basınçlı hava ile ortam sıcaklığına gelene kadar soğutulur. Aynı süreç 2., 3. ve 4. döngüler yapılarak tamamlanır.

Döngüler tamamlandıktan sonra aşağıda yer alan kritik hatalardan herhangi birinin oluşması durumunda test sonlandırılacaktır. Ayrıca tabanca başına 960 atımda 10'dan fazla hata yapmayacaktır.

- a. Herhangi bir parçanın istem dışı silahtan ayrılması
- b. Herhangi bir parçanın kopması ve/veya kırılması
- c. Herhangi bir parçanın fonksiyonunu yitirmesi sonucu tabancanın çalışmaz hale gelmesi
- d. Tabancanın istem dışı atış/ seri atış yapması

3.5.4. Düşük sıcaklık testi

Düşük sıcaklığın tabancanın çalışma fonksiyonuna etkisini belirlemek için yapılır. Silah Sayısı 3 adet ve Fişek Sayısının 4320 adet Fişek (Tabanca başına 1440 adet) şeklinde belirlenmiştir.

Her bir tabanca ile 120 atımlık 12 döngüden oluşan 1440 atış yapılır. 1440 atımlı döngü sırasında bakım yapılmaz. Eğer 1440 atış sayısını gerçekleştirmeden önce bakım yapmak gerekirse (artan tutukluk sayısı, silaha mermi yüklenmesinde veya silahın çalışmasında yaşanan zorluklar) gerekli asgari bakımı yapılır.

Tabancalar ve mühimmatlar aynı kabin içerisinde $-33\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’ de şartlandırılır. Şartlandırma sırasında tabancalar, haznelere fişek sürülü ve emniyette olacaktır (bütün döngülerde). Her döngü için gerekli mühimmat tabancalar ile birlikte şartlandırılır. Bütün şartlandırmalarda kabin içerisine sıcaklık kaydedici prob yerleştirilerek kabin sıcaklığı kaydedilir.

Teste, her bir tabancadan yapılan atış sayısı toplamı 1440 olacak şekilde diğer döngülere devam edilir. Test başlangıcı (1. döngü) hariç diğer tüm döngü başlarında 2 saatlik şartlandırma yapılır.

Teste giren tabancaları aşağıda belirtilen şekilde muayene edilir. Namlu içini ve fişek yatağını kalıntılar ve birikintilere karşı muayene edilir (herhangi bir olağandışı birikinti olması durumunu değerlendirin). Birbiri ile çalışan yüzeyleri aşınma, pullanma, gevşeme vb. ye karşı muayene edilir.

Döngüler sonucunda aşağıda yer alan kritik hatalardan herhangi birinin oluşması durumunda test sonlandırılacaktır. Tabanca başına 1440 atımda en fazla 15 (onbeş) hata yapılabilir.

- a. Herhangi bir parçanın istem dışı silahtan ayrılması
- b. Herhangi bir parçanın kopması ve/veya kırılması

- c. Herhangi bir parçanın fonksiyonunu yitirmesi sonucu tabancanın çalışmaz hale gelmesi
- d. Tabancanın istem dışı atış/ seri atış yapması

3.5.5. Güvenirlilik ve dayanıklılık testi

Bu test tabancanın ve parçalarının (namlu dâhil) işlevsel ömrünü belirlemek için yapılır. Silah Sayısı 3 adet (3 tabanca ile aynı anda atış yapılmasına imkân verecek sayıda şarjör) Fişek Sayısı 30.000 (otuzbin) x 3 adet = 90.000 (doksanbin) adet fişek harcanır.

Test esnasında tetik ağırlığını ölçülür ve kaydedilir. Tetik ağırlığı en fazla 50 gr hassasiyetle ölçülecektir. İlk muayene testi kapsamında ölçülen ilk hızları ve dağılımları kaydedilir. Test esnasında yapılacak atışlar döngüler esas alınarak gerçekleştirilir. Bir döngü 8 şarjörden (120 atış) oluşacaktır. 1 döngü atış en fazla 2 dakikada tamamlanacaktır.

Değerlendirme çerçevesinde, ilk hız ve dağılım ölçümleri için, silah başına 2 (iki) adet test tekrarı hakkı verilir. 2 (adet) tabanca test tekrarı sonucunda başarısız olur ise tüm tabancalar başarısız sayılacaktır ve test sona erdirilir. Tabancanın ana parçaları gövde, namlu ve sürgü test boyunca değiştirilmez. İğne fonksiyonunu yitirmediği sürece değiştirilmez. İlk 10.000 (onbin) atışa kadar parça değişimi yapılmaz. Değiştirilebilecek her bir parçanın ömrü en az 10.000 atım olacaktır.

Değişim periyodunda yapılacak parça değişimleri hata sayılmayacak olup bu periyot dışındaki parça değişimleri hata sayılacaktır. Test esnasında oluşabilecek tüm hatalar kaydedilir. Teste sonunda tabancaların bakımını bakım kılavuzlarına göre yapılır, namlu içi ve fişek yatağı kalıntıları ve birikintilere karşı muayene edilir.

İlk hız kriteri olarak başlangıçta ölçülen ilk hız değerinin % 6 veya daha fazla azalması durumunda namlu ömrünün bittiği kabul edilecek ve güvenirlilik ve dayanıklılık testi sona erdirilecektir.

Dağılım kriteri olarak test çerçevesinde yapılan ilk dağılım ölçümünde; birbirine en uzak iki vuruşun, merkezleri arasındaki dik uzaklık, 12 cm'den fazla olmamalıdır. 30.000 (otuzbin) atışa kadar olan atışlarda; birbirine en uzak iki vuruşun, merkezleri arasındaki dik uzaklık, 16 cm' den fazla olmamalıdır. Tabancanın ana parçalarının (çerçeve/gövde, namlu, sürgü) ömrü 30.000 (otuzbin) atım olmalıdır. Diğer parçalar 10.000 (onbin) atım boyunca değiştirilmez. Tabancanın 30.000 (otuzbin) atımda azami 30 hata yapmasına izin verilir. İlk 5.000 (beşbin) atımda gerçekleşen her bir hata 2 (iki) hata olarak sayılacaktır. Mekanik hatalar Tablo 3.2. mekanik hata çizelgesine eklenir.

Tablo 3.1. Güvenirlilik ve dayanıklılık testi sonuç tablosu

Atım Sayısı	İlk Hız	Tetik Ağırlığı	Dağılım
	0. ölçümden % 6 veya daha fazla azalma	Bilgi amaçlı	16 cm'den fazla olması (15.000 ve 30.000 atım sonrası)
0	353,1 m/s	2200 g	10 cm
15000	347,7 m/s	2200 g	12 cm
30000	352,5 m/s	2200 g	7,5 cm

Tablo 3.2. Mekanik hata listesi

MEKANİK HATA ÇİZELGESİ			
HATANIN MEYDANA GELİŞ ŞEKLİ	HATANIN NİTELİĞİ		
	TUTUKLUK	HATA	KRİTİK HATA
Sürgünün ileri hareketiyle kapak takımının tam oturmaması	X	X	
Tahliye edilen kovanın kullanıcıya çarpması		X	
Kovanda bombeleşme çatlak, yarık ya da yırtık		X	
İğnenin fişegi tek seferde patlamaması	X	X	
İğnenin ateşle kapsülünü delmesi		X	
Sürgünün ileri hareketiyle tırnağın kovan/fişekyatağına oturmaması	X	X	
Atış esnasında sürgünün ileri ve/veya geri hareketinin düzensiz olması		X	
Atış sonrası sürgünün hareketiyle iğnenin kurulmaması/kurulu vaziyette	X	X	
Tetik çekildiği halde iğnenin düşmemesi	X	X	
Tetik çekildiği halde iğnenin/horozun patlamaması	X	X	
Tabanca üzerinde herhangi bir parçanın kullanıcıya zarar vermesi		X	
Herhangi bir parçanın istem dışı silahtan ayrılması			X
Herhangi bir parçanın kopması ya da kırılması			X
Herhangi bir parçanın çatlaması, delinmesi, yarılması		X	

3.5.6. Tuz sisi testi

Tuz sisinin tabancanın performansı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılır. Silah Sayısı 3 adet olup, fişek Sayısı 720 adettir.

