

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YİVSİZ VE SETSİZ AV SİLAHLARINDA SÜRGÜ KOLU
PARÇASI İMALATINDA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE
ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Harun GÖDÜŞ

**Danışman
Prof. Dr. Remzi VAROL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA-2019**



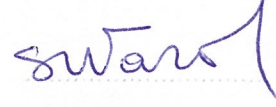
© 2019[Harun GÖDÜŞ]

TEZ ONAYI

Harun GÖDÜŞ tarafından hazırlanan “Yivsiz Ve Setsiz Av Silahlarında Sürgü Kolu Parçası İmalatında Karşılaşılan Problemler Ve Çözüm Önerileri” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

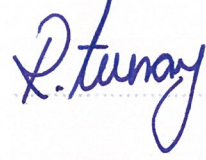
Danışman

Prof. Dr. Remzi VAROL
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Recai Fatih TUNAY
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Nihat Yılmaz
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Harun GÖDÜŞ



İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.2. Tezin Amacı	2
1.3. Yivsiz Ve Setsiz Av Tüfeklerinin Sınıflandırılması	3
1.3.1. Tüfek	3
1.3.1.1. Yarı-otomatik tüfek	3
1.3.1.2. Pompalı Tüfek	4
1.3.1.3. Tek tüfek (tek kırma)	4
1.3.1.4. Levyeli tüfek (alttan kurmalı pompalı av tüfeği).....	4
1.3.1.5. Süperpoze (üst üste namlulu tüfek)	5
1.3.1.6. Çifte (yan yana namlulu)	5
1.3.2. Gazlı yarı otomatik av tüfeğinin ana kısımları ve işlevleri	6
1.3.2.1. Namlu	6
1.3.2.2. Gövde (kasa,kubuz)	7
1.3.2.3. Mekanizma	8
1.3.2.3. Kilit	9
1.3.2.4. Tırnak.....	10
1.3.2.5. Tetik Grubu Gövdesi (Korkuluk)	10
1.4. Isıl İşlemler.....	11
1.4.1. Tavlama İşlemi.....	12
1.4.1. Yumuşatma Tavı	12
1.4.1. Normalizasyon (Normalleştirme) Tavı	13
1.4.1. Küreselleştirme Tavı	15
1.4.1. Gerilme Giderme ve Ara Tavı	15
1.4.2. Sertleştirme İşlemleri	15
1.4.2. Yüzey Sertleştirme İşlemleri.....	17
1.4.2. Sementasyon	17
1.4.2. Nitrasyon	18
1.4.2. Alevle Sertleştirme.....	18
1.4.2. İndüksiyonla Sertleştirme	18
1.5. İmpuls Ve Momentum.....	18
1.6. Sertlik Deneyi.....	20
1.6.1. Batırılarak Yapılan Sertlik Deneyleri	21
1.6.1. Rockwell Sertlik Deneyi	21
1.6.1. Brinell Sertlik Ölçme Yöntemi	23
1.6.1. Vickers Sertlik Ölçme Yöntemi	24
1.6.1. Knoop Sertlik Ölçme Yöntemi	25
2. KAYNAK ÖZETLERİ	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM	30
3.1. Sürgü kolu parçasının üretim aşamaları	30

3.1.1. Talaşlı İmalat Aşaması.....	30
3.1.2. Isıl İşlem Aşaması	31
3.1.2. Isıl İşlem Basamakları.....	32
3.1.3. Malzemelerin Sertliklerinin Ölçülmesi	36
3.1.4. Malzemelerde Oluşan Çarpılmaların Düzeltilmesi	37
3.1.5. Malzemelerin Düzeltilmesi Ve Vibrasyon İşlemleri	37
3.2. Sürgü kolu parçasına uygulanan deneyler	39
3.2.1. Çentik Darbe Deneyi.....	39
3.2.1. Sertlik Deneyi	40
3.2.2. Metalografik İncelemeler	40
3.3. Tek Kurşun Namlu Çıkış Hızı Ve Sürgü Kolunun Geri Tepme Hızının Ölçülmesi	41
3.3.1. Tek Kurşun Namlu Çıkış Hızı Deneyi.....	41
3.3.2. Ateşleme Sonrasında Tüfekte Meydana Gelen İmpuls, Momentum Ve Geri Tepme Kuvvetlerinin Hesaplanması.....	42
3.3.3. Mekanizma Ve Sürgü Kolunun Geri Tepme Hızının Hesaplanması.....	43
3.3.4. Tüfegin geri tepme enerjisinin hesaplanması.....	46
3.4. Sonlu Elemanlar Analizi.....	49
3.4.1. Malzemenin Mekanik Özelliklerinin Tanımlanması	49
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	51
4.1. Sertlik Deneyi Sonuçları	51
4.2. Çentik Darbe Deneyi Sonuçları.....	52
4.3. Metalografik Çalışmalar	53
4.4. Sonlu Elemanlar Analizi	54
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	57
6. KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	62

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YİVSİZ VE SETSİZ YARI OTOMATİK AV SİLAHLARINDA SÜRGÜ KOLU PARÇASI İMALATINDA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Harun GÖDÜŞ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Remzi VAROL

Bu çalışmada, yivsiz ve setsiz av ve spor amaçlı kullanılan gazlı yarı otomatik av tüfeğindeki sürgü kolunun üretiminde karşılaşılan problemlerin giderilmesine yönelik bir takım araştırmalar yapılmıştır.

Sürgü kolu parçasının tasarımı Solidworks adlı bilgisayar destekli bir programda yapılmıştır. Kurşunun namlu çıkış hızları ise Master Chrony hız ölçüm cihazı yardımıyla yapılmıştır. Mermi çıkış hızı kullanılarak tüfeğin geri tepmesi ve sürgü kolu parçasının hızı tespit edilmiştir. Sürgü koluyla temas eden parçaların birbirlerine uygulamış oldukları kuvvetlerde Solidworks programına aktarılmış ve burada analizleri ve simülasyonları gerçekleştirilmiştir.

Sürgü kolu malzemesi olarak AISI 1040 aday malzeme olarak seçilmiştir. En iyi ısıtım işlem şartları olarak, malzemenin yağda su verme işlemi yapılması gerektiğine ve en az bir saat 420 °C de menevişleme işlemi tabii tutulması olmuştur. Su verme ve meneviş işlemlerinin sonucu olarak 41.8 - 43.9 HRC sertliğinin elde edilmesi parçadaki en iyi mukavemet değerlerini vermiştir.

Solidworks programı vasıtasıyla analizler yapılmıştır. Parçada oluşan darbe şeklinde yükler sebebiyle malzemede deformasyonlar olmadığı orataya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isıl işlem, Sürgü Kolu, Av Tüfeği

2019,62 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

PROBLEMS AND SOLUTION SUGGESTIONS MANUFACTURING OF ACTION BAR IN SEMI AUTO SHOTGUNS

Harun GÖDÜŞ

**Suleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Remzi VAROL

In this study, doing some research about action bar in semi automatic shotguns.

Action bar was designed in a computer aided program called Solidworks. Barrel velocity of the bullet was made with the help of Master Chrony speed measuring device. Using velocity of the bullet, the recoil of the shotgun and the speed of the action bar were determined. The parts that come into contact with the action bar were transferred to the Solidworks program with the forces they applied to each other and their analyzes and simulations were performed here.

AISI 1040 has been selected as the nominee material for action bar. The best heat treatment conditions were that the material should be quenched in oil and tempered at 420 ° C for at least one hour. Obtaining 41.8 - 43.9 HRC hardness as a result of quenching and tempering processes gave the best strength values on the part.

Analyzes were made with Solidworks. It was found that there were not deformations in the material due to impact loads in the piece.

Keywords: Heat treatment, action bar, shotgun

2019, 62 pages

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım esnasında bana her türlü desteği veren başta danışman hocam Prof.Dr. Remzi VAROL' a ve aynı şekilde katkılarından ve desteğinden dolayı Araştırma Görevlisi İsmail AKTİTİZ'e, çalışmalarımı gerçekleştirdiğim ve her türlü desteği veren Adler Silah Sanayi ve personeline, ısıt işlemlerin yapılmasında katkısı bulunan Üzümlü Teknik Isıl İşlem Merkezi ve Çalışanlarına, deneysel çalışmalarımındaki yardımları için Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne ve Doç.Dr Okan ÜNAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

Harun GÖDÜŞ
ISPARTA, 2019

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1.Yarı-otomatik av tüfeği.....	3
Şekil 1.2. Pompalı av tüfeği	4
Şekil 1.3. Tek kırma av tüfeği.....	4
Şekil 1.4. Levveli av tüfeği	5
Şekil 1.5. Süperpoze av tüfeği.....	5
Şekil 1.6. Çifte av tüfeği	5
Şekil 1.7. Otomatik av tüfeği temel parçaları	6
Şekil 1.8. Montaja hazır namlu	7
Şekil 1.9. Tüfeğin gövde parçası ön görünüşü.....	7
Şekil 1.10. Mekanizma.....	8
Şekil 1.11. Mekanizmanın patlamış fişeği çıkarma anı kesit resmi	9
Şekil 1.12 Kilit	9
Şekil 1.13 Patlama pozisyonundaki tüfeğin kesit resmi	10
Şekil 1.14.Tırnak.....	10
Şekil 1.15. Tetik grubu gövdesi (korkuluk) ana parçaları.....	11
Şekil 1.16. Isıl işlemlerde sıcaklık – zaman diyagramı.....	11
Şekil 1.17. Temel ısıt işlemler.....	12
Şekil 1.18.%0.2 C İçeren çeliğin iç yapısında tavlama işlemi sırasında meydana gelen değişimlerin şematik gösterimi	13
Şekil1.19.Yumuşatma tavı ve normalizasyon işlemi sonucunda ötektoid bileşime sahip çelikte elde edilen perlitik yapılar arasındaki farkların şematik gösterimi	14
Şekil1.20.Çeliklerin yumuşatma tavına tabi tutulmuş ve normalize edilmiş durumlardaki mekanik özellikleri.....	14
Şekil 1.21. Sertleştirme işleminde sertliğin karbon oranına göre değişimi	16
Şekil 1.22. Martenzit yüzde oranının sıcaklığa göre değişimini gösteren eğri.....	17
Şekil 1.23. Konik ve bilya batıcı uç.....	21
Şekil 1.24. Sertlik ölçüm cihazı.....	22
Şekil 1.25. Brinell sertlik deneyi şematik gösterimi.....	24
Şekil 1.26. Vickers sertlik ölçme yönteminin gösterimi.....	25
Şekil 1.27. Knoop sertlik ölçme yönteminin gösterimi.....	26
Şekil 3.1. Sürgü kolu parçasının talaşlı imalat yöntemiyle üretilmiş hali.....	30
Şekil 3.2. Isıl işlem kontrol ünitesi.....	31
Şekil 3.3. Sürgü kolunun aparata dizilmesi.....	32
Şekil 3.4. Malzemelerin sepete yerleştirilmesi	32
Şekil 3.5. Malzemelerin ön ısıtma fırınına gönderilme anı.....	33
Şekil 3.6. Malzemelerin fırının cehennemlik kısmına alınması.....	33
Şekil 3.7. Malzemelerin fırının cehennemlik kısmına alınması.....	34
Şekil 3.8. Su verme işlemi sıcaklık – zaman grafiği.....	36
Şekil 3.9. Malzemelerin yağdan çıkarılması.....	36
Şekil 3.10. Malzemelerin temperleme fırınına alınması	37
Şekil 3.11. Temperleme işlemi sıcaklık – zaman grafiği	36
Şekil 3.12.Sürgü kolunun çekiçleme ile düzeltilmesi	37
Şekil 3.13.Sürgü kolu parçasının düzeltilmesi.....	38
Şekil 3.14. Sürgü kolu parçalarının çapak alma işleminin uygulanması	38
Şekil 3.15.Sürgü kolu parçalarına parlatma işleminin uygulanması.....	39
Şekil 3.16. Çekiçleme, tesviye ve vibrasyon işlemi uygulanan sürgü kolları.....	39
Şekil 3.17. Bulut Makine Sertlik Ölçüm Cihazı	40

Şekil 3.18. Gazlı yarı otomatik av tüfeği tek kurşun namlu çıkış hızına ait deneysel veriler.....	41
Şekil 3.19. Tüfeğin ateşleme esnasındaki kesit resmi.....	42
Şekil 3.20. Kurşun üzerine uygulanan kuvvet.....	43
Şekil 3.21. Master Chroney tek kurşun namlu çıkış hız ölçüm cihazı.....	44
Şekil 3.22. Tüfeğin destekli bir şekilde atışının gerçekleştirilmesi.....	45
Şekil 3.23. Fişegin patlaması esnasında sürgü kolu ve mekanizma sistemin pozisyonu	46
Şekil 3.24. Fişegin patlama esnasındaki kilit ve sürgü kolunun konumu.....	50
Şekil 3.25. AISI 1040 çeliğine ait mekanik özellikler.....	50
Şekil 3.26. AISI 1040 çeliğinin mekanik özelliklerinin Solidworks kütüphanesinde oluşturulması.....	52
Şekil 4.1. Sürgü kolu parçasının sertlik deneyi yapılan 5 farklı noktası.....	51
Şekil 4.2. Isıl işlem görmemiş malzemenin iç yapısı.....	53
Şekil 4.3. Su verilmiş ama meneviş işlemi uygulanmamış malzemenin iç yapısı.....	54
Şekil 4.4. Meneviş görmüş malzemenin iç yapısı.....	54
Şekil 4.5. Sürgü kolunun teknik resmi ve genel görünümü	55
Şekil 4.6. Sürgü kolu parçasının gerilme analizi.....	55
Şekil 4.7. Sürgü kolu parçasının gerilme analizi.....	55
Şekil 4.8. Von Misses değerleri	56
Şekil 5.1. Sadece su verme işlemi uygulanan sürgü kolunun hasara uğraması	57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Isıl işlem den gelen 10 adet sürgü kolunun 5 farklı noktasından ölçülen sertlik deneyi sonuçları	51
Çizelge 4.2. AISI 1040 ve Numunelerin Çentik Darbe Sonuçları	52
Çizelge 4.3. AISI 4140 ve Numunelerin Çentik Darbe Sonuçları	52



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CAD	Bilgisayar destekli tasarım
CAM	Bilgisayar destekli üretim
TS	Türk Standartları
AISI	Amerikan demir ve çelik enstitüsü
HRC	Rockwell sertlik birimi(C skalası)
°C	Santigrat derece
CNC	Programlanabilir Bilgisayar Destekli üretim
Al	Alüminyum
C	Karbon
M_s	Martenzitin oluşmaya başladığı sıcaklık
M_f	Martenzitin bittiği sıcaklık
a	İvme
v	Hız
t	Süre
F	Kuvvet
I	Lineer impuls
L	Lineer momentum
RSD	Rockwell sertlik deneyi
kg	Kilogram
mm	milimetre
N	Nevton
RB	Rockwell B
RC	Rockwell C
BSD	Brinell sertlik değeri
D	Çap
LNG	Sıvılaştırılmış doğalgaz
cm	Santimetre

1. GİRİŞ

İnsanoğlu, ilk çağlardan günümüze kadar avcılığa her zaman ilgi duymuştur. Avcılığın geçmişi en az insanlık geçmişi kadar eski olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Nitekim ilk insanlar yaşamlarını sürdürebilmek için toplayıcılık ve avcılık ile uğraşmak zorunda kalmışlardır (Çalışkan vd. 2014).

İnsanlığın gelişimiyle beraber bilim ve teknik de gelişmiştir ve bu gelişmelerle beraber ateşli silahlar icat edilmiştir. Tarih sahnesinde ateşli silahlar hem savaşlarda kullanılmış hem de spor ve av amaçlı kullanılmıştır. Günümüze gelinceye kadar ateşli silahlarda önemli gelişmeler olmuştur. Askeri alanda yivli ve tam-yarı otomatik kullanılırken spor ve av amaçlı silahlarda ise yivsiz setsiz yarı otomatik, pompalı, süperpoze, çifte, tek kırma vb. av tüfekleri kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkemizde de yivsiz setsiz av tüfekleri oldukça ilgi görmektedir. Av tüfeklerinin alımı, satımı, bulundurulması tabii ki de yasal zorunluluklara tabidir. Bununla ilgili yasal mevzuat 1982 yılında çıkan 2521 sayılı “Avda ve Sporda Kullanılan Tüfekler, Nişan Tabancaları Ve Av Bıçaklarının Yapımı, Alımı, Satımı ve Bulundurulmasına Dair Kanun” ile düzenlenmiştir. Ayrıca ülke içi tüfek yapan firmalar sanayi ve teknoloji bakanlığı tarafından yürürlüğe konulan TS 870 standartlarına uygun tüfek imal etmek zorundadır.

Av tüfeği imalatı, ülkemizde teknolojinin de getirdiği kolaylıklarla beraber oldukça önemli bir yere gelmiştir. Ülkemiz av silahı üretiminde İtalya’dan sonra 2.sıraya yerleşmiştir. Yapılan tüfeklerin büyük çoğunluğu Amerika olmak üzere dünyanın dört bir tarafına ihraç edilmektedir.

Ülkemizde küçüklü büyüklü birçok firma yapmış oldukları tüfekleri yurt dışına pazarlayarak ülke ekonomisine çok ciddi katkılar sağlamaktadır. Firmaların büyük kısmı imalatında CNC tezgahlarını kullanmaktadır. Cad cam yazılım programlarıyla da üretimlerini profesyonel bir boyuta taşımışlardır. Talaşlı imalatı yapılan parçaların ısıtılma işlemi de son sistem ısıtılma işlem fırınlarında gerçekleştirilmektedir.

Her ne kadar CNC tezgahları ve bilgisayar programları kullanılarak üretim yapılırsa da talaşlı imalat aşamasında, ısıtım işlem aşamasında, kaplama ve montaj aşamalarında bir takım zorluklarla karşılaşılmasıdır.

Sürgü kolu parçası da CNC tezgahlarında işlenen parçalardan biridir. Tüfekdeki işlevi de oldukça önemli olan bu parçanın fiziki yapısının normal parçalardan oldukça uzun olmasından ötürü CNC tezgahlarında işlenebilirliğini oldukça zorlaştırmaktadır. İmalat sonrasında ısıtım işlem esnasında malzemenin uzunluğundan dolayı malzemede birtakım çarpılmaların oluşması da montaj öncesinde bazı düzeltmelere ihtiyaç duyulmasına sebep olmaktadır.

Gerek imalatının kolaylığı gerekse ham malzemenin kg fiyatının ucuz olmasından dolayı üreticiler genelde sürgü kolu malzemesi olarak AISI 1040 çeliğini kullanmaktadır. Nitekim malzemenin talaşlı imalatı sonrasında uygulanan ısıtım işlem sonrasında kazanmış olduğu mekanik özellikler de çoğu zaman yeterli gelmektedir. Bu sebeplerden dolayı sürgü kolu malzemesi olarak AISI 1040 çeliği seçilmiştir ve uygulanan deneyler ve analizler bu malzeme dikkate alınarak yapılmıştır.

Bazı üretici firmalarda çok yüksek gramajlı fişeklerin çok sayıda tekrar eden atışları yapılacak olduğu durumlarda ise sürgü kolu malzemesi olarak AISI 4140 düşük alaşımlı çeliği tercih etmektedir.

1.2. Tezin Amacı

Bu tezin amacı, yivsiz ve setsiz av silahlarında sürgü kolu parçası imalatında ve montajı esnasında yaşanan problemleri tespit etmek ve bu problemlere çözüm önerileri sunmaktır. İmalatçı firmalar bu parçanın imalatında AISI 1040 çeliğini tercih ettikleri için malzeme cinsi olarak bu malzeme seçilmiştir ve yapılacak olan araştırmalar ve testler bu malzemeye yönelik olacaktır. Problemleri çözmek ve kalite standartlarını arttırabilmek için eğer gerekiyorsa malzemede tasarımsal olarak iyileştirmeler yapılması ve gerçekte uygulanan ısıtım işlem sonuçlarının parçanın mukavemetine olan etkisi araştırılacaktır.

Yüksek basınç altında çalışan ve birbirleriyle temas halinde olan parçalar bazen hasara uğrayabilmektedirler. Sürgü kolu parçası da fişğin patlamasından dolayı meydana gelen basınca maruz kalır ve geri tepmenin oluşmasından dolayı diğer parçalarla çarpışarak temasa geçer. Gerek testlerden gerekse analizlerden elde edilecek verilerle sürgü kolu parçasında meydana gelebilecek olası deformasyonların ve hasarların önüne geçerek tüfeğin güvenilirliğini, çalışma performansını arttırmak amaçlanmıştır.

1.3. Yivsiz Ve Setsiz Av Tüfeklerinin Sınıflandırılması

1.3.1. Tüfek

Bünyesinde namlu, dipçik, el kundağı, tetik, horoz, iğne gibi parçaları ihtiva eden ve fişğin namludaki fişek yatağına konumlanmasını sağlayan ve tetiğin düşürülerek horozu serbest bırakıp horozun iğneye iğnenin de fişek kapsülüne temasıyla birlikte patlamayı gerçekleştiren avda veya savunma amaçlı kullanılan alete verilen isimdir (Çelikel, 2008).

Çok sayıda av silahı çeşidi vardır; tek kırma, pompalı, gazlı yarı otomatik, şarjörlü yarı otomatik, süperpoze (üst üste namlulu), çifte (yan yana namlulu), levyeli vb.

1.3.1.1. Yarı-otomatik tüfek

Yarı otomatik tüfeklerin fişekleri muhafaza eden kısmı vardır (şarjör tüpü, dikey şarjör, tambur vb.). Otomatik tüfek her atıştan sonra yeni fişegi bu kısımdan alarak beslenir. Bu besleme, namludan gaz odasına gelen barut gazının pistonu hareket ettirmesiyle başlar ve mekanizmanın yeniden kurulması esnasında otomatik olarak tekrar sağlanmasıyla devam eder. Yani otomatik tüfeklerin fişek beslemesi tüfeğin adında anlaşılacağı üzere otomatik olarak sağlanmış olur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1.Yarı-otomatik av tüfeği

1.3.1.2. Pompalı Tüfek

Pompalı tüfeklerin de otomatik tüfeklerde olduğu gibi fişekleri muhafaza eden kısımları mevcuttur. Otomatik tüfeklerden farkı, tüfeğin fişek beslemesinin otomatik olarak değil de kullanıcının bizzat kendisi tarafından yapılmasıdır. Kullanıcı bir eliyle tetiği çeker diğer eli de el kundağında olur ve mekanizmanın tekrar kurulması bu el kundağını geriye doğru çekilmesiyle gerçekleşir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Pompalı av tüfeği

1.3.1.3. Tek tüfek (tek kırma)

Tek tüfek tek dolumlu tüfektir. Kullanıcı bir defa atış yapar ve tekrar atış yapabilmek için tüfeğin namlusunu öne doğru elle kırıp tekrar dolum yapar (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Tek kırma av tüfeği

1.3.1.4. Levyeli tüfek (alttan kurmalı pompalı av tüfeği)

Levyeli av tüfekleri de bir nevi pompalı tüfektir. Pompalı tüfekte olduğu gibi fişekleri muhafaza eden kısımları mevcuttur. Kullanıcı tetiği çektiği eliyle mekanizmanın kurulmasını yine aynı eliyle levye kolunu hareket ettirerek yapar (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Levyeli av tüfeği

1.3.1.5. Süperpoze (üst üste namlulu tüfek)

Süperpoze üst üste iki adet namlusu vardır ve iki tane de tetiği vardır. Kullanıcı iki adet atış yapabilir. Atıştan sonra tüfeği öne doğru kırar ve boş kovanlar kimi tüfeklerde otomatik olarak dışarıya atılır (ejektörlü) kiminde de el ile dışarıya atılır ve yeni fişekler yerlerine konulur (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Süperpoze av tüfeği

1.3.1.6. Çifte (yan yana namlulu)

Çifte de yan yana iki adet namluya sahiptir. Süperpozeden farkı namluların üst üste değil de yan yana olmasıdır (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Çifte av tüfeği

1.3.2. Gazlı yarı otomatik av tüfeğinin ana kısımları ve işlevleri

Yarı otomatik av tüfekleri ortalama yüz parçadan meydana gelir. Tüfek bu parçalar sayesinde adeta işleyen bir makine gibi çalışır. Nasıl bir makinenin herhangi bir parçası arızalı olsa veya ölçüsünde hata olsa çalışmazsa tüfek de aynı şekilde çalışmaz. O yüzden tüfeği oluşturan her parça belirtilen ölçülerde olması zorunludur.

Tüfeğin belli başlı temel parçaları olduğu gibi pimler ve yayların da olduğu bazı yardımcı parçaları da mevcuttur. Temel parçalar kadar yardımcı parçalar da önemlidir (Şekil 1.7).

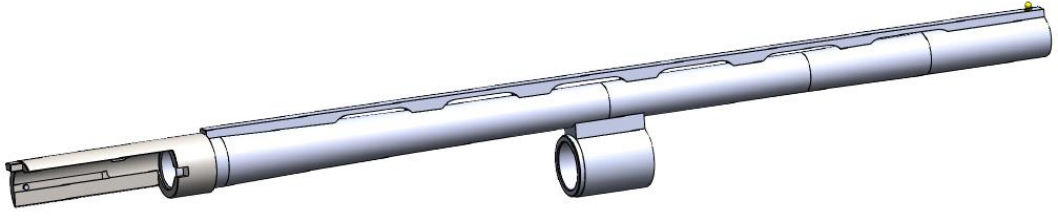


Şekil 1.7. Otomatik av tüfeği temel parçaları

1.3.2.1. Namlu

Patlamaya hazır olan fişegin içinde konumlandığı ve barutun ateşlenmesiyle oluşan gaz basıncının etkisiyle beraber fişegin içindeki kurşunun hedefe doğru hızla gitmesini sağlayan tüfeğin ana parçasıdır (Özaslan,2009).

Tüfeğin en temel parçası kuşkusuz namludur (Şekil 1.8). Fişegin patlaması namlu içindeki fişek yatağında meydana geldiği için en kritik parçadır. Patlamanın içinde olması sebebiyle namlu malzemesinin kaliteli bir malzeme olması ve iyi bir işçiliğin olması gerekmektedir.

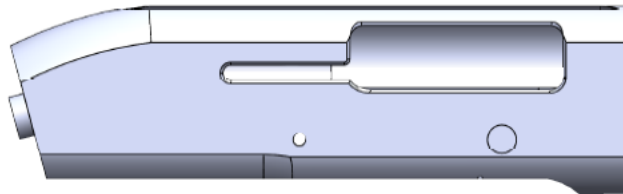


Şekil 1.8. Montaja hazır namlu

1.3.2.2. Gövde (kasa,kubuz)

Namlu, mekanizma grubu, sürgü kolu, tetik tertibatı, fişek düşürme mandalı ve fişek tutucu gibi tüfeğin temel parçalarının içinde bulunduğu tüfeğin temel parçalarından biridir (Şekil 1.9).

Gövde parçası, genelde alüminyum malzemesinden talaşlı imalat yöntemiyle üretilir. Bu kadar önemli bir parçanın çelikten değil de alüminyumdan üretilmesinin sebebi parçanın çok karmaşık oluşundan ve talaşlı işleme aşamasında çok zorluklarla karşılaşılmasından ileri gelmektedir. Zira imalat esnasında kullanılan takımlar parçanın geometrisinden dolayı çok fazladır ve kimi takımlar oldukça büyüktür. Bu da parçanın talaşlı işlemlerini zorlaştırmaktadır. Malzemenin alüminyum seçilmesindeki bir diğer amaçsa, alüminyumun yoğunluğunun çelikten daha az olması sebebiyle tüfeğe daha hafif bir yapı kazanmasını sağlamasıdır.



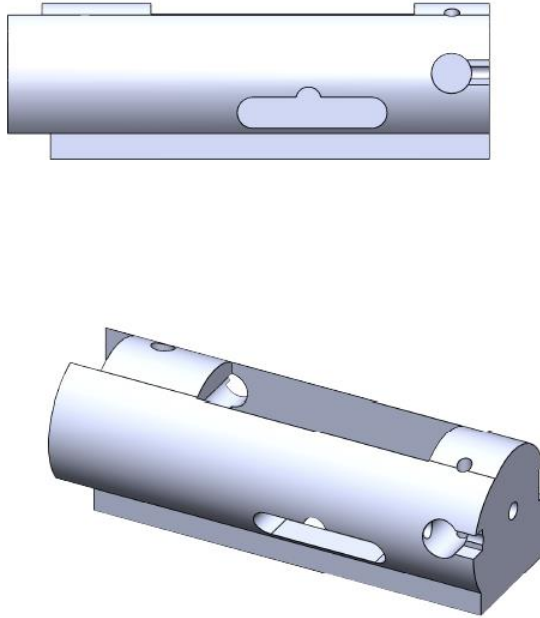
Şekil 1.9. Tüfeğin gövde parçası ön görünüşü

1.3.2.3. Mekanizma

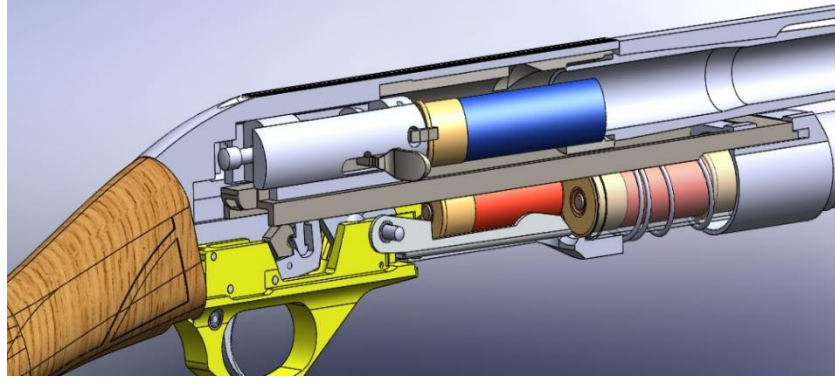
Kilit, tırnak, iğne ve bu sayılan parçaların pimleri ve yaylarının üzerine montajı yapıldığı, patlamamış fişegi şarjörden namluya doğru sürülmesini sağlayan ve fişegi patlama konumuna getiren ve genelde AISI 1040 veya AISI 4140 malzemeden üretilen parçadır (Şekil 1.10).

Mekanizma, sürgü kolunun üzerinde konumlanır ve sürgü kolunun ileri geri gitmesi hareketiyle o da ileri geri giderek işlevini gerçekleştirmiş olur. Patlamaya hazır olan fişegin iğne vasıtasıyla patlamasının ardından boş fişegi, mekanizmadaki tırnak ile geri çekilerek gövdenin penceresinden dışarı doğru atılmasını sağlar (Şekil 1.11).

Mekanizmanın diğer bir görevi de patlamaya hazır olan tüfeğin kilitlemesini sağlamaktır. Tüfek kilitli pozisyondayken, yani patlamaya hazırlanırken mekanizmanın içerisindeki kilit parçasının ayakları sürgü kolunun tepe noktasına basar ve namlu içerisindeki kep parçasının kilit yatağına kilitlenir . Böylece ilk patlama esnasındaki yüksek basınç kilit, kep, mekanizma ve sürgü kolu parçalarında absorbe edilmiş olur.



Şekil 1.10. Mekanizma

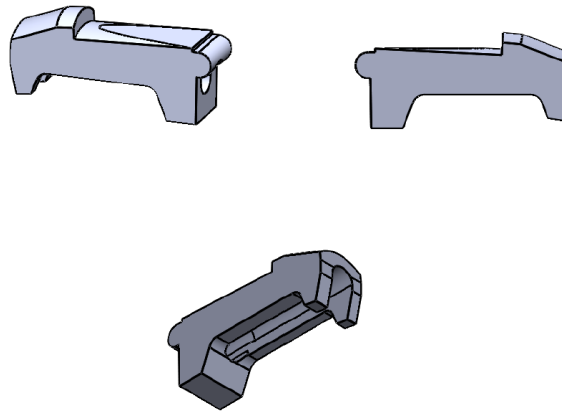


Şekil 1.11. Mekanizmanın patlamış fişegi çıkarma anı kesit resmi

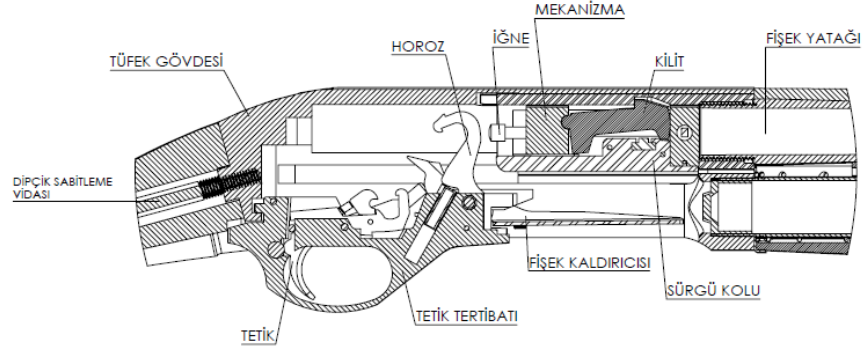
1.3.2.3. Kilit

Kilit (Şekil 1.12), mekanizma içerisine montajı yapılan, tüfeğin atış pozisyonundayken kilitlemesini yapan ve geri tepme kuvvetini karşılayan kritik bir parçadır. Atış yapıldığı esnada ortaya çıkan yüksek basınç etkisiyle oluşan geri tepme kuvveti en çok bu parçada meydana geldiği için malzeme olarak AISI 4140 veya AISI 4340 gibi yüksek mekanik özellikler sahip olan malzemeler tercih edilmektedir.

Kilit parçası, kilitleme eylemini sürgü kolunun tepe noktası üzerine kilidin ayaklarının basmasıyla ve namlu kepine kilitlemek suretiyle gerçekleştirir (Şekil 1.13).



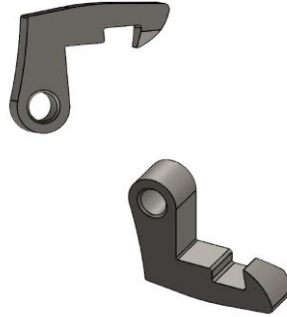
Şekil 1.12. Kilit



Şekil 1.13. Patlama pozisyonundaki tüfeğin kesit resmi

1.3.2.4. Tırnak

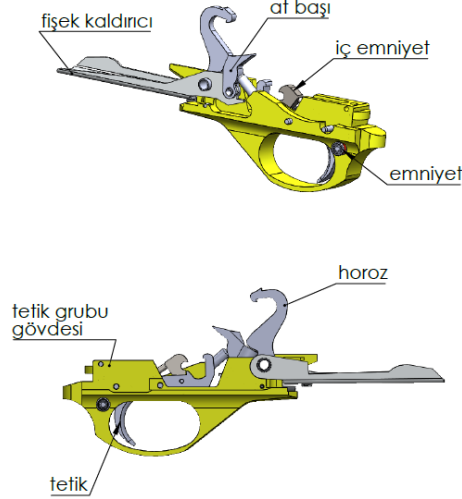
Tırnak (Şekil 1.14), mekanizmaya tırnak saplaması sayesinde montajı gerçekleştirilen ve ileri geri esneklik hareketini de tırnak yay pimi ve tırnak yayıyla sağlayan, patlamış fişegi, fişek yatağından çıkartıp dışarıya doğru fırlatan parçadır.



Şekil 1.14. Tırnak

1.3.2.5. Tetik Grubu Gövdesi (Korkuluk)

Üzerine tetik, horoz, emniyet, iç emniyet, fişek kaldırmacı (kaşık), fişek kaldırmacı parçası (at başı) ve bunların yayları ve pimlerinin montajı yapıldığı bir parçadır (Şekil 1.15). Tetik grubu gövdesi kubuza (kasa) pim ya da pimler yardımıyla montajı sağlanır. Plastik veya alüminyumdan üretilir.

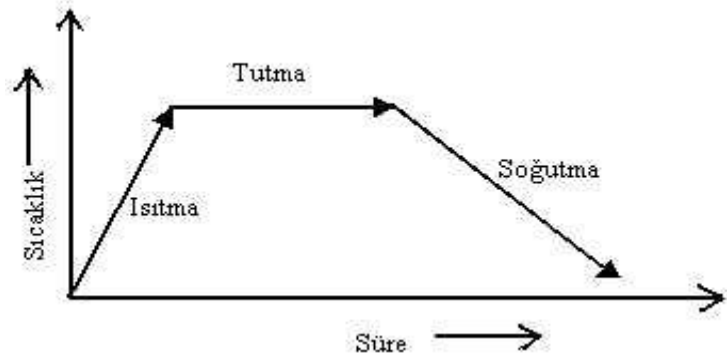


Şekil 1.15. Tetik grubu gövdesi (korkuluk) ana parçaları

1.4. Isıl İşlemler

Türk standartlarına göre ısıtma işlemi; katı haldeki metal veya alaşımlara belirli özellikler kazandırmak amacıyla bir veya daha çok sayıda, yerine göre birbiri peşine zamanlanarak uygulanan ısıtma ve soğutma işlemleri olarak verilmektedir (Savaşkan, 1999).

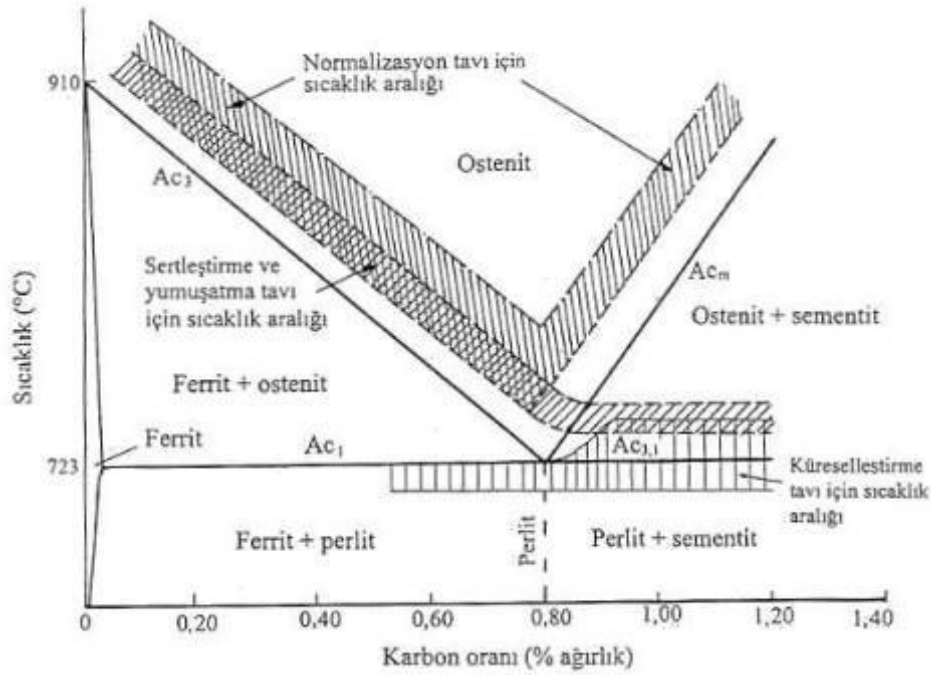
Isıl işlem, birkaç farklı aşamadan geçmesi sağlanarak amacına ulaşabilir. Bu amaca ulaşabilmek için ısıtma işlemde parçaların belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılmasına “ısıtma”, bu sıcaklıkta belirli bir süre bekletilmesine “bekleme, tutma” ve farklı şekilde oda sıcaklığına düşürülmesine ise “soğutma” işlemi adı verilir (Şekil 1.16). Parçalara başarıyla uygulanacak bu üç işlem sayesinde ısıtma işlem amacına ulaşılmış olacaktır (Topbaş, 1993).



Şekil 1.16. Isıl işlemlerde sıcaklık – zaman diyagramı (Bargel vd., 1995).

Isıl işlemler; sertleştirme ve tavlama olmak üzere iki ana grupta irdelenebilir (Eker, 2008).

Tavlama ile iç yapının kararlı denge durumuna yaklaşması sağlanırken sertleştirmede ise çelik ostenit faz sıcaklığına kadar ısıtılması ve bu sıcaklıkta belli bir süre tutulup hızla soğutularak yarı kararlı bir iç yapı (martenzit) oluşması sağlanır (Şekil 1.17).



Şekil 1.17. Temel ısıl işlemler (Bargel vd., 1995).

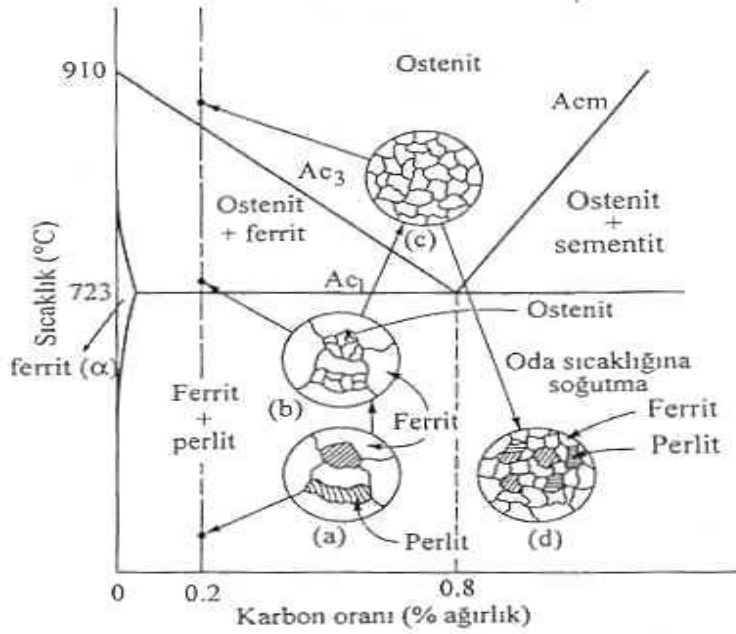
1.4.1. Tavlama İşlemi

Tavlama; soğuk şekillendirmeyi ve talaşlı işlemleri kolaylaştırmak, istenilen fiziksel, yapısal ve mekanik özellikleri kazandırmak için çelik parçanın gereken sıcaklığa kadar ısıtılıp bu sıcaklıkta gerektiği kadar tutulup sonra da yavaş bir biçimde soğutulmasıdır (Varol, 2008).

1.4.1. Yumuşatma Tavlama

Yumuşatma tavlama, sertliği azaltmak, talaş kaldırmayı kolaylaştırmak ve döküm ve dövme parçalarındaki iç gerilmeleri gidermek amacıyla ötektoid altı çelikleri Ac3, ötektoid üstü çelikleri de Ac1 çizgilerinin üzerindeki belirli sıcaklıklara kadar ısıtıp, iç

yapılarını ostenite dönüştürdükten sonra fırın içerisinde tutarak çok yavaş soğutulması işlemidir (Şekil 1.18). Tam yumuşatma tavlaması olarak bilinen bu işlem tane boyutunu küçültmek ve bazı çeliklerin elektrik ve manyetik özelliklerini iyileştirmek amacıyla da yapılır.



Şekil 1.18. %0.2 C İçeren çeliğin iç yapısında tavlama işlemi sırasında meydana gelen değişimlerin şematik gösterimi (Bargel vd., 1995).

1.4.1. Normalizasyon (Normalleştirme) Tavı

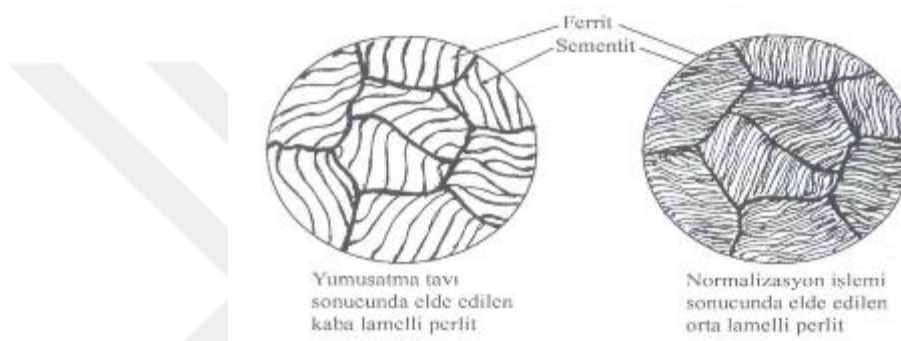
Normalizasyon tavı genelde tane küçültmek, homojen bir iç yapı elde etmek ve çoğunlukla mekanik özellikleri iyileştirmek amacıyla ötektoid altı çelikleri Ac_3 ve ötektoid üstü çelikleri Ac_m dönüşüm sıcaklıklarının yaklaşık olarak 40-50°C üstündeki sıcaklıklara kadar ısıtıp, tavlandıktan sonra fırın dışında sakın havada soğutma işlemidir (Şekil 1.19).

Tane küçültmek, homojen içyapı elde etmek, çeliklerin islenme özelliklerini iyileştirmek ve yumuşatma tavına tabi tutulmuş çeliklerin sertlik ve mukavemetlerini artırmak normalizasyon tavının yapılaş amaçları arasındadır (Varol, 2008).

Normalizasyon tavı işleminde havada soğutma yapılır ve bu durumdan iç yapı etkilenir. Havada soğutma işleminde soğuma daha hızlı olduğu için mikroyapı daha

sert ve dayanıklı olur (Varol, 2008).

Ferrit çok yumuşak, sementit ise çok sert bir fazdır (Şekil 1.19). Normalize edilen çeliğin yapısında bulunan sementit katmanlarının birbirine yakın veya sık olarak dizilmeleri nedeniyle çeliğin sertliği artar. Bu nedenle, normalize edilen çeliklerin sertlik ve mukavemeti, yumuşatma tavına tabi tutulan çeliklerin söz konusu değerlerinden önemli ölçüde yüksek olur. Şekil 1.20’de bazı çeliklerin yumuşatma tavına tabi tutulmuş ve normalize edilmiş durumlardaki mekanik özellikleri verilmektedir.



Şekil 1.19. Yumuşatma tavı ve normalizasyon işlemi sonucunda ötektoid bileşime sahip çelikte elde edilen perlitik yapılar arasındaki farkların şematik gösterimi (Bargel vd., 1995).

İşlem	Karbon oranı (%)	Akma mukavemeti (N/mm ²)	Çekme mukavemeti (N/mm ²)	Kopma uzaması (%)	Sertlik (BSD)
Yumuşatma Tavı	0.01	124	283	47	90
	0.20	148	407	37	115
	0.40	303	517	30	145
	0.60	338	667	23	190
	0.80	359	793	15	220
	1.00	359	745	22	195
	1.20	352	703	24	200
	1.40	345	683	19	215
Normalizasyon Tavı	0.01	179	310	45	90
	0.20	310	441	35	120
	0.40	352	586	27	165
	0.60	414	752	19	220
	0.80	483	924	13	260
	1.00	690	1048	7	295
	1.20	690	1055	3	315
	1.40	662	1021	1	300

Şekil 1.20. Çeliklerin yumuşatma tavına tabi tutulmuş ve normalize edilmiş durumlardaki mekanik özellikleri (Smith, 2001).

1.4.1. Küreselleştirme Tavı

Küreselleştirme tavı, çelikleri Ac_1 sıcaklık çizgisi civarında uzun süre tuttuktan ve bu bölgede salınımlı olarak tavladıktan sonra, yavaş soğutma ile karbürlerin küresel şekle dönüştürülmesi işlemidir. Bu işlem, ostenitleştirmeden sonra kontrollü soğutma ile de yapılabilir. Yumuşatma tavı işleminde belirtildiği gibi, tavllanmış durumdaki ötektoid üstü çelikler iç yapılarında sert ve gevrek sementit tanelerinin bulunması nedeniyle işlenmeye elverişli değildir. Bu tür çeliklerin işlenmesini kolaylaştırmak ve sünekliğini artırmak amacıyla da küreselleştirme tavı yapılır (Groover, 2014).

Küreselleştirme tavı işlemine tabi tutulan çeliklerin sertliği azalır. Ötektoid üstü çelikler ise işlenmeye elverişli hale gelir. Küreselleştirme tavı düşük karbonlu çeliklere çok fazla uygulanması tercih edilmez. Çünkü bu tavlama işlemi sonunda çelikler daha da yumuşayarak talaşlı işlenebilme kabiliyetlerinin kötüleşmesine neden olur. Küreselleştirme tavı işleminde tavlama süresi uzun seçilirse çeliğin işlenebilme kabiliyeti kötüleşir (Varol, 2008).

1.4.1. Gerilme Giderme ve Ara Tavı

Gerilim giderme tavı; şekil verme, döküm veya kaynak işlemlerinden doğan iç gerilmeleri azaltmak amacı ile çelik parçaları, genellikle 550-630°C arasında ısıtma ve sonra yavaş yavaş soğutma işlemidir

Ara tavı ise gerilme giderme tavına benzer olup sac veya tel üretiminde soğuk şekillendirmeye devam edebilmek için ötektoid altı çelikleri 550-680°C arasındaki sıcaklıklara kadar ısıtıp yeniden kristalleşme sağlandıktan sonra yavaş soğutulma işlemidir (KTÜ, 2019).

1.4.2. Sertleştirme İşlemleri

Sertleştirme işlemi öncelikle çelik parçanın ostenit faz sıcaklığına kadar ısıtılması ve bu sıcaklıkta belli bir süre tutularak uygun bir ortamda hızla soğutulması işlemidir (Doruk, 2010). Sertleştirme; çeliğin yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklıktaki bir ortama (banyoya) daldırıldığı için su verme olarak da adlandırılır.

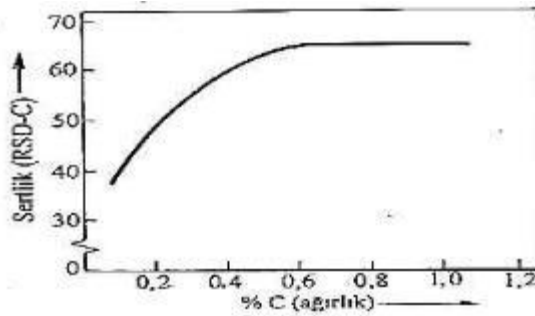
Sertleştirme (ostenitleme) sıcaklığı :

- Ötektoid altı çelikler için Ac_3 'ün 30-50°C üzeridir.
- Ötektoid üstü çelikler için ise Ac_1 'in 30-50°C üzeridir.

Ostenit faz sıcaklığında yeterince beklemiş olan çelik malzeme, yüksek bir hızla soğutulduğu takdirde martenzit yapıya dönüşür. Martenzitik dönüşüm sadece soğuma esnasında meydana gelir. Bu yüzden martenzitik iç yapı zamandan bağımsız olup, sadece soğumaya bağlıdır (Anonim, 2014 (1)).

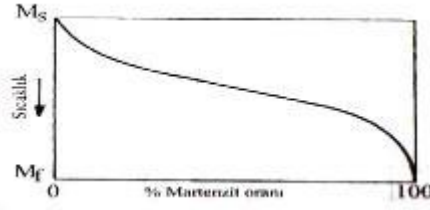
Martenzitin en önemli özelliği, çeliklerde sementitten sonra en sert faz olmasıdır. Martenzit içyapı küçük tane boyutu, iç gerilmeler, dislokasyon hareketleri için gerekli kayma sisteminin az olması gibi faktörlerden dolayı sert, kırılğan ve yüksek dayanımlıdır. Çeliklerde sertleşme kabiliyeti; elde edilen en büyük sertlik ve sertlik derinliği faktörleriyle ifade edilir. En büyük sertlik değeri malzemenin içerdiği karbon oranıyla, sertlik derinliği ise çelikteki alaşım elementlerinin miktarıyla ilgilidir (Can,2006).

Çeliklerde yüksek sertlik değerlerine ulaşabilmek için ise yeterli oranda karbon içermesi gerekmektedir (Şekil 1.21).



Şekil 1.21. Sertleştirme işleminde sertliğin karbon oranına göre değişimi (Bargel vd., 1995)

Martenzitin oluşmaya başladığı sıcaklık M_s , bittiği sıcaklık ise M_f olarak adlandırılır (Şekil 1.22). Çelik parça soğutma esnasında bu iki sıcaklık arasında bir sıcaklıkta durdurulursa martenzit dönüşüm de durur ve sıcaklık düşmedikçe dönüşüm tamamlanamaz (Doruk, 2010).



Şekil 1.22. Martenzit yüzde oranının sıcaklığa göre değişimini gösteren eğri (Bargel vd., 1995)

Su verme işlemi sonrasında elde edilen martenzitik yapı gevrek ve kırılgandır. Bu da çoğu alanda uygun olmayan ve istenmeyen bir durumdur. Buna ek olarak martenzitik iç yapı çelik içerisinde istenmeyen iç gerilmelere neden olmaktadır. Bu sıkıntıları ortadan kaldırmak için su verme işlemi gerçekleştirilen çelikler A_{c1} çizgisinin altındaki sıcaklıklarda tavlama işlemine tabi tutulurlar. Bu yapılan tavlama işlemine menevişleme denir. Menevişleme işlemi sonrasında iç gerilmeler giderilir, çeliğin süneklik ve tokluğu artar. Buna zıt olarak ise sertlik ve mukavemeti düşer. (Callister, 2013).

1.4.2. Yüzey Sertleştirme İşlemleri

Birbirleriyle etkileşim içerisinde olan çelik parçaların bazı durumlarda hem aşınma dirençlerinin yüksek olması istenir hem de oluşan darbelere karşı dayanımlarının yüksek olması istenir. Bunu sağlayabilmek için ise malzemelerin yüzey kısımlarının sert, iç kısımlarının ise daha yumuşak olması gerekmektedir. Böyle bir çelik malzeme elde edebilmek için ise malzemelere yüzey sertleştirme işlemleri uygulanır. Başlıca yüzey sertleştirme işlemleri sementasyon, nitrürasyon, alev ve idüksiyonla sertleştirme olmak üzere dört grupta incelenebilir (Vlack, 1994).

1.4.2. Sementasyon

Sementasyon işlemi %0,20'den daha az karbon içeren çeliklere uygulanır. Bu işlemin amacı karbon oranı düşük olan çeliklerin yüzey kısmının karbon verici bir ortamda uygun sıcaklıkta tutularak yüzeyinin karbon oranını artırmaktır. Bu ısıtım işlemi sayesinde çelik malzemelerin eğme ve burulma zorlaması altındaki yorulma dayanımları 2-3 kat artabilir (Varol, 2008).

1.4.2. Nitrasyon

Nitrasyon, düşük karbonlu ve nitrür oluşturma özelliğine sahip alaşım elementleri içeren çeliklere uygulanır. Bu işlem sementasyon işlemine (karbonlama) işleme benzer ama bu işlemde çeliğin yüzeyine azot difizyonu yapılır.

Bu işlemde, azot atomlarının malzemeye yayınmasıyla meydana gelen çok ince ve dağınık haldeki krom, alüminyum veya molibden parçaların yüzeyinde sert bir tabakanın oluşmasını sağlar. Fakat azot atomlarının çelik malzeme içinde yayınma hızı düşük olduğu için uzun süre tavlama işlemi gerekebilir. Bu işlemde su vermeye de gerek kalmadığı için malzemede çarpılma riski de ortadan kalkmış olur. Nitrürasyon işlemiyle malzemelerde elde edilen sertlik çok yüksektir ve ayrıca eğme ve burma zorlamasına göre yorulma dayanımları 2-5 kat artırabilmektedir (Varol, 2008).

1.4.2. Alevle Sertleştirme

Serleştirilebilme kabiliyeti olan orta karbonlu çeliklere uygulanan bu işlemde, parçanın sadece yüzey kısmı alevle ısıtılıp ostenitleştirildikten sonra su verilir ve yüzeyi sert bir yapıya dönüşür. Alevle sertleştirme işleminde sertleştirme oksijen-yanıcı gaz üfleyici ile sağlanır.

1.4.2. İndüksiyonla Sertleştirme

Malzemelerin yüzey kısmının ısıtılması işlemi indüksiyonla sertleştirme işleminde indüksiyon akımıyla sağlanır. Bu yöntemle sertleştirilen malzemelerin yorulma dayanımları karbonlama ile yüzey sertleştirme işlemine benzerlik göstermektedir (Varol, 2008).

1.5. İmpuls Ve Momentum

m kütleli bir parçacığın hareket denklemi;

$$\sum F = ma = m \frac{dv}{dt} \quad (4.1)$$

olarak yazılabilir. Buradaki a ve v , eylemsiz referans sistemlerinden ölçülmektedir. Terimleri yeniden düzenleyip, $t = t_1$ 'de $v = v_1$ ve $t = t_2$ 'de $v = v_2$ sınırları arasında integre ederek

$$\int_{t_1}^{t_2} F dt = m \int_{v_1}^{v_2} dv \text{ ya da ;}$$

$$\sum \int_{t_1}^{t_2} F dt = mv_2 - mv_1 \quad (4.2)$$

Elde ederiz. Bu denkleme lineer impuls ve momentum ilkesi denir (Hibbeler, 2004).

Denklem (4.1)'deki $I = \int F dt$ integrali *lineer impuls* olarak tanımlanır.

Denklem (4.2)'deki $L = mv$ formundaki iki vektörün her biri parçacığın *lineer momentumu* olarak tanımlanır (Hibbeler, 2004).

Lineer impuls ve momentum ilkesi problem çözmek amacıyla denklem 4.2'de

$$mv_1 + \sum \int_{t_1}^{t_2} F dt = mv_2 \quad (4.3)$$

şeklinde tekrar yazılacaktır. Bu denklem şunu ifade eder; parçacığın t_1 deki ilk momentumu, artı , $t_1 - t_2$ zaman aralığında parçacığa uygulanan tüm implusların vektörel toplamı, parçacığın t_2 de ki son momentuma eşittir.

Bir parçacık sistemi üzerine etkiyen dış kuvvetlerin impluslarının toplamı sıfır olduğu zaman denklem 3 basit bir forma, yani;

$$mv_1 = mv_2 \quad (4.4)$$

şekline dönüşür. Bu denklem, lineer momentumun korunumu olarak anılır ve bir parçacık sistemi için lineer momentumun vektörel toplamının $t_1 - t_2$ zaman aralığında sabit kaldığını ifade eder.

Lineer momentumun korunumu, çoğunlukla parçacıklar çarpıştığı veya birbirini etkilediği zaman uygulanır. İç impluslar, eşit fakat zıt doğrultudaki çiftler şeklinde bulunduklarından daima birbirlerini götürürler. Hareketin incelendiği zaman aralığı çok kısa ise dış implusların bazıları ihmal edilebilir veya yaklaşık sıfır olarak kabul edilebilir. Bu türden implusları oluşturan kuvvetlere impulsif olmayan kuvvetler denir. Çok kısa zaman aralığında etkileyen, ama momentumda dikkate değer bir değişme oluşturan çok büyük kuvvetlere impulsif kuvvetler denir. Bu kuvvetler şüphesiz impuls-momentum analizinde ihmal edilemez.

İmpulsif kuvvetler, bir patlama veya bir cismin diğerine çarpması sonucunda meydana çıkarlar. Tüfekte de ateşleme esnasında barut gazının patması sonucunda yüksek bir basınç meydana gelmektedir. Bu basınç etkisiyle mermi namludan hızlı bir şekilde hedefe doğru giderken tüfeğin diğer mekanik kısımları birbirleriyle etkileşime geçerek impulsif kuvvetler meydana gelmektedir. Yapılacak olan hesaplamalarda lineer impuls ve momentum ilkesi formülleri kullanılarak sonuca ulaşılmaya çalışılacaktır.

1.6. Sertlik Deneyi

Sertlik, en genel tanımıyla bir cismin diğer bir cisme bir yük veya kuvvet vasıtasıyla batırılmasına karşı göstermiş olduğu dirençtir. Metalik malzemelere uygulanan en genel deney sertlik ölçme deneyidir. Bunun en önemli nedeni deney çok kolay ve tahribatsız olmasıdır. Diğer bir nedeni ise sertlik ölçme deneyinden elde edilen verilerin malzemenin diğer mekanik özellikleri ile ilgili bilgi vermesidir.

Sertlik izafi bir ölçüdür ve malzemenin temel mekanik özelliği değildir. Sertlik deneyinden bir sonuca varılmak istenirse diğer malzemelerin sertlikleriyle kıyaslama yapılarak bulunabilir (Bargel vd., 1995).

Sertlik ölçümünde birkaç farklı yöntem kullanılabilir. Bunlar; parça yüzeyinin sert bir cisimle çizilerek yapılan sertlik deneyi, malzemeye başka bir cismin statik yükü batırılması, sert bir bilyeyi malzeme üzerine düşürmek ve sıçratmak suretiyle yapılan sertlik deneyidir. Mühendislikte ve endüstriyel üretimde malzemeye başka bir cismin statik yükü batırılması yöntemi daha çok kullanılır. Bunun nedenleri malzemelerin

mekanik özellikleri olan çekme ve aşınma dayanımı hakkında genel bilgiler verir ve tahribatsız bir ölçüm yöntemimi olmasından dolayı malzeme kaybının olmamasıdır.

1.6.1. Batırılarak Yapılan Sertlik Deneyleri

- Statik Yük Kullanılarak Yapılan Sertlik Deneyleri
 - Rockwell
 - Brinell
 - Vickers
 - Knoop
- Dinamik Yük Kullanılarak Yapılan Sertlik Deneyleri
- Shore
- Poldi çekici

Bu cihazlar istenen sertlik yapılmak istenen yerlere götürülebildiği için istenilen yerde ölçüm yapılabilme imkanı sağlar.

1.6.1. Rockwell Sertlik Deneyi

Rockwell sertlik deneyi (RSD) , uygulanmasının kolay olması ve yapan insanda fazla bir ustalık gerektirmemesinden dolayı en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Rockwell sertliği, batma derinliğine karşı gelen birimsiz bir sayıdır. Batıcı uçlar,konik uçlu ve bilye batıcı uçlu olarak sınıflandırılabilir (Şekil 1.23). Çok sert malzemeler için 120° uç açılı elmas konik uçla ölçülebilirken daha yumuşak malzemeler bilye batıcı uçla ölçülebilir.



Şekil 1.23. Konik ve bilye batıcı uç (Callister vd., 2013)

Rockwell sertlik deneyinde batıcı uç çoğu zaman 10 kg (100 N) gibi bir yük malzemeye batırılır. Oluşan izin dip noktası başlangıç noktası olarak alınır. Daha sonra yük daha yüksek bir değere çıkartılıp tekrar eski değerine indirilir. Meydana gelen batma derinliğindeki değişime göre Rockwell sertlik değeri belirlenir (Varol, 2008).

Bu yöntemde ön yük ve esas yük olmak üzere iki ayrı yük uygulanılır. Burada ön yükü uygulamadaki amaç parça yüzeyindeki uygunsuzlukların ve batma bölgesinde meydana gelecek uygunsuz deformasyonun ölçüm sonuçlarına olan etkisini ortadan kaldırmaktadır (Ashby, 2005).

Ana yük ise Rockwell B (RB) için 100 kg, Rockwell C (RC) için 150 kg'dır (CBÜ, 2019) (Şekil 1.24).



Şekil 1.24. Sertlik ölçüm cihazı

Bu yöntemde batma derinliği ölçüleceği için yüzey pürüzlülüğüne de son derece dikkat etmek gerekmektedir. Zira yüzeyin çok pürüzlü olması sonuçların yanlış olmasına etki edebilir. Bu sakıncayı da giderebilmek için cihaza bir ön yükleme yapılarak cihaz sıfırlanır. Batıcı uç, malzeme üzerine 10 kg (100 N) ön bir yükleme (P0) yapılır. Sonra ön yüke ek olarak batıcı uca ana yük (P1) uygulanarak elde edilen derinlik ölçülür.

Meydana gelen kalıcı izdeki derinlik artışı bulunarak mevcut göstergeden Rockwell sertlik değeri okunur Ana yük Rockwell B (RB) için 100 kg, Rockwell C (RC) için 150 kg'dır (Callister vd., 2013).

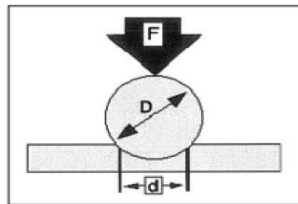
Çok sert malzemelerin sertliğini ölçerken konik elmas uç kullanılarak 150 kg yük altında yapılır ve RSD-C simgesiyle belirtilir. Yumuşak malzemelerin sertliğini ölçerken de batıcı uç olarak çelik bilye uç kullanılır ve 100 kg yük ile uygulama yapılır ve çıkan sonuç RSD-B simgesiyle belirtilir. Bir malzemenin sertliği 100 sayısını aşarsa batıcı uç olarak çelik bilye kullanılması tavsiye olunmaz çünkü malzemenin çok sert olması bilyenin çabuk deformasyon olmasına neden olur. Diğer taraftan ölçülen sertlik değeri 20 sayısının altına düştüğü zaman daha sağlıklı ölçüm yapabilmek için konik elmas uç tavsiye edilmez (Callister vd., 2013).

Rockwell sertlik deneyinden daha sağlıklı değerler alabilmek için bazı uygulamaları doğru yapmak gerekir. Bunlar ;

- Sertliği ölçülecek malzemenin yüzeyi pürüzsüz olmalıdır.
- Malzeme ile batıcı uç birbirine dik konumda olmalıdır.
- Malzemenin ölçüm yapılacak yerinin et kalınlığı çok ince olmamalıdır.

1.6.1. Brinell Sertlik Ölçme Yöntemi

Brinell sertlik deneyi, malzeme üzerine belirli bir yükün (F) belirli çaptaki (D) sert bir bilye yardımıyla (çelik veya tungsten karbürden yapılmış) belirli bir süre uygulanması sonucu yüzeyde kalıcı bir iz (d) meydana getirmesi esasına dayanır (Şekil 1.25). Daha sonra bu kuvvetin oluşan izin yüzey alanına bölünmesiyle Brinell sertlik değerine ulaşılmış olur .



Şekil 1.25. Brinell sertlik deneyi şematik gösterimi (CBÜ, 2019)

Brinell sertlik değeri ;

$$BSD = F/A$$

denklemleriyle ifade edilir. Burada F(kg) uygulanan yük A(mm²) malzeme yüzeyinde oluşan küresel alandır. Küresel alan;

$$A = \pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2}) / 2 \text{ formülü ile hesaplanır. (D: Bilye çapı, d: iz çapı)}$$

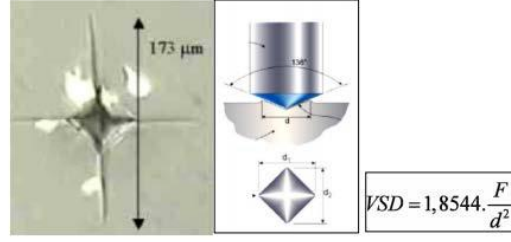
Standart deney şartlarında bilye çapı 10 mm dir ve uygulama süresi 10-15 saniye arasında değişim göstermektedir.

Brinell sertlik ölçme yönteminin sağlıklı yapılabilmesi için bazı maddeler dikkat etmek gerekmektedir;

- Minimum sertlik kalınlığı iz derinliğinin sekizkatı olmalıdır.(k=8h)
- Ölçüm yapılacak bölgenin kenardan uzaklığı minimum 2,5xBilye çapı kadar olmalıdır. Ayrıca iki iz arasında 4x Bilye çapı mesafesi bırakılmalıdır.
- Sertlik ölçümünde en az üç ölçüm yapılarak aritmetik ortalama alınmalıdır.
- İnce saçlar üst üste konularak ölçüm yapılmalıdır.
- Sertliği ölçülecek parçanın yüzeyi düz, parlatılmış olmalıdır. Eğer parlatma pratik olarak mümkün değilse hassas işleme veya taslama yapılmış yüzeyler tercih edilebilir.
- Isıl işlem görmüş parçaların yüzeyinden talaş kaldırıldıktan sonra ölçüm yapılmalıdır (Varol, 2008).

1.6.1. Vickers Sertlik Ölçme Yöntemi

Bu sertlik ölçme yöntemi Brinell sertlik ölçme yöntemine benzemektedir. Farklı olarak bu yöntemde batıcı ucun açısı 136° ve kare elmas olmasıdır (Şekil 1.26). F yükü malzemeye uygulanır ve kare elmasın yüzeyde bıraktığı dörtgenin köşegenlerinin ortalama uzaklıkları formülde yerine konularak sertlik ölçme işlemi yapılır.



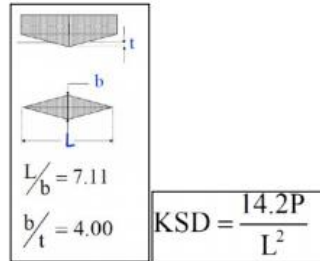
Şekil 1.26. Vickers sertlik ölçme yönteminin gösterimi (Callister vd., 2013)

Şekildeki formülde F uygulanan yükü (kg), d iz köşegenlerinin ortalaması (mm) olup $d = (d_1 + d_2)/2$ olarak hesaplanır (Callister vd., 2013).

Vickers yönteminin en önemli avantajı, küçük yükler veya küçük izlerde bile kare köşegenin duyarlı olarak ölçülebilmesidir. Bu sayede ince veya yüzeyindeki ölçüm hasarının en az düzeyde olması istenen parçaların sertliği güvenilir şekilde saptanabilir. Brinell deneyinde ise aynı hassasiyeti daha büyük izler ile ulaşılabilmektedir (Callister vd., 2013).

1.6.1. Knoop Sertlik Ölçme Yöntemi

Bu sertlik ölçme yöntemi daha çok cam ve seramik gibi gevrek malzemelerin mikro sertliğini ölçmek amacıyla yapılır. Vickers sertlik ölçme yöntemine göre daha düşük kuvvetler uygulanır. Uzun kenarı kısa kenarının 7 katı olan ve tepe açısı 130° ve 173° olan piramit şekilli elmaslar kullanılarak yapılır (Şekil 1.27). Burada P yükü göstermektedir.



Şekil 1.27. Knoop Sertlik Ölçme Yönteminin gösterimi (Callister vd., 2013)

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Av tüfeklerindeki sürgü kolu parçasının imalatında karşılaşılan problemler ve bunlara yönelik çözüm önerileriyle ilgili bir araştırma daha önce yapılmamıştır (Doruk,2010). Bu sebepten ötürü av tüfeklerinin kritik olan diğer parçaları üzerine yapılan araştırmalara ve AISI 1040 ve AISI 4140 malzemeleri üzerine yapılan bazı araştırmalara yer verilmiştir.

Uzkut ve Özdemir (2001), değişen ısıtma hızlarının AISI 1020, AISI 1040 ve AISI 4140 çeliklerinin mekanik niteliklerine olan etkisini araştırmışlardır. Yavaş, orta ve yüksek ısıtma hızında çeliklerden normalizasyon uygulanmış ve uygulanmamış olarak iki deney numunesi üzerinde deneylerini yapmışlardır. Sonuç olarak artan ısıtma hızına bağlı olarak en çok mukavemet artış oranının AISI 4140 çeliğinde olduğu sonucuna varmışlardır.

Fidaner (2003), AISI 1040 çeliği üzerinde yorulma ve dayanımına tesir eden nedenleri teorik olarak incelemiştir. Deney çubuklarının zımparalanması esnasında oluşan çap ölçülerindeki farklılıkların etkisiyle farklı çevrim sayılarının elde edilmesi sonucuna varmıştır.

Özmen (2007), yarı otomatik av tüfeği mekanizma grubu elemanlarından kilide ait kırılmaları ve yorulma davranışlarını incelemiştir. Pro engineer katı modelleme programında kilit parçası tasarlanmış ve Ansys LS-Dyna programı kullanılarak kilide ait dinamik çarpışma analizini gerçekleştirmiştir. Kilit parçasının kırılan yüzeyleri ve analiz sonuçları incelenerek çatlak başlangıcının kilidin kilitleme bölgesindeki stres yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde meydana geldiği sonucunda varmıştır.

Varol (2008), av tüfeklerinde yer alan ve en çok hasara uğrayan parça olan kilit parçası üzerinde araştırmalar yapmıştır. Kilit parçasında en temel hataların başında yanlış uygulanan ısıtma işlem olduğunu ve bazı tasarımsal düzeltmelerin yapılması gerektiğini savunmuştur. Bundan dolayı kilit malzemesi olarak AISI 4140 ile AISI 4340 düşük alaşımlı çelikler ile ve bunun yanı sıra AISI 1040 ve AISI 1050 çeliklerini kullanarak en uygun ısıtma işlem parametrelerini araştırmış ve uygulamıştır. Isıtma işlem uygulanan malzemelerin mekanik özelliklerini belirlemek için de mekanik deneyler yapmıştır.

Uygulanan ısıtıl işlem ve sonrasında yapılan mekanik deneyler sonucunda dayanım ve darbe direnci bakımından AISI 4340 çeliğinin en uygun malzeme olduğu sonucuna varmıştır.

Ekşi vd., (2018) çalışmalarında, AISI 1040 çelik malzemeden üretilmiş bir robot tutucunun yorulma hasarını Solidworks programı kullanarak araştırmışlardır. Parçanın katı modeli Solidworks programında oluşturulmuş olup Similation ile lineer gerilme analizi ve yorulma hasarı kontrolü yapılmıştır. Ayrıca parçanın dizaynında değişikliğe gidilerek farklı tasarımlara da gidilmiştir. Yapılan araştırmalar ve tasarımda gidilen değişiklikler ile robot tutucunun ağırlığında % 20 azalma sağlanmış ve tutucuda oluşan maksimum gerilmelerin azaldığı ve tutucunun hasar oluşana kadar geçen sürenin arttığı belirlenmiştir.

Turgutlu ve Yurddaş (2015) çalışmalarında, doğal gaz kullanan atmosfer kontrollü bir ısıtıl işlem fırınında termodinamik analiz gerçekleştirmişlerdir. Atmosfer kontrollü fırının kütle, enerji ve ekserji denklemlerini tanımlamışlar, enerji ve ekserji verimlerini çıkarmışlardır. Araştırmaya göre ekserji yıkımından sonra en yüksek oran % 29,96 olan baca gazının ekserjisi sonucuna varılmıştır. Baca gazı ile çevreye atılan ısı, ısıtıl geri kazanım yöntemleriyle geriye kazanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu kazanım, parçaların ön ısıtılma fırınlarında kullanılabilir ve enerji ve ekserji verimi önemli ölçüde artırılabilir ve böylece çevreye zararlı etkilerinin düşürülebileceği sonucuna varmışlardır.

Doruk (2010), yarı otomatik tüfeklerdeki kilit parçasında meydana gelen hasarları incelemiştir. Parçada meydana gelen gerilme dağılımlarını ANSYS Workbench 11.0 paket programıyla analiz etmiştir. Yaptığı araştırmalar neticesinde kilit parçasında meydana gelen hasarların yanlış malzeme seçimi, yanlış ısıtıl işlem, ve parça tasarımındaki yapılan hatalar sonucunda varmıştır. Malzeme olarak AISI 4140 ve AISI 4340 çeliklerini kullanmış ve bu malzemeleri ısıtıl işleme tabi tutmuştur. Isıtıl işlem sonucunda numunelere çeşitli mekanik testler uygulamış ve sertlik ölçümlerini yapmıştır. Deneyler sonucunda en uygun malzemenin AISI 4340 çeliği olduğu sonucuna varmıştır.

Değirmenci (2005), çalışmasında namlulu silahların iç balistiğine; termodinamik, termokimyasal, ve hareket denklemlerinin uygulanması ve sonuçlarının karşılaştırdığı çalışmada, iç balistikle direkt olarak ilişkili sevk barutları, patlayıcı maddeler, silah sistemleri, sevk barutlarının kimyasal özelliklerini inceleyerek, iç balistik sorunlarını ve çözüm yöntemlerini detaylı bir şekilde ele almıştır. Balistik konuları ile bağlantılı olan otomatik silahların tarihi gelişim süreçlerine göre sınıflandırılmış ve çalışma prensipleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Merminin hedefe gönderilmesi için gerekli enerjinin sağlandığı sevk barutları ve patlayıcı maddeler sınıflandırılmıştır. Sevk barutları ve patlayıcı maddelerin yanma ve patlamaya etkilerinin irdelenmesinin ardından sevk barutları ve patlayıcı maddelerin kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Barutun yanması ile açığa çıkan ürünler ile bunların enerjileri, hacimleri ve sıcaklıkları gibi merminin hızını doğrudan etkileyen faktörler ve yanma kanunları ele almıştır. Sonuç olarak merminin istenen namlu çıkış hızına ulaşabilmesi için, sevk barutunun miktarı ve geometrisi ile namlu boyu gibi silah tasarımında oldukça önemli unsurlar tespit edilmiştir.

Işık (2016), yaptığı çalışmada namlu içerisindeki basınç dağılımını ve merminin hızını veren yeni bir model geliştirmiştir. Ayrıca namlu içindeki gazların sıcaklığı ile namlu duvarı içinde oluşan sıcaklığın bulunması için gerekli olan iç taşınım katsayısı Noble-Abel denklemi ve Vielle yanma kanunu kullanarak hesaplamıştır. Modelin ıspatı için 7,62 mm çapında namlu ile çok sayıda atış gerçekleştirmiştir ve balistik parametreleri ölçmüştür. Yeni modelden elde edilen sonuçların deneysel verilere göre % 100 oranında doğru sonuçlar verdiği sonucuna varmıştır.

Çelikel (2008), çalışmada yivsiz, setsiz ve şoksuz bir av tüfeğinin namlusu kısaltılarak, değişik namlu boylarında ve farklı mesafelerden, değişik ebatlarda saçmalar ile atışlar yapıp namlu uzunluğunun saçma dağılımına etkisini ve atış mesafesinin değerlendirmesini yapmıştır. Yapılan atışlardan elde edilen sonuçlarda av tüfeği namlusunun kısaltılmasıyla saçma dağılımının artırdığı, küçük saçma boyu ile yapılan atışlarda saçma dağılımının daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Davut vd., (2006), çalışmalarında, su verilmiş ve menevişlenmiş çeliklerde manyetik barkhausen gürültüsü (MBN) metodu kullanılarak iç yapının tahribatsız olarak karakterizasyonunu incelemişlerdir. Deneylerde SAE 1040 çeliğinden hazırlanmış

numuneler kullanılmışlardır. Tane büyüklüğü etkisini engellemek için bütün numunelere östenitleme ve su verme işlemleri benzer şekilde uygulanmıştır. Su verilmiş numuneler, gruplara ayrılarak 300°C, 400°C, 500°C ve 600°C’de 90 dakika menevişlenmiştir. Metalografik inceleme ve sertlik ölçümleriyle iç yapı karakterize edilmiştir. Numunelerde Barkhausen parametreleri (MBN sinyalinin tepe değeri ve konumu, r.m.s. değeri, frekans spektrumu) ticari bir MBN sistemi yardımıyla ölçülmüştür.

Temperleme sıcaklığı arttıkça sertlik ve dislokasyon yoğunluğu düşmekte, çökelti morfolojisi küre şekline dönüşmekte bunlara karşılık Barkhausen aktivitesi artmaktadır. Bu artış, manyetik bölge duvarlarının yumuşak bir iç yapıda daha kolay hareket edebilmesiyle sonucuna ulaşmışlardır. MBN yönteminin su verilmiş ve temperlenmiş çeliklerde iç yapı değişimlerini tahribatsız olarak değerlendirmede hızlı bir yöntem olabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Sürgü kolu parçasının üretim aşamaları

3.1.1. Talaşlı İmalat Aşaması

Sürgü kolu parçası genel olarak AISI 1040 imalat çeliğinden imal edilmekle birlikte çok yüksek gramajlı fişeklerin tekrarlayan atışlarının olduğu durumlarda ise AISI 4140 çeliğinden de imal edilebilmektedir. Ama genelde maliyetinin uygunluğu ve talaşlı işlenebilirliğinin daha kolay olmasından ve gerekli mekanik özellikleri karşılamasından dolayı AISI 1040 imalat çeliği tercih edilmektedir.

Sürgü kolu parçasını bazı üreticiler kare profilli malzemeden alıp işlerken bazı üreticiler ise sürgü kolu malzemesinin profilinde çekme malzemeden işlemektedirler.

Sürgü kolu parçasının imalatı çoğunlukla CNC işleme merkezlerinde oluşturulan aparatlar sayesinde yapılmaktadır. Difizör yardımıyla farklı açılarda işlemler yapılabilmektedir. Bazı üreticiler ise eski üniversal frezelerde parça imalatını gerçekleştirmektedirler (Şekil 3.1).

Talaşlı imalat atölyesinden çıkan malzemeler öncelikle gözle kontrol edilip sonrasında ise masterlar ve diğer ölçüm aletleriyle kontrolü yapıldıktan sonra çapak alma bölümüne sevk edilir. Bu bölümde ise malzemelerin takım yollarında oluşan istenmeyen çapaklar, talaşlar vs. temizlenirler.



Şekil 3.1. Sürgü kolu parçasının talaşlı imalat yöntemiyle üretilmiş hali

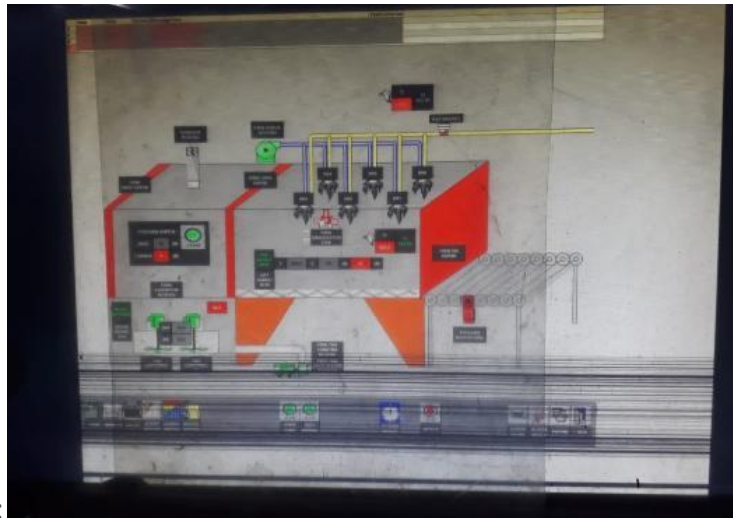
Sürgü kolu parçası talaşlı imalat evresinden geçip çapak alma işleminin ardından ısıtım işlem merkezine gönderilerek malzemelerin sertleştirilmesi sağlanır.

3.1.2. Isıl İşlem Aşaması

Malzemelere ısıtım işlemleri, Üzümlü Teknik Isıl İşlem Merkezi'nde yapılmıştır. Fırın türü; gaz atmosfer kontrollü kamaralı fırındır.

Atmosfer kontrollü fırın, adından anlaşılacağı üzere kontrollü bir atmosferik ortamda çalışmaktadır. Fırının içindeki oksijeni engellemek için endogaz karışımı kullanılmaktadır. Bu gaz karışımını kullanmaktaki amaç; ısıtım işlem uygulanacak malzemeler üzerindeki oksidasyonları engellemektir. Aynı zamanda fırın içerisinde oluşabilecek patlamaları da ortadan kaldırmaktır. Fırının ısınması ise LNG gazı ve brülör sistemiyle sağlanmaktadır.

Sementasyon, ıslah, karbonitrasyon, normalizasyon, karbon emdirme, ferritleme tavlama, gerilim giderme, yumuşatma, izotermik tavlama proseslerinin gerçekleştirildiği atmosfer kontrollü fırınların en büyük özelliği tam otomasyon sistemine sahip olmasıdır (Turgutlu ve Yurddaş, 2015). Isıtım işlemin tüm aşamaları otomasyon sistemi çerisindeki ısıtım işlem kontrol ünitesinden takip edilebilmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Isıtım işlem kontrol ünitesi

3.1.2. Isıl İşlem Basamakları

Talaşlı imalat bölümünde imalatı gerçekleştirilen sürgü kolu malzemeleri yere dik bir şekilde daha önceden hazırlanmış olan çelikten yapılan aparatlara dizilir (Şekil 3.3). Aksi taktirde ısıtıl işlem sonunda malzemelerdeki çarpılmalar istenmeyen boyutlara ulaşır ve bu durum da montaj esnasında sürgü kolunun gövde kısmındaki yatağında çalışmasına engel teşkil eder.



Şekil 3.3. Sürgü kolunun aparata dizilmesi

Şekil 3.3'deki gibi aparata bir sıra halinde dizilen malzemeler daha sonra sepete sıralanırlar (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Malzemelerin sepete yerleştirilmesi

Sepete yerleştirilen malzemeler ilk olarak ön ısıtma fırınına gönderilir (şekil 3.5). n ısıtma fırınına göndermedeki amaç, malzemenin ince uzun olmasından dolayı şoklama yapıp çarpma yapmasını engellemektir. Malzemeler n ısıtma fırınında 550 C’de yarım saat tutulur.



şekil 3.5. Malzemelerin n ısıtma fırınına gönderilme anı

n ısıtma fırından çıkan malzemeler daha sonra esas fırının cehennemlik diye tabir edileni, fırının ana kısmına gönderilir (şekil 3.6) Cehennemlik kısmının sıcaklığı 730 C’ dir (şekil 3.7).



şekil 3.6. Malzemelerin fırının cehennemlik kısmına alınması-I

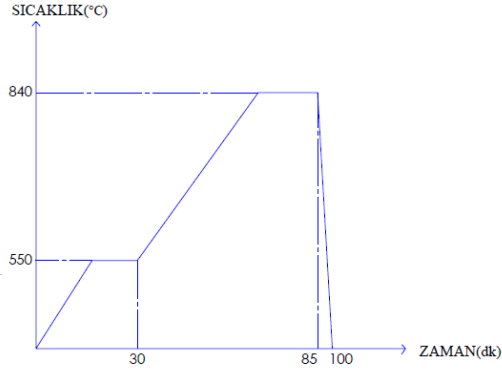


Şekil 3.7. Malzemelerin fırının cehennemlik kısmına alınması-II

730°C olan fırın iç sıcaklığı 730°C'den 840 °C'e kadar çıkartılır. Cehennemliğin içinin sıcaklığı 730°C'den 840°C'e çıkma süresi duruma göre değişim göstermektedir. 840 °C'de fırının içindeki C değerine bakılır. AISI 1040 çeliği için olması gereken karbon aralığı $\% 0.4 \pm 0.02$ 'dir. Bu C oranı otomasyon sistemi vasıtasıyla sağlanır.

Cehennemliğin içinin sıcaklığı 840 °C'e ulaştığı zaman malzemeler 1 saat bu sıcaklıkta bekletilir. Malzemelerin 1 saat bekletilmesi ile ısıtma işlemi tamamlanmış olur.

Fırının cehennemlik kısmında ısıtma işlemi tamamlanan malzemelere daha sonra yağda soğutma işlemi uygulanır. Yağ sıcaklığı ortalama 65-75 °C arasındadır. 840 °C'den 65-75 °C'ye kadar düşme süresi yaklaşık 7-10 saniye arasındadır. Malzemeler yağda 15 dakika bekletilir. Yağdan çıktıktan sonraki sertliği 52-56 HRC'dir. Malzemelere su verme işlemi sıcaklık-zaman grafiği, Şekil 3.8'deki gibi uygulanmış olur.



Şekil 3.8. Su verme işlemi sıcaklık – zaman grafiği

En büyük sertlik malzemeler yağdan çıktıktan sonra oluşur (Şekil 3.9). Yağdan çıkartılan malzemeler 80 °C’de kimyasal karışımli suyla yıkanır ve malzemeler, üzerindeki yağlardan arındırılmış olur.



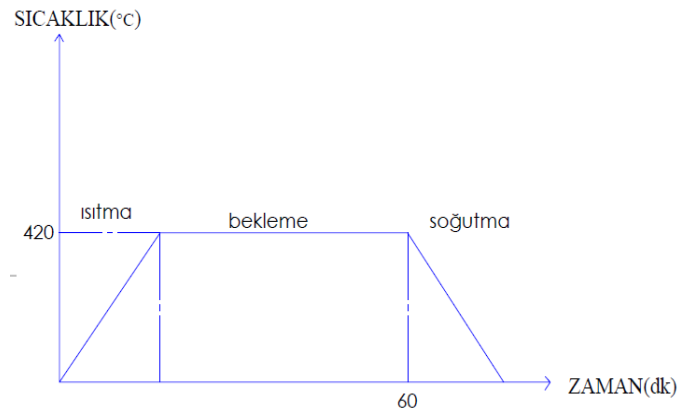
Şekil 3.9. Malzemelerin yağdan çıkarılması

Kimyasal suyla yıkanan malzemeler istenen sertliğe düşürülüp gerilim gidermek için temperleme işlemine tabi tutulur (Şekil 3.10). Malzemelere 420 °C’de 1 saat temperleme işlemi uygulanır.



Şekil 3.10. Malzemelerin temperleme fırınına alınması

Temperleme fırınından çıkan malzemeler oda sıcaklığında soğumaya bırakılır. Fırın dışında soğuma işlemi tamamlanan malzemeler daha sonra sertlik ölçme işlemine tabi tutulurlar ve veriler kaydedilir. Malzemelere temperleme işlemindeki sıcaklık – zaman grafiği Şekil 3.11’deki gibi uygulanmış olur.



Şekil 3.11. Temperleme işlemi sıcaklık – zaman grafiği

3.1.3. Malzemelerin Sertliklerinin Ölçülmesi

Isıl işlem merkezine giden sürgü kollarının buradaki sertleştirme işlemlerinin tamamlanmasının ardından malzemelere sertlik deneyleri uygulanır. Sertlik ölçümü

malzemenin çeşitli yerlerinden yapılır. Malzemedede sertlik ölçümü yapılacak noktaların pürüzsüz olması gerekmektedir.

3.1.4. Malzemelerde Oluşan Çarpılmaların Düzeltilmesi

Sürgü kolu parçası boyut olarak uzun bir parça olduğu için su vermeyle sertleştirme işlemi esnasında bazı istenmeyen durumlar meydana gelebilmektedir. Bunlardan en önemlisi ise malzemenin boydan ve enden çarpılmasıdır. Bütün sürgü kolu malzemelerinde su verme ve ardından uygulanan temperleme işleminden sonrasında bahsi geçen çarpılma olayı meydana gelmektedir. Bu durumu giderebilmek için ise ısıl işleminden gelen parçalar çalışanlar tarafından çekiçleme yöntemiyle düzeltilirler (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Sürgü kolunun çekiçleme ile düzeltilmesi

3.1.5. Malzemelerin Düzeltilmesi Ve Vibrasyon İşlemleri

Düzeltilen sürgü kolu malzemeleri daha sonra tesviye bölümüne gider ve tesviyeleri yapılır. Tesviye yapmaktaki amaç; malzemenin ısıl işleminden geldikten sonraki siyahlıklarını giderip daha pürüzsüz bir yüzey elde etmek, çekiçleme esnasında meydana gelen ezilmeleri tolere edebilmektir. Tesviye işleminde dikkat edilmesi gereken en önemli husus malzemenin ölçüsünün geometrik tolerans sınırlarını aşmayacak şekilde yapılmasını sağlamaktır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Sürgü kolu parçasının düzeltilmesi

Tesviye işleminin ardından sürgü kolları daha sonra vibrasyon makinelerine gönderilirler. Vibrasyon işlemi iki aşamada gerçekleştirilir. Birinci aşamaya çapak alma işlemi denir. Bu işlem sayesinde parçaların üzerinde bulunan çapakların parçalardan uzaklaştırılması sağlanır. (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Sürgü kolu parçalarının çapak alma işleminin uygulanması

Vibrasyon işleminin ikinci aşaması, yüzey parlatma işlemi olarak adlandırılır. Bu makinede daha küçük taşlar vardır. Burada da su ve parlatma sıvıyla beraber makinenin karışımı sağlanır ve uygulanan işlemin ardından parlatma işlemi tamamlanmış olur (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Sürgü kolu parçalarına parlatma işleminin uygulanması

Netice itibariyle sürgü kolu malzemeleri çekiçleme işleminin ardından tesviye işleminden geçer, ardından da çapak alma ve parlatma vibrasyon makinelerindeki işlemlerinden geçerek montaja hazır hale gelir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Çekiçleme, tesviye ve vibrasyon işlemi uygulanan sürgü kolları

3.2. Sürgü kolu parçasına uygulanan deneyler

3.2.1. Çentik Darbe Deneyi

AISI 4140 ve AISI 1040 malzemelerinden her bir deney için üçer adet numune hazırlanmıştır. Hiç ısıtıl işlem görmemiş, sadece su verme işlemi uygulanmış ve su verme işleminden sonra temperleme işlemi uygulanmış olan numunelerin çentik darbe deneyleri SDÜ Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği laboratuvarında bulunan çentik darbe cihazında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Sertlik Deneyi

Isıl işlem sonrasında sürgü kolu malzemesinin çeşitli noktalarında sertlik ölçümleri yapılmıştır. Toplam on adet sürgü kolu malzemesini aynı noktalarındaki sertlikleri ölçülmüştür. Sertlik ölçümleri Adler Silah Sanayi içerisinde bulunan sertlik ölçüm cihazında gerçekleştirilmiştir. Cihazın markası Bulut Makine'dir ve Rockwell C skalasına göre ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Bulut Makine Sertlik Ölçüm Cihazı

3.2.2. Metalografik İncelemeler

AISI 1040 çeliğinin ısıtıl işlem görmemiş durumu, su verilmiş durumu ve su verme işleminden sonra temperleme yapılmış durumunun iç yapıları incelenmiştir. İç yapısı incelenecek olan sürgü kolları CNC işleme merkezinde imal edildikten sonra çapak alma işlemi uygulanmıştır. Sonra zımparalama yöntemiyle yüzey pürüzlülüğü minimum düzeye indirilmiştir. Su verme ve temperleme işlemine tabi tutulan sürgü kolu numuneleri ise bu işlemler uygulandıktan sonra ayrıca zımparalama işlemine tabi tutulmuş ve vibrasyon işlemiyle de yüzeyleri parlatılmıştır. Numunelerin iç yapı görüntüleri Karabük Üniversitesinde yapılan testler sonucunda elde edilmiştir.

3.3. Tek Kurşun Namlu Çıkış Hızı Ve Sürgü Kolunun Geri Tepme Hızının Ölçülmesi

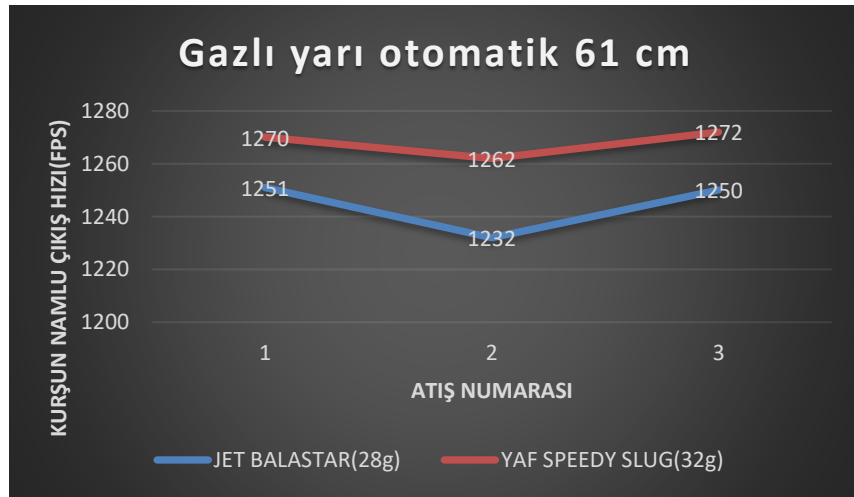
3.3.1. Tek Kurşun Namlu Çıkış Hızı Deneyi

Bu deney yapılmasındaki amaç tek kurşunun namludan çıkış hızını tespit etmek ve bu hızla bağlı olarak da mekanizma grubunun geri gelme hızını bulabilmektir. Mekanizma içerisindeki kilit parçasının impuls ve momentum kanunları yardımıyla sürgü koluna uygulamış olduğu kuvveti tespit etmek deneyin esas amacıdır.

Tek kurşun atış deneyleri 50 m'ye yerleştirilen hedefe nişan alınarak ve açık alanda gerçekleştirilmiştir. Her atış yerden ve omuzdan destek alınarak yapılmıştır. Ortam sıcaklığı 1°C'dir.

Atışlarda jet balastar (28 g) ve yaf speedy slug (32 g) olmak üzere iki farklı fişek kullanılmıştır.

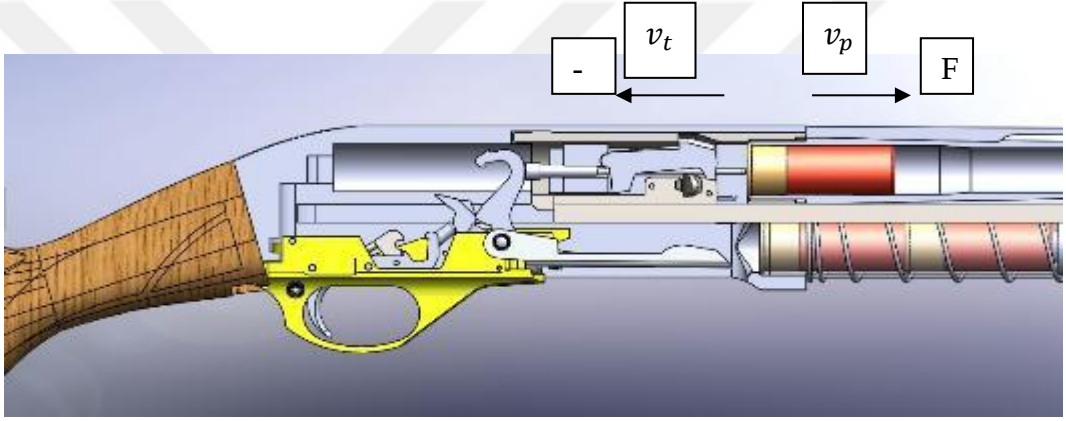
Şekil 3.18'de gazlı yarı otomatik av tüfeği, tek kurşun namlu çıkış hızına ait deneysel veriler yer almaktadır. Atışta kullanılan tüfeğin namlu boyu 61 cm'dir.



Şekil 3.18. Gazlı yarı otomatik av tüfeği tek kurşun namlu çıkış hızına ait deneysel veriler

3.3.2. Ateşleme Sonrasında Tüfekte Meydana Gelen İmpuls, Momentum Ve Geri Tepme Kuvvetlerinin Hesaplanması

Şekil 3.19’da gösterildiği gibi, mermi ve tüfeği tek bir cisim olarak ele alındı; çünkü bu durumda mermi ve tüfek arasında ki F impulsif kuvvetleri sistemin bir iç kuvveti olur ve dolayısıyla analizde gözükmez. Ayrıca $\Delta t = 0.0016$ s zamanı süresince, tüfeğin ön kısmında sabitlenmiş olan icra yayı üzerine impulsif olmayan bir F_s kuvveti uygular. Bunun nedeni Δt ’nin çok kısa olmasıdır. Böylece bu zaman süresince tüfek çok küçük bir s mesafesi kadar hareket eder. Sonuç olarak, k yay sabiti olmak üzere, $F_s = k_s \approx 0$ ’dır. Buradan momentumun yatay doğrultuda korunduğu sonucu çıkarılabilir.



Şekil 3.19. Tüfeğin ateşleme esnasındaki kesit resmi

Burada mermi ateşlemeden sonra ileri doğru hareket ederken, tüfeğin geri doğru hareket ettiğini varsayılacaktır.

Hesaplamalarda, jet balastar markalı fişegin atış değerleri kullanılmıştır. Şekil 3.18’de 2 numaralı namlu çıkış hızı 1232 fps dir. Bu da 376 m/s’lik hıza eşdeğer gelmektedir. Hesaplamalar bu atış değerine göre yapılmıştır.

Tüfeğin ağırlığı $m_t = 3.2$ kg

Kurşunun ağırlığı $m_p = 0.028$ kg

Kurşunun ilk hızı $(vp)_1 = 0$

Kurşunun tüfekten çıkış hızı (jet balastar markalı fişegin kurşun ağırlığı 28 g) $(vp)_2 = 376$ m/s

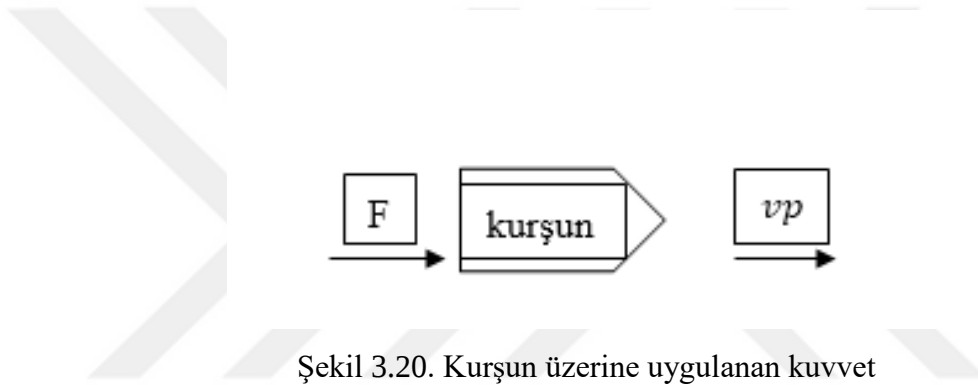
Kurşunun namluyu terk etme zamanı $\Delta t = 0.0016$ s (namlu boyu 61 cm)

Tüfeğin atıştan sonraki geri tepme hızını lineer momentumun korunumu yardımıyla bulabiliriz :

$$(\rightarrow +) m_t(vt)_1 + m_p(vp)_1 = -m_t(vt)_2 + m_p(vp)_2$$

$$(vt)_2 = 3.29 \text{ m/s} \leftarrow$$

Tüfek tarafından kurşun üzerine uygulanan ortalama impulsif kuvveti, kurşuna (veya tüfeğe) lineer impuls ve momentum ilkesi uygulanarak belirlenebilir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Kurşun üzerine uygulanan kuvvet

Tüfeğe etki eden impulsif kuvvet ;

$$\int F dt = F_{ort} \Delta t = F_{ort} (0.0016)$$

$$m_t(vt)_1 + \sum \int F dt = m_t(vt)_2$$

$$F_{ort} = 6580 \text{ N}$$

3.3.3. Mekanizma Ve Sürgü Kolunun Geri Tepme Hızının Hesaplanması

Tek kurşun atış deneyleri 2 farklı marka ile yapılmıştır. Atışlarda jet balastar (28 g) ve yaf speedy slug (32 g) olmak üzere iki farklı fişek kullanılmıştır. Her iki fişekten de üçer adet atış gerçekleştirilmiştir. Gazlı yarı otomatik av tüfeğine ait atış sonuçları Şekil 3.19’da gösterilmiştir. Üçer atış sonrasında jet balastar markalı fişegin 2

numaralı namlu çıkış hızı değeri alınmıştır ve bu hız değeri 376 m/s'dir (YOUTUBE, 2019).

Atışlar kendi ortamımızda yapılmamıştır. Daha önce yapılan bazı atışların sonuçları hesaplamalarda kullanılmıştır (YOUTUBE, 2019). Burdaki esas amaç bu hız değerlerine göre tüfeğin geri tepme kuvvetini hesaplayabilmek ve geri tepme kuvvetinin sürgü kolu parçası üzerindeki değerlerini hesaplayabilmektir. Hesaplanan değeri de solidworks programında analiz edip malzemedeki deformasyonu tespit etmek amaçlanmaktadır.

Atış için kullanılan araç ve gereçler;

- 1) Master Chroney tek kurşun namlu çıkış hız ölçüm cihazı (Şekil 3.21) (YOUTUBE, 2019)
- 2) Gazlı yarı otomatik av tüfeği (61 cm namlu boyuna sahip)
- 3) Farklı markalarda ve farklı gramajlarda fişek (jet balastar ve yaf speedy slug)



Şekil 3.21. Master Chroney tek kurşun namlu çıkış hız ölçüm cihazı

Hazırlanan tek kurşun atış testi düzeneğinde Şekil 3.21'de gösterildiği gibi Master Chroney tek kurşun namlu çıkış hız ölçüm cihazı ile her bir kurşunun namludan çıkış

hızları ölçülmüştür. Her bir atış Şekil 3.22'deki gibi omuza dayanarak ve tüfeğin altına destek koyularak test edilmiştir.

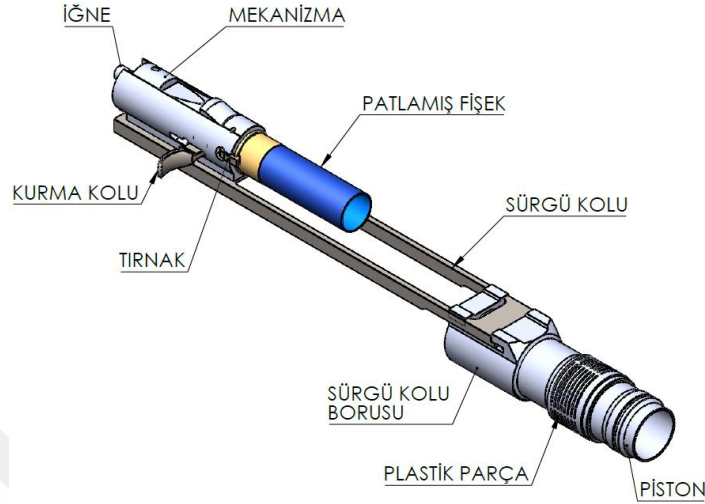


Şekil 3.22. Tüfeğin destekli bir şekilde atışının gerçekleştirilmesi

Tüfekte meydana gelen kilit kırılmaları özellikle yüksek gramajlı (örneğin 56g, 65 g fişekler) fişeklerin arka arkaya atılması esnasında kilidin sürgü koluna ilk teması esnasında meydana gelmektedir. Genellikle kırılmalar kilit kısmında meydana gelmektedir ancak kilidin sürgü koluna yüksek hızla çarpması esnasında sürgü kolunda da bazı hasarlara neden olmaktadır (Varol,2008).

Atışa hazır olan tüfeğin ateşlenmesinden hemen sonra barut gazının büyük bir kısmı fişek içerisinde bulunan kurşunu menzile doğru hareket etmesini sağlarken bir miktar gaz da namluda bulunan deliklerden gaz odasına girer. Gaz odasına giren gaz pistonu çarparak pistonu hızla harekete geçirir. Harekete geçen piston plastik parçaya çarpar ve plastik parçada pistondan aldığı hareketi sürgü kolunun bağlı olduğu mekanizma sitemine iletir. Sürgü kolu ve sürgü kolu borusu Şekil 3.23'de de görüldüğü üzere birbirlerine geçme şeklinde bağlantılıdır. Mekanizma, sürgü kolu üzerine konumlanmış bir durumda durur ve sürgü kolunun hareket etmesiyle beraber mekanizmada da geriye doğru hareket eder. Mekanizma bu hareketi esnasında patlamış boş fişegi tırnak sayesinde namludan alır ve dışarı doğru atar. Mekanizma,

kilitli durumdan tüfeği tekrar kurması ve ateşe hazır hale getirmesi için 80 mm lik bir yol kat eder.



Şekil 3.23. Fişekğin patlaması esnasında sürgü kolu ve mekanizma sistemin pozisyonu

3.3.4. Tüfeğin geri tepme enerjisinin hesaplanması

$$\text{Geri tepme enerjisi} = \frac{[(Bw \times Bv) + (Cw \times 4700)]^2}{64.4 \times Gw} \text{ (Matuans vd., 2002)}$$

Bw: Fişekğin pound cinsinden ağırlığı

Bv: Fişek namlu çıkış hızı (fps olarak)

Cw: Pound cinsinden barut hakkı

Gw: Silahın pound cinsinden ağırlığı

Bw: 40 g = 0.0884 pound

Bv : 1276.6 fps

Cw: 2 g = 0.00442 pound

Gw: 3.3 kg = 7.293 pound

Geri tepme enerjisi = 38 ft-lbs = 51.5 Nm(joule)

Sürgü kolu ve onun üzerinde konumlanan mekanizma grubu sisteminin geri tepme enerjisinin 51.5 joule olduğu tespit edildi. Bu enerji sürgü kolu ve mekanizma grubu sistemini harekete geçirmek için kullanılır.

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

Kinetik enerji formülünden buradaki sürgü kolunun hızını bulunabilir. Sistemin kütlesini bulmak için her bir parçanın ağırlığı toplanmalıdır.

$$m_{\text{sürgükolo}} = 0.132 \text{ kg}$$

$$m_{\text{mekanizma grubu}} = 0.221 \text{ kg}$$

$$m_{\text{kurmakolo}} = 0.01 \text{ kg}$$

$$m_{\text{sürgükolo borusu}} = 0.05 \text{ kg}$$

$$m_{\text{patlamış fişek kovani}} = 0.01 \text{ kg}$$

Buradan sistemin toplam ağırlığı = 0.132+0.221+0.01+0.05+0.01=0.423 kg çıkar.

$E = \frac{1}{2} m v^2$ kinetik enerji formülü yardımıyla sürgü kolunun ve mekanizma sisteminin ilk hızları bulunabilir.

$$V = 15.6 \text{ m/s}$$

Böylece sürgü kolunun başlangıç geri tepme hızını 15.6 m/s olarak bulundu.

Patlamadan hemen sonra sürgü kolu tüfeği tekrar kurmak için geriye doğru hareket eder ve ilk olarak kilide çarpar. Burada kilidin sürgü koluna uygulamış olduğu geri tepme kuvvetini momentumun korunumu yardımıyla basit bir şekilde hesaplanacaktır.

$$M_{\text{sürgükolo}} (M_{sk}) = 0.132 \text{ kg sürgü kolunun ağırlığı}$$

$$M_{\text{sürgükolo borusu}} = 0.05 \text{ kg}$$

$$M_{\text{kilit}} (M_k) = 0.035 \text{ kg kilidin ağırlığı}$$

$$V_{\text{sürgü kolu1}} (V_s)_1 = 15.6 \text{ m/s sürgü kolunun ilk hızı}$$

$$V_{\text{sürgü kolu2}} (V_s)_2 = ? \text{ sürgü kolunun çarpışmadan sonraki hızı}$$

$$V_{\text{kilit1}} (V_k)_1 = 0 \text{ kilidin ilk hızı}$$

$$V_{\text{kilit2}} (V_k)_2 = ? \text{ kilidin son hızı}$$

Sürgü kolu sürgü kolu borusuna bağlı olduğu için ikisinin ağırlığının toplanması gerekmektedir.

$M_{\text{sürgükolo}} + M_{\text{sürgükolo borusu}} (M_{\text{kol}}) = 0.132 + 0.05 = 0.182$ kg sürgü kolu sisteminin toplam ağırlığıdır.

$$M_{\text{kol}} \times (V_s)_1 + M_k \times (V_k)_1 = M_{\text{kol}} \times (V_s)_2 + M_k \times (V_k)_2$$

$$(0.182 \times 15.6) + 0 = 0.182 \times (V_s)_2 + 0.035 \times (V_k)_2$$

$$0.182 \times (V_s)_2 + 0.035 \times (V_k)_2 = 2.84 \quad (6.1)$$

Denklem, iki bilinmeyenli bir denklem olduğu için başka bir denkleme daha ihtiyaç vardır. İki parçacık arasındaki çarpışmayı yarı elastik çarpışma ($e=0.5$) olarak kabul edip;

$$e = \frac{(V_k)_2 - (V_s)_2}{(V_s)_1 - (V_k)_1}$$

$$(V_k)_2 - (V_s)_2 = 7.8 \quad (6.2)$$

Denklem (6.1) ve denklem (6.2)'nin çözümü yapıldığında;

$$(V_s)_2 = 11.83 \text{ m/s}$$

$$(V_k)_2 = 19.63 \text{ m/s}$$

Sürgü kolunun kilide ilk çarptığı andaki itme kuvvetini sürgü koluna itme ve momentum ilkesi sayesinde bulunabilir. Sürgü kolu fişek patladıktan sonra 15.6 m/s hızla 5.06 mm yol giderek kilide çarpar (Şekil 3.24). Sürgü kolu 5.06 mm yolu yaklaşık olarak 3.24×10^{-4} saniye de alır.

$$I_1 = M_{\text{kol}} \times (V_s)_1 \quad \text{çarpışmadan önceki momentum}$$

$$I_1 = 0.182 \times 15.6 = 2.84 \text{ kg m/s}$$

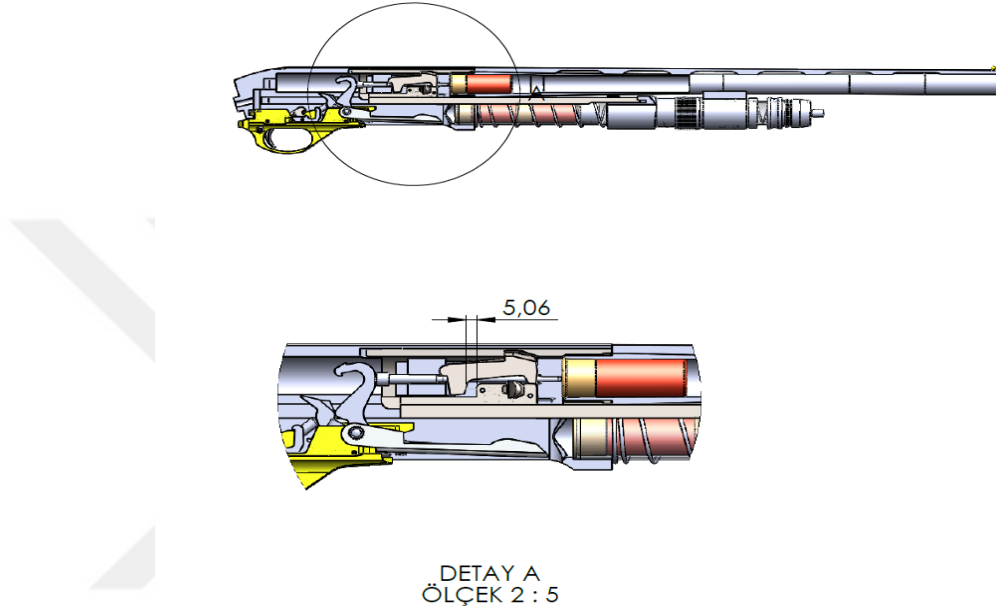
$$I_2 = M_{\text{kol}} \times (V_s)_2 \quad \text{çarpışmadan sonraki momentum}$$

$$I_2 = 0.182 \times 11.83 = 2.056 \text{ kg m/s}$$

Buradan;

$$F = \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{2.84 - 2.056}{3.24 \times 10^{-4}} = 2419 \text{ N}$$

Sürgü kolunun kilit parçasına çarptığı anda kilide uygulamış olduğu itme kuvvetini de bulunmuş oldu.



Şekil 3.24. Fişğin patlama esnasındaki kilit ve sürgü kolunun konumu

3.4. Sonlu Elememanlar Analizi

3.4.1. Malzemenin Mekanik Özelliklerinin Tanımlanması

Sürgü kolu parçasının imal edildiği AISI 1040 çeliğine ait mekanik özellikler Solidworks yazılımında bulunan malzeme kütüphanesinde bulunmamaktadır. AISI 1040 çeliğinin mekanik özellikleri Şekil 3.25’de görülmektedir (EFUNDA 2019). Bu mekanik özellikleri Solidworks malzeme kütüphanesine yeniden malzeme tanımlaması yapılmak suretiyle eklendi (Şekil 3.26). Buna ek olarak AISI 1040 malzemenin yoğunluğunu da 7845 kg/m³ olarak eklendi. AISI 1040 malzeme özellikleri katı model için lineer elastik izotropik olarak seçildi.

Çekme dayanımı (MPa)	518.8
Akma dayanımı (MPa)	353.4
Elastisite Modülü (GPa)	190-210
Poisson Oranı	0.27-0.30
Kopmada Uzama	% 30
Sertlik (Brinell-HB)	149

Şekil 3.25. AISI 1040 çeliğine ait mekanik özellikler

Malzeme

SolidWorks DIN Materials
solidworks materials
Sustainability Extras
Özel Malzemeler
Özel Malzemeler
Özel Malzemeler
Plastik
1040 çeliği

Özellikler | Tablolar ve Eğriler | Görünüm | Çapraz Cizgi Deseni | Özel | Uygulamalar

Malzeme özellikleri
Varsayılan arşivdeki malzemeler düzenlenemez. Düzenlemek için malzemeyi önce özel bir arşive kopyalamalısınız.

Model Tipi: İzotropik Doğrusal Elastik An ☐ Model tipini kütüphaneye kaydet

Birimler: SI - N/mm² (MPa)

Kategori: 1040 çeliği

Ad: 1040 çeliği

Varsayılan hata kriteri: Maks. von Mises Gerilimi

Tanım: -

Kaynak: -

Sürdürülebilirlik: Tanımlanmamış

Özellik	Değer	Birimler
Elastisite Modülü	200000	N/mm ²
Poisson Oranı	0.3	Yok
Yırtılma Modülü	318.9	N/mm ²
Kütle Yoğunluğu	7845	kg/m ³
Gerilme Mukavemeti	30	N/mm ²
Sıkıştırma Mukavemeti		N/mm ²
Akma mukavemeti	353.4	N/mm ²
Termal Genişleme Katsayısı		/K
Termal İletkenlik	0.2256	W/(m·K)

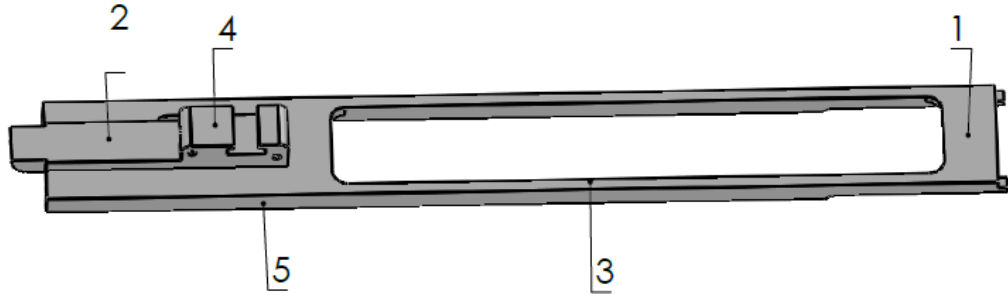
SOLIDWORKS Malzeme Web Portalı'nı kullanarak daha fazla malzemeye erişmek için [buraya](#) tıklayın

Şekil 3.26. AISI 1040 çeliğinin mekanik özelliklerinin Solidworks kütüphanesinde oluşturulması

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sertlik Deneyi Sonuçları

Su verme işlemi sonrasında meneviş işlemi uygulanan 10 adet sürgü kolunun sertlik değerleri 5 farklı noktadan (Şekil 4.1) ölçülerek tablo 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Sürgü kolu parçasının sertlik deneyi yapılan beş farklı noktası

Çizelge 4.1. Isıl işlemden gelen 10 adet sürgü kolunun beş farklı noktasından ölçülen sertlik deneyi sonuçları

Sürgü kolu	1 no’lu bölge	2 no’lu bölge	3 no’lu bölge	4 no’lu bölge	5 no’lu bölge
1	41.3 HRC	44.5 HRC	45.5 HRC	44.1 HRC	42.5 HRC
2	41.8 HRC	44.4 HRC	44.1 HRC	45 HRC	42.9 HRC
3	41.4 HRC	43.5 HRC	41.9 HRC	43.9 HRC	43.1 HRC
4	42 HRC	45 HRC	43.5 HRC	43.4 HRC	43.3 HRC
5	40 HRC	45.5 HRC	45.1 HRC	43 HRC	44 HRC
6	42.3 HRC	43.6 HRC	40 HRC	40.9 HRC	40 HRC
7	42.4 HRC	41 HRC	44.9 HRC	45 HRC	44.5 HRC
8	42.3 HRC	42.1 HRC	41.2 HRC	43.2 HRC	42.5 HRC
9	42.7 HRC	45.1 HRC	40.1 HRC	45.1 HRC	41.5 HRC
10	41.8 HRC	44.3 HRC	41.3 HRC	42.9 HRC	42.3 HRC
Ortalama	41.8 HRC	43.9 HRC	42.7 HRC	43.6 HRC	42 HRC

Sertlik ölçüm sonuçlarına göre sürgü kolunun sertliği 40 HRC ile 45.5 HRC arasındadır. Ortalama sertlik değerlerine baktığımızda ise 41.8 HRC ile 43.9 HRC

arasında değişim gösterdiğini görölmektedir. Ortalama sertlik değerinin en düşük olduğu bölge 1 no'lu bölge iken en yüksek bölge ise 2 no'lu bölgedir.

4.2. Çentik Darbe Deneyi Sonuçları

AISI 1040 ve AISI 4140 malzemelerden hazırlanan çentik darbe numuneleri 3'er adet olmak üzere ısıtıl işlem görmemiş, sadece su verme işlemi uygulanmış ve su verme işleminden sonra temperleme işlemi uygulanmış olarak hazırlanmıştır. 3'er adet numunelerin ortalamaları çizelge 4.2'de ve çizelge 4.3'de görölmektedir.

Çizelge 4.2. AISI 1040 ve Numunelerin Çentik Darbe Sonuçları

Uygulanan Isıl İşlem	Kırılma Enerjisi (1.numune)(J)	Kırılma Enerjisi (2.numune)(J)	Kırılma Enerjisi (3.numune)(J)
Isıl İşlemsiz	25	19	22
Sadece Su Verilmiş	10	9	11
Su Verme+Temperleme	40	38	41

Çizelge 4.3. AISI 4140 ve Numunelerin Çentik Darbe Sonuçları

Uygulanan Isıl İşlem	Kırılma Enerjisi (1.numune)(J)	Kırılma Enerjisi (2.numune)(J)	Kırılma Enerjisi (3.numune)(J)
Isıl İşlemsiz	78	69	74
Sadece Su Verilmiş	9	5	8
Su Verme+Temperleme	45	42	48

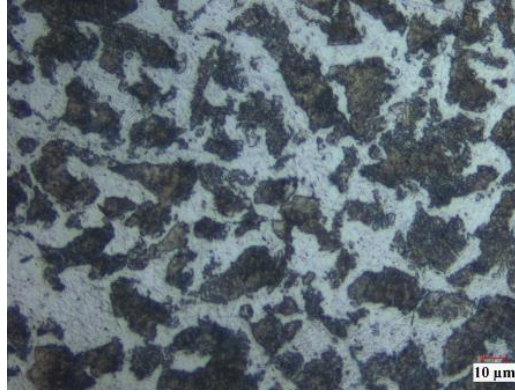
Çentik darbe deneyi sonuçlarına göre sadece su verme işlemi uygulanan numunelerin oldukça düşük kırılma enerjisinde kırıldığı gözlemlenmiştir. Su verme işleminden sonra uygulanan temperleme işleminin kırılma enerjilerini oldukça yüksek seviyelere çıkardığı saptanmıştır. Su verme+temperleme işleminin ardından AISI 4140 numunelerinin AISI 1040 numunelerine göre biraz daha fazla kırılma enerjisine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

4.3. Metalografik Çalışmalar

Numunenin başlangıç şartlarındaki iç yapısı incelendiğinde, iç yapısında perlit ve ferritik yapı açıkça görülmektedir. Beyaz kısımlar ferritik yapıyı, siyah kısımlar ise perlitik yapıyı göstermektedir (Şekil 4.2). Numuneler AISI 1040 çeliği olduğu ve % 0.4 C içerdiği için iç yapıda da perlit ve ferritik yapı % 50 oranında eşit bir dağılım gösterir ve bu durum Şekil 4.2’de de açıkça görülmektedir.

Şekil 4.3’de ise 840 °C’de 1 saat bekletilen sürgü kolu numunesinin 75-85 °C’de yağda soğutularak hazırlanan numunenin iç yapısını görülmektedir. Su verme işlemin ardından iç yapıda oluşan martenzitik yapı açıkça görülmektedir. Numune, su verme işleminin ardından en yüksek sertlik değerine ulaşmıştır.

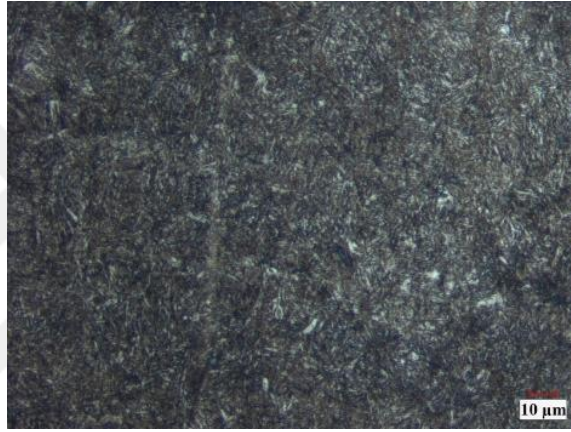
Şekil 4.4’de ise su verme işleminden sonra 420 °C’de 60 dk. temperleme işlemi uygulanan çelik numunenin iç yapısı görülmektedir. Temperleme işlemiyle birlikte malzemenin mikro yapısında da çeşitli değişiklikler meydana gelmektedir. Şekil 4.3’de martenzit yapının dağlanmış görünümü Şekil 4.4’de de görüldüğü gibi iç gerilmelerin çoğu ortadan kalkarak daha kararlı bir yapıya dönüştüğü görülmektedir.



Şekil 4.2. Isıl işlem görmemiş malzemenin iç yapısı



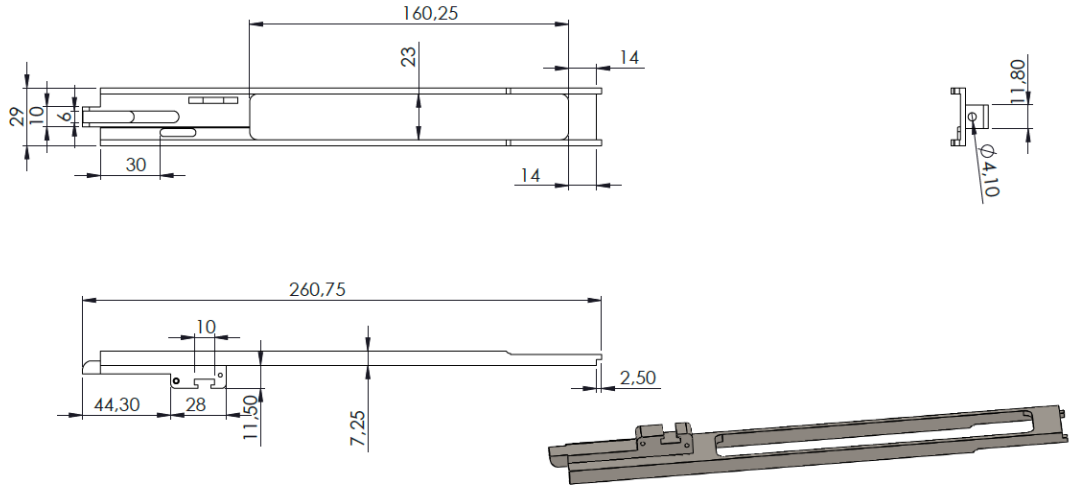
Şekil 4.3. Su verilmiş ama meneviş işlemi uygulanmamış malzemenin iç yapısı



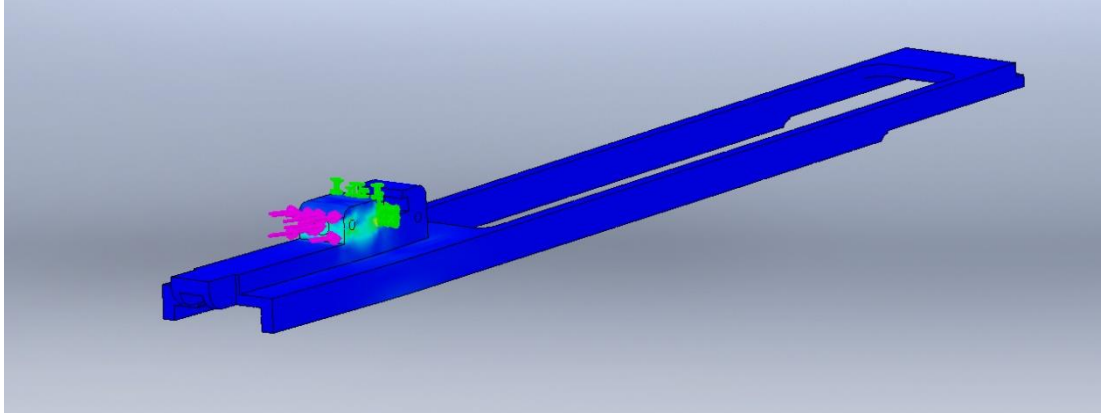
Şekil 4.4. Meneviş görmüş malzemenin iç yapısı

4.4. Sonlu Elemanlar Analizi

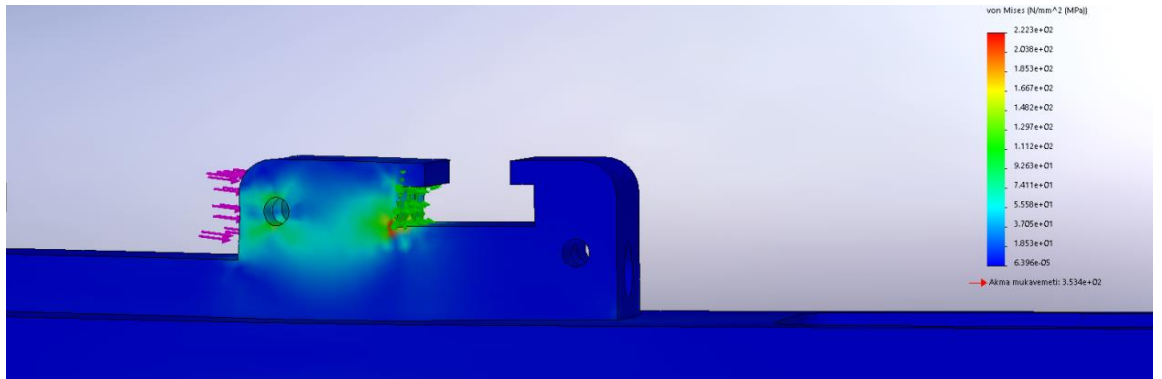
Daha önce kilidin sürgü koluna uygulamış olduğu maximum kuvveti 2419 N olarak bulunmuştu. Analizi gerçekleştirilecek olan sürgü kolunun resmi ve ölçüleri Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Solidworks malzeme kütüphanesine AISI 1040 çeliğinin mekanik özelliklerini tanımladıktan sonra analizi gerçekleştirilmiştir. (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7).



Şekil 4.5. Sürgü kolunun teknik resmi ve genel görünümü

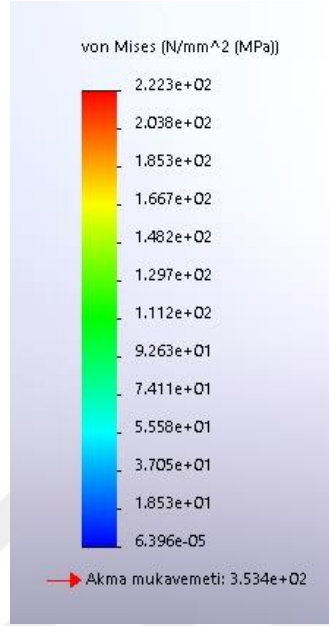


Şekil 4.6. Sürgü kolu parçasının gerilme analizi-I



Şekil 4.7. Sürgü kolu parçasının gerilme analizi-II

Analizin sonucundaki Von Misses değerleri de akma mukavemetinin altında bir değer ile sonuçlanmıştır (şekil 4.8).



şekil 4.8.Von Misses değerleri

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

AISI 1040 malzemesinden üretilen sürgü kolu parçasının en iyi ısıl işlem aşamaları parça üzerine uygulandı. Yapılan ısıl işlem sonrasında malzemenin uzunluğundan dolayı çarpılmalar meydana geldiği gözlemlendi. Bu çarpılmalarının parçanın hareketini engellediği gözlemlendi ve bu durumun ortadan kaldırılması için de parça ısıl işleminden sonra çekileme yöntemiyle düzeltilmesi sağlandı.

Su verme işleminin ardından temperleme işlemi uygulanmayan AISI 1040 çeliğinden imal edilen sürgü kolu ise Şekil 5.1’de görüldüğü üzere Şekil 4.1’deki 1 numaralı bölgeden kırılmıştır. Temperleme yapılmayan sürgü kolunun 1 numaralı bölgesinin sertliği 54 HRC olarak ölçülmüştür. Bu değer temperleme yapılan sürgü kolunun sertliğinden 12 HRC daha serttir. Buradan da anlaşılabileceği üzere, sadece su verme işlemi uygulanan malzemenin mikro yapısındaki martenzitik yapının çok sert ve kırılgan olması sürgü kolunda da kendini göstermiş ve Şekil 4.1’deki 1 numaralı bölgeden kırılmasına sebep olmuştur. Temperleme işlemi sayesinde malzemenin içyapısında oluşan artık gerilmelerin minimum düzeye indirilmesiyle malzemede oluşabilecek olası darbeye bağlı gerilmeler sebebiyle oluşabilecek kırılmalarında önüne geçilmiş oldu.



Şekil 5.1. Sadece su verme işlemi uygulanan sürgü kolunun hasara uğraması

Yapılan atış testleri sonucunda gazlı yarı otomatik av tüfeğinde kurşunun namludan çıkış hız değerleri ele alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda sürgü koluna uygulanan max. kuvvetin tüfek ateşlendikten hemen sonra kilit

parçasının sürgü koluna uygulamış olduğu 2419 N itme kuvveti olduğu sonucuna varıldı.

Bu kuvvet Solidworks yazılımında sürgü kolu parçasına uygulanıp analiz gerçekleştirildi. Von-Misses değerlerine göre max. gerilmenin 222.3 MPa olduğu belirlendi (Şekil 4.7). AISI 1040 malzemesinin akma dayanımının ise 353.4 MPa (Şekil 3.25) olduğunu bilinmektedir ve böylece sürgü kolu parçasının emniyetli bir şekilde çalışabildiği sonucuna varıldı.

Şayet daha yüksek gramajlı fişekler kullanılacak olursa kilit parçasının sürgü koluna uygulayacağı kuvvetin daha fazla olacağını düşünülebilir. Bu durumda akma gerilmesi 417.1 MPa olan (EFUNDA, 2019) AISI 4140 çeliği tercih edilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Anomin, 2014 (1). Teknik Yayınlar. Asil Çelik, Gökçağ Matbaacılık. 419s.
- Ashby, M.F., 2005. Materiel Selection in Machanical Desing. Elsevier Amsterdam, 603s.
- Bargel, H.J., Schulze, G., 1995. Malzeme Bilgisi Cilt 2. Çev. Güleç, Ş., Aran, A., İ.T.Ü. Makine Fakültesi Ofset Atölyesi, 174s. İstanbul
- Callister, W.D., Rethwisch, D.G. 2013. Malzeme Bilimi ve Mühendisliği. Çev. Genel, K. Nobel Yayıncılık, 967s, Ankara.
- Can, A. Ç., 2010.Tasarımcı Mühendisler İçin Malzeme Bilgisi. Birsen Yayınevi,239s.İstanbul.
- CBÜ, 2019. Erişim Tarihi: 12.07.2019. http://malzememuh.cbu.edu.tr/db_images/site_117/file/sertlik.pdf
- Çalışkan vd., 2014. Sanayi Coğrafyası Perspektifinden Huğlu (Beyşehir-KONYA)'da Av Tüfeği Sanayii.
- Çelikel, A., 2008: Av Tüfeği Namlu Uzunluğunun Saçma Dağılımına Etkisi ve Atış Mesafesinin Belirlenmesinde Önemi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı, *Tipta Uzmanlık Tezi*, Eskişehir, 2008.
- Davut, K. vd., 2006. Su Verilmiş SAE 1040 Çeliğinde Menevişleme Sıcaklığının İy yapıya Etkisinin Manyetik Barkhausen Gürültüsü Yöntemi İle Tayini. Erişim Tarihi:10.07.2019. <https://www.researchgate.net/publication/306286097>
- Değirmenci, E., 2005. Namlulu Silahların İç Balistiğine Termodinamik, Termokimyasal ve Hareket denklemlerinin Uygulanması ve Sonuçlarının Karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doruk, İ., 2010 : Yıvsız Setsiz Av Ve Spor Tüfeklerinde Kaliteyi Artırmak Amacıyla Kritik Parçalarda İyileştirme Çalışmaları, *Doktora Tezi*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- EFUNDA, 2019. Erişim Tarihi: 12.07.2019http://www.efunda.com/materials/alloys/carbon_steels/show_carbon.cfm?ID=AISI_1040&show_prop=all&Page_Title=AISI%201040

- EFUNDA,2019. Erişim Tarihi: 17.07.2019http://www.efunda.com/materials/alloys/alloy_home/show_alloy_found.cfm?ID=AISI_4140&show_prop=all&Page_Title=AISI%204140
- Eker, A.A., 2008: Çeliğin Isıl İşlemleri, Ders Notu. Erişim Tarihi :17.07.2019 http://yildiz.edu.tr/~akdogan/lessons/malzeme1/Celigin_isil_islemleri.pdf
- Ekşi, O. vd., 2018. Bir Robot Tutucunun Yorulma Hasarının Bilgisayar Destekli Mühendislik (BDM) ile Araştırılması, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(1), s.106-113.
- Fidaner, O., 2003: SAE 1040 eliğinde Yorulma, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Groover, M.P., 2014. Modern İmalatın Prensipleri. ev. Yurdakul, M. İ, Y.T., Nobel Yayıncılık, 1002s, Ankara.
- Işık, H., 2016. Namlu İçerisindeki Balistik Parametrelerin Modellenmesi, Savunma Bilimleri Dergisi,15(2),s.157-177.
- KTÜ, 2019. Erişim Tarihi: 12.07.2019. <http://aves.ktu.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8&SSNO=13&USER=3799>
- Matuans, E., Towsley, B., Matthews, P. ve Fisher, B. 2002. Lyman Reloading Handbook. Lyman Products Corporation. 498. USA.
- Özaslan, A. vd., 2009. Av Tüfekleri ve Yasal Düzenlemeler, *Acta Turcica*, evrimii Tematik Türkoloji Dergisi, Yıl 1, Sayı 1, s., 180-200.
- Özmen, D., 2007. Yarı Otomatik Av Tüfeği Mekanizmasının Yorulma Dayanımının Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Savaskan,T.,1999.Malzeme Bilgisi ve Muayenesi.Derya Kitapevi,284s.Trabzon.
- Schmid, S.K.S.R., 2010. Manufacturing Engineering and Technology. Pearson, 1180s. Singapore.
- Smith, W.F., 2001. Malzeme Bilimi ve Mühendisliği. ev. Kınıkolu, N.G. Literatür Yayıncılık, 855s, İstanbul.
- Varol, H., 2008. Av ve Spor Tüfekleri İçin Kritik Parçaların Hasar Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Topbas, M.A., 1998. elik ve Isıl İşlem El Kitabı,*Prestij Yayıncılık Bas. Hiz.*, İstanbul, s. 75-96, 593.
- TS-870, 2013. Tüfekler-Yivsiz, Setsiz, Ateşli Kara Avcılığı ve Müsabakalar İçin, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Ankara.

Turgutlu, G.A. ve Yurddaş, A. 2015. Bir Isıl İşlem Fırınının Termodinamik Analizi, CBU Fen Bilimleri Dergisi, 12(1), 75-92.

Uzkut, M., ve Özdemir, İ., 2001. Farklı Çeliklere Uygulanan Değişen Isıtma Hızlarının Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi, *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi* sayı (3-3), s.65-73.

YOUTUBE, 2019. Erişim Tarihi: 12.07.2019.
<https://www.youtube.com/watch?v=hszZR12jUoY&t=103s>

Mevzuat,2019. Erişim Tarihi: 26.01.2019.
<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.10666&MevzuatIli ski=0&sourceXmlSearch=avda%20ve%20sporda>

Vlack, L.H.V., 1994. Elements of Materials Science and Engineering, Literatür Yayıncılık, 598s. Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Harun GÖDÜŞ
Doğum Yeri ve Yılı : Beyşehir, 1988
Medeni Hali : Evli
Uyruğu : T.C.
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : hrngds@gmail.com

Eğitim Durumu:

Lise : Anadolu Öğretmen Lisesi, Beyşehir, KONYA.

Lisans : Makine Mühendisliği, ISPARTA

Meslek Deneyimi

Ekol Silah Sanayi 2014-2015 (Ar-Ge mühendisi)

Arık Bey Tekstil A.Ş 2015-2016 (Bakım Mühendisi)

Adler Silah Sanayi 2016- (Üretim Mühendisi)