

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR ALÜMİNYUM ALAŞIMI İLE BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİ
KULLANILARAK TABANCA GÖVDESİ
ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Volkan TOPTAŞ

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Malzeme Mühendisliği Programı

Mayıs 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR ALÜMİNYUM ALAŞIMI İLE BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİ
KULLANILARAK TABANCA GÖVDESİ
ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Volkan TOPTAŞ
506121423**

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Malzeme Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Eyüp Sabri KAYALI

Mayıs 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506121423 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Volkan TOPTAŞ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**BİR ALÜMİNYUM ALAŞIMI İLE BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİ KULLANILARAK TABANCA GÖVDESİ ÜRETİMİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Eyüp Sabri KAYALI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Adı SOYADI**

Prof. Dr. Adı SOYADI

Prof. Dr. Adı SOYADI

(Varsa) **Prof. Dr. Adı SOYADI**

(Varsa) **Prof. Dr. Adı SOYADI**

Teslim Tarihi : 05.05.2014
Savunma Tarihi : 29.05.2014

Ailem, dostlarım ve hayat arkadaşıma,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, son yıllarda kullanımı artan ve daha çok artması beklenen alüminyum metali ile çalışılmış, basınçlı döküm yöntemi ile tabanca gövdesi üretilmiş ve incelenmiştir.

Bu çalışmada bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan, başta değerli danışman hocam Prof. Dr. Eyüp Sabri KAYALI'ya, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Araş. Gör. Onur TAZEGÜL, Araş. Gör. Faiz MUHAFFEL'e ve maddi ve manevi tüm desteklerinden dolayı aileme özellikle ağabeyim Yük. İnş. Müh. Gürkan TOPTAŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmada bana bilgi ve birikimleriyle yardımcı olan, yüksek lisans eğitimimde bana destek olan başta Genel Müdürümüz Makina Mühendisi Hakan AŞARI'ya, ürün geliştirme çalışmalarında birlikte çalıştığımız Müh. Muammer YAZICI'ya, ürün üretim süresince bilgilerini esirgemeyen üretim sorumlularımız Hasan ALTINTAŞ, Şadan KURU'ya ve tüm GÜVEN PRES DÖKÜM çalışanlarına teşekkür ederim. Ayrıca eğitim hayatım boyunca bana destek olan sözlüm, hayat arkadaşım Kimya Müh. Ekin ÇINAR'a, can dostlarım Taner ÖCALIR ve Serra BAŞAR'a teşekkür ederim.

Mayıs 2014

Volkan TOPTAŞ
(Metalurji ve Malzeme Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Araştırması	1
1.3 Hipotez	2
2. BASINÇLI DÖKÜM.....	3
2.1 Genel Bilgi	3
2.2 Basınçlı Döküm Makinaları	4
2.2.1 Sıcak kamara tipi makinalar.....	4
2.2.1.1 Pistonlu sıcak kamaralı makinalar.....	4
2.2.1.2 Basınçlı hava ile çalışan sıcak kamaralı makinalar	5
2.2.2 Soğuk kamara tipi makinalar.....	5
2.2.2.1 Yatay soğuk kamara tipi makinalar.....	6
2.2.2.2 Düşey soğuk kamara tipi makinalar	6
2.2.3 Vakumlu basınçlı döküm makinaları	7
2.3 Basınçlı Döküm Kalıpları.....	8
2.4 Basınçlı Dökümün Avantajları.....	12
2.5 Basınçlı Dökümün Sınırları.....	13
2.6 Basınçlı Döküm Örnek Uygulamaları.....	14
3. DÖVME VE DÖKÜM ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI İNCELENMESİ.....	15
3.1 Alüminyum Dövme Alaşımları	15
3.2 Alüminyum Döküm Alaşımları.....	17
3.3 Türkiye'de Döküm ve Dövme Sanayi	17
3.3.1 Türkiye'nin döküm ve dövme ürünleri ihracatı	18
4. 6082 DÖVME ALAŞIMININ ÖZELLİKLERİ, TABANCA GÖVDESİ	
DAHİL KULLANIM ALANLARI	19
4.1 6082 Alaşımının Genel Özellikleri.....	19
4.2 6082 Alaşımının Kullanım Alanları	19
4.3 6082 Alaşımının Mekanik Özellikleri.....	20
5. ÖZEL ALAŞIMININ ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI	21
5.1 Özel Alüminyum Alaşımının Genel Kullanım Alanları.....	21
5.2 Özel Alüminyum Alaşımının Kimyasal Özellikleri	21
5.3 Özel Alüminyum Alaşımının Fiziksel Özellikleri.....	23
5.4 Özel Alüminyum Alaşımının Mekanik Özellikleri.....	23

5.5 Özel Alüminyum Alaşımı ile Üretilmiş Uygulama Örnekleri.....	24
6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	27
6.1 Özel Alüminyum Alaşımının Mikroyapı İncelemesi	27
6.2 Özel Alüminyum Alaşımına Uygulanan Mekanik Deneyler	32
6.3 Isıl İşlemin Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi	33
6.3.1 Çözeltiliye almadan yapılan ısıtıl işlemin incelenmesi.....	34
6.3.1.1 T5 ısıtıl işlemin mekanik özelliklere etkisi.....	34
6.3.2 Çözeltiliye alarak yapılan ısıtıl işlemlerin incelenmesi	36
6.3.2.1 T4 ısıtıl işlemi etkisinin incelenmesi	37
6.3.2.2 T6 ısıtıl işlemi etkisinin incelenmesi	37
6.4 Özel Alaşımın Isıl İşlem Durumuna Göre Mekanik Özelliklerinin Değişimi ..	38
6.5 Ürettiğimiz Tabanca Gövdesine Yaptığımız Sertlik Testinin İncelenmesi	39
6.6 Özel Alaşım ile 6082 Alaşımının Tüm Özelliklerinin Karşılaştırılması	40
6.6.1 6082 ile özel alaşımın kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması.....	41
6.6.2 6082 ile özel alaşımın mekanik ve ısıtıl işlem özelliklerin karşılaştırılması	42
6.7 Üretim Sırasında Silah Gövdesi Kalıbında ve Potada Kaydedilen Değerler....	43
6.8 Nihai Üretilen Ürünün Görünümü.....	44
6.9 Silah Gövdesine Uygulanan Testler ve Sonuçlar	45
6.9.1 Soğuk atış testi.....	45
6.9.2 Sıcak atış testi	45
6.9.3 Yağlı atış testi	45
6.9.4 Dağılım testi	46
6.9.5 Düşme testi	46
6.9.6 Hız testi.....	46
7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	47
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ	51

KISALTMALAR

vb	: Ve benzeri
°C	: Santigrat
mm	: Milimetre
kg	: Kilogram
kN	: Kilo newton
EN	: Avrupa Standartları
TS	: Türk Standartları
DIN	: Alman Standartı
AA	: Alüminyum Alaşımı
HBR	: Rockwell B Sertliği
R_m	: Çekme Mukavemeti
R_{p0.2}	: Akma Mukavemeti
A	: Kesit Uzaması
MPa	: Megapascal

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Dövme alaşım cinslerinin ısıtıl işlem uygulanabilirlik tablosu	16
Çizelge 4.1 : 6082 dövme alaşımının kimyasal bileşimi	19
Çizelge 4.2 : 6082 alaşımının mekanik özellikleri	20
Çizelge 4.3 : Isıl işlem sembolleri ve açıklaması.....	20
Çizelge 5.1 : Özel alüminyum alaşımının kimyasal bileşimi	21
Çizelge 5.2 : Özel alüminyum alaşımının fiziksel özellikleri.....	23
Çizelge 6.1 : Özel alüminyum alaşımının döküm durumunda mekanik özelliklerine etkisi	32
Çizelge 6.2 : T5 ısıtıl işlem durumu ve %0,30 Mg oranında mekanik özellikler	35
Çizelge 6.3 : Çözeltiye alınmış parçada Mg oranının mekanik özelliklere etkisi	36
Çizelge 6.4 : Isıl işlem durumuna göre mekanik özelliklerin değişimi	39
Çizelge 6.5 : Tabanca gövdesinde alınan noktalara göre sertlik değerleri	40
Çizelge 6.6 : 6082 dövme alaşımı ile özel alaşımın mekanik ve ısıtıl işlem özellikleri karşılaştırılması	42
Çizelge 6.7 : Silah üretiminde kullanılabilecek 6082 alaşımının sertlik değerleri	42
Çizelge 6.8 : Parça üretiminde alınan tezgah değerleri	43
Çizelge 6.9 : Üretimde kalıp ve pota değerleri	44

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Basınçlı döküm uygulama örnekleri.....	3
Şekil 2.2 : Pistonlu sıcak kamaralı makinanın görünümü	5
Şekil 2.3 : Basınçlı hava ile çalışan makinenin basit görünüşü	5
Şekil 2.4 : Yatay soğuk kamaralı makinanın çalışma sırası	6
Şekil 2.5 : Düşey soğuk kamaralı döküm makina ve çalışma sırasının gösterilmesi ..	7
Şekil 2.6 : Vakumlu basınçlı döküm makinası	8
Şekil 2.7 : Dişi ve maça yerleşimlerine örnekler	9
Şekil 2.8 : İtici pimlerin tipik konumları	9
Şekil 2.9 : Çeşitli dağıtıcı şekil ve yerleşimleri	10
Şekil 2.10 : Giriş kanallarının kalıp üzerindeki tipik konumlar	10
Şekil 2.11 : Taşma ve tahliye kanalına örnek dişi kalıp yerleşimi	11
Şekil 2.12 : Taşma ve tahliye kanalına örnek parça yerleşimi	11
Şekil 2.13 : Soğutma kanallarına örnek kalıp kesiti	12
Şekil 2.14 : Örnek basınçlı döküm uygulamaları	14
Şekil 2.15 : Değişik basınçlı döküm uygulamaları.....	14
Şekil 3.1 : Ülkelere göre döküm ve dövme ürünleri ihracatı değerleri.....	18
Şekil 5.1 : Özel alüminyum alaşımının kimyasal bileşim aralığı	22
Şekil 5.2 : Özel alüminyum alaşımının mukavemet uzama değeri.....	23
Şekil 5.3 : Özel alüminyum alaşımı hammaddesi ile basılan örnek parça.....	24
Şekil 5.4 : Özel alüminyum alaşımı hammaddesi ile üretilmiş aracın yan kapısı	24
Şekil 5.5 : Motosiklet oturak gövdesi	25
Şekil 5.6 : Kamyonlarda kullanılan sürücü kabin mafsalı	25
Şekil 6.1 : Numune hazırlama ve bakalite alma cihazları.....	27
Şekil 6.2 : Özel alüminyum alaşımının döküm durumundaki yapısı.....	28
Şekil 6.3 : x10 büyütme ile görülen mikroyapı.....	28
Şekil 6.4 : x20 büyütme ile görülen mikroyapı.....	29
Şekil 6.5 : x50 büyütme ile görülen mikroyapı.....	29
Şekil 6.6 : x100 büyütme ile görülen mikroyapı.....	30
Şekil 6.7 : Tabanca gövdesinden alınan numuneye yapılan XRD analizi	30
Şekil 6.8 : Özel alüminyum alaşımının stronsiyumla modifiye edilmiş mikroyapı...	31
Şekil 6.9 : Özel alüminyum alaşımının stronsiyumla modifiye edilmemiş yapısı.....	31
Şekil 6.10 : Özel alüminyum alaşımı T4 ısıtıl işlemi görmüş mikroyapı resmi	32
Şekil 6.11 : Isıl işlemsiz Mg'ye bağlı R _m , R _{p0,2} ve %uzama değerleri.....	33
Şekil 6.12 : 170°C sıcaklıkta yaşlandırma süresine bağlı mekanik değerler	35
Şekil 6.13 : 200°C sıcaklıkta yaşlandırma süresine bağlı mekanik değerler	36
Şekil 6.14 : Çözeltiye alma işlemi ile Mg oranına bağlı mekanik değerler	37
Şekil 6.15 : 0,3 Mg içeriğinde yaşlandırma süresinin mekanik özelliklere etkisi	38
Şekil 6.16 : Tabanca gövdesi üzerinde sertlik ölçülen yerler	39
Şekil 6.17 : Sertlik cihazı ve ölçüm işleminin görünümü	40

Şekil 6.18 : Özel alaşım ile 6082 dövme alaşımının kimyasal bileşim karşılaştırılması	41
Şekil 6.19 : Özel alaşıma yapılan tüm deneyler sonucu Mg oranı ve ısıtıl işlemin mekanik özelliklere etkisi	43
Şekil 6.20 : Vakum makinası görünümü	44
Şekil 6.21 : Basınçlı döküm makinasından çıkan ürünün resmi	44
Şekil 6.22 : Ürünün nihai görünümü	45

BİR ALÜMİNYUM ALAŞIMI İLE BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİ KULLANILARAK TABANCA GÖVDESİ ÜRETİMİ

ÖZET

Alüminyum metalinin endüstrileşmesi Türkiye'de 1950'li yıllarda başladı. Alüminyum uygulamaları da 20. yüzyılın ikinci yarısında bina doğramaları (kapı, pencere), mutfak eşyaları ve elektrik enerjisi naklinde kullanılan iletkenlerin yapımı ile başladı.

Gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında, alüminyumun ülkemizde göreceli olarak kısa bir geçmişi var. 1956 yılında çok küçük ve az sayıdaki atölyede 100 ton kadar alüminyum işlendiği bilinmektedir. 1960'lı yıllardan itibaren özellikle dayanıklı tüketim mallarının üretimine başlanması ve otomotiv sektöründeki gelişmelerle beraber alüminyuma olan talep de artmaya başladı. 1974 yılında, bir devlet kuruluşu olan Etibank Seydişehir Alüminyum Tesisleri'nin birincil alüminyum üretimine geçmesiyle birlikte ülkemizdeki alüminyum sanayi de önemini artırmaya başladı.

70'li yılların başlarında elektrik enerjisi yetersizliği nedeniyle talebe cevap verebilecek kadar metal üretilmemesi, birincil alüminyumun (hammadde) üretimini ve bu endüstrinin gelişmesini kısıtladı. Ülkemizin tek hammadde üreticisi olan bu tesisin yıllık üretim kapasitesi yıllık 60.000 tondur.

Alüminyum, ülkemizde çelikten sonra en çok tüketilen malzemedir. 2011 verilerine göre toplam alüminyum sektöründe faaliyet gösteren firmaların toplam üretim kapasitelerinin 1.400.000 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. 2008 yılı verilerine göre Türkiye'de kişi başına alüminyum tüketimi 7,8 kg iken 2011 yılında 10,5 kg seviyesine gelmiştir. Tüketime kişi başına yılda 30 kg seviyelerine çıkmasının beklendiği göz önünde bulundurulduğunda sektörün geleceği oldukça parlak gözükmektedir.

Alüminyum başta ulaştırma, inşaat ve ambalaj sektörlerinde olmak üzere yeni teknolojilerin de etkisiyle kullanımı giderek artan bir ürün olarak 21. yüzyıl metali olarak görülmektedir. Bunların dışında otomotiv, uçak, vagon yapımı, elektrik, tel ve kablo üretimi, savunma sanayi, makina ve elemanları ile metalurji alanlarında yaygın kullanımı vardır.

Basınçlı döküm yöntemi ise sıvı metalin basınç altında metal kalıba doldurulması yoluyla elde edilen döküm yöntemidir. Alüminyum esaslı malzemelerin üretiminde önemli bir yere sahiptir. Dövme yöntemi ile kıyaslandığında çoklu sayıda üretilen parçalarda maliyet ve işçilikte önemli avantaj sağlayan bir döküm yöntemidir.

Bu çalışma 6082 alüminyum alaşımı ile dövme metodu ile yapılan tabanca gövdesinin uygun hammadde ile basınçlı döküm yöntemi kullanılarak üretilmesi ve incelenmesini kapsamaktadır.

Bu amaçla öncelikle hammadde tedarikçileriyle irtibata geçilmiş olup en uygun hammadde için deneyler yapılmıştır. 6082 dövme alaşımından üretilen silah gövdesinin tüm özellikleri irdelenmiş olup buna yakın özelliklere sahip hammadde araştırılmış ve basınçlı döküm ile üretilmiştir. Bu sayede hem üretim hızında artma, hem de işçilik maliyetleri azaltılması amaçlanmıştır. Parça boyutunun, ağırlığının basınçlı döküme uygun olması ve maliyette ciddi bir avantaj sağlaması üretimin planlanmasını mümkün kılmıştır.

WITH ONE OF ALUMINUM ALLOY USING DIE CASTING METHOD PRODUCING GUN BODY

SUMMARY

In Turkey, aluminum industry starts in 1950. After that in 20. Century it's uses in door, window, kitchen appliances and electrical power system.

Comparative to other countries, Turkey have a short story about aluminum. In 1956, there are few companies and their capacities only 100 tons. After develop automotive sectors in 1960, it's cause increasing the need of aluminum. In 1974, Etibank Seydişehir Aluminum company start produce primary aluminum and aluminum industry develop quickly.

Beginning of the 1970's, due to lack of electricity, aluminum industries output decrease. For aluminum sector, Our country's only manufacturer of raw materials Etibank Seydişehir Aluminum companies capacity is 65.00 tons/year now.

In our country, aluminum is the most consumed material after steel. According to 2011 data, All of companies which is in aluminum sector, their capacities about 1.400.000 tone. On the other hand, in 2008 per capita consumption of aluminum about 7,8 kg, but in 2011 this consumption is about 10,5 kg. In future aluminum consumption expect that rise to 30 kg.

Aluminum generally uses transportation, building and packing sector and this use increases from year to year. Also aluminum use automobile, aircraft, electrical, cable, military, machine, metallurgy industry.

Globally, recycling of aluminium products is being emphasized as a facilitator of future growth of the industry. Products such as cans, aluminium foils, plates and automotive components can be easily recycled thereby saving energy and reducing greenhouse emissions; it is interesting to note that more than 63% of all aluminium cans are recycled worldwide. Recycling of aluminium uses only 5% of the energy required for primary production and emits just 5% of the greenhouse gases.

Die casting equipment was invented in 1838 for the purpose of producing movable type for the printing industry. The first die casting-related patent was granted in 1849 for a small hand operated machine for the purpose of mechanized printing type production. In 1885, Otto Mergenthaler invented the linotype machine, an automated type casting device which became the prominent type of equipment in the publishing industry. The Soss die-casting machine, manufactured in Brooklyn, NY was the first machine to be sold in the open market in North America. Other applications grew rapidly, with die casting facilitating the growth of consumer goods and appliances by making affordable the production of intricate parts in high volumes. In 1966, General Motors released the Acurad process.

Traditionally cast in hand jerk moulds now predominantly die cast after the industrialisation of the type foundries. Around 1900 the slug casting machines came onto the market and added further automation with sometimes dozens of casting machines at one newspaper office.

Die casting method is, metal mold filled with liquid metal under pressure, obtained by the casting method. For product aluminum-based material, die casting method is very important and useful. As compared with forging method, for to produce multiple number of material, die casting method more advantageous than the other casting methods.

The casting equipment and the metal dies represent large capital costs and this tends to limit the process to high volume production. Manufacture of parts using die casting is relatively simple, involving only four main steps, which keeps the incremental cost per item low. It is especially suited for a large quantity of small to medium sized castings, which is why die casting produces more castings than any other casting process. Die castings are characterized by a very good surface finish and dimensional consistency.

Two variants are pore-free die casting, which is used to eliminate gas porosity defects; and direct injection die casting, which is used with zinc castings to reduce scrap and increase yield.

The following are the four steps in traditional die casting, also known as high-pressure die casting, these are also the basis for any of the die casting variations: die preparation, filling, ejection, and shakeout. The dies are prepared by spraying the mold cavity with lubricant. The lubricant both helps control the temperature of the die and it also assists in the removal of the casting. The dies are then closed and molten metal is injected into the dies under high pressure; between 10 and 175 megapascals (1,500 and 25,400 psi). Once the mold cavity is filled, the pressure is maintained until the casting solidifies.

The dies are then opened and the shot (shots are different from castings because there can be multiple cavities in a die, yielding multiple castings per shot) is ejected by the ejector pins. Finally, the shakeout involves separating the scrap, which includes the gate, runners, sprues and flash, from the shot. This is often done using a special trim die in a power press or hydraulic press. Other methods of shaking out include sawing and grinding. A less labor-intensive method is to tumble shots if gates are thin and easily broken; separation of gates from finished parts must follow. This scrap is recycled by remelting it. The yield is approximately 67%.

The high-pressure injection leads to a quick fill of the die, which is required so the entire cavity fills before any part of the casting solidifies. In this way, discontinuities are avoided, even if the shape requires difficult-to-fill thin sections. This creates the problem of air entrapment, because when the mold is filled quickly there is little time for the air to escape. This problem is minimized by including vents along the parting lines, however, even in a highly refined process there will still be some porosity in the center of the casting.

Most die casters perform other secondary operations to produce features not readily castable, such as tapping a hole, polishing, plating, buffing, or painting.

Aluminium alloy 6082 is a medium strength alloy with excellent corrosion resistance. It has the highest strength of the 6000 series alloys. Alloy 6082 is known as a structural alloy. In plate form, Aluminium alloy 6082 is the alloy most

commonly used for machining. As a relatively new alloy, the higher strength of Aluminium alloy 6082 has seen it replace 6061 in many applications. The addition of a large amount of manganese controls the grain structure which in turn results in a stronger alloy.

Silicon content between 9,5 to 11,5% offers good castability and excellent die-filling capabilities. This is important when large parts are cast or when complicated die designs have to be filled. Since silicon expands during solidification, lower shrinkage behaviour and hot tearing tendencies are avoided compared to other alloys systems. The eutectic silicon is modified by strontium. This is very important for ductility because strontium additions change the silicon morphology from a blocky or lamellar type into a more coral like form. Strontium will enhance hydrogen pick-up in the melt requiring an efficient melt cleaning device such as impeller technique. This will keep hydrogen content low decreasing porosity and providing good weldability.

Besides silicon, manganese and magnesium have the most important influence on resulting properties. Experiments were carried out to optimise the manganese content and to evaluate magnesium content to improve ductility.

It was established in the literature, that manganese lowers ductility in an AlSiMg alloy when its content exceeds 0,2%. For this reason, manganese was not recommended as an addition to high-pressure die-casting alloys to substitute iron or as a combination with iron. To get a better understanding of the performance, a series of tests were carried out with different manganese content ranging from 0,04% to 1,2%.

Magnesium was added in the range of 0,003 up to 0,1%. The manganese content was kept at the optimum level of 0,6% and the strontium content of 120 ppm which provides a good modification of the eutectic silicon. A test sample with dimension of 220 mm x 60 mm x 3 mm was cast to determine mechanical properties. The test plate was cast in a single cavity die. Again, a 400 t die-casting machine was used with an adapted forced venting system. The melt was degassed by using spinning nozzle techniques and the quality was checked with the lowpressure test. Before degassing density index was observed to be between 3% and 5%. After treatment a density index was less than 2%. No dependency between magnesium content and resulting density indices could be observed.

The purpose of this study, gun body's product from 6082 alloy with forging method, we intend to produce gun's body with die casting method. For this purpose, we search to raw material for die casting method which is have suitable property like 6082 alloy. And with this kind of aluminum raw material we use die casting method and we produced gun's body with die casting.

With die casting method for gun's body, we aim that increase production rate and reduce labor costs. Also, gun's body size and weight very suitable for die casting method.

During the formation of theses, firstly we choose suitable raw material and observe the mold design. And we aim sent to company smoothly.

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

6082 dövme alüminyum alaşımından üretilen tabanca gövdesini basınçlı dökümde üretmek, basınçlı döküme uygun hammaddeyi seçmek ve uygulamaktır. Tez oluşum süresince başta kalıp dizaynı olmak üzere uygun hammadde seçimi ve üretimi incelenmiş olup talep eden silah firmasına sorunsuz gönderilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca dövme metodu yerine basınçlı döküm ile üretildiğinde işçilik maliyetleri azalacağından maliyetin azaltılması amaçlanmıştır. İlk kalıp maliyeti basınçlı döküm de diğer yöntemlere göre pahalı olmasına rağmen silah gövdesi gibi çoklu üretilecek parçalarda aslında uzun süreçte ekonomik olduğunu göstermek amaçlanmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Basınçlı döküm yöntemleri ve kullanılan makina özellikleri literatürden araştırılıp, bu makinalarda üretilen ürün çeşitleri ve özelliklerine bakılmıştır. Tüm dövme ve döküm alaşımları araştırıldı ve bunların özellikleri irdelenip aralarında ki kimyasal, fiziksel, mekanik özellikleri, 6082 dövme alaşımının özellikleri ve silah gövdesinde kullanım durumu araştırılmıştır. 6082 dövme alaşımından üretilen silah gövdesinin mekanik ve kimyasal özellikleri belirlenip bununla eşdeğer özelliklere sahip olabilecek alüminyum basınçlı döküme uygun hammadde araştırılmaya başlanmıştır. Bu süreçte birçok hammadde tedarikçisiyle irtiba geçildi ve bu sisteme uyum sağlayabilecek hammadde özellikleri irdelendi. Literatür de bu konuda çalışma yapıp yapılmadığı araştırıldı ve tam olarak bu konuda dövme alaşımla üretimden basınçlı döküme dönüştürme konusuna rastlanmamıştır. Son olarak silah gövdesine yapılan testler incelenip özel alaşımından üretilen ile değerleri karşılaştırılmıştır.

1.3 Hipotez

Basınçlı döküm yöntemiyle uygun hammaddeyi seçerek tabanca gövdesi üretmek ve dövme metodu ile yapılabilecek kıyasla işçilik maliyetini azaltmaktır. Silah üretimi seri bir işlem olduğundan ilk yatırım maliyeti özellikle kalıp maliyeti fazla olmasına karşın çoklu sayıda üretim yapılacağı için en uygun yöntemin basınçlı döküm olduğunu göstermektedir.

2. BASINÇLI DÖKÜM

Basınçlı döküm klasik döküm yöntemi ile makina hacim kalıpcılığının birleştirildiği bir sistemdir. Benzer sistemlerden farklılıklar sunan basınçlı döküm yöntemi bir çok malzeme üretiminde tek bir metal kalıp kullanılarak sıvı metalin kalıp içerisine basınç altında basılması ile gerçekleşir. Basınçlı dökümde kaliteyi yakalayabilmek ve aynı zamanda kalıbın kısa sürede yıpranmasını önlemek için üretilecek malzemenin alaşımı, biçimi özellikleri göz önünde bulunarak kalıbın tasarlanması gerekmektedir. Tasarımın yanı sıra kalıba uygun basınçlı döküm makinası da belirlenmelidir

2.1 Genel Bilgi

Basınçlı döküm; düşük sıcaklıkta ergime ve kalıplar içerisinde kalıplanabilme özelliği olup da demir ve çelik olmayan metal ve metal alaşımlarının yüksek basınç altında biçimlendirilmesine "Basınçlı Döküm" denilmektedir. Basınçlı dökümle bisiklet parçaları, bıçak takımları, saatler, klimalar, kül tablaları, el aletleri, motorlar, kilitler, makaralar, valfler, traktör parçaları, tren parçaları, elektrik aletleri, dürbünler, hava freni donanımı, savaş gereçleri, roket parçaları vb.gibi yapımı özen gerektiren önemli parçalar üretilebilmektedir [2].

Şekil 2.1'de basınçlı dökümde üretilmiş olan bilgisayar, bisiklet, motor ve motosiklet sektöründe kullanılan parçalardan örnekler verilmiştir.



Şekil 2.1 : Basınçlı döküm uygulama örnekleri [2].

2.2 Basınçlı Döküm Makinaları

Basınçlı döküm makinasının fonksiyonu kalıbın iki parçasının tam ekseninde ve sağlam olarak tutmak, yeterli miktarda erimiş madeni kalıba basınç altında göndermek ve kalıbın iki parçasını açıp kapatarak dökülmüş parçanın kalıptan çıkarılmasını sağlamaktadır. Kalıp, içine dökülecek parça oyulmuş, maça itici ve benzeri parçalar eklenmiş, basınçlı döküm makinası tablalarına aynı ekseninde monte edilmiş iki çelik bloktan meydana gelir. Basınçlı döküm makinaları, metal basma sisteminin farklı oluşuna göre, sıcak kamaralı ve soğuk kamaralı makinalar olarak başlıca iki ana gruba ayrılır. Basınçlı döküm makinası seçimi dökülecek malzemenin özelliklerine ve yapısına göre seçilmektedir [2].

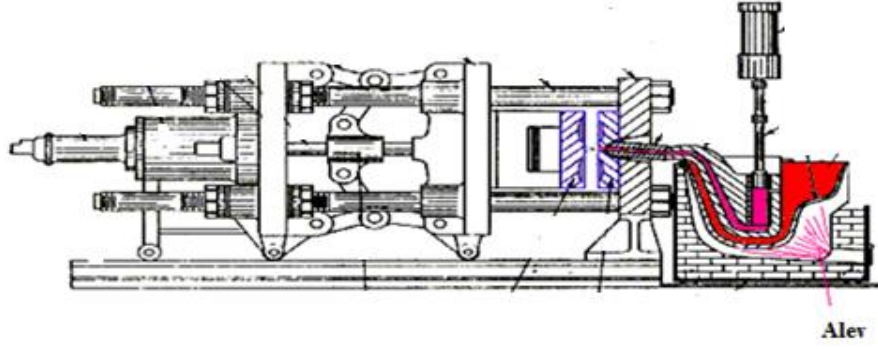
2.2.1 Sıcak kamara tipi makinalar

Sıcak kamaralı basınçlı döküm makinalarında ergime sıcaklığı 327°C olan kurşun, 420°C olan çinko, 232°C olan kalay gibi ergime sıcaklıkları düşük olan malzemelerin kalıplanmasında kullanılır. Bu yöntemle çok küçük ve hassas, hepsi aynı özelliğe sahip parçalar seri halde dökülebilir. Sıcak kamaralı döküm yöntemi ile üretim sonucunda $\pm 0,05$ mm hassasiyet elde edilebilir. Üretim sırasında 10-80 atmosfer basınçla çalışıldığından üretilmiş parçaların üzerinden ikinci bir suretle talaş kaldırılmasına gerek duyulmaz. Sıcak kamaralı döküm yönteminde kullanılan makinalar çalışma sistemlerine göre ikiye ayrılmaktadır. Bunlar pistonlu ve basınçlı hava ile çalışan makinalardır [3].

2.2.1.1 Pistonlu sıcak kamaralı makinalar

Pistonlu makinalar Şekil 2.2'de görüldüğü gibi; fırın içerisine pik bir pota yerleştirilir. Bu potaya monte edilen silindir ergimiş alaşımın içine gömülür. Silindir içindeki piston bir levye ve eksantrik mekanizma ile yatay yönde çalıştırılır. Ergimiş metal bir delikten geçerek yer çekimi etkisi silindiri doldurur. Çalıştırma levyesi çekildiğinde piston kolu pim çevresinde dönerek pistonu silindir içinde hareket ettirir. Pistonun ileri hareketi önce silindirde metal giriş deliğini kapatır, sonra da silindirdeki metali kalıba basar [4].

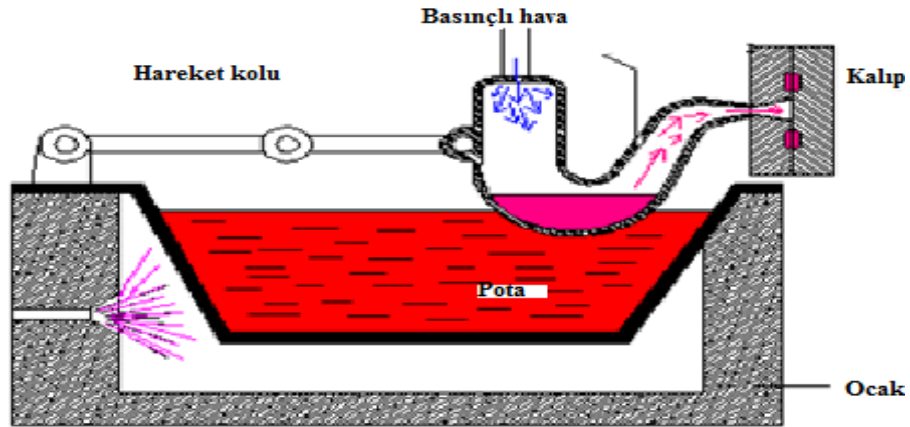
Bu sistem ile yaklaşık olarak 20 kg/cm²'yi aşan basınçlara erişmek mümkün olabilmektedir. Ayrıca sıvı metal en kısa sürede ve en az ısı kaybı ile enjekte edilebilmektedir [5].



Şekil 2.2 : Pistonlu sıcak kamaralı makinanın görünümü [3].

2.2.1.2 Basınçlı hava ile çalışan sıcak kamaralı makinalar

Basınçlı hava ile çalışan döküm makinalarında metal basma sistemi için tipik bir örnek Şekil 2.3'te verilmektedir. Bu makina görünüş itibari ile kaz boynunu andırdığı için kaz boynu tipide denilebilir. Hareket kolunun yardımı ile hareket koluna bağlı bulunan kaz boynunun sıvı metal içerisine daldırılması sağlanır. Sıvı metal içerisine daldırılan kaz boynu içerisine doldurma kanalından ertitilmiş metal dolar daha sonra hareket kolu yardımıyla kaz boynu sıvı metali kalıba basacak şekilde kilitlenir sonra sıvı metal, kaz boynundan kalıba yüksek basınçlı bir hava ile doldurulur. Bu tip makinalarda kalıba sıvı metalin doldurma işlemi yaklaşık 35 kg/cm² basıncındaki hava ile gerçekleşmektedir. Burada depo içindeki sıvı metal ergime noktasının oldukça üstünde bir sıcaklıkta tutulur.



Şekil 2.3 : Basınçlı hava ile çalışan makinanın basit görünümü [3].

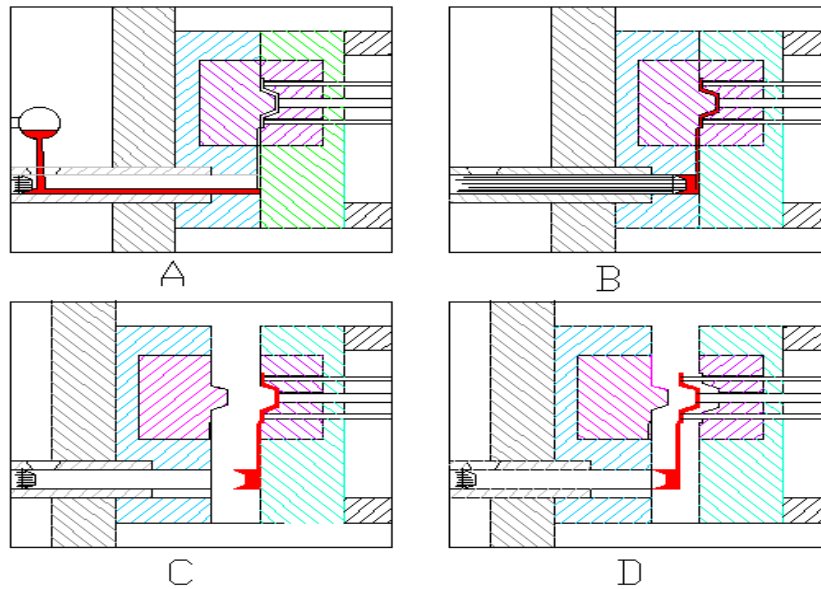
2.2.2 Soğuk kamara tipi makinalar

Soğuk kamaralı döküm yönteminde ergime sıcaklığı 665°C olan alüminyum, 649°C olan magnezyum, 1083°C olan bakır gibi ergime sıcaklıkları yüksek olan malzemelerin kalıplamasında kullanılmaktadır. Bu presin en büyük avantajı

eritilmiş olan metalin silindir-piston ünitesini etkilememesidir. Çünkü metal ayrı bir fırın içerisinde eritilerek kalıp içerisine basılmaktadır. Soğuk kamaralı döküm makinaları, alıştırma konumlarına göre yatay soğuk kamara tipi ve düşey soğuk kamara tipi makinalar olmak üzere iki çeşittir [6].

2.2.2.1 Yatay soğuk kamara tipi makinalar

Şekil 2.4'te olduğu gibi yatay konumlu soğuk kamaralı makinalarda enjeksiyon sistemini oluşturan silindir, piston ünitesi yatay düzleme paralel olarak yerleştirilmiştir. Silindir piston ünitesi ısıtılmayan bu makinalarda ergitilmiş metalin enjeksiyon sistemini sıcaklık etkisinden korumak amacıyla silindir ve piston içerisine soğutucu kanallar açılmıştır. Kalıplama işleminin ardından, açılan kanallar sayesinde silindir-piston ünitesi soğutulurken özelliğinin bozulmaması sağlanır. Bu preste ergitilmiş metalin silindir içerisine aktarılışında uygulanacak ilave ve besleme sisteminin yerleşiminin zor olması, kalıplama zamanının fazlalığı, ısı kaybını önlemek için metalin ergime sıcaklığından fazla ısıtılması gibi zararlı yönleri olmaktadır [7].

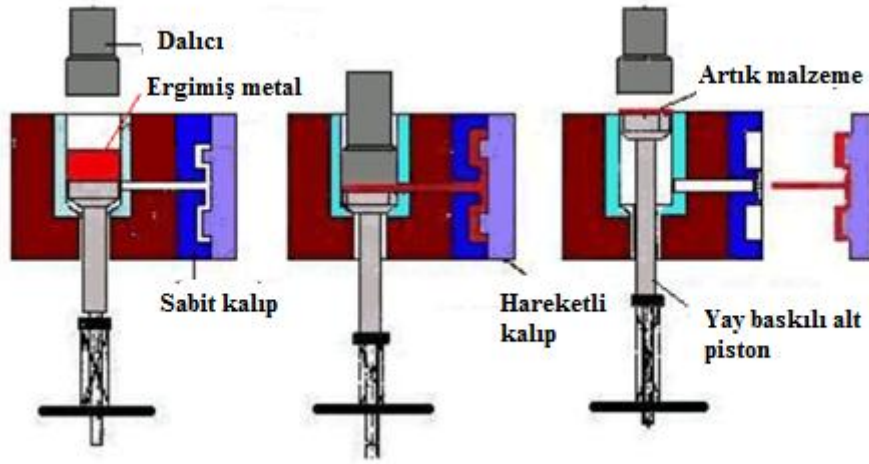


Şekil 2.4 :Yatay soğuk kamaralı makinanın çalışma sırası [5].

2.2.2.2 Düşey soğuk kamara tipi makinalar

Basma işlemi düşey bir kamarada yapılmaktadır. Şekil 2.5'teki gibi alttaki piston ergimiş metal kamaraya dolarken, kalıp giriş deliğini kapayacak konumdadır. Metal beslendikten sonra üst piston aşağı doğru hareket ettirilerek, önce ergimiş metal iki piston arasında sıkıştırılır ve bu esnada alt piston üst piston basıncının etkisi ile

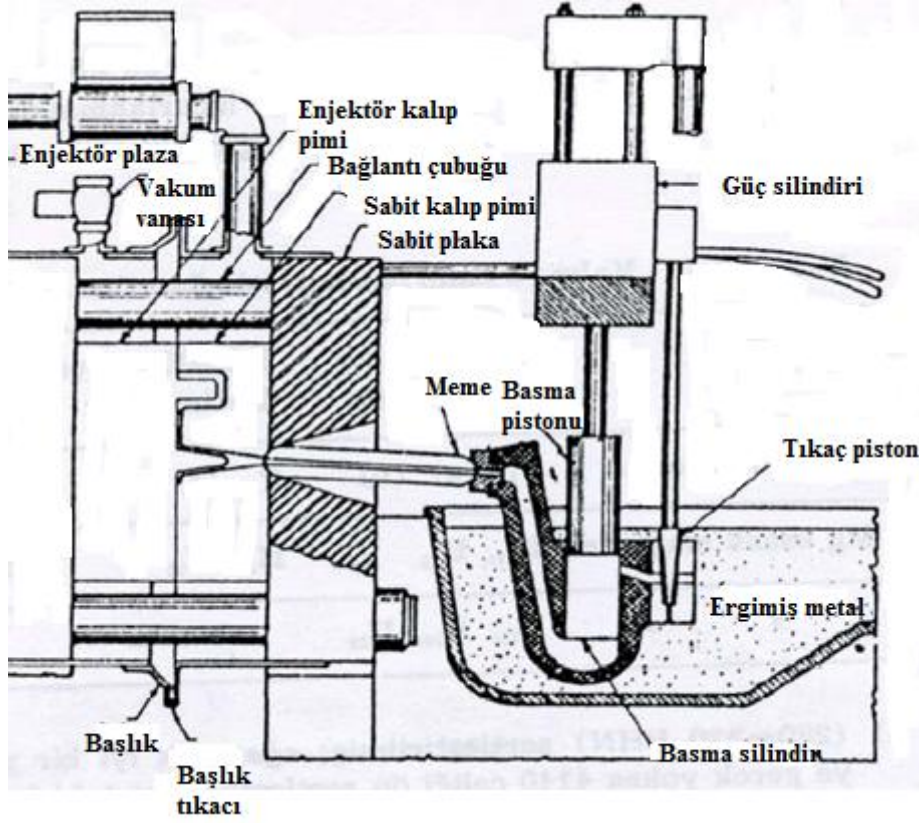
aşağı doğru hareket ederek kalıp giriş deliğini açar. Ergimiş metal bu girişten hızla kalıp boşluğuna basılır ve dökümün tamamlanması için bir süre basınç tatbik edilir. Katılaşma bittikten sonra üst ve alt piston yukarıya doğru hareket ettirilerek metal artığı dışarı atılır. Kalıp yarımı açılarak parça çıkarılır. En önemli avantajları piston hareket ettirildiğinde ergimiş metal sıkı bir kitle halinde hareket ederek dökülen parçada hava boşluklarının oluşumu da minimum olur. Düşey makineler genellikle merkezden beslemenin en iyi olduğu veya daha etkin olduğu durumlarda tercih edilir. Örneğin; merkez kısmının et kalınlığı fazla ve merkezden uzaklaştıkça kenarlara doğru et kalınlıkları azalan tekerlek vb. parça dökümlerinde kullanımı avantajlıdır [5].



Şekil 2.5 : Düşey soğuk kamaralı makina ve çalışmasının gösterilmesi [3].

2.2.3 Vakumlu basınçlı döküm makinaları

Besleme ve dökümün tamamen vakum altında yapılabildiği sıcak ve soğuk kamara tipi basınçlı döküm makinaları mevcuttur. Şekil 2.6'da vakumlu sıcak kamara basınçlı döküm makinasına örnek gösterilmiştir [8]. Bu makinaların asıl amacı parça içinde oluşabilecek porozite miktarını en aza indirmektir. Porozite miktarı hammadde cinsi, bileşimi ile de yakından ilgilidir. Bu yüzden vakum yüzde yüz poroziteyi engeller denilemez. Uygulanacak vakum miktarı, kuvveti makinaya üretilcek ürüne göre değişkenlik gösterebilir. Malzemedен istenilen özelliğe göre bazı parçalar için vakum uygulamak kaçınılmazdır. Vakum makinası ayrıca dışarıdan da kalıba bağlanabilir. Bu durumda vakum uygulaması parçanın fiyatını arttırabilir. Vakum uygulanması sıvı metali rahat ilerlettiğinden dolayı parça dolumu daha kolay gerçekleşir ve porozite minimize edilir [5].



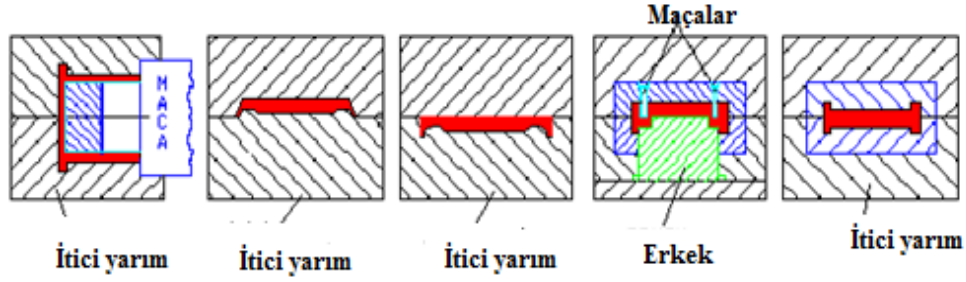
Şekil 2.6 : Vakumlu basınçlı döküm makinası [11].

2.3 Basınçlı Döküm Kalıpları

Basınçlı döküm kalıpları, her biri dökülecek parçanın geometrisine göre işlenmiş iki kalıp yarımından meydana gelir. Makinaya monte edilen bu kalıp bloklarından biri sabit (hareketsiz) kalıp yarımı, diğeri hareketli (enjektör) kalıp yarımı olacak şekilde düzenlenirler. Ergimiş metal kalıp boşluğuna, sabit kalıp yarımında bulunan besleme memesi vasıtasıyla akar. Hareketli kalıp yarımında ise dökülen parçanın şekline bağlı olacak yolluklar veya kanallar vardır [5].

Dişi kalıplar ve maçalar; Dişi kalıplar istenilen biçimde doğrudan doğruya kalıbın ayırma çizgisinden itibaren itici kısmına ve sabit tarafına işlenir. Dişi kalıplar aynı zamanda ayrı çelik bloklardan işlenerek kalıp takımlarının iki yarısındaki yuvalarına yerleştirilmek suretiyle kullanılır. Kalıp takımına yerleştirilen dişi kalıp, kalıplanacak parçanın biçimine göre yapılır. Kalıbın iki parçasının üst yüzeyleri ayırma çizgisinde birbirine oturur. Maçalar iş parçası üzerindeki delik, oluk ve iç girintileri yapmak için kullanılır.

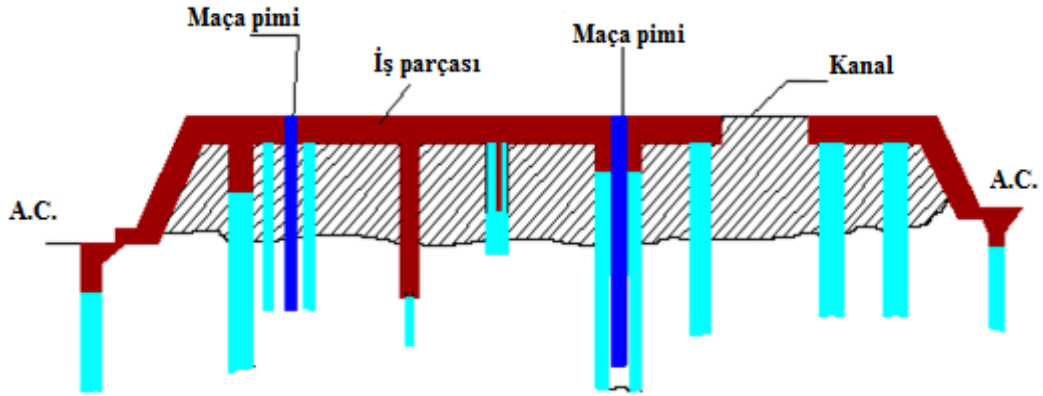
Bunlara örnek Şekil 2.7'de gösterilmiştir. Bazı maçaların amacı, parçanın cidar kalınlıklarını eşit yapmak ve metal tasarrufunu sağlamaktır [7].



Şekil 2.7: Dişi ve maça yerleşimlerine örnekler [7].

İtici; basınçlı döküm kalıp konstrüksiyonun da en önemli öğelerden biri parçayı kalıp içindeki şekillendikten sonra çıkarılabilecek sistemin ortaya konmasıdır. Parçaların çıkarılmasında genellikle itici pimler Şekil 2.8’de gösterilmiştir.

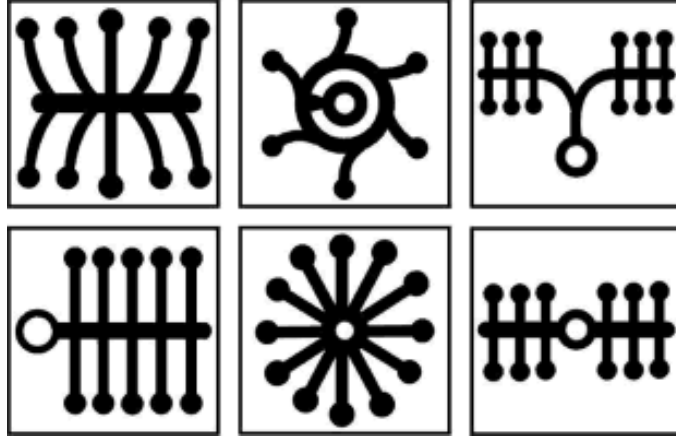
İtici pimlerin, ölçüleri, uygulamaya göre 3 mm den 25 mm çapa kadar değişir. En çok kullanılan pim çapları 6, 8 ve 10 mm dir. İtici pimlerin yüzeyleri aşınmaya karşı çok sert nitrüre edilmiştir [7].



Şekil 2.8 : İtici pimlerin tipik konumları [7].

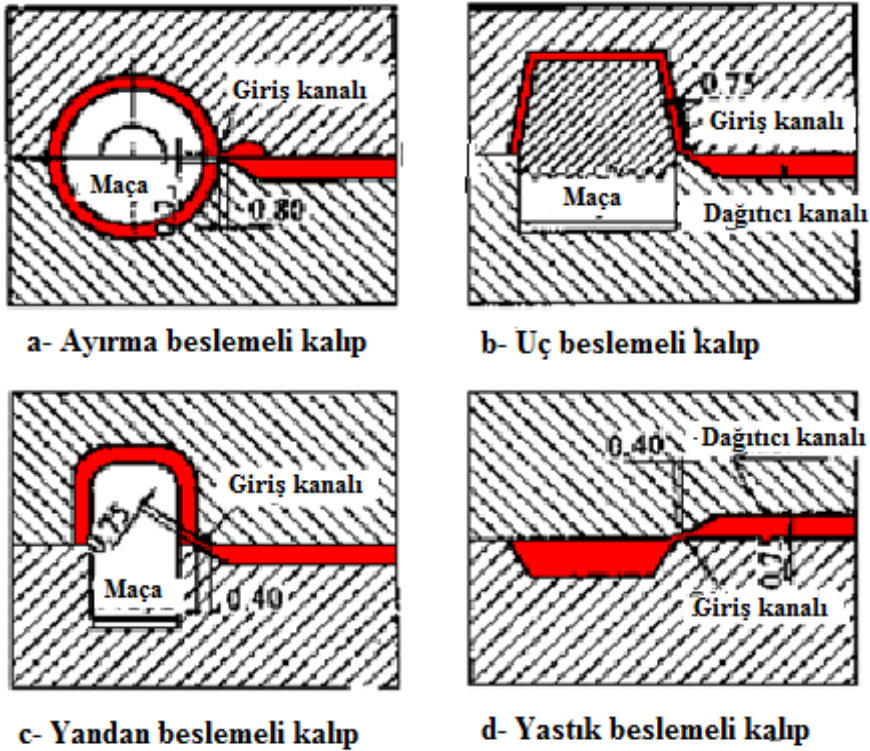
Şekil 2.9'da gösterildiği gibi girişler ve dağıtıcılar; dağıtıcılar yolluk burcundan giren ergiyik alaşımın, basınçlı döküm kalıbına ayırma yüzeyinden dişi kalıbın içine dolmasını sağlayan geçiş kanallarıdır. Bu kanalların yardımı ile parçanın dolması sağlanır.

Basınçlı döküm kalıplarında dağıtıcılar genellikle kalıp iticisi bulunan kısma açılır. Derinlikleri 4,5 mm'den 8 mm'ye kadar değişir. Genişlikleri ise iş parçasının ağırlığına ve dış biçimine göre tayin edilirler. Kalıp dağıtıcısının yeri şekli parçanın tam dolması açısından oldukça önemlidir.



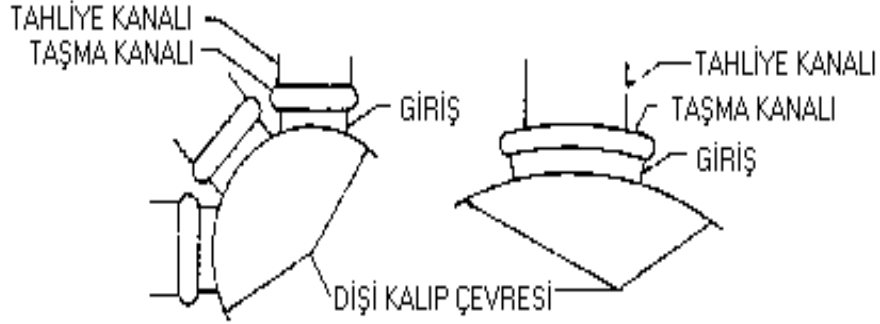
Şekil 2.9 : Çeşitli dağıtıcı şekil ve yerleşimleri [7].

Basınçlı döküm kalıplarında girişlerin yani dağıtıcı memelerinin geniş aralıklı tiplerinde ölçü 1,25 mm üzerindedir. İnce aralıklar ise 0,625 mm civarındadır. Çok büyük parçaların meme aralığı Şekil 2.10'da görüldüğü gibi 2,25 mm veya daha fazla aralıkla yapılır. İnce girişlerle iyi yüzey kalitesi elde edilir, artık kısımların ve yüzeyin düzeltilmesi kolay olur, fakat yoğun bir döküm yapılamaz. Büyük girişlerle daha yoğun ve kusursuz bir döküm yapılır. Fakat artık kısımların kırılması ve yüzeyin düzeltilmesi daha güç olur. Girişlerin büyüklüğü ve biçimi ergiyik alaşımın buhar gibi püskürmeden bir akım sağlayacak şekilde olmalıdır [7].



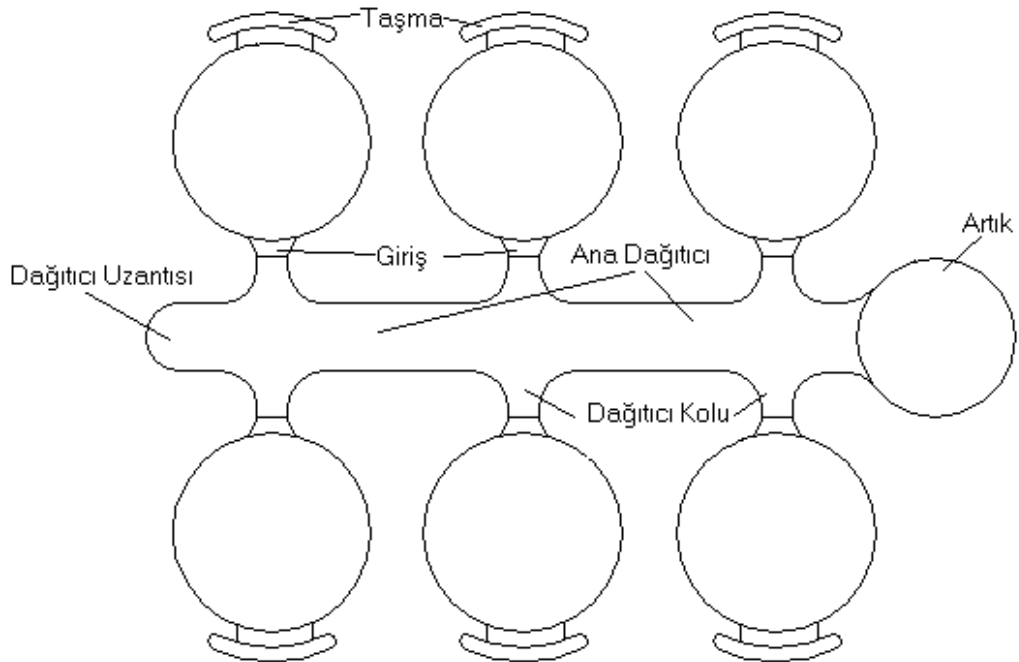
Şekil 2.10 : Giriş kanallarının kalıp üzerindeki tipik konumları [7].

Tahliye kanalları; basınçlı döküm kalıplarda hava tahliyesi şarttır. Tahliye kanalları kalıbın ayırma çizgisi üzerine işlenir. Tahliye kanalı Şekil 2.11'deki gibi genellikle ergiyik alaşımın havayı sıkıştıracağı yerde veya girişin karşıt tarafına açılır. Bazı tahliye kanalları kızakların etrafına hareketli maçaların ve iticilerin üzerine açılır [7].



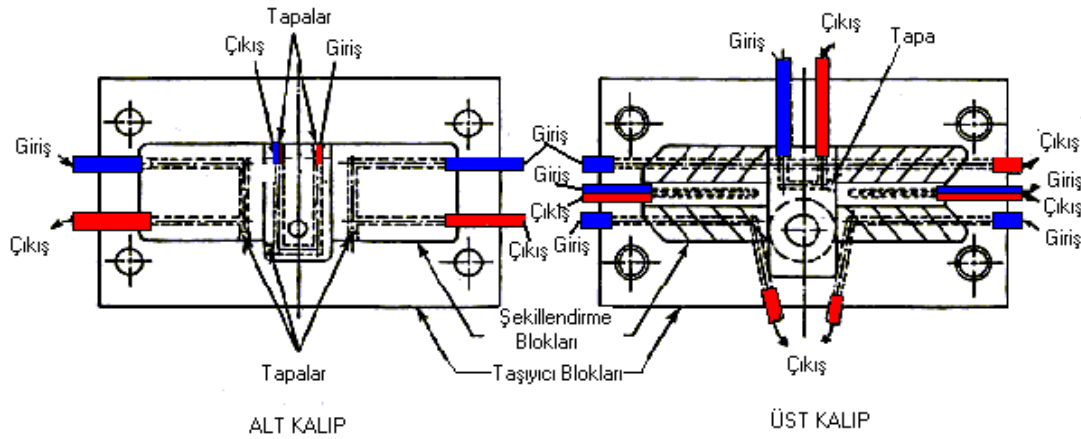
Şekil 2.11 : Taşma ve tahliye kanalına örnek dişi kalıp yerleşimi [7].

Taşma kanalları; taşma kanalları, basınçlı döküm yapmada önemli rol oynayan tahliye sisteminin bir parçasıdır. Şekil 2.12'de görüldüğü gibi doldurulması güç olan dişi kalıpların çukurlarına ergimiş alaşımın akmasını kolaylaştırır [7].



Şekil 2.12 : Taşma ve tahliye kanalına örnek parça yerleşimi [7].

Basınçlı döküm kalıplarında soğutma; basınçlı döküm makinaları her ne kadar belirli zaman aralığında daha önceden tespit edilen sayıda parça dökümü için ayarlanmış ve kalıp ısınmaları göz önüne alınmışsa da, kalıpların bazı kısımları diğer taraflarına nazaran daha fazla sıcaklık çeker. Bu kısımlar soğutma suyu kullanılarak istenilen sıcaklığa düşürülür. Şekil 2.13'teki gibi soğutmayı gerektiren bölgelere su, kalıp bloğuna delinen delikler veya açılan kanallarla iletilir. Delinen su deliklerinin kalıp yüzeyine 20 mm den yakın olmaması tavsiye edilir. Bununla beraber sakıncası olmayan hallerde kanallar, maça yahut boşluk yüzeylerine 6 mm kalıncaya kadar yaklaşabilir. Uygun soğutma sadece imalat kolaylığı için değil aynı zamanda iş parçasının yüzey kalitesinin iyi olmasına ve kalıp ömrünün artmasına yardımcı olur [7].



Şekil 2.13 : Soğutma kanallarına örnek kalıp kesiti [9].

Kalıpta ısıl yorulma, çatlama, kırılma, korozyon, erozyon, çökme gibi sorunlar meydana gelebilir. Bu sorunları en aza indirebilmek için kalıp çeliklerinde olması gereken başlıca özellikler; yapısal sağlamlık ve homojenlik, kolay işlenebilme özelliği, sıcak çalışmada ısıl arızalara karşı yüksek dayanımı, çalışma anında deformasyonu önleyecek yeterlikte sertlik ve mukavemet, moleküler çatlamayı önleyecek yeteri sağlamlık, dökülen alaşımın aşındırıcı ve silici etkisine karşı yüksek dayanımı, yüksek ısı iletkenliği, çok küçük ısıl genleşme katsayısı, ısı işleminde ölçüsel stabilize olmamalıdır [9].

2.4 Basınçlı Dökümün Avantajları

Basınçlı döküm, talaş kaldırma işçiliğinin, malzeme sarfiyatının az olması, üretim sayısının fazlalığı, simetrik olmayan karmaşık biçimdeki kalıplama işlemlerinin

kolaylığı nedeniyle endüstri alanında çok kullanılmaktadır. Basınçlı dökümün yaygın olarak kullanılmasının yararları aşağıda sıralanmıştır.

- Ölçü tamlığı çok iyidir ve çok sayıdaki işlerde az tolerans farkı vardır.
- Karmaşık parça üretiminin çok kolaydır.
- Farklı metaller çok kolay birleştirilir (kompozit gereçler).
- İnce kesitli, işleme payı az ve sık dokulu parçalar üretildiği için gereç kazanımı sağlar.
- Dış görünümü güzel döküm parça üretilir.
- Döküm parçalarda dış yüzey işlemlerini ortadan kaldırır.
- Çok sayıdaki parça üretimde aynı kalıp kullanıldığından parçalar arasında mutlak bir eşitlik sağlar (Ölçü tamlığı).
- Çok sayıda parça üretimini hızlı gereç akışı ve az işçilikle sağlayarak yüksek verim elde edilir. Bundan dolayı pahalı kalıplara rağmen düşük maliyet sağlar.
- 0,1 gramdan, 25-35 kilogram aralığındaki değişik ağırlıklarındaki parçaların kolaylıkla elde edilebilir [10].

2.5 Basınçlı Dökümün Sınırları

Basınçlı dökümün sınırları şu şekildedir:

- Döküm boyutları sınırlıdır. Döküm ağırlığı nadiren 25 kg'ı geçer. Genellikle 4 ile 5 kg civarındadır.
- Kalıp dizaynında yolluklandırma ve hava firar (kaçış) yollarının yapımı önem kazanır. Çünkü kalıp içerisinde hava çıkışı olabilir. Hapsolan hava eksik dökümlere veya gaz boşluklarına yol açabilir.
- Komple bir basınçlı döküm makinası (ana pres, yardımcı cihazlar ve kalıplar) çok pahalıdır. Yöntemin ekonomik olması için çok sayıda parça üretilmesi gerekmektedir [11].

2.6 Basınçlı Döküm Örnek Uygulamaları

Basınçlı döküm prosesinde, kontrollu bir sıcaklıktaki eritilmiş alüminyum veya zamak alaşımları, yüksek basınç altında döküm kalıplarının içine enjekte edilmektedir. Şekil 2.14'te görüldüğü gibi basınçlı döküm yöntemi ile değişik sektörlere hitabeden çeşitli ebat ve ağırlıkta döküm parçalar üretilmektedir.. Üretimde kullanılan alüminyum alaşımları ve zamak düzenli olarak analiz edilmelidir [12].



Şekil 2.14 : Örnek basınçlı döküm uygulamaları [12].

Aşağıdaki Şekil 2.15'te görülen ürünlerde aydınlatma, elektronik vb. alanlarda kullanılmak üzere üretilmiştir [12].



Şekil 2.15 : Değişik basınçlı döküm uygulamaları [12].

3. DÖVME VE DÖKÜM ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI İNCELENMESİ

3.1 Alüminyum Dövme Alaşımları

Bu türe giren alaşımlar Cu, Mg, Mn, Si ve Ni gibi elementler içerirler; çoğu kez önce sürekli döküm yöntemi ile blok biçiminde elde edildikten sonra, homojenleştirme tavı uygulanır, haddeme veya ekstrüzyon ile biçimlendirilirler. Döküm yapısındaiken tane sınırlarında oluşan sürekli gevrek fazlar, şekillendirme sırasında parçalanır ve ana kütleye dağılır ve böylece alaşım soğuk şekillendirmeye uygun duruma geçer.

Dövme alüminyum alaşımlarının simgelendirilmesi ve standardlaştırılmaları ilk olarak sistematik biçimde 1954 yılında Alüminyum Birliği tarafından gerçekleştirilmiştir. Burada dört numaralı bir tanımlama sistemi kullanılır. Bu sistem günümüzde hala geçerli olan bir sistemdir ve gerek Amerikan gerekse de Avrupa Standardlarının temelini oluşturur.

Çeşitli ülkelerin ulusal standardlarında farklı simgelendirme ile tanımlanan dövme alüminyum alaşımları EN 573 serisi standartlarda detaylı olarak ele alınmıştır. Dövme alüminyum ve alüminyum alaşımlarının simgelendirilmesi ve kimyasal bileşimleri EN 573-3: 1995'te tanımlanmıştır. Ülkemizde de TS EN 412/Ocak 1987 "Biçimlenebilen Alüminyum ve Alüminyum Alaşımları- Kimyasal Bileşimi" olarak standardlaştırılmışlardır. Bu konudaki TS EN standardı hazırlık aşamasındadır.

Değişik serilerdeki alüminyum alaşımlarının karakteristiklerinde dikkate alınacak farklılıklar bulunmaktadır ve bunlar alaşımların uygulama alanlarında farklılıklar yaratmaktadır. Standard tanımlama sistemini anladıktan sonra, bir sonraki nokta önceden bahsedilen seriler içinde iki belirgin farklı alüminyum türü olduğunu kabul etmektir. Bunlar ısıtılma işleme tabi tutulabilen ve bu sayede mukavemetleri artırılabilen alüminyum alaşımları ve ısıtılma işleme tabi tutulamayan alüminyum alaşımlarıdır. Ark kaynağı uygulamalarının bu iki tür alaşım serisi üzerindeki etkileri göz önünde tutulduğunda bu fark özellikle önemlidir. Alüminyum ve

alüminyum alaşımlarına uygulanan mukavemet artırıcı yöntemlere göre simgelenme EN 515:1993'te yer almaktadır [13].

EN 573'e göre standard gösterimleri verilen alüminyum ve alüminyum alaşımları içinde en çok kullanılan alaşımlar 1xxx, 2xxx, 4xxx, 5xxx, 6xxx ve 7xxx serisi alaşımlardır.

1xxx, 3xxx ve 5xxx serisi dövme alüminyum alaşımları ısıtıl işlem uygulanamayan türlerdir ve bunlar yalnızca şekil değişimiyle sertleştirilebilirler. 2xxx, 6xxx ve 7xxx serisi dövme alüminyum alaşımları ise ısıtıl işleme tabi tutulabilirler. 4xxx serisi hem ısıtıl işleme tabi tutulabilir hem de ısıtıl işleme tabi tutulamaz alaşımlar içerir. Dövme alaşım cinsinin ısıtıl işlem uygulanabilirliği Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 : Dövme alaşım cinslerinin ısıtıl işlem uygulanabilirlik tablosu

Dövme alaşım cinsi	Isıl işlem uygulanabilirliği
1xxx	Isıl işlem uygulanmaz
2xxx	Isıl işlem uygulanır
3xxx	Isıl işlem uygulanmaz
4xxx	Hem ısıtıl işlem uygulanır hem uygulanmaz
5xxx	Isıl işlem uygulanmaz
6xxx	Isıl işlem uygulanır
7xxx	Isıl işlem uygulanır

Isıl işleme tabi tutulabilir alaşımlar, en yüksek mekanik özelliklerini en genel olarak çözeltiye alma ısıtıl işlemi ile kazanırlar. Çözeltiye alma ısıtıl işleminde alaşım, çözelti içine alaşım elementleri veya bileşik katmak için yaklaşık 530°C'ye kadar ısıtılır, arkasından hızlı soğutma gelir, bu işlem; oda sıcaklığında aşırı doymuş çözelti sağlamak için genelde su içinde yapılır. Genellikle bunu, yaşlandırma ısıtıl işlemi takip eder. Yaşlandırma; istenen akma özellikleri için, aşırı doymuş çözeltiden bir miktar element veya bileşiğin çökertilmesidir. Burada, çökme sonucunda tanelerin içinde, ışık mikroskobu ile seçilemeyen çok ufak zerreler oluşur. Bu submikroskobik zerreler kafeste kaymayı önler böylece alaşım sertleşir ve akma ve çekme mukavemeti yükselir.

Isıl işleme tabi tutulamayan alaşımlar en yüksek mekanik özelliklerini, soğuk şekillendirme yoluyla sertlik ve mukavemeti artırma yöntemi olan şekil değiştirme sertleştirilmesi ile kazanırlar.

6061-T6, 6063-T4, 5052-H32 ve 5083-H112 alaşımlarının gösteriminde olduğu gibi alaşım numaralama sistemini ısıtıl işleme bir tire ile birleştiren, serilerin

harflerini alaşım gösterim numarasının takip ettiği sistemdir ve bu gösterim tüm standartlarda aynıdır [13].

3.2 Alüminyum Döküm Alaşımları

Bu tür alaşımların büyük çoğunluğu silisyum içerir; %11.7 Si içeren alaşım ötektik bileşimde olduğundan çok üstün döküm özeliklerine sahiptir. Bu alaşımın korozyona direnci ve kaynak kabiliyeti de oldukça iyidir. Döküm alüminyum alaşımlarına bir miktar bakır katılması, talaş kaldırma özeliklerini geliştirir, buna karşın, korozyon direncinde azalmaya neden olur

Döküm alüminyum alaşımlarına silisyumdan başka magnezyum katılarak ekelme yolu ile sertleştirilebilen ve deniz suyunun koroziv etkilerine dirençli alaşımlar elde edilir. Alüminyum Birliği'nin standardizasyonuna göre alaşımları ülkemizde de TS 410/Nisan 1975'de yayımlanmış "Alüminyum Alaşımlarından Yapılan Dökümlerin Bileşimi" adlı standartta tanımlanmışlardır. Günümüzde bu tür alaşımlar için hazırlanmış olan EN 1706 ve EN 1780 serisi standartlar geçerlidir [13].

3.3 Türkiye'de Döküm ve Dövme Sanayi

Makina üretimimiz; inşaat makinaları, ağır sanayi makinaları, torna ve freze tezgahları, delme makinaları, kesme ve bükme makinaları, ağaç işleme makinaları, pompa ve kompresörler, el aletleri, enerji türbinleri, klima cihazları, gıda işleme makinaları, kaldırma ve taşıma makinaları, beyaz eşya, vana, dişli ve yataklar gibi ürünlerin imalatını içermektedir. Makina sanayimiz, bu makinaların hemen hemen tüm parça ve aksesuarlarını, uluslararası pazarlarda rekabet edebilecek fiyat ve kalitede üretebilmektedir. Üretimdeki ortalama yerli üretim payı %80-85 civarındadır.

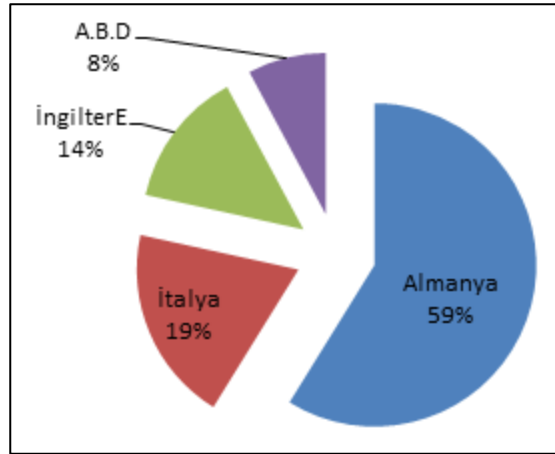
Döküm rnlerinin en büyük kullanıcılarından biri de otomotiv sanayidir. Bugün Türkiye'de, 16 firma otomobil, otobüs, kamyon, pickup, minibüs, midibüs ve treyler gibi çeşitli tiplerde taşıt araçları ve dört firma traktör üretmektedir. Bunlardan altı tanesi ise binek otomobil üretmektedir. Türk otomotiv sanayi, 662.000'ı binek otomobil olan 1016.000 aralık toplam üretim kapasitesine sahiptir. Sektörümüzde zel sektöre ait 83 büyük sanayi kuruluşu, 187 adet orta boy dökümhane, 972 adet küçük atölye boyutunda dökümhane faaliyet göstermektedir.

Sektörde 20 adet de kamu kesimine ait döküm fabrikası bulunmaktadır. Türkiye'nin yıllık döküm üretim kapasitesi 1 milyon 500 bin tondur [14].

3.3.1 Türkiye'nin döküm ve dövme ürünleri ihracatı

2006 yılı döküm ve dövme ihracatımız bir önceki yıla göre %20 oranında artış göstererek 3 milyar dolara ulaşmıştır. İhracatımızın; 2,0 milyar doları (%67) otomotiv sanayi parçaları, 600 milyon doları (%20) makina sanayi aksamı ve 156 milyon doları (%5) inşaat sanayi döküm parçalarından oluşturmaktadır. Döküm sektörümüz, Almanya, İtalya, İngiltere, Fransa, ABD, Polanya, İspanya, Belçika, Rusya Federasyonu, Romanya gibi 179 ülkeye ihracat yapmıştır.

2006 yılında, döküm ve dövme ürünleri ihracatında 925 milyon dolar ve %30 payla Almanya birincidir. Bu ülkeyi 300 milyon dolar ve % 10'luk payla İtalya, 200 milyon dolar ve %7'lik payla İngiltere, 113 milyon dolar ve %4'lük pay ile ABD izlemektedir. 2006 yılında AB ülkelerine 2 milyar 100 milyon dolarlık döküm ürünleri ihraç edilmiş olup döküm ihracatımızda AB ülkelerinin payı yaklaşık %70'tir [14]. Ükelere göre döküm ve dövme ürünleri ihracat değerleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Ükelere göre döküm ve dövme ürünleri ihracatı değerleri

4. 6082 DÖVME ALAŞIMININ ÖZELLİKLERİ, TABANCA GÖVDESİ DAHİL KULLANIM ALANLARI

4.1 6082 Alaşımının Genel Özellikleri

Aşağıdaki Çizelge 4.1’de 6082 alaşımının kimyasal bileşimi verilmiştir:

Çizelge 4.1 : 6082 dövme alaşımının kimyasal bileşimi [15].

Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Diğer	Al
0,5	0,7-1,3	0,1	0,4-1,0	0,6-1,2	0,2	0,15	0,15	Kalan

Karakteristik özellikleri ise; korozyon dayanımı yüksek, çok iyi kaynak yapılabilir, makina yapımı için uygun, T4 ısıtıl işleminden sonra stabilize edilmiş formda soğuk şekillendirilebilme kalibiyeti çok iyi, yorulma dayanımı orta seviyede, kompleks parçalar için uygun değildir.

Ürün şekilleri ise piyasadaki isimlerine göre; levha, çubuk, boru, lama, profil çeşitleri olarak sayılabilir [15].

4.2 6082 Alaşımının Kullanım Alanları

6XXX serisi (AlMgSi) alaşımları içinde mimari-inşaat sektöründe en yaygın kullanılanlar 6060 ve 6063 (EN ve yeni TS notasyonunda) ve AlMgSi0.5 (DIN ve eski TS notasyonunda) alaşımlarıdır. Bunların kimyasal bileşimleri genelde aynı olup, alt ve üst limitlerde nüans farklılıkları gösterirler. EN AW / AA 6005, 6005A ve 6082 alüminyum alaşımları mekanik özelliklerin daha yüksek değerlerde istendiği mühendislik uygulamaları için tercih edilir [16].

Genel uygulama alanları olarak; demiryolu vagonlarında ağır yapılar, kamyon korkulukları, gemi-inşaat sektörü, köprüler, askeri köprüler, bisiklet imalatı, kazan imalatı, platform, nükleer enerji, hidrolik sistem sayılabilir.

4.3 6082 Alaşımının Mekanik Özellikleri

EN AW 6082 standartına göre alaşımın mekanik özellikleri belirlenmiştir. Alaşımın mekanik özellikleri aşağıdaki Çizelge 4.2’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.2 : 6082 dövme alaşımının mekanik özellikleri [17].

Temper	Akma Mukavemeti		Çekme Mukavemeti		Uzama (%50)	Sertlik (Brinel)
	Min	Max	Min	Max	Min-Max	Min-Max
0	-	60	-	130	26	35
T1	-	70	-	260	24	70
T4	-	170	-	260	19	70
T5	250	275	290	325	19	70
T6	260	310	310	340	19	95

Yukarıda verilen ısıtım işlem sembollerinin açıklaması Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 : Isıtım işlem sembolleri ve açıklaması [17].

Isıtım İşlem Türü	Açıklaması
0 veya F	Basıldığı yada döküldüğü gibi
T1	Direk şekil verilmiş ve doğal yaşlanmış
T2	Tavlanmış
T3	Çözeltiye alınmış, soğuk işlem görmüş
T4	Çözeltiye alınmış, doğal yaşlanmış
T5	Direk şekil verilmiş ve suni yaşlanmış
T6	Çözeltiye alınmış, suni yaşlandırılmış
T7	Çözeltiye alınmış, stabilize edilmiş

5. ÖZEL ALAŞIMININ ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

5.1 Özel Alüminyum Alaşımının Genel Kullanım Alanları

Mimari, armatürler, otomobil, ışıklandırma, uçak sanayi, ev aletleri, klima cihazları, otomotiv, makina sanayi, savunma sanayi gibi alanlar sayılabilir.

5.2 Özel Alüminyum Alaşımının Kimyasal Özellikleri

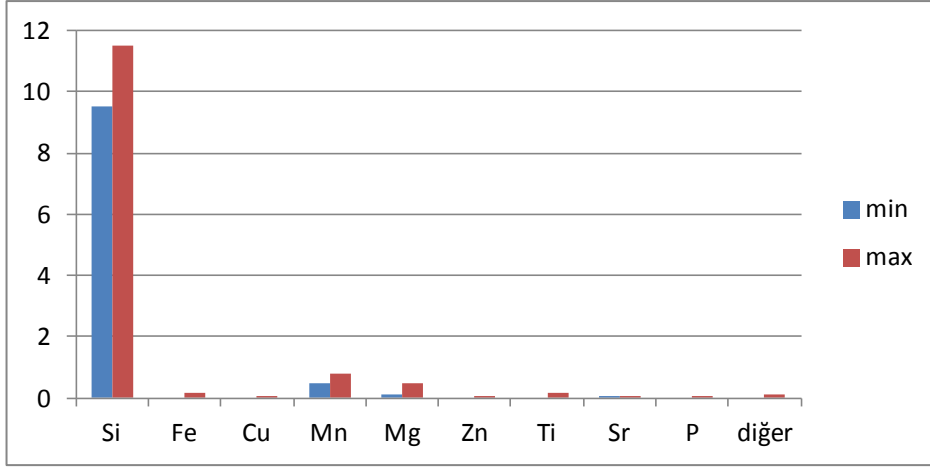
Özel alüminyum alaşımı, stronsiyum içeren AlSi₉MgMn tipi bir enjeksiyon döküm alaşımı olup %99,8 saflıkta alüminyum kullanılarak elde edilmektedir. Elementlerindeki dar tolerans aralıkları değişmeyen, iyi bir döküm kalitesini beraberinde getirmektedir.

Çizelge 5.1’de alaşıma ötektik silisyum modifikasyonu için stronsiyum ilave edilmektedir. Çeşitli uygulamalar için Mg oranı daha da daraltılabilmektedir.

Çizelge 5.1 : Özel alüminyum alaşımının kimyasal bileşimi.

[%]	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Sr	P	Diğer toplam
Min	9,5	-	-	0,5	0,1	-	-	0,030	-	-
Max	11,5	0,15	0,03	0,8	0,5	0,07	0,15	0,020	0,001	0,10

Bu hem dökümhane koşullarına, hem de parçadan istenen özelliklere ve şarta bağlıdır. Özel alaşım aralığından uygun olanı seçebilmek için testler yapılmalı ve bu aralıktan en uygun değerler kaydedildikten sonra tedarikçi firmadan talep edilmelidir. Burada dökülecek parçanın boyutu, ağırlığı oldukça önemlidir. Dökümhane koşullarından makinaların cinsi bağlanacak kalıp ebatı oldukça önemlidir. Kalıp dizaynı yapıp uygun makina seçildikten sonra ürün denemeleri yapıp daha sonra kimyasal aralıktan seçim yapılmaktadır.



Şekil 5.1 : Özel alaşımının kimyasal bileşim aralığı.

Herşeyden evvel de Mg oranı, parçaya ısıtılma işlemi yapılması gereken durumlarda önemlidir.

Bu optimizasyonlarda özel alüminyum alaşımı için dört alaşım varyasyonu ortaya çıkmıştır:

- %0,13 – 0,19 Mg: Olası bir kazada ön planda olan parçalar sıvama tekniği için.
- %0,18 – 0,28 Mg: Hem dayanım gerektiren, hem de olası bir kazada ön planda olan devamlı titreşim veya yorulma yükü altındaki emniyet parçaları için.
- %0,24 – 0,35 Mg: Çalışma şartlarında yüksek dayanım ve darbe dayanıklılığı gerektiren parçalar için.
- %0,28 – 0,35 Mg: Isıl işlemde çözeltiye alma safhasından sonra hava ile soğutulan parçalar için.
- %0,50'in üzerinde bir Magnezyum oranı ile daha yüksek dayanım elde edilememektedir. Çünkü fazla Mg, Mg_2Si fazı olarak çökelmekte ve dayanıma katkı sağlamamaktadır.

Özel alaşımda seçilecek magnezyum oranı bu tezde de incelendiği gibi parçadan istenilen mekanik özelliklerle yakından ilgilidir. Parça boyutu, kalıp ebatı ve parçadan istenilen doluluk oranı iyi belirlendikten sonra bunu sağlayabilecek magnezyum oranı hammaddeden beklenmelidir.

5.3 Özel Alüminyum Alaşımının Fiziksel Özellikleri

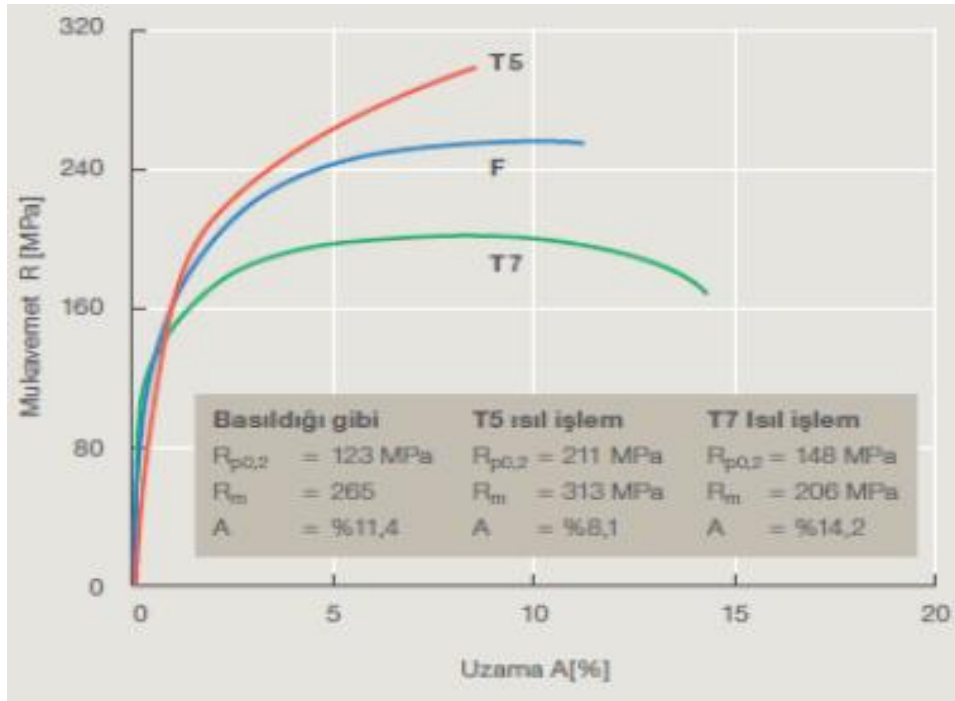
Çizelge 5.2’de hammaddeye yapılan testler sonucu elde edilen fiziksel özellikleri yer verilmiştir. Buradaki elastisite modülü ve yorulma mukavemeti değerleri silah gövdesi üretimi için yeterli mukavemet değerlerini göstermektedir.

Çizelge 5.2 : Özel alüminyum alaşımının fiziksel özellikleri.

		Birim	Geçerlilik Aralığı
Katılaşma Aralığı	590-550	°C	-
Yoğunluk	2,64	Kg/dm ³	20°C
Elastisite modülü	70-80	GPa	20°C
Isıl genleşme katsayısı	21	1/K x 10 ⁻⁶	20-200°C
Isıl iletkenlik	1,39 – 1,68	W/(K x cm)	20-200°C
Elektrik iletkenliği	21 - 26	m/(Ω x mm ²)	20°C
Yorulma mukavemeti	89	MPa	10° Devir

5.4 Özel Alüminyum Alaşımının Mekanik Özellikleri

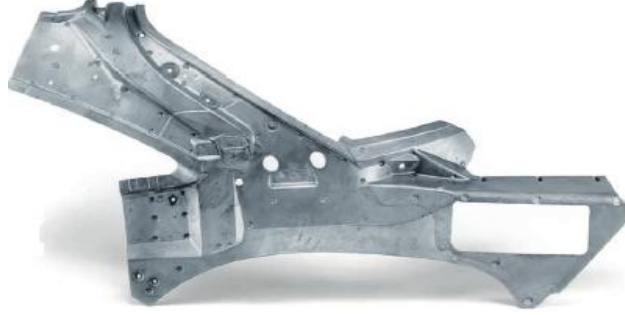
Özel alüminyum alaşımı'nın AlSiMg alaşımları içindeki özelliği sıradışı yüksek uzamasıdır. Şekil 5.2’de, döküm durumundaki özel alüminyum alaşımı'nın uzama ve mukavemet eğrisini göstermektedir. Ayrıca; Şekil 5.2’de ek olarak T5 (suni yaşlandırma) ve T7 ısıl işlem durumları (aşırı yaşlandırma) için uzama ve mukavemet eğrilerini görmek mümkündür.



Şekil 5.2 : Özel alüminyum alaşımının mukavemet uzama değeri.

5.5 Özel Alüminyum Alaşımı ile Üretilmiş Uygulama Örnekleri

Şekil 5.3'te bir araba markasının kullandığı iç c-sutunu parçası verilmiştir. Parçanın boyutları 1270x770x150 mm'dir. 2.7 kg ağırlığa sahip olan bu parça silah gövdesine benzeyen şekli ve yapısı ile bizlere bu hammaddeyi seçmede ilham olmuştur. Et kalınlığında yaklaşık 2,5 mm olup T6 ısıtıl işlemi uygulanmıştır.



Şekil 5.3 : Özel alüminyum alaşımı hammaddesi ile basılan örnek parça.

Şekil 5.4'te ise bir araba modeli için Özel alüminyum alaşımı ile basınçlı dökümle üretimi yapılmış ve başarılı olunmuştur. Parça boyutları 520x440x170 mm, et kalınlığı 2,5 mm ve ağırlığı 1,5 kg olarak üretilmiştir.



Şekil 5.4 : Özel alüminyum alaşımı hammaddesi ile üretilmiş aracın yan kapısı.

Şekil 5.5'te ise Özel alüminyum alaşımı ile üretilmiş motosiklet oturma gövdesi görülmektedir. Parça T5 ısıtıl işleme tabi tutulmuş, boyutları 600x260x120 mm olup net ağırlığı 1,8 kg olarak üretilmiştir.

Hem ağırlık merkezinden uzakta olması, hem de üzerinde iki kişi taşınması gereken bu parçanın, eğilip bükülmeme özelliğinin yanında azami derecede hafif olması gerekmektedir.

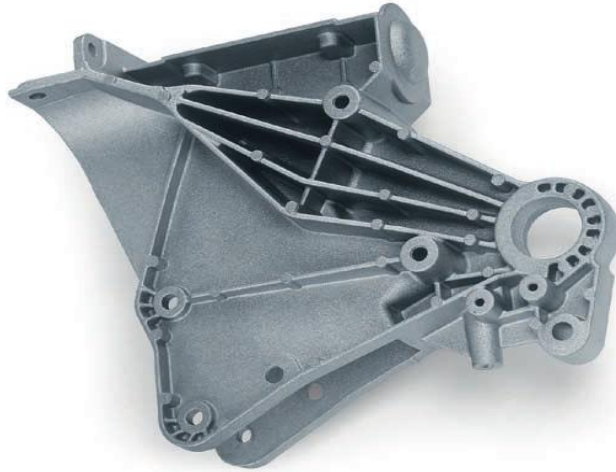
Ağırlık optimizasyonu sonucu oluşan 2–4 mm arası cidar kalınlığı olan parça bu istenenleri Özel alüminyum alaşımı sayesinde karşılamaktadır.



Şekil 5.5 : Motosiklet oturak gövdesi.

Bir başka örnek ise Şekil 5.6’da verilmiştir. Bu parça kamyonların sürücü kabin mafsalında kullanılmıştır.

Parça boyutları 560x460x250mm, ağırlığı 9,5 kg olup ürün üretildikten sonra T5 ısıtıl işlemi yapılmıştır. Enjeksiyon döküm için ağır olmasına rağmen bu parça ısıtıl işlem yapılan bir kokil döküm parçasının yerini almıştır. Seri üretimde üretilen bu parça da kalıp maliyeti fazla olmasına rağmen adet bazında fazla olduğu için uzun süreçte maliyet avantajı sağlamıştır.



Şekil 5.6 : Kamyonlarda kullanılan sürücü kabin mafsalı.

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Tabanca gövdesi üretiminde kullandığımız hammaddeye ardından çıkan ürüne mikroyapı ve mekanik özellikler başlığı altında 2 ana grupta incelemeler yapılmıştır. Bununla birlikte bu bölümde, kullandığımız kalıbın özellikleri, döküm şartları ve ürettiğimiz ürüne alıcı silah firması tarafından yapılan testlere yer verilmiştir. Ayrıca üretilen ürüne çeşitli ısıtma işlem uygulamaları yapılmış olup bunların dövme metodu ile 6082 alaşımından üretilen ile özellikleri bakımından karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Deneysel çalışmalarda ana amacımız; 6082 dövme alaşımı ile üretilen silah gövdesine eşdeğer veya ona yakın mekanik değerlere sahip ürün ürettiğimizi göstermek ve ısıtma işlem uygulamalarını incelemek olmuştur.

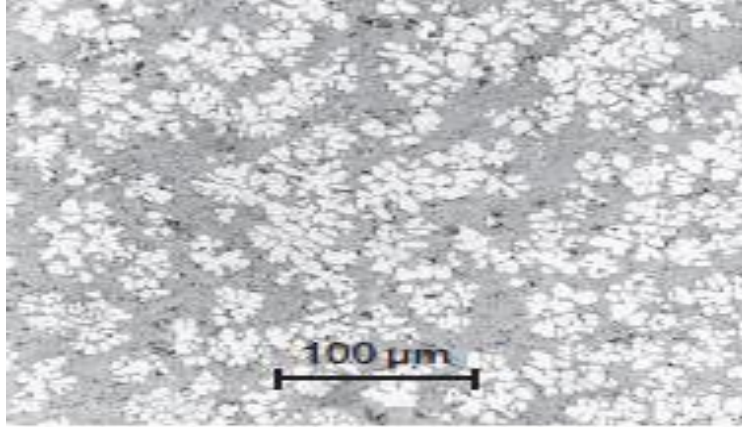
6.1 Özel Alüminyum Alaşımının Mikroyapı İncelemesi

Mikroyapı incelemesi öncesi üründen kesit alınan parça bakalite alınmış ve numune hazırlama işlemi Şekil 6.1'deki bakalite alma cihazı (Metkon Ecopress 50) ve numune hazırlama cihazı (Metkon Forcipol 2V) kullanılmıştır. Şirketimizin bünyesinde bulunan bu cihazlar ile sürekli numune alma yöntemi ile üretim sürekli takip edilmiştir.



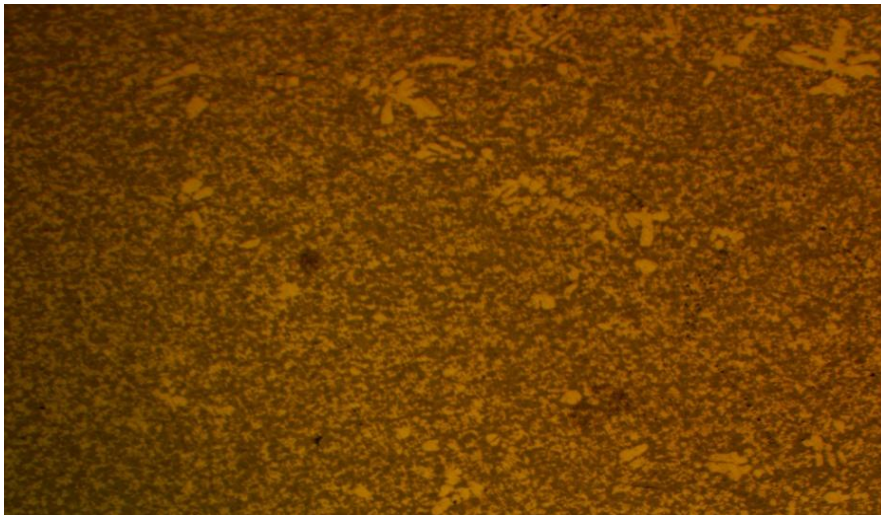
Şekil 6.1 : Numune hazırlama ve bakalite alma cihazları.

Aşağıda özel alüminyum alaşımı hammaddeden alınmış metalurjik yapı fotoğraflarını görmekteyiz. Şekil 6.2'de görülen açık renkli ve kolayca ayırt edilebilen α -Alüminyum dendritlerinin yanında Al-Si yapısı hemen hemen küresel şekildedir. Bunun yanında, ötekiğin içinde $Al_{12}Mn_3Si_2$ fazları da açık gri fazlar olarak küresel şekildedirler.



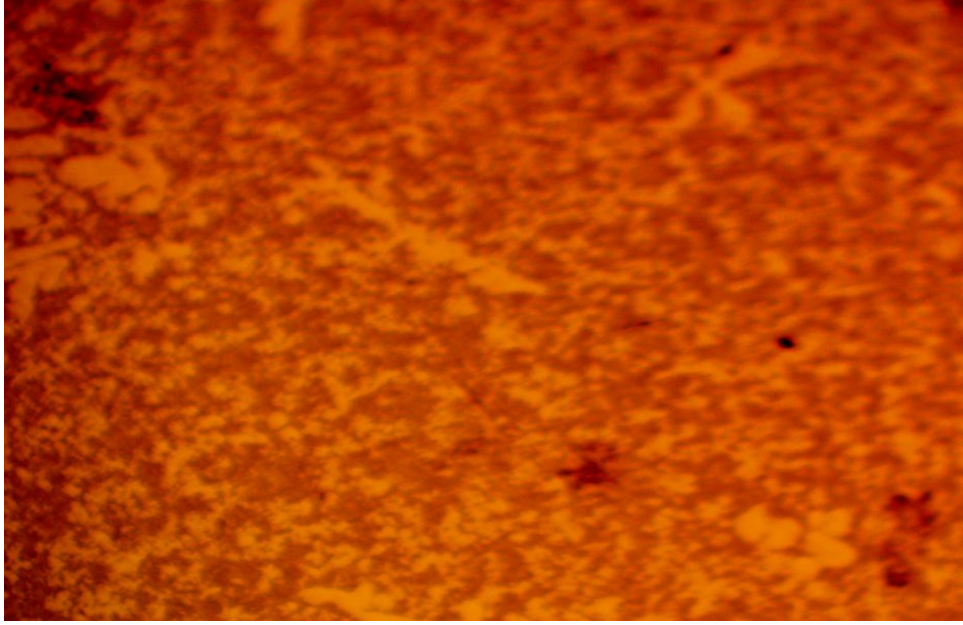
Şekil 6.2 : Özel alüminyum alaşımının döküm durumundaki yapısı.

Daha sonra üretilen üründen kesit alınıp bakalite alınmıştır Ardından zımparalama ve parlatma işlemi yapılmıştır. Şekil 6.3'de x10 büyütme ile bakılan mikro yapıyı görmekteyiz. Burada Şekil 6.2'de görüldüğü gibi $Al_{12}Mn_3Si_2$ fazları görülmektedir. Ayrıca XRD analizinde yapılmış olup bu faz görülmüştür. x10 büyütmede yeterince net görüntü elde edilemediği için cihaz ile x20, x50 ve x100 büyütmede görüntüler alınmıştır. Şekil 6.3'de ana yapı olan alüminyum dentritik yapısı görülmüş ve diğer fazlar için bahsedilen büyütme oranlarında yapıya bakılmıştır.



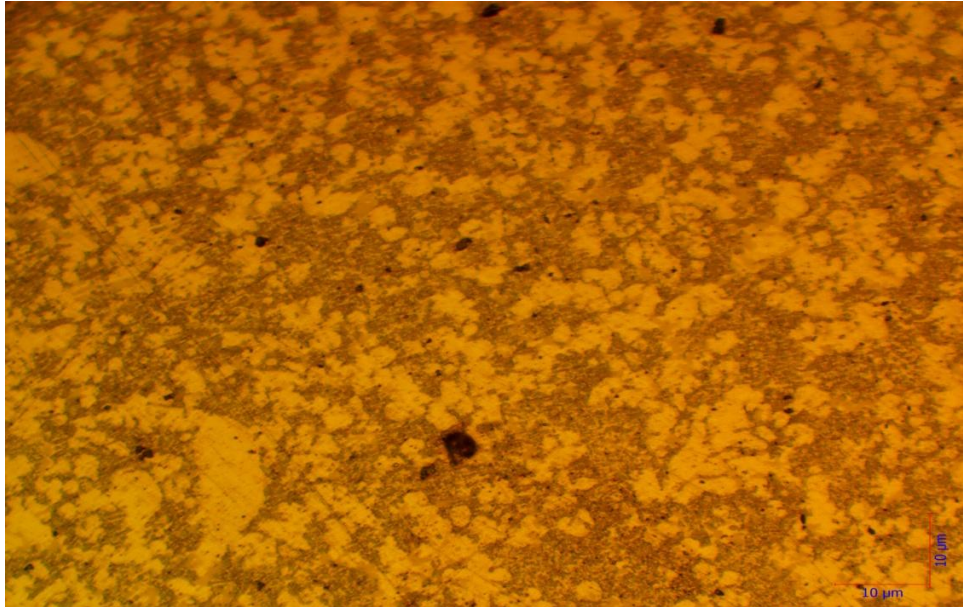
Şekil 6.3 : x10 büyütme ile görülen mikroyapı.

Şekil 6.4'de x20 büyütmede çekilmiş mikroyapı gösterilmiştir.



Şekil 6.4 : x20 büyütme ile görülen mikroyapı.

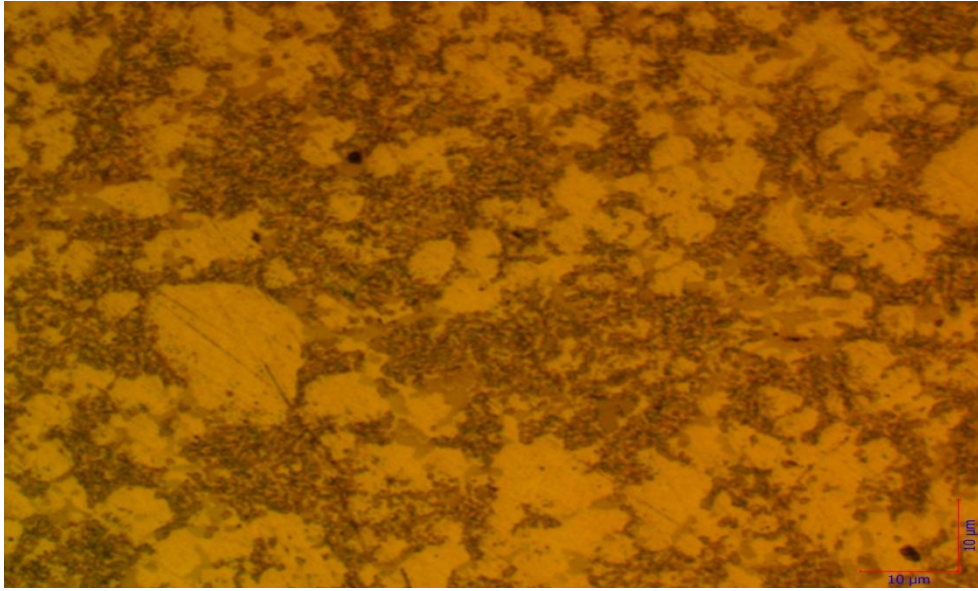
Şekil 6.5'te x50 büyütmede çekilmiş mikroyapı gösterilmiştir.



Şekil 6.5 : x50 büyütme ile görülen mikroyapı.

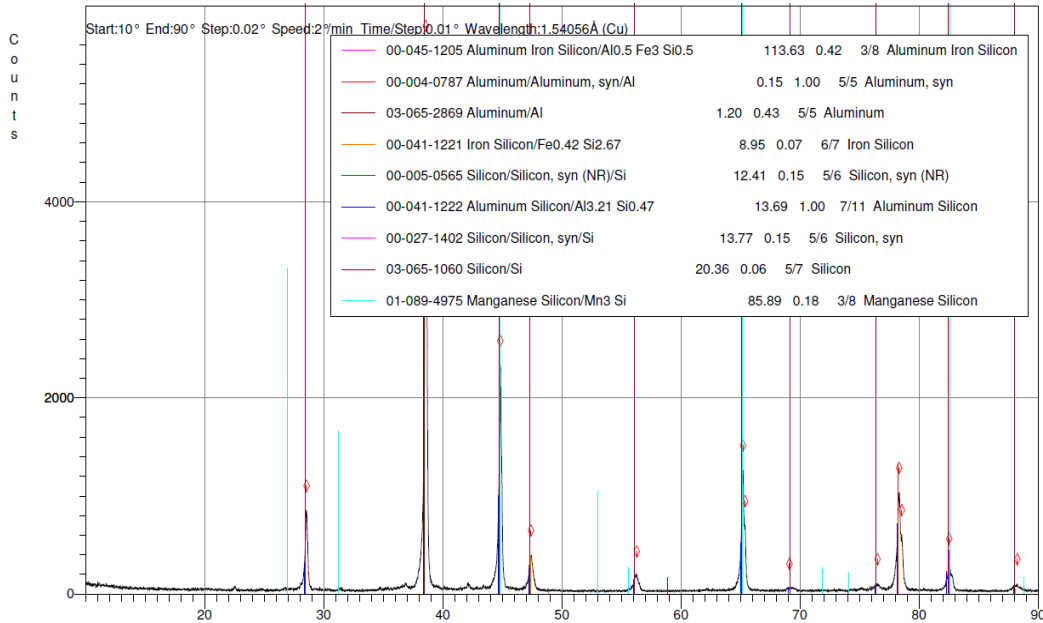
x20 büyütmede görülemeyen yapıda bulunan inklüzyonlar x50 ve x100 büyütmede görülmektedir. Bu yapıda görülen inklüzyonlar daha sonra yapılan xrd analizi ile karakterize edilmiştir. Yapıda Mn_3Si fazı yanında yapıda çökelti halinde Fe_3SiO fazı xrd analizi ile belirlenmiştir. FeO piki oldukça net olarak xrd cihazı verilerinde görülmüştür. Stronsiyum ilavesi sayesinde yapı ince bir ötektik yapısına ulaştığı mikroyapı analizi ile belirlenmiştir.

Şekil 6.6'da x100 büyütmede çekilmiş mikroyapı gösterilmiştir.



Şekil 6.6 : x100 büyütme ile görülen mikroyapı.

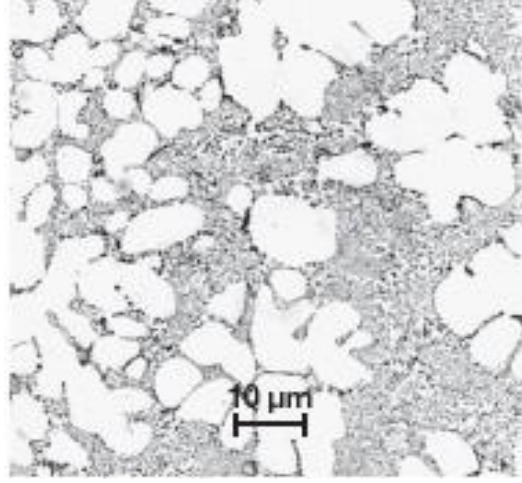
Mikroyapı resimlerden sonra tahmin edilen, görülen faz için XRD analizi yapılmıştır. Bu analizin sonuçları Şekil 6.7'de görülmektedir. Burada $Al_{12}Mn_3Si_2$ piki görülmüştür. Yapı içinde bu faz olduğu görülmüştür.



Şekil 6.7 : Tabanca gövdesinden alınan numuneye yapılan XRD analizi.

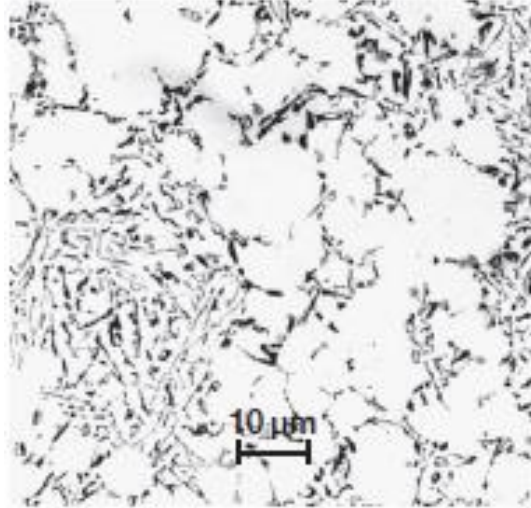
Enjeksiyon dökümde hızla soğuma, istenilen yüksek uzama değerlerini elde etmek için gerekli ince yapıyı oluşturmada yeterli olmadığı görülmüştür. Bunun için çeşitli element ve yüzdelere denenmiştir. Bu denemeler sonucu çeşitli sonuçlar elde edilmiş ve stronsiyum elementi ilave edilmiştir.

Ancak %0,025'lik stronsiyum ile yapılan bir modifikasyon sonrasında Şekil 6.8'de görüldüğü gibi yeterli derecede ince bir ötektik yapıyı sağlamak mümkün olmuştur.



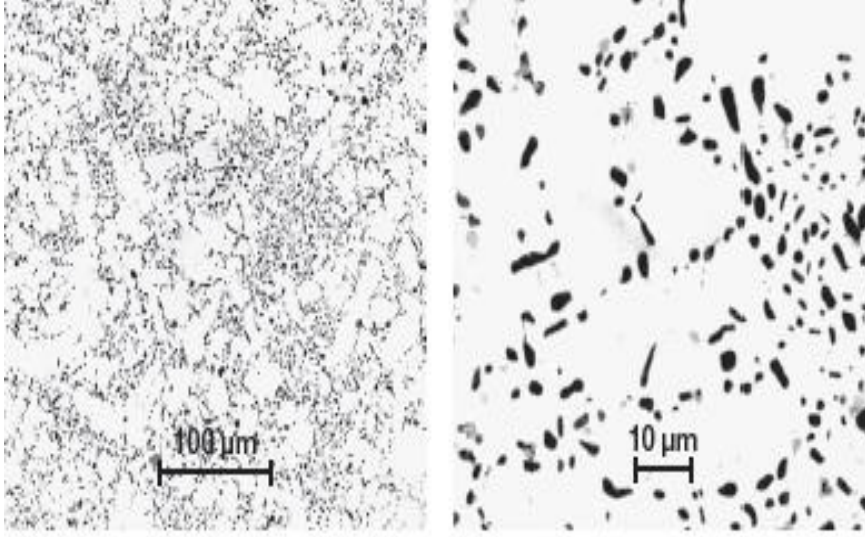
Şekil 6.8 : Özel alüminyum alaşımının stronsiyumla modifiye edilmiş yapısı.

Şekil 6.9'da ise aynı alaşım tipi kullanılmış olup modifikasyon yapılmamıştır. Şekil 6.8'de ise, modifikasyonla ötektik silisyumun daha ince oluştuğunu görmek mümkündür. Böylelikle ulaşılabilen uzama %5'den %10'a çıkmaktadır.



Şekil 6.9 : Özel alüminyum alaşımının stronsiyumla modifiye edilmemiş yapısı.

Bunu ısıtıl işlemle çözeltiye alma durumunda da gözlemek mümkündür. Şekil 6.10'da 490°C'de 3 saat çözeltiye alınmış 6 mm'lik bir enjeksiyon döküm plakasında iki yapıyı göstermektedir. Silisyum biraz büyümüştür fakat küresel şekildedir. Bu şekilde ciddi mukavemet kazanmış yapı elde edilmiştir. Burada ki küreselleşme oldukça iyi görünmektedir. İğnesel yapı neredeyse tamamen küreselleşmeye göstermiştir. Mekanik testler ile bu küresel yapının mekanik özellikleri geliştirdiği görülmektedir.



Şekil 6.10 : Özel alüminyum alaşımının T4 ısıt işlemleri görmüş mikroyapı resmi.

6.2 Özel Alüminyum Alaşımına Uygulanan Mekanik Deneyler

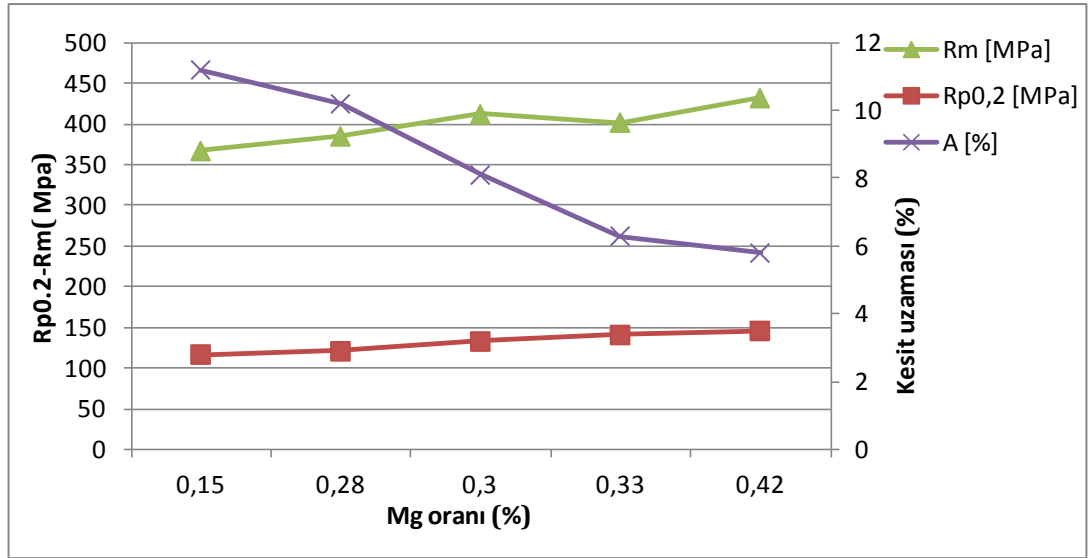
Silah gövdesine en uygun magnezyum oranı ve ısıt işlemleri türünü seçmek için tedarikçiden gelen farklı magnezyum oranındaki hammaddeye mekanik testler yapılmıştır.

Basıldığı gibi yada döküldüğü gibi ısıt işlemsiz değişik Mg oranlarındaki mekanik özellikler Çizelge 6.1’de topluca görülebilir.

Çizelge 6.1 : Özel alüminyum alaşımının döküm durumunda mekanik özelliklerine Mg etkisi.

Mg Oranı [%]	$R_{p0,2}$ [MPa]	R_m [MPa]	A [%]
0,15	117	250	11,2
0,28	121	264	10,2
0,30	133	279	8,1
0,33	141	261	6,3
0,42	146	286	5,8

Şekil 6.11’de magnezyum oranına göre değişen akma mukavemeti ($R_{p0,2}$) , çekme mukavemeti (R_m) ve kesit uzaması (A) değişimi görülmektedir. Isıt işlemleri yapılmayan bu parçaya çekme testi uygulanmıştır ve grafiğe dökülmüştür. Mg oranı arttıkça çekme mukavemetinin arttığı fakat yüksek oranda yüzde uzamanın azaldığı kaydedilmiştir. Aynı oranda akma mukavemeti de artış göstermiştir.



Şekil 6.11 : Isıl işlemsiz Mg'ye bağlı R_m , $R_{p0,2}$ ve % uzaması değerleri.

Artan Mg oranı ile uzama %11,2'den %5,8'e kadar düşmekte, dayanım da 117 Mpa'dan 146 Mpa'ya kadar çıkmaktadır.

Artan Mg oranı ile çekme dayanımı da 250'den 286 Mpa değerlerine çıkmaktadır. Böylelikle döküm durumunda bile daha geniş bir mekanik özellikler aralığına ulaşmak mümkün olmaktadır.

%0,5'in üzerinde bir Mg oranı ile daha yüksek dayanım elde edilememektedir, çünkü fazla Mg, Mg_2Si fazı olarak çökelmekte ve dayanıma katkı sağlamamaktadır.

6.3 Isıl İşlemin Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi

Özel alaşımın mekanik özelliklerini Mg oranı dışında ısıl işlemlerde etkilemek mümkündür. Isıl işlemlerde birbirinden tamamen ayrı iki yöntem söz konusudur:

1. Çözeltiye alarak
2. Çözeltiye almadan

Özel alaşım ile üretilen ürüne çözeltiye almadan aşağıdaki ısıl işlemler yapılabilir:

- O: Düşük sıcaklıkta tavlama
- T5: Kalıptan çıktıktan sonra su verme ve suni yaşlandırma

Aşağıdaki ısıt işlemlerde ötektikteki silisyumun şekillendirilmesi çözeltiye alma ile sağlanabilir:

- T4: Çözeltiye alma, su verme ve 6 günden fazla doğal yaşlanma
- T6: Çözeltiye alma, su verme ve suni yaşlandırma
- T7: Çözeltiye alma, su verme ve aşırı yaşlandırma

6.3.1 Çözeltiye almadan yapılan ısıt işlemin incelenmesi

Bu ısıt işlem ile deformasyon tehlikesi olmadan döküm parçasının mukavemeti veya uzaması artırılabilir. İki durum söz konusudur:

- (I): Düşük sıcaklıkta tavlama (320°C / 30 – 60 dakika).
- O (II): Yüksek sıcaklıkta tavlama (380°C / 30 – 60 dakika).

Bu ısıt işlem, çabuk katılaşılan enjeksiyon döküm yapısındaki gerilimi giderir ve uzamayı artırır.

Uzamayla gelen bu şekil verilebilme özelliği, yüksek Mg oranlarında bile perçini ve sıvamayı mümkün kılar. 3 mm'ye kadar olan numunelerde %0,2 Mg oranı ve O(II) ısıt işlemle %6 – %12 uzama ve 140 – 160 MPa mukavemet değerlerine ulaşılabilir. Aynı numunelerde O(II) ısıt işlemle 100-130 MPa mukavemet ve %12 – %16 uzama elde edilebilir.

6.3.1.1 T5 ısıt işlemin mekanik özelliklere etkisi

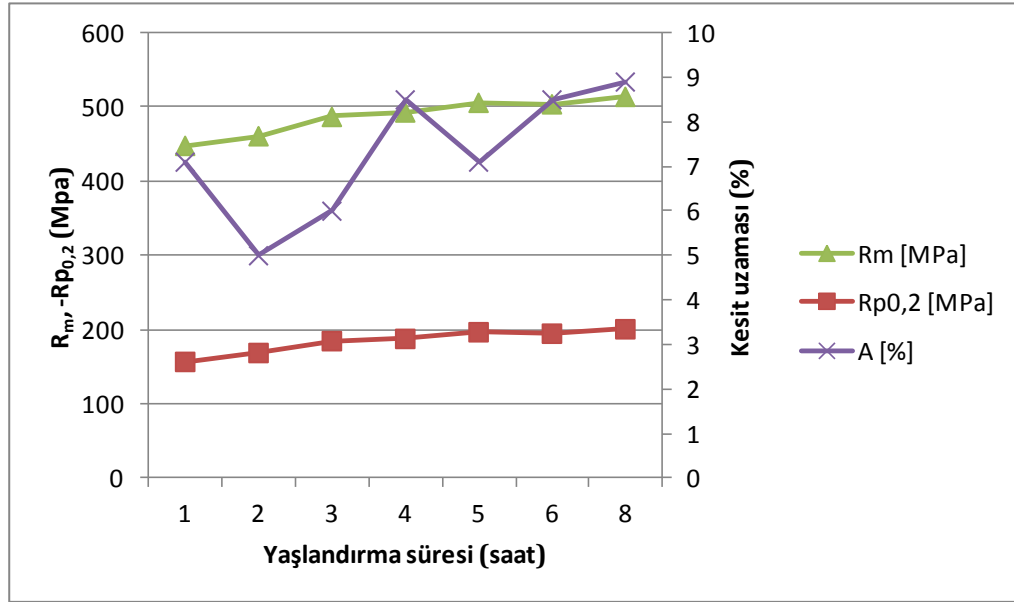
Bu basit ısıt işlemle döküm parçasının deformasyonu tehlikesi söz konusu olmadan akma mukavemeti artırılabilir. Suda soğutarak parçanın deformasyonu ve daha sonra da bu deformasyonu düzeltme riski, çözeltiye almanın söz konusu olduğu bir ısıt işleme göre çok daha azdır

Çizelge 6.2'de T5 ısıt işlem durumunda ve %0,30 Mg oranında ki tüm mekanik özellikleri görülmektedir. Üretimde bu değerler sonrasında %0,30 Mg ve T5 ısıt işlemi üzerine yoğunlaşmıştır. Dövme metodu ile üretilen silah gövdesinde ortalama 313 MPa değeri elde edildiği için bu değeri yakalayan T5 ısıt işlemi üzerinde durulmuştur. 200°C yaşlandırma sıcaklığı ve 1 saat yaşlandırma süresinde elde edilen 314 MPa değeri oldukça yeterli bulunmuştur.

Çizelge 6.2 : T5 ısıt işlem durumu ve %0,30 Mg oranında mekanik özellikler.

Yaşlandırma sıcaklığı [°C]	Yaşlandırma süresi [saat]	R _{p0,2} [MPa]	R _m [MPa]	A [%]
170	1,0	157	291	7,1
170	2,0	169	292	5,0
170	3,0	185	302	6,0
170	4,0	188	305	8,5
170	5,0	197	309	7,1
170	6,0	195	309	8,5
170	8,0	201	313	8,9
200	0,5	211	316	8,4
200	1,0	212	314	7,9

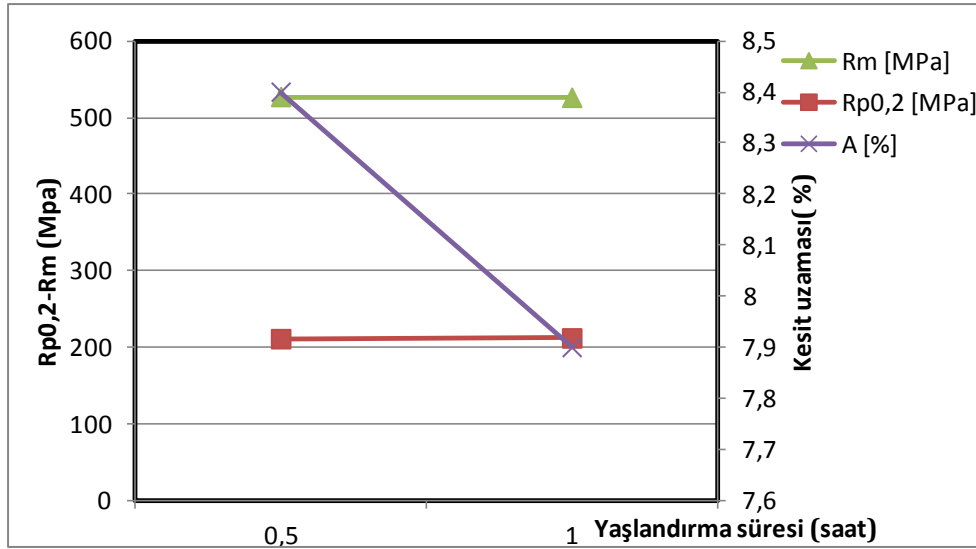
Şekil 6.12’de Çizelge 6.2’den alınan, yaşlandırma sıcaklığı 170°C olan parametre sabit, numunenin yaşlandırma süresi değiştirilerek en uygun akma mukavemeti (R_{p0,2}) , çekme mukavemeti (R_m) ve kesit uzaması (A) değişimi görülmektedir.



Şekil 6.12 : 170°C sıcaklıkta yaşlandırma süresine bağlı mekanik değerler.

Üstteki grafikte en yüksek uzamanın 8 saatlik yaşlandırma süresinde olduğu görülmüştür. Çekme mukavemet değerinde en yüksek seviyeye bu sıcaklık değerinde çıktığı görülmüştür.

Şekil 6.13’de Çizelge 6.2’den alınan yaşlandırma sıcaklığı 200°C olan parametre sabit, yaşlandırma süresi değiştirilerek en uygun akma mukavemeti (R_{p0,2}) , çekme mukavemeti (R_m) ve kesit uzaması (A) değişimi görülmektedir.



Şekil 6.13 : 200°C sıcaklıkta yaşlandırma süresine bağlı mekanik değerler.

Şekil 6.12 ve Şekil 6.13'deki verilere bakarak bir karşılaştırma yaparsak, 170°C yaşlandırma sıcaklığında 8 saat sürede akma mukavemeti 313 MPa olurken, işlemi 200°C ve 1 saat süre ile yaparsak 314 MPa akma mukavementi elde edebiliriz. Bu da sıcaklık artışının yaşlandırma süresini ciddi etkilediğini göstermektedir.

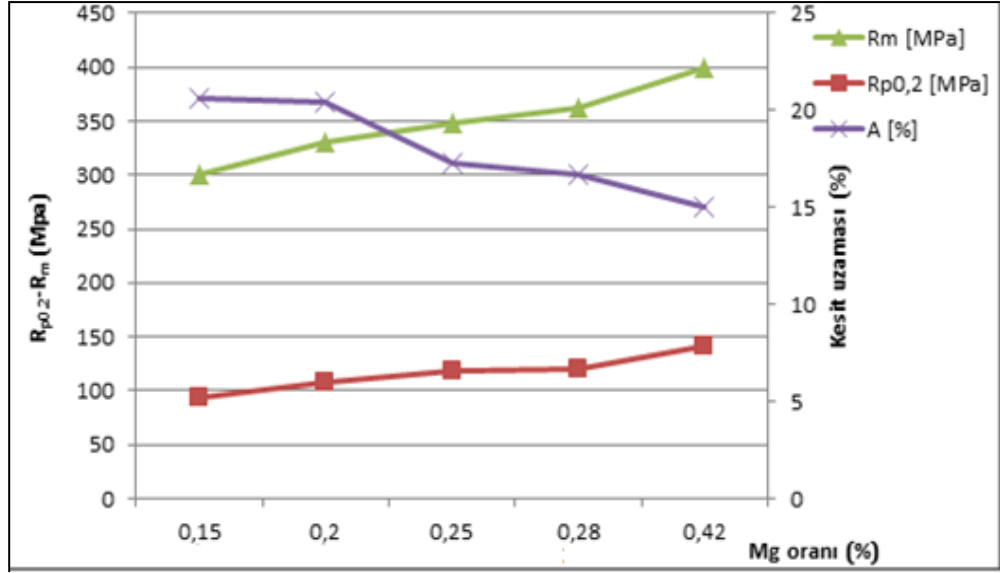
6.3.2 Çözeltiye alarak yapılan ısı işlemlerin incelenmesi

Enjeksiyon döküm parçalarına, kokil döküm parçaları ile karşılaştırıldığında ince taneli katılaşmaları nedeniyle, çözeltiye alarak 480–490°C'de ve kısa zamanda başarıyla ısı işlem yapılabilir. Özel alüminyum alaşımı' da 520–535°C'ye kadar çıkılabilir. Çizelge 6.3'de çözeltiye alma (490°C/3 saat) ve soğutmadan sonraki mekanik özellikler görülmektedir.

Çizelge 6.3 : Çözeltiye alınmış parçada Mg oranının mekanik özelliklere etkisi.

Mg Oranı [%]	R _{p0,2} [MPa]	R _m [MPa]	A [%]
0,15	94	206	20,6
0,20	107	223	20,4
0,25	119	229	17,3
0,28	121	242	16,7
0,42	141	259	15,0

Şekil 6.14'de yapılan deneyler sonucu elde edilen grafiğe yer verilmiştir. Burada çekme mukavemeti ve akma mukavemeti benzer oranlarda artış gösterirken % uzama değeri %20,6'dan %15'e düşüş göstermiştir.



Şekil 6.14 : Çözeltiliye alma işlemi ile Mg oranına bağlı mekanik değerler.

Çözeltiliye alma (490°C/3 saat) ve soğutmadan sonraki %0,28'lik Mg oranında akma mukavemeti 242 MPa iken, %0,30'luk çözeltiliye almadan yapılan ısıtma işlemde Şekil 6.14'de görüldüğü gibi akma mukavemeti yaşlandırma sıcaklığı ve süresine bağlı olarak 316 MPa'ya kadar çıkmaktadır.

6.3.2.1 T4 ısıtma işlemi etkisinin incelenmesi

Tabii yaşlandırma, tüm ısıtma işlem çeşitleri içinde döküm parçalarında en yüksek uzamayı sağlar. Parçalar önce çözeltiliye alınır, su verilir ve 6 günden fazla oda sıcaklığında yaşlanır. Çözeltiliye alma 490°C' de 3 saattir. Bu sırada katı solüsyon içinde çözülebilen elementler bu yapının içine nüfuz eder. Aynı zamanda ötektik silisyum küresel bir şekil alarak mümkün olan en yüksek uzama sağlanır. Ondan sonraki su verme ile çözülen elementlerin ayrışması önlenerek katı solüsyon matrisi içinde kalması sağlanır. Bunların tabii yaşlanma sırasında mukavemete katkısı azdır.

6.3.2.2 T6 ısıtma işlemi etkisinin incelenmesi

T6, çözeltiliye alma (490°C/180 dakika), su verme ve suni yaşlandırmayı içeren komple bir ısıtma işlemidir. Çözeltiliye almadaki yüksek sıcaklık nedeniyle parça içinde ve yüzeye yakın gaz kabarcıklarının genişmesi nedeniyle porosite gibi yüzey hatalarının oluşması riski vardır.

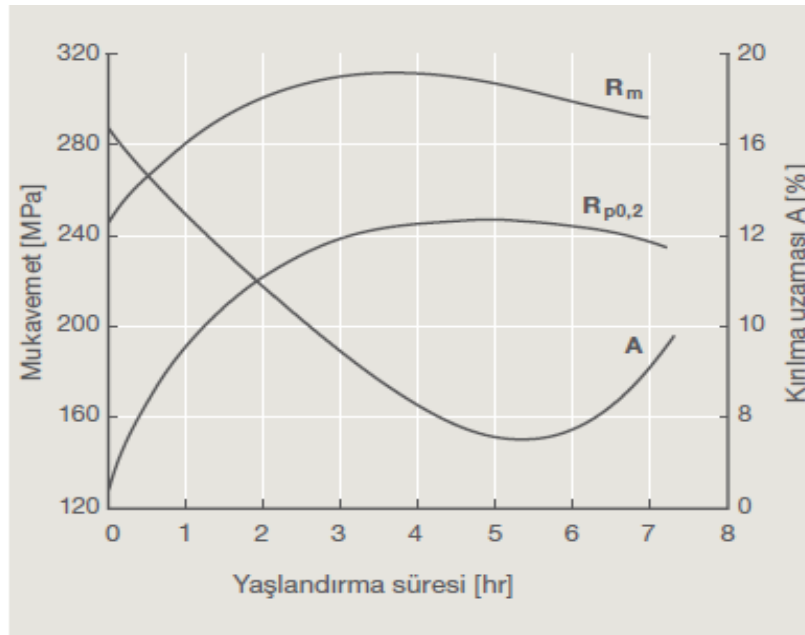
Su verme sırasında parçalarda meydana gelen istenmeyen çarpılmayı önlemek için de önlem alınması gerekir. Su vermeden sonra 170°C'de 5–7 saat yapılan suni

yaşlandırma ile en yüksek mukavemete ulaşılabilir. Bu esnada uzama, parçanın basıldığı durumundaki değerlere kadar düşer.

Bu amaç için %0,25'ten daha az Mg içeren bir özel alaşımın kullanılmaması gerekir. Sertleşme potansiyelinden tam faydalanabilmek için döküm parçasındaki Mg oranının %0,3'ten fazla olması daha doğrudur.

Şekil 6.15'de, %0,3 Mg oranında yaşlandırma zamanına bağlı olarak mekanik özellikleri göstermektedir. Deney 490°C' de 3 saat çözeltiye alma, su verme ve 170°C'de yaşlandırma yapılarak yapılmıştır.

240 MPa'lık akma mukavemeti ile 310 MPa'lık çekme mukavemeti en yüksek değerlerdir. Bu durumda bile uzama %7,1 gibi iyi bir değerdir.



Şekil 6.15 : %0,3 Mg içeriğinde yaşlandırma süresinin özelliklere etkisi.

6.4 Özel Alaşımın Isıl İşlem Durumuna Göre Mekanik Özelliklerinin Değişimi

Çizelge 6.4'de ısıtma işlem durumuna bağlı olarak elde edilen mekanik özellikler verilmiştir. Alaşımda %Mg değeri en uygun %0,3 belirlendikten sonra bu aşamanın ardından hangi ısıtma işlemin istenilen mukavemet değerine parçayı ulaştırabileceğini araştırılmıştır. Bu amaçla parça basınçlı döküm makinasından çıktıktan sonra parça çıktığı gibi hemen soğutulmuş bunun yanında T4, T6, T7 gibi ısıtma işlem türleri sonrası elde edilen mekanik değerler verilmiştir. Ardından da sertlik testleri yapılmış ve ortalaması kaydedilmiştir.

Çizelge 6.4 : Isıl işlem durumuna göre mekanik özelliklerin değişimi.

Döküm yöntemi	Isıl İşlem durumu	Akma Mukavemeti [N/mm ²]	Çekme mukavemeti [N/mm ²]	Kırılma uzaması A [%]	Sertlik [HB]
Enjeksiyon döküm	F	120-150	250-290	5-11	75-95
Enjeksiyon döküm	T5	155-245	275-340	4-9	80-110
Enjeksiyon döküm	T4	95-140	210-260	15-22	60-75
Enjeksiyon döküm	T6	210-280	290-340	7-12	90-110
Enjeksiyon döküm	T7	120-170	200-240	15-20	60-75

6.5 Ürettiğimiz Tabanca Gövdesine Yaptığımız Sertlik Testinin İncelenmesi

Sertlik testi, ‘System Affrı’ marka cihaz ile yapılmıştır. Şekil 6.15’de tabanca gövdesi üzerinde sertlik ölçülen yerler gösterilmiştir. Deney yükü 980N uygulanmıştır.



Şekil 6.16 : Tabanca gövdesi üzerinde sertlik ölçülen yerler.

Çizelge 6.5’de tabanca gövdesinde alınan noktalara göre sertlik değerlerinin sonucu tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 6.5 : Tabanca gövdesinden alınan noktalara göre sertlik değerleri.

Deney noktaları	Sertlik [HRB]
1	92,7
2	82,5
3	96,3
4	97,2
5	92,7
6	94,2
7	92,7
8	86,0
9	97,2
10	82,5

Sertlik deneyleri yapılırken çekilen resimler Şekil 6.17’de gösterilmiştir. 10 noktadan alınan sertlik sonuçlarının ortalaması 91,4 olarak ölçülmüştür.



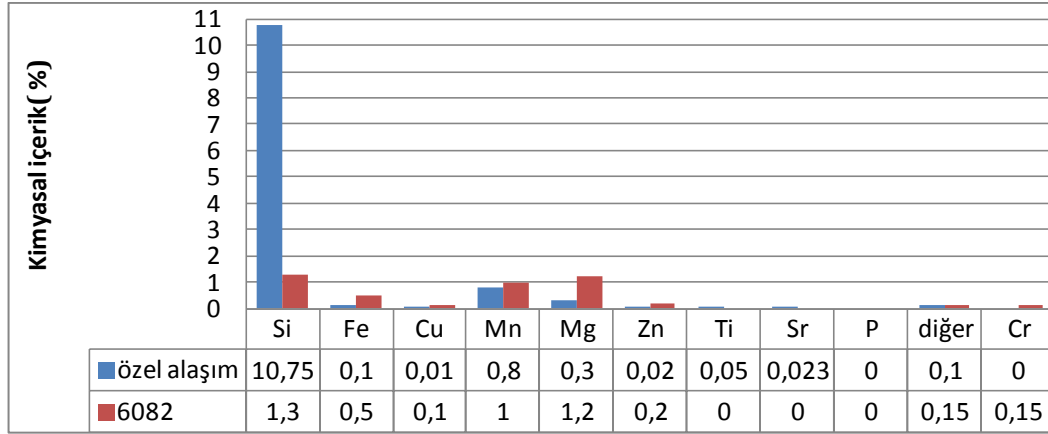
Şekil 6.17 : Sertlik cihazı ve ölçüm işleminin görünümü.

6.6 Özel Alaşım ile 6082 Alaşımının Tüm Özelliklerinin Karşılaştırılması

Deneysel çalışmalar bölümde hem özel alaşımın hem de 6082 dövme alüminyum alaşımının kimyasal, mekanik, fiziksel özellikleri incelenmiştir. Bu bölümde bu sonuçların daha iyi anlaşılması için grafikler halinde anlatılmıştır. Dövme ile üretilen numuneden alınan parçalar ve özel alaşımla basınçlı dökümle üretilen silah gövdesine ait numunelere tüm mekanik testler yapılmış ve grafiğe aktarılmıştır.

6.6.1 6082 ile özel alaşımin kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması

Silah gövdesi üretiminde kullanılan 6082 dövme alaşımı ile bizim kullandığımız özel alaşımın dökümden alınan kimyasal bileşimi Şekil 6.18’de elementlerin oransal bakımı karşılaştırılmıştır.



Şekil 6.18 : Özel alaşım ile 6082 alaşımının kimyasal bileşim karşılaştırılması.

%10,75 civarındaki Silisyum oranı, kalıbı iyi doldurarak çok iyi bir dökülebilirlik sağlamıştır.

Silisyum fazının döküm halinde bile parçada ince bir dağılım göstermesini sağlamak için Al-Si ötektiği, Sr ilavesiyle modifiye edilmektedir. 0,023'lük Sr ötektiği modifiye etmiştir. Bu döküm durumunda bile parçada yüksek uzama değerlerini mümkün kılmakta ve muhtemel bir ısıl işlemde Silisyum'un şekil almasını kolaylaştırmaktadır.

Yüksek deformasyon veya şekil verebilme değerleri istenilmesi nedeniyle Fe oranı, yapı içinde plaka şeklindeki AlFeSi fazlarının mümkün mertebe düşük olması için asgari seviyede tutulmuştur.

Bu fazlar, morfolojileri nedeniyle dinamik yük altında veya bir deformasyon durumunda çatlak ve yırtılmaların çıkış noktaları olduğu için düşük mukavemet ve uzama değerlerinin de nedenidirler.

Döküm parçalarının yapışma eğilimini azaltma ve mukavemeti arttırmak için Mn yaklaşık %0.65 oranında kullanılmıştır. Mn, döküm kalıbına yapışma eğilimini azaltma açısından bakıldığında demirle aynı etkiye sahiptir.

Katılaşmadan sonra oluşan ve plaka şeklindeki sivri demir çökeltilerine karşılık Mn fazları daha yuvarlaktır.

6.6.2 6082 ile özel alaşımların mekanik ve ısı işleme özelliklerinin karşılaştırılması

Silah gövdesinde kullanılan 6082 alaşımı ve kullandığımız özel alaşıma yapılan tüm deneyler sonucu ısı işleme durumuna göre mekanik değer aralığı Çizelge 6.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.6 : 6082 ile özel alaşımların mekanik ve ısı işleme özellikleri karşılaştırılması.

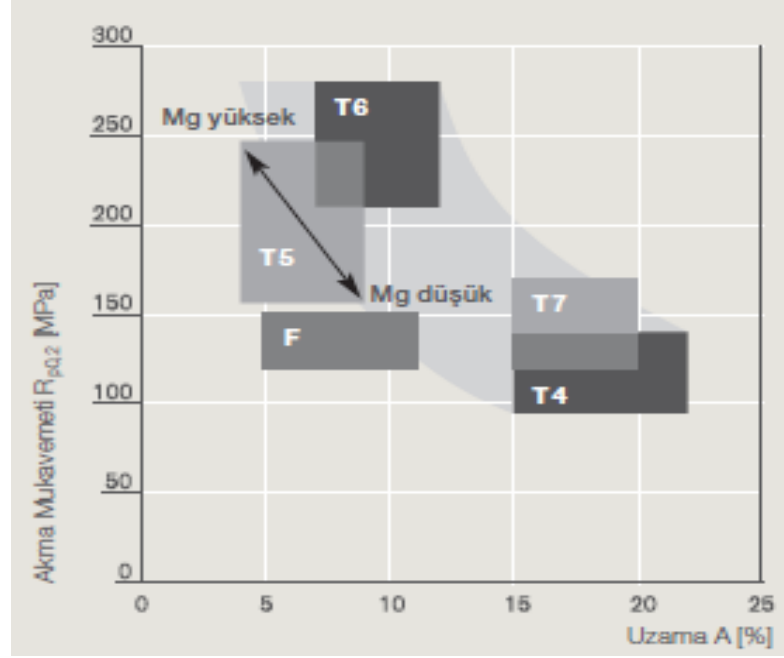
		Akma Mukavemeti [MPa]	Çekme Mukavemeti [MPa]	Kesit Uzaması [%]	Sertlik [HRB]
		Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max
0	6082	0-60	0-130	26	35
	Özel Alaşım	120-150	250-290	5 - 11	75 - 95
T4	6082	0-170	0-260	19	70
	Özel Alaşım	95-140	210-260	15 - 22	60 - 75
T5	6082	250-275	290-325	19	70-95
	Özel Alaşım	155-245	275-340	4 - 9	80-110
T6	6082	260-310	310-340	19	80-95
	Özel Alaşım	210-280	290-340	7 - 12	90-110

Silah gövdesi üretiminde kullanılan 6082 alaşımlı levhanın sertlik değerleri Çizelge 6.7'de gösterilmektedir.

Çizelge 6.7 : Silah üretiminde kullanılacak 6082 alaşımlarının sertlik değerleri.

Alaşım	Temper	Kalınlık Aralığı [mm]	Genişlik Aralığı [mm]	Uzunluk Aralığı [mm]	Sertlik [HB]
6082	T6,	1,0 - 10,0	1 - 1,540	2 - 4	91
	T51,	10,0 - 12,5	1 - 1,540	2 - 6	91
	T651	12,5 - 60,0	1 - 1,540	2 - 6	89
	T6,	60 - 100	1 - 1,540	2 - 7	89
	T651	100 - 150	1 - 1,540	2 - 5	84

Çizelge 6.6 ve Çizelge 6.7 birlikte değerlendirildiğinde 6082 alaşımından dövme metodu ile üretilen silah gövdesinin sertlik değeri en fazla 91 HRB olarak görülmektedir. Bizim ürettiğimiz ve basınçlı döküm üretimi olan silah gövdesinde 91,4 yani eşdeğer bir sertlik elde edilmiştir. Şekil 6.19'da yapılan tüm deneyler sonucu elde edilen Mg oranına ve ısı işleme bağlı mekanik değerler gösterilmiştir.



Şekil 6.19 : Özel alaşımda % Mg ve ısıtıl işlemin mekanik özelliklere etkisi.

6.7 Üretim Sırasında Silah Gövdesi Kalıbında ve Potada Kaydedilen Değerler

Deneyisel çalışmalar sonunda ve kalıp hazırlandıktan sonra parça üretimine geçilmiştir. Öncelikle kalıba uygunluğundan ve yeterli doluluk sağlanacağından 400 ton soğuk kamara makinası seçilmiştir. 2 adet hidrolik maça kullanılmıştır. Makina tezgah değerleri Çizelge 6.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.8 : Parça üretiminde alınan tezgah değerleri.

Maça Açma Süresi	2
Makina Yağlama Süresi (Sn)	10dk/30sn
Piston Yağlama Gecikme Süresi (Sn)	1
Piston Yağlama Zamanı (Sn)	1
Piston Yağlama Sayısı	1
Enjeksiyon Baskı Süresi(Sn)	2,5
Mengene Açılma Süresi(Sn)	7
İtici Start Alma Süresi(Sn)	1
İtici İleride Bekleme Süresi (Sn)	1

Üretim sırasında kalıp ve potadan alınan değerler Çizelge 6.9’de gösterilmiştir. Kalıpta 6 adet pim ve 11 adet itici bulunmaktadır. Kalıptan alınan değerler tüm üretimin takip edilmesi sonucunda ortalama alınarak hesaplanmış ve kaydedilmiştir. 5 gün boyunca kesintisiz yapılan üretim sonucu tüm pota kalıp değerleri kaydedilmiş ve kalıp kimlik kartı oluşturulmuştur.

Çizelge 6.9 : Üretimde kalıp ve pota değerleri.

Fırın Sıcaklığı	730
Döküm Sıcaklığı	710
Kalıp Bağlama Süresi	75 dk
Kalıp Sökme Süresi	40 dk
Total Baskı Süresi	63 sn
Kalıp Ebatı	450x670x640 mm

6.8 Nihai Üretilen Ürünün Görünümü

Üretim sırasında kalıba bağlanan vakum makinası (Provac) Şekil 6.20’de gösterilmiştir.



Şekil 6.20 : Vakum makinası görünümü.

400 tonluk makinada vakum uygulanarak üretilmiş ürüne ait resim Şekil 6.21’de verilmiştir.



Şekil 6.21 : Basınçlı döküm makinasından çıkan ürünün resmi.

Daha sonra parça yolluk kırma işlemine girmekte ve Şekil 6.22’de görüldüğü gibi sevkiyata hazır konuma getirilmektedir.



Şekil 6.22 : Ürünün nihai görünümü.

6.9 Silah Gövdesine Uygulanan Testler ve Sonuçlar

Sevk edilen malzemeye montaj işleminden sonra yapılan testler ve sonuçları bu bölümde verilmiştir.

6.9.1 Soğuk atış testi

Ortalama hazne basıncı max. 2600 kg/cm² olan kurşun çekirdekli 9x19 mm.'lik parabellum fişekler kullanılarak, tabancaya dolu bir şarjör takıldıktan sonra haznesine fişek sürülmüş ve emniyete alınmış tabanca, dolu bir adet yedek şarjör ile birlikte -33±2°C'lik bir ortamda 24 h bekletildi.

Sonuç olarak; namlu pozisyonu 0±3 derece olacak şekilde atış yapıldı. Tabanca kusursuz çalıştı.

6.9.2 Sıcak atış testi

Ortalama hazne basıncı max. 2600 kg/cm² olan kurşun çekirdekli, 9x19 mm.'lik parabellum fişekler kullanılarak, tabancaya dolu bir şarjör takıldıktan sonra haznesine fişek sürülmüş ve emniyete alınmış tabanca, dolu bir adet yedek şarjör ile birlikte 55±2°C lik bir ortamda 24 h bekletildi.

Sonuç olarak; namlu pozisyonu 0±3 derece olacak şekilde atış yapıldı. Tabanca kusursuz çalıştı.

6.9.3 Yağlı atış testi

Tabanca yağa daldırıldı. Namlu pozisyonu 70±3 derece aşağı, 70±3 derece yukarı eğimli olarak 50 atış yapıldı. Negatif bir duruma rastlanmadı.

6.9.4 Dağılım testi

Hazne basıncı maksimum 2600 kg/cm² olan kurşun çekirdekli, tam gömlekli 9x19 mm.'lik parabellum fişekle 25 m. mesafeye yerleştirilen hedefe 10 atış yapıldı. Standartlarda istenilen: Max. 16 cm. çapındaki dairenin içinde olmalıdır. Sonuç olarak; 10 atışın tamamı 8 cm. yarıçapında daire içinde toplandı.

6.9.5 Düşme testi

Tabancanın şarjörüne azami kapasitenin iki eksiği kadar fişek yerleştirilir, en üstte ise çekirdeği ve içerisindeki barut gazı alınmış iki adet, kapsülü sağlam, boş kovan yerleştirildikten sonra şarjör tabancaya takılır. Tabanca emniyete alınmaz.

Tabanca;

- a) Horozu kurulu olarak namlu, horoz ve kabze alt arka köşesi üzerine,
- b) Horozu düşük olarak namlu, horoz ve kabze alt kapak arka köşesi üzerine, 1.5 m. yükseklikten; beton zeminin üzerine konan 5 cm. kalınlığında çelik plaka üzerine ve yere dik gelecek şekilde altı kez düşürüldü.

Sonuç olarak; her bir düşüş sonrasında fişek yatağındaki kapsül patlamamış, darbe izi yok ve tabancanın parçalarında çatlama ve kırılma görülmemiştir. Düşme testinden sonra tabancayla 60 adet fişek atılmış, tabancanın kusursuz ve düzgün olarak fişekleri patlattığı görülmüştür.

6.9.6 Hız testi

Tabanca ile 10 adet fişek atılarak fişek çekirdeğinin namlu ağzından 10 metre ilerideki hızı ölçüldü.

Standartlarda istenilen : Ortalama min. 335 m/sn. olmalı.

Sonuç olarak; tabanca hızı 350 m/sn ölçüldü.

7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

6082 dövme alaşımı ile yapılan silah gövdesine uygulanan T5 veya T6 ısıtma işlemine karşılık basınçlı döküm ile ürün kalıptan çıktıktan sonra su verme işlemi ile eşdeğer mukavemet değerlerine ulaşılmıştır. 6082 dövme alaşımından üretilen ürün 85-91 HRB iken bizim ürettiğimiz ürünün serlik değeri 91,2 HRB çıkmıştır. Bu da silah firması bakımından yeterli görülmüştür.

Ürünün son haline kadar incelediğimiz operasyonlar uygun hammadde seçimi ve incelenmesi, kalıbın dizaynı ve bitirilmesi, uygun enjeksiyon döküm makinası seçimi, vakum uygulanması ve son olarak ürüne yapılan mekanik testlerdir.

Hammadde açısından değişik Mg oranları denenmiş ve en uygun Mg oranının 0,20-0,30 arası olduğu kanısına varılmıştır. Parça üretiminde ilk başta vakum uygulanmamış ve parçadan kesit alındığında boşluklar belirlenmiştir. Bu yüzden seri üretimde kalıba vakum uygulanmıştır.

Basınçlı döküm uygulamalarında parça seri ve çok sayıda üretilcek ise oldukça avantajlı bir yöntem olduğu bilinmektedir. Üretilen silah gövdesi de çoklu sayıda üretileceği için bu yöntemle ciddi maliyet kazancı sağlanmıştır. Ayrıca parçada maça kullanımı ile üretimden sonra herhangi bir talaşlı işleme maruz kalmaması işçilikte yaklaşık 5’de 1 oranında maliyet avantajı sağlamıştır.

Takip edilen 08.00-20.00 vardiyasında toplam baskı adedi 500 adet kaydedilmiştir. Ayrıca parçada üretim boyunca herhangi bir döküm boşluğu ve benzeri sebepten fire çıkmamıştır. Sadece üretim vardiyasında ki molalar ve yemek aralarında kalıpta ısıtıcı olmadığı için ilk baskıda yüzeyde su izleri olmuştur. Bu da 500 üründe sadece 12 adede denk gelmektedir.. Bunun dışında üretim sorunsuz yapılmıştır. Bundan sonraki üretimlerde kalıp ısıtıcı kullanılmasına karar verilmiştir. Toplam 5000 adet sipariş üzerine üretilmiş ürünler dökümden sonra yolluk kırma operasyonundan sonra silah firmasına sevk edilmiştir.

Ürünün ortalama ağırlığı yolluk hava cebi