MIL-STD-810, Metot 509.4' e standardına göre hazırlanacak olan solüsyon; ağırlıkça %5 sodyum klorür %95 su içeren bir tuzlu su karışımını hazırlanır. Sodyum klorürün sodyum iyodür içeriği en fazla % 0,1 ve diğer katkı içeriği ise en fazla %0,2 olmalıdır.

Öncelikle tabancaları en az 2 saat süreyle 35 ± 2 0C sıcaklıkta bekletilir. Tabancalara boş şarjörleri takılır. Emniyet mandallarını açık konuma getirilir. Silahların yedek şarjörlerini de boş vaziyette tuz-sisi test odasına yerleştirin. Tuz sisi test odasını 24 saat MIL-STD-810'da tanımlandığı gibi çalıştırılır.

24 saatlik maruz kalma işleminden sonra tabancaları çıkartın, kapak takımını geriye doğru çekerek ve namlu aşağıya doğru tutarak namlu içerisinden birikmiş sıvıları süzülür. Tuz sisine maruz kalan tüm tabancaları ve şarjörleri 24 saat için standart ortam koşullarında (25 ± 10 °C ve %20-%80 RH) depolanır.

24 saatlik tuz-sisi testi ve 24 saatlik kurutma periyodunu bir kez daha tekrarlanır. Son kurutma periyodundan sonra her tabancayla 120 atış yapın, tabancaları 10 dakika basınçlı hava ile soğutun ve 120 atış daha yapın. (Tabanca başına toplam 240 atış yapılacaktır.) Test sırasında yapılan bakımları ve oluşan tutuklukları kaydedilir.

Atış sonrası silahları ve şarjörleri yıkamadan, temizlemeden mekanizma gurubu dahil sökülür, tüm parçalar üzerindeki korozyon veya bozulma belirtilerini kaydedilir ve fotoğraflandırılır.

Test sonucunda aşağıda yer alan kritik hatalardan herhangi birinin oluşması durumunda test sonlandırılacaktır. Ayrıca tabanca başına 240 atımda 16'dan fazla tutukluk olmamalıdır.

- a. Herhangi bir parçanın istem dışı silahtan ayrılması

- b. Herhangi bir parçanın kopması ve/veya kırılması
- c. Herhangi bir parçanın fonksiyonunu yitirmesi sonucu tabancanın çalışmaz hale gelmesi
- d. Tabancanın istem dışı atış/seri atış yapması

3.5.7. Düşme testi

Silahın taşıma ve nakliyesi sırasında düşmesi durumunda oluşabilecek olumsuz etkilerin belirlenmesi amacıyla yapılır. Silah Sayısı 4 adet olup fişeksayısı 15 adet 9 x 19mm test fişegidir (içerisinde barut olmayan kapsülü çalışır durumda çekirdeği olan fişek).

Tüm adımlardaki düşme etkilerini video kaydı veya fotoğraf çekimiyle kayıt altında tutulur. Emniyet mandalını emniyet konumuna getirilir. Spesifikasyonlarda yer alan açı ve yönlerde her tabancayı yere en yakın yüzeyi 1,5m yükseklikte olacak şekilde temiz, düz, katı (beton) bir zemine aşağıdaki adımlara uygun olarak birer defa düşürülür. Düşürme işlemlerini tek kişi tarafından tek el ile tutup bırakarak gerçekleştirilir.

Tabancaların bakımlarını yapılır ve yapılan tüm işlemleri kaydedilir. Tabancaya sahra sökümü yapıp, herhangi bir kopma ya da kırılma olup olmadığını kontrol edilir. Emniyet mandalının fonksiyonelliğini kontrol edilir.

Tabanca testten sonra tutukluk yapmadan tabanca başına iki şarjör fonksiyon atışı yapılır. Sonuç olarak düşme testi sonucunda aşağıdaki durumlar beklenmez.

- a. Kapsül üzerine iğne/darbe izi olmamalıdır.
- b. Emniyet sistemi fonksiyonelliğini korumalıdır.
- c. Tabancanın namlu, kapak, gövde parçalarında gözle görülebilir çatlak ve kırık olmamalıdır.

3.5.8. Güneş ışıması testi

Silahın güneş ışımasına maruz kalması halinde, parçalardaki mukavemet ve esneklik değişiklikleri ile kaplama ve boyada olabilecek bozulmaları incelemektir.

Test ortamı MIL–STD-810F Metod 505.4 Prosedür-1 Döngü-A1'e göre (maksimum ortam sıcaklığı $+49\pm 2^{\circ}\text{C}$, güneş ışıması 1120W/m^2 , nem %3 RH) olacak şekilde 3 adet 24 saatlik döngüden oluşur.

Test silahlarını ve namluları test süresince temizlenmez ve ilave olarak yağlanmaz. Tabancanın ciltle temas edecek noktalarına (kabza, kapak takımı) sıcaklık kaydedici sensörler takılır. Testte kullanılacak 2 adet tabanca biri sağ, diğeri sol yüzü üzerine yatırılır. Test ortamı ile ilgili bilgiler (oda koşulları) kaydedilir. Test sonunda silahları, koşullandırma odasından alın ve göz ile muayene edilir. Gözle Muayene sırasında polimer parçalar, boya ve kaplamalardaki bozulmaları kontrol edilir. Kontrol sırasında parlaklık kaybı, ayrışma, renk değişikliği, yapışkanlık, esneklik, kabarcıklaşma, pullanma, çatlak, tabakalara ayrılma olup olmadığını teste girmemiş silahı referans olarak kontrol edilir. Değişiklik veya hasarları fotoğraflanır ve kaydedilir. Bu süreçte herhangi bir temizleme, bakım ya da yağlama işlemi yapılmaz.

Yapılan testler sonucunda aşağıdaki durumlar incelenir.

- a. Tabancalarda parlaklık kaybı, ayrışma, renk değişikliği, yapışkanlık, esneklik, kabarcıklaşma, pullanma, çatlak, tabakalara ayrılma olmamalıdır.
- b. Tabancalarda kontrol atışında hiç hata yapılmamalıdır.

3.5.9. Hızlandırılmış yağmur testi

Bu test sağanak yağışın tabancanın performansı üzerindeki etkilerini tespit etmek amacıyla yapılır. Teste başlamadan önce yağmurlama düzeneğinin debisini ölçülü kaydedilir. Debinin $1,7\text{ mm/dk}$ 'dan az olması durumunda teste yapılmaz.

Debiyi ölçmek için yağmurlama düzeneğinin altına herhangi bir yere dik kenarlı bir kap koyulur. 5 dakika sonra suyu bir cetvel yardımıyla ölçülür. (Su miktarı 8,5 mm'den fazla olmalıdır.) Uygun debi sağlandıktan sonra yağmurlama düzeneğinin hiçbir ayarını (hava, su vb.) değiştirilmez.

İstenen debi sağlanıp teste başladıktan sonra test sonuna kadar yağmurlama düzeneğini kapatılmaz. Tabancaları test boyunca devamlı olarak su püskürtülmesine maruz bırakılır, atış için çıkarılmaz. 24 dakikalık maruz bırakma periyodu için gerekli fişekleri şarjörlere doldurulmuş şekilde atıcının yakınında bulunan bir masanın üzerinde suya maruz bırakılır. Her 24 dakikalık çevrim için fişekleri yenilenir. Ateşlemeye başlamadan önce, silah namlusunu aşağıya tutun, namlu içinde biriken suyu boşaltılır ve atış sırasında meydana gelen tutukluklar kaydedilir.

Normal atış doğrultusu, yukarı atış pozisyonu, aşağı atış pozisyonu alınarak 12 dakika yağmurlamaya maruz bırakılır. Sonra tabancalara şarjörleri takılır. Fişegi hazneye verilir. Bu şekilde 12 dakika daha tabancaları yağmurlamaya maruz bırakılır. Yağmurlamaya maruz bırakılmış mühimmatları kullanarak her tabanca ile 30 atış yapılır. Atışı yağmurlama düzeneğinin altında yapılması gerekmektedir. Atış sırasında meydana gelen tutuklukları kaydedilir. Yağmur test şartları Tablo 3.3.'de gösterilmektedir.

Namlu, Kapak, tetik mekanizması, gibi açıktaki kısımlarını gözle muayene edilir. Her bir tabanca için tutukluk sayısı 180 atımda en fazla 3 olmalıdır. Testler sonucunda aşağıda yer alan kritik hatalardan herhangi birinin oluşması durumunda test sonlandırılacaktır.

- a. Herhangi bir parçanın istem dışı silahtan ayrılması
- b. Herhangi bir parçanın kopması ve/veya kırılması
- c. Herhangi bir parçanın fonksiyonunu yitirmesi sonucu tabancanın çalışmaz hale gelmesi
- d. Tabancanın istem dışı atış/seri atış yapması

Tablo 3.3. Yağmur test şartları

Test Şartları	Maruz Kalma Zamanı (Dakika)	Toplam Zaman (Dakika)	Yağmur (cm)	
			Her Şart İçin	Toplam
Tabanca atış pozisyonunda Sürgü geride, şarjörsüz	12	12	2	2
Mermi yüklü,	12	24	2	4
30 Atış	6	30	1	5
Normal pozisyonunda, şarjörsüz	12	42	2	7
Mermi yüklü,	12	54	2	9
30 atış	6	60	1	10
Tabanca namlusu yukarı* Sürgü geride, şarjörsüz	12	72	2	12
Mermi yüklü,	12	84	2	14
30 atış	6	90	1	15
Normal pozisyonunda, şarjörsüz	12	102	2	17
Mermi yüklü,	12	114	2	19
30 atış	6	120	1	20
Tabanca namlusu aşağı Sürgü geride, şarjörsüz	12	132	2	22
Mermi yüklü,	12	144	2	24
30 atış	6	150	1	25

3.5.10. Meyilli atış testi

Tabancanın değişik yönelim ve konumlarda temel fonksiyonelliğini ve dayanıklılığını belirlemek amacıyla yapılır.

Her tabanca ile aşağıda belirtilen 6 değişik pozisyonunda ateş edilir. (Aşağıda belirtilen her yöne 60 adet atış yapılır ve arıza ve tutuklukları kaydedilir. Tabancanın açısı sıfır derece olmak üzere; tabancanın açısı sıfır derece olmak üzere, tabancayı tepe taklak duruma getirerek; tabancanın açısı sıfır derece olmak üzere, tabancayı sağ yanına yatırarak; tabancanın açısı sıfır derece olmak üzere, tabancayı sol yanına yatırarak atış yapılır.

Eğimli atışlarda atıcının emniyeti için atıcı; en az balistik kask, balistik yelek ve balistik kol koruyucu giymelidir. Tabancanın açısı aşağı doğru $85\pm5^\circ$ olacak şekilde atış yapılır. Son olarak tabancanın açısı yukarı doğru $85\pm5^\circ$ olacak şekilde atış yapılır. Tabanca yukarıda belirtilen konumlarda fonksiyon atışı yapabilecektir. Teste giren tüm tabancalar hiç tutukluk yapmamalıdır.

3.5.11. Yüksek basınç testi

Atıştan kaynaklı yüke/basınca maruz kalan parçaların üzerinde oluşan etkiyi belirlemek amacıyla yapılır.

Her bir test silahı için iki adet yüksek basınçlı fişek ve 5 adet fişek ateşlenecektir. Test edilen tabancaların gövdesi, namlusu ve kapak takımı (sürgü) göz ile muayene edilerek kırık, çatlak ve parça kopması durumu olup olmadığı kontrol edilecektir. Ayrıca bu tabancalar güvenilirlik ve dayanıklılık testine tabi tutulacak tabancalar olmalıdır.

Test edilen tabancaların gövdesinde, namlusunda ve kapak takımında (sürgü) kırık, çatlak veya parça kopması olmayacaktır. Tabanca atıştan kaynaklanan basınca dayanıklı olacaktır. Tabanca kullanım sırasında kullanıcıya zarar vermeyecektir.

3.5.12. Geri tepme ve şahlanma testi

Tabancada atış esnasında oluşacak olan geri tepme ve şahlanma kuvvetinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Test yapılacak tabanca, bütün kontrolleri yapılmış, müşteriye gitmeye hazır tabancaların içinden seçilir. Tabancanın mekanik kontrolleri yapıldığından, çalışmasına ve atış yapmasına engel hiçbir eksiğinin olmadığından emin olunur. Tabancanın arka formuna uygun olacak şekilde yapılan aparat yardımı ile tabancayı teste hazırlanır.

Aparata yerleştirilen tabancanın gövdesine ve arpacığın olduğu bölüme denk gelecek şekilde 2 (iki) adet loadcell tipi sensör yerleştirilir. Sensörler tabanca üzerine yerleştirildikten sonra mermiyi tabanca haznesine sürülür. Teste giren tabancada 5 adet mermi kullanılır. Tabanca ateşleme pozisyonuna hazır hale getirilir.

Tabancanın üzerine takılan sensörlerin bağlı olduğu bilgisayar üzerinden yapılacak test ile ilgili komutlar ve veri giriş ekranını aktif hale getirilir ve tabancanın tetiğine basarak testi başlatılır. Tabancanın haznesinde bulunan ve tetiğe basılarak ateşlenen

tabancanın mermisi içindeki basınç kuvveti ile birlikte tabanca geri itme kuvveti ve şahlanma kuvveti uygular. Bu kuvvetler, tabanca üzerine takılan sensörler yardımıyla bilgisayar ekranına düşer. Kuvvetler “kilogram kuvvet (kgf)” cinsinden değerler olarak veriler kaydedilir. Tablo 3.4.’de ölçülen değerler görülmektedir.

Tabancanın geri tepme kuvveti ortalama en fazla 4,500 kgf olacaktır. Tabancanın şahlanma kuvveti ortalama en fazla 1,700 kgf olacaktır.

Tablo 3.4. Geri tepme ve şahlanma kuvvetleri

Ölçülen Değerler		
	Geri Tepme Kuvveti (kgf)	Şahlanma Kuvveti (kgf)
1.Mermi	3,047	1,326
2.Mermi	3,174	1,332
3.Mermi	2,745	1,218
4.Mermi	2,307	1,270
5.Mermi	3,223	1,280
Ortalama	2,899	1,285

3.5.13. Mühimmat uyumluluk testi

Silahların, kullanılması muhtemel bütün mühimmatlarla, düzgün şekilde çalıştığını belirlemek amacıyla yapılır. Silah sayısı 3 adet olup Şekil 3.14.’de gösterilen 3 farklı fişek markası kullanılacaktır. (MKE, Sterling, Yavex Marka Fişekler)



Şekil 3.14. MKE, Sterling ve Yavex marka fişekler

Testler genellikle Şekil 15’te görülen 3 farklı marka fişek ile yapılmaktadır. 3 adet tabanca ile 30’ ar adet fişek hedef gözetmeksizin, yere paralel olarak atış yapılır. Ardından aşağıdaki sorulara cevap aranarak kayıtlar yapılır.

- a. Silah tutukluk yaptı mı?
- b. Fişeklerde patlatmama sorunu oldu mu?
- c. Silahta herhangi bir hasar var mı?
- d. Uygunsuzluk varsa kaydedin.

3 silah için toplamda (270 atış) 13’den fazla hata olmamalı ve her bir marka fişek ile yapılan atışlarda her bir marka fişekte 5’den fazla hata olmamalıdır.

BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

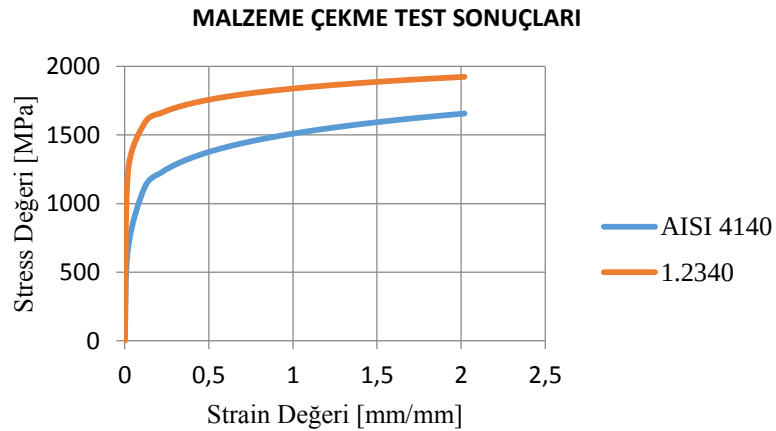
Namlu malzemesi geliştirilmesi çalışmalarında yapılan testler, namlu malzemesinin incelenmesini ve namlunun kalite ömür testlerini içermektedir. Ayrıca testler yapılırken diğer yandan sıcak iş takım çelikleri arasında da karşılaştırmalar yapılmış olup en uygun sıcak iş takım çeliği seçilmiştir.

4.1. Malzeme Test Sonuçları

Malzeme testlerinde çekme testleri ile birlikte kimyasak kompozisyon ve sertlik testleri yapılmıştır. Testler sonucunda mevcut malzeme ile alternatif geliştirilmiş malzeme kıyaslamaları yapılmıştır.

4.1.1. Çekme test sonuçları

Instron çekme cihazında standartlara uygun çekme numunesi hazırlanmış olup, ardından çekme testleri yapılmıştır. Yapılan çekme testleri sonunda hazırlanan mühendislik çekme eğrileri sonuçları Şekil 4.1.'deki gibidir.



Şekil 4.1. Malzeme test sonuçları

4.1.2. Kimyasal kompozisyon ve malzeme sertlikleri

Yapılan kimyasal kompozisyon sonuçları aşağıdaki gibidir. Cr alaşım elementinin 5 kat fazla olduğu göz önüne alınınca dayanım ve aşınım mukavemetinin daha iyi olacağı görülebilir. Malzeme kimyasal kompozisyon değerlerini Tablo 4.1.'de ve malzeme sertlik değerlerini Tablo 4.2.'de görülmektedir.

Tablo 4.1. Kimyasal kompozisyon

Özellikler	AISI 4140						1.2340 - (X36CrMoV5-1)					
Kimyasal Bileşim	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
(%) Ortalama	0,38	0,24	0,82	1,07	0,15	0,05	0,36	0,50	0,30	5,00	1,35	0,45

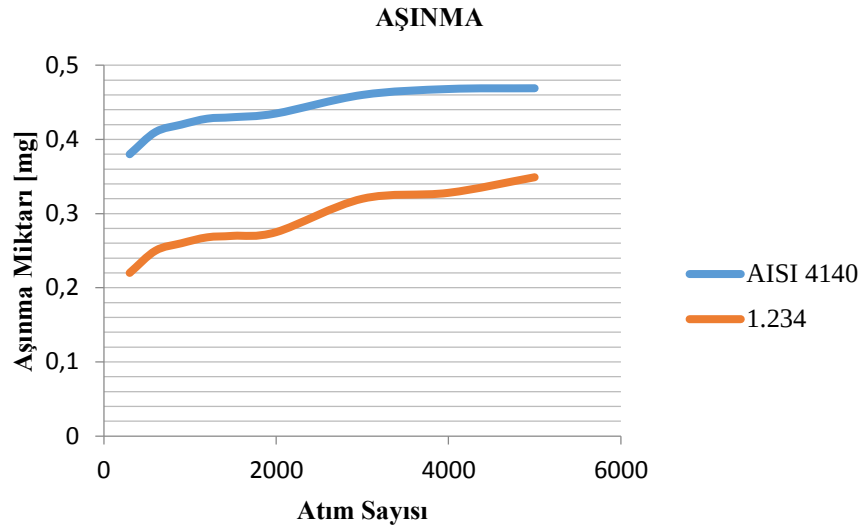
Namlu malzemelerinin kimyasal kompozisyon değerleri incelendiğinde molibden elementinin 1.2340 malzemede AISI 4140 malzemeye istinaden daha yüksek. Bu da ısı mukavemet, temper gevrekliği, korozyona dayanıklılık artmaktadır. Bu da başka bir seçim kriteridir.

Tablo 4.2. Malzeme sertlik değeri

Özellikler	Alaşım Çeliği	Sıcak İş Takım Çelikleri		
	AISI 4140	1.2340	1.2343	1.2344
Yoğunluk kg/dm ³	7,7	7,8	7,7	7,8
Sertlik HB	240	230	235	240

4.1.3. Aşınma test sonuçları

Aşınma olayı namlu yüzeyinden termo-mekanik çalışma koşullarından ötürü parçaların ayrılma olayıdır. AISI 4140 alaşım çeliğiyle ve 1.2340 sıcak iş takım çeliğiyle üretilen namlu malzemesiyle yapılan aşınma testleri sonucunda görülmektedir ki 1.2340 malzemenin aşınmaya karşı direnci daha fazla olup, Şekil 4.2.'deki grafikte zamanla aşınmaya bağlı malzeme miktarları değişimleri görülmektedir. Aşınma ölçümleri hassas terazilerde ve özel aşınma izleme test cihazlarında yapılmaktadır. Tartım sonuçları mg cinsinden verilmektedir. Yapılan testlerde kullanılan fişeklerin patlama özellikleri teste özeldir.

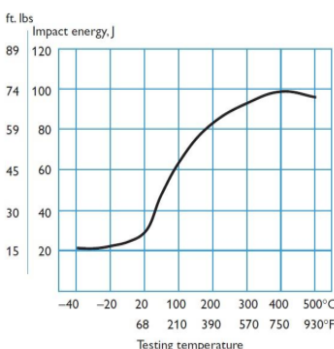
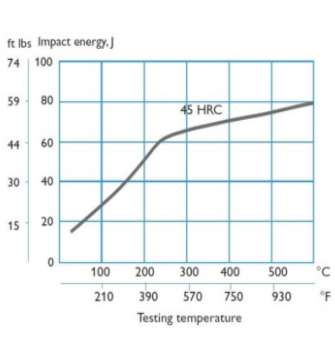


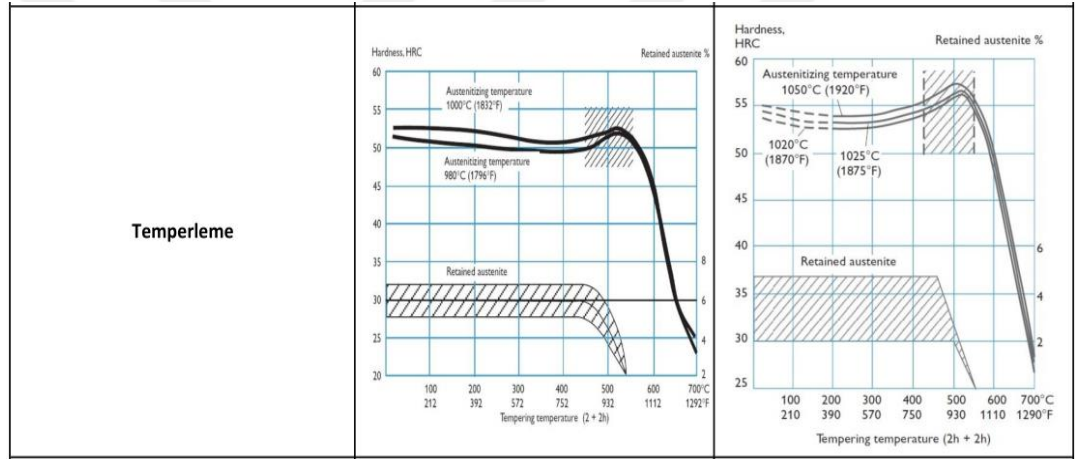
Şekil 4.2. Aşınma testi sonuçları

4.1.4. Malzeme kıyaslamaları

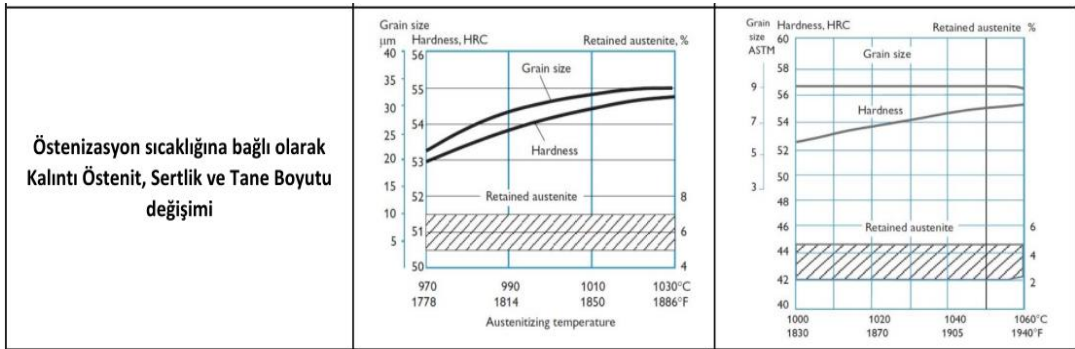
Sıcak iş takım çeliklerinin alaşım çeliklerinden daha iyi olduğu anlaşılmaması üzerine takım iş çelikleri arasında araştırılma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar mekanik testler sonunda 1.2340 takım iş çeliğinin uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca ürünün piyasada bulunabilirliği, lojistiği ve fiyatı da göz önüne alındığından en uygun seçenek olduğu görülmüştür. Kıyaslama sonuçları Şekil 4.3.'de görülmektedir.

Şekil 4.3.'deki grafik ve tablolar incelendiğinde 1.2340 sıcak iş takım çeliği hafif metallerin enjeksiyon kalıplarında, ekstrüzyon presleri kalıplarında kullanılır. 1.2344'e göre ısı iletkenliği ve tokluğu daha iyidir. 1.2344 sıcak iş takım çeliği iyi bir süneklik ile birleşen yüksek sıcaklıkta aşınma dayanımını yitirmeyen bir çeliktir. Isıl şoklara karşı dayanımı, yüksek seviyedeki saflığı, homojenliği sebebi ile çok geniş bir kullanımı vardır. Yaygın olarak ağır yükte çalışan sıcak iş kalıpları, metal ekstrüzyon preslerinde, yağ ve hava soğutmalı presleme ve delme mandrellerinde ve dövme kalıplarında kullanılır. Ayrıca namli malzemesinin proses akış şeması ve işleme parametreleri göz önüne alındığında en uygun malzeme olarak 1.2340 takım iş çeliği belirlenmiştir.

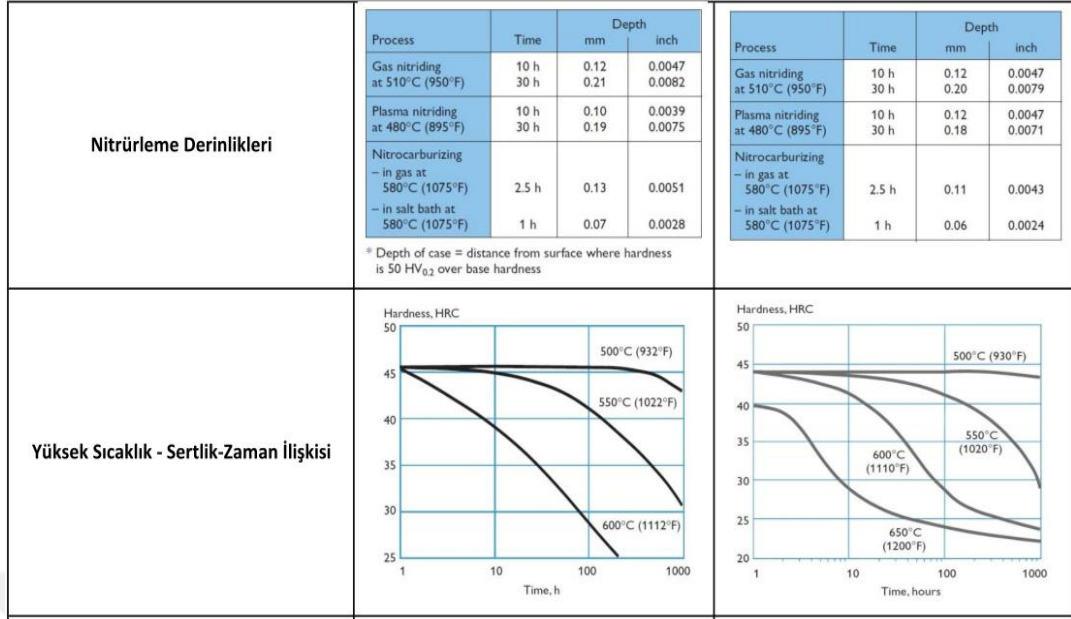
		X36 CrMoV5-1, W.-Nr. 1.2340 ≈ H11						X40 CrMoV5-1, W.-Nr. 1.2344 = H13					
Tavlınmış Sertlik		180 HB						180HB					
Kimyasal Analiz		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
		% 0.36	0.3	0.3	5.0	1.3	0.5	% 0.39	1.0	0.4	5.2	1.4	0.9
Oda Şartlarında	Sertlik	45 HRC			48.5 HRC			45 HRC			52 HRC		
	Çekma Dayanımı	1450 Mpa			1680 Mpa			1420 Mpa			1820 Mpa		
	Akma	1240 Mpa			1410 Mpa			1280 Mpa			1520 Mpa		
	Uzama	13%			12%								
V Çentik Darbe Test Sonuçları													



Şekil 4.3. (a) 1.2340 & 1.2344 Malzeme kıyaslaması – çentik darbe ve temperleme



Şekil 4.34. (b) 1.2340 & 1.2344 Malzeme kıyaslaması – kalıntı östenit- sertlik ve tane boyutu değişimi



Şekil 4.3. (c) 1.2340 & 1.2344 Malzeme kıyaslaması – nitrüleme derinlikler ve sıcaklık sertlik zaman derinlikleri

4.2. Kalite Ömür Testleri Sonuçları

Kalite ömür testlerinde, üretilen namlu malzemesinin tabanca üzerindeki saha ve laboratuvar test sonuçları incelenmiştir. Böylece alternatif olarak geliştirilen daha uzun ömürlü namlu malzemesinin servis koşullarındaki çalışma şartları da gözlemlenmiştir.

4.2.1. Doğruluk dağılım ve etkili menzil testi

Doğruluk dağılım ve etkili menzil testinde aynı malzemeden yapılmış namlu kullanan 3 adet silah kullanılıyor ve sonuçları aşağıdaki gibidir. Tablo 4.3.'te AISI 4140 ve 1.2340 çeliğinden üretilen namlu parçasının kullanıldığı tabancalardan yapılan dağılım test sonuçları görülmektedir. Atışlar incelendiğinde her iki çelikten üretilen namlunun test sonuçları kabul artları içerisinde. Yalnız 1.2340 sıcak iş takım çeliğinin tokluk değerinin yüksek olmasından ötürü dağılım değerleri daha tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.3. Doğruluk ve dağılım testine giren tabancaların atışları

Malzeme	1 No'lu Namlu	2 No'lu Namlu	3 No'lu Namlu
	Vuruşların Dağılımı		
AISI 4140	8,5 cm	10,7 cm	9,3 cm
1.2340	6,5 cm	5,6 cm	8,3 cm

Etkili menzil atışların 50 m' deki fişek hızları müşteri kabul kriterlerinde ortalama olarak en az 300 m/s olmalıdır. Yapılan ölçümlerde her iki çeliğinde şartı sağladığı görülmekte olup, değerler birbirine çok yakındır. Tablo 4.4.'de ortalama hızlar gösterilmektedir.

Tablo 4.4. Etkili menzil testine giren tabancaların atışları

Malzeme	1 No'lu Namlu	2 No'lu Namlu	3 No'lu Namlu
	Fişek Hızları Ortalaması		
AISI 4140	317,4 m/s	318,4 m/s	315,3 m/s
1.2340	318,6 m/s	317,9 m/s	314,5 m/s

4.2.2. Güvenirlilik ve dayanıklılık testi

Dayanım ölçüm periyotları için hazırlanan çizelge Tablo 4.5.'te gösterilmektedir. 30.000 atıma kadar yer alan periyotlarda ölçüm yapılmıştır. 30.000 atımdan sonraki ölçüm periyotları, SSM/Kullanıcı tarafından tabancanın taahhüt edilen ömrüne yaklaştıkça sıklaştırılacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Tablo 4.5.'te yapılan dayanım test sonuçları görülmektedir. Test 1.2340 malzemeden üretilen namlu parçası kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 4.5. Dayanım ölçümleri

Atım Sayısı	İlk Hız	Tetik Ağırlığı	Dağılım
	0. ölçümden % 6 veya daha fazla azalma	Bilgi amaçlı	16 cm'den fazla olması (15.000 ve 30.000 atım sonrası)
0	353,1 m/s	2200 g	10 cm
15000	347,7 m/s	2200 g	11 cm
30000	352,5 m/s	2200 g	7,5 cm

4.2.3. Geri tepme ve şahlanma testi

Müşteri kabul şartlarındaki kabuller tabancanın geri tepme kuvveti ortalama en fazla 4,500 kgf olması iken, tabancanın şahlanma kuvveti ortalama en fazla 1,700 kgf olmalıdır.

Yapılan testler sonucunda Tablo 4.6.'da da görüldüğü üzere AISI 4140 alaşım çeliği ve 1.2340 takım iş çeliğinden yapılan namludaki geri tepme kuvvetleri benzer skalada seyrederken, şahlanma değerleri 1.2340 sıcak iş takım çeliği için daha tutarlıdır. Bu da sıcak iş takım çeliğinin darbelere karşı daha iyi karşıt mukavemet gösterdiğinin sonucudur. Darbe tokluğu daha iyidir.

Tablo 4.6. Geri tepme ve şahlanma kuvvetleri

Mermi	Geri Tepme Kuvveti (kgf)		Şahlanma Kuvveti (kgf)	
	AISI 4140	1.2340	AISI 4140	1.2340
1.Mermi	3,047	2,938	1,326	1,030
2.Mermi	3,174	3,085	1,332	0,980
3.Mermi	2,745	2,985	1,218	1,012
4.Mermi	2,307	2,835	1,270	0,960
5.Mermi	3,223	3,142	1,280	1,068
Ortalama	2,899	2,997	1285	1010

4.2.4. Mühimmat uyumluluk testi

Muhimmat uygunluk testi, MKE, Sterling ve Yavex marka özel test fişekleriyle yapılan ve atışlar sonucunda tabancanın sökölüp incelenmesiyle yapılmaktadır. Belirtilen 3 farklı özel fişekle yapılan testlerden alınan sonuçlara göre her iki malzemeden yapılan namluyu kullanan tabancalarla yapılan herbir farklı fişekte herhangi bir tutukluk, kırılma ve çatlama görülmemiştir. Her iki malzemede mühimmat uygunluk testinden geçmiştir.

4.3. Namlu Ömür Sonuçları

Namlu ömür testinde yaklaşık olarak 10000 bin atış yapılmış olup, her 600 atışta silah demonte edilmiş, temizlenip yağlanmıştır. Parçalarda aşınma ve çapaklanma görülmemiştir. Yapılan her 60 atışta ise hava ile soğutulmuştur. Ayrıca yapılan ömür testinden silahın boş kovani fırlatmaması gibi aksi bir durumla karşılaşılmamıştır. Yapılan testler sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- a. Namlu iç çapında 0.015 mm genişleme, yerine getirme yayında 4 mm kısıalma oluşurken namlu dış yüzeyindeki kilit kızak kanallarında iğne ve diğer parçalarda aşınma oluşmamıştır.
- b. 10140 atım yapılmıştır. Hiçbir parça değişikliği yapılmamıştır. (Çatlama, kopma, kırılma vs.) görülmemiştir.
- c. 10140 atım sonrası mermi istikrarsız uçmamış veya hedefe aykırı vurmamıştır.
- d. Ömür atış öncesi ilk hız ile sonrası ilk hız arasında ~%1,5 miktarında düşme oluşmuştur. Hız düşümü müşteri kabul şartlarına uygun olup, kabul edilebilir seviyededir. Mermi hızının ~%10 düşmesi namlu parçasının ömrünü tamamladığının göstergelerinden birtanesidir.
- e. Namlu yivsetlerinde aşınmalar görülmemiştir. Sonuçlar incelendiğinde namlular 10140 atımda ömrü tamamlamamış, ilk hız ölçümleri oranlanarak 50000 (ellibin) atım namlu ömrü olduğu değerlendirilmiştir.

4.4. İşleme Parametreleri Sonuçları

Namlu parçasının işleme parametrelerinde işleme süresi ve talaş özellikleri incelenmiş olup, çalışmalar bu iş parametre üzerinde yapılmıştır.

4.4.1. İşleme süreleri

Yapılan namlu işleme denemeleri sonucunda Tablo 4.7. ve 4.8.'de ölçülen sürelerle ulaşılmıştır. Görüldüğü üzere 1.2340 takım iş çeliği daha sert olduğundan AISI 4140 ile üretilen namlu üretim operasyonlardaki işleme süreleri verilmiştir. İşleme süreleri

arasındali fark 2 sn gibi küçük bir farktır. Namlu malzemesi 1.2340 çeliği seçildiğinde namlu imalatı düğme metodu ile yapılmaktadır. Soğuk dövmeyle ortaya çıkan hurda miktarı kullanılan bu yeni teknoloji sayesinde % 2,1 azaltılmıştır. Üretim adetine göre artan 2sn'lık süre bu şekilde yapılan iyileştirme ile kapanmaktadır.

Tablo 4.7. Soğuk dövme AISI 4140 işleme operasyonları ve süreleri

OP.	NAMLU SAR 9 SOĞUK DÖVME AISI 4140	SÜRE
11152	OP10 BOY KESİMİ	00:01:30
15022	OP20 HAVŞA VE BOY DÜZELTME	00:00:45
15031	OP30 DELİK DELME	00:00:30
15024	OP40 HONLAMA	00:01:00
15018	OP50 TORNALAMA İŞLEMİ	00:00:29
21008	OP60 DÖVME İŞLEMİ	00:02:00
15027	OP70 BOY KESİMİ	00:01:30
11086	OP80 KABA TORNALAMA	00:01:15
11186	OP90-100 YAN VE ÜST KISIMLARIN FREZESİ	00:02:36
11225	OP110 FİNİŞ TORNALAMA	00:00:48
11231	OP130 CNC TEZ. OPERASYONU	00:03:15
11222	OP140 CNC FİKSTÜR OPERASYONLARI	00:06:15
11083	OP160 FİŞEK YATAĞININ AÇILMASI	00:02:00
11031	OP170 NAMLU UÇ KISMININ OLUŞTURULMASI	00:00:38
		00:24:31

Tablo 4.8. 1.2340 Malzeme düğme metodu işleme operasyonları ve süreleri

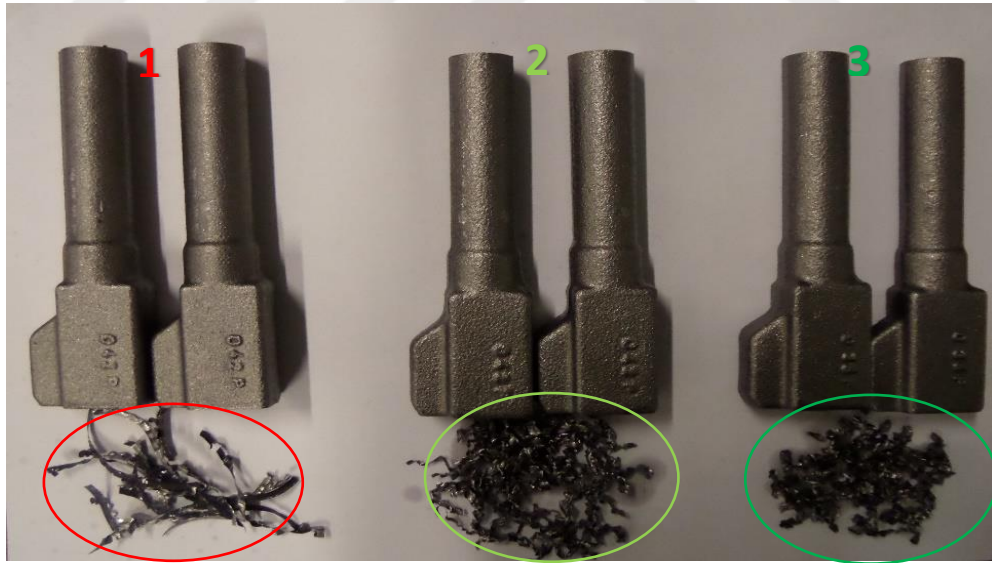
OP.	NAMLU SAR 9 DÜĞME SOĞUK DÖVME 1.2340	SÜRE
11005	OP10 TASLAK MALZEMEDEN BOY KESME	00:00:45
15018	OP20 İKİ ALIN TORNASI, PAH VE HAVŞA	00:00:45
15031	OP30 DELİK DELME	00:00:30
15018	OP40 AYNA PUNTA ARASINDA DIŞ TORNALAMA	00:01:30
15033	OP50 RAYBALAMA (DEHOFF)	00:00:30
15034	OP55 DÜĞME SİSTEMLİ YİV-SET AÇMA(DEHOFF)	00:00:30
15027	OP60 DÜĞME BROŞ SONRASI BOY KESME	00:01:30
11085	OP80 KABA TORNALAMA	00:03:10
11186	OP90-100 YAN KIS.FRZ.-ÜST VE ALT KIS.FRZ	00:02:59
11085	OP110 NAMLU DIŞ PROFİLİNİN ÇEKİLMESİ	00:00:52
11231	OP132 YAN KISIMLARIN FREZELENMESİ	00:03:36
11222	OP140 CNC İŞLEMLERİ	00:06:30
11083	OP160 FİŞEK YATAĞININ AÇILMASI	00:02:15
11090	OP170 NAMLU UÇ KISMININ OLUŞTURULMASI	00:00:40
		00:26:02

4.4.2. Talaş özellikleri

Numune işlenmesi için gelen namluların ile gelen numune malzemenin talaşlı imalat atölyesinde işlenmesi (izotermik tavlama sonucunda istenilen ferrit+perlit yapısının oluşmamasıyla yeniden ısıtılma işlemi yapılarak sürenin arttırıldığı ve uygun mikroyapının oluştuğu varsayılarak) sonucunda elde edilen talaş artıkları ve imalata etkisi Şekil 4.4.'de görülmektedir. Tablo 4.9.'da işlenen parçaların sertlik değerleri gösterilmektedir.

Tablo 4.9. İşlenen Parçaların Sertlik Değerleri

Sertlik (HB)	İstenilen	Sonuç
1 No'lu Parça	200-240	220-253
2 No'lu Parça	200-240	228-242
3 No'lu Parça	200-240	216-237



Şekil 4.4. Namlu Parçasından İşleme Sonucunda Çıkan Talaşlar Ve Özellikleri

1.2340 ile yapılan talaş işleme operasyonunda çıkan ve Şekil 4.4'de de görülen talaşın şekil özelliklerine (profiline) bakılarak; 1 no'lu parçada işleme zorluğu yaşandığı, parçada aşırı ısınma, delme yüzeyinde dalgalanmalar ve takımlarda aşınma meydana gelmiş olduğu ve çıkan çapak boylarının uzun ve sürekli formda

olduğu gör÷lmektedir. Gör÷ldüğü üzere parça üretim için uygun değildir. 2 no'lu parçada işleme zorluğu yaşanmamış olup çapak boyları normaldir ve üretim için uygundur denebilir. 3 no'lu parçada işleme zorluğu yaşanmamış olup çapak boyları idealdir ve optimum şartları sağlamaktadır. Üretim şartlarında en uygun parça olarak değerlendirilebilir. Gör÷lmektedir ki namlu malzemesi sertliği için 220 HB ila 230 HB arası sertlik değeri en uygun imalat aralığı değeridir.



BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada hafif silahların namlu malzemesinin sıcak iş takım çeliklerinden 1.2340 malzemesinden tasarlanması ve üretilmesi sonucunda yapılacak testler ve sonuçları incelenmiştir. Namlu bir silahın ömrünü belirlemede kullanılan en önemli parçadır. Genel olarak AISI 4140 veya benzeri ıslah çelikleri kullanılarak üretilen namlu parçaları yapılan bu çalışma ile sıcak iş takım çeliğinden üretilmesine başlanmıştır. Böylece namlu ömrü artırılmış, basınç atış testi ve saçma dağılım testinden başarı ile geçmiştir.

Namlu malzemesi olarak belirlenen 1.2340 sıcak iş takım çeliğinden üretilen namlular için ömür değerleri de incelenmiştir. Namlu malzemesi olarak mevcutta kullanılan AISI 4140 malzemesinden yapılan polimer gövdeli tabancaların namlu ömürleri 30.000 atım olarak belirlenmiş iken yapılan malzeme çalışmasıyla yeni ömür değeri 50.000 atım olarak artırılmıştır. Böylece kullanılan yeni namlu malzemesiyle ömür değeri yaklaşık %66 oranında artırılmıştır. Ayrıca kullanılan malzeme ile atış dağılım performansı iyileştirilmiştir. Bunların dışında kullanılan 1.2340 sıcak iş takım çeliği ile de namlu malzemesinin aşınmaya dayanımı artmıştır. Böylece namlu malzemesinin aşınma ömrü artırılmıştır. Yapılan geliştirmeler ve testlerin sonucunda namlu malzemesi olarak 1.2340 çeliği kullanılmaya başlanmıştır.

İşleme parametrelerinde işleme süresi ile işleme sertlik değerleri incelenmiş olup değerlendirilmiştir. İşleme süresi 2sn gibi artmış gözükse de 1.2340 malzeme üretiminde kullanılacak düğme yöntemindeki hurda yüzdesinin azalmasıyla bu zaman artışı dengelenecektir. Namlu parçasının işleme süresi artmış olsa da ömür değeri yarı yarıya artmış olduğundan ve maliyetler alınan sürelerle göre değerlendirildiğinden herhangi bir pazar payında kayıp yaşanmayacaktır. Aksine tabancanın kullanım ömrü namlu ömrüyle ilişkili olduğundan pazarda rakiplerine

göre daha güçlü olacaktır. Ayrıca işleme esnasında malzemenin sertliği işleme takım uçlarının ömrünü etkilediği için önemli bir parametredir. Yapılan çalışmalarda parçanın işleme esnasındaki sertlik değerinin 220 HB ila 230 HB arası olması gerektiği öngörülmüştür.



KAYNAKLAR

- [1] S.H. Avner, Introduction to Physical Metallurgy, McGraw Hill Book Company, 2.ed., New York, (1986),315-336.
- [2] S. Choo, S. Lee, M.G. Golkovski, Effects of accelerated electron beam irradiation on surface hardening and fatigue properties in an Ç-4140 steel used for automotive crankshaft, Materials Science and Engineering A, 293 (2000), 56–70.
- [3] Ağır E. G, Av Tüfeği Yaralanmasına Bağlı Ölümlerin Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi. Adli Tıp Kurumu Tıpta Uzmanlık Tezi. Adli Tıp Kurumu Başkanlığı, İstanbul,1996.
- [4] Chen, M. M. “High Fidelity In-Bore Pressure Modeling” 11th International LS-DYNA® Users Conference, 2009, 1-10.
- [5] Roberts, G., Krauss, G. and Kennedy, R., 1998. Tool Steel, Fifth Edition, ASM International, USA.
- [6] Bonek, M., Dobrzanski, L.A.,Hajduczek, E. and Klimpel, A., 2006. Strucure and Properties of Laser Alloyed Surface Layers on the Hot-Work Tool Steel, Journal of Materials Processing Technology, 175, 45-54.
- [7] Asan, N.Ö., 2008. Sıcak İş Takım Çeliklerinde Hasar Oluşumu ve Önlemleri, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Salzar R.S., “Influence of autofrettage on metal matrix composite reinforced gun barrels”, Composites Part B, 30: 841–847 (1999).
- [9] <http://www.tabancatufek.com/forum2/index.php>, Erişim Tarihi: 10.02.2019.
- [10] Arslan M, Av Tüfeklerinde Atış Mesafesi Tayini. Adli Tıp Kurumu Tıpta Uzmanlık Tezi. İstanbul Adli Tıp Kurumu, İstanbul, 2002.
- [11] Onur G., 2011. Namlu Cidarı Boyutlandırılmasına İç Balistik Davranışın Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

- [12] Akçay, M., Yükselen, M. (2014). Namlu Malzemesi Isıl Karakteristikleri Homojen Olmayan Silah Namlularının İç Balistik Çevrim Sırasında Zamana Bağlı Isıl İncelenmesi. Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 34 (2), 75-81.
- [13] Deng, S. “Transient finite element for in-bore analysis of 9 mm pistols”, Applied Mathematical Modelling, 2013, 2673-2688.
- [14] Yılmaz R, Birincioğlu D, Arslan E, Yolcu K, Bütün C. Anahtarlık ve kalem biçimli ateşli silahlar: üç olgu. Adli Tıp Bülteni. 9(1):25-29. 2004.
- [15] <https://devotrans.com/cekme-test-cihazı-ve-cekme-deneyi.html> Erişim Tarihi: 10.02.2019.
- [16] Balcı Y, Ateşli silah yaraları. İç: Dinçmen K, Editör. Adli Tıp, İstanbul: Arion Yayıncılık; s.27-35. 2004.
- [17] Tükel, N., 1979. Demir- Karbon Alaşımları, İ.D.M.M.A. Makina Bölümü Malzeme ve Ölçme Tekniği Kürsüsü, İstanbul.
- [18] Tekin, E., 1986. Mühendisler için Çelik Seçimi, T.M.M.O.B makina Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
- [19] Aykaç M, Ateşli silah yaraları. Adli Tıp, 2.baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; s.133-147. 1993.
- [20] Asil Çelik Teknik Yayınlar Kitabı, Mayıs 2000. 162-183.
- [21] Topbaş, M.A., Eylül 1998. Çelik ve Isıl İşlem El Kitabı, İstanbul, 169-231.
- [22] Topbaş, M.A., 1993. Endüstri Malzemeleri- 1. Cilt, 44-141.

ÖZGEÇMİŞ

Tuğba ABLAY RUTCİ, 25.02.1988'de Kars'ta doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara'da tamamladı. 2008 yılında Alparslan Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2008 yılında başladığı Montana State Üniversitesi ve Selçuk Üniversitesi Çift Diploma Programı Makine Mühendisliği Bölümü'nü 2013 yılında bitirdi. 2016 yılında Sakarya Üniversitesi Makine Tasarım ve İmalat Bilimi Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2013 yılında Hidropol Mühendislikte proje mühendisi olarak çalışmaya başladı akabinde 2016 yılında Teknorot Otomotiv'de Proje Lideri olarak görev aldı. Ekim 2018 tarihinden itibaren Sarsılmaz Silah Sanayi'de Proje Şefi olarak görev yapmaktadır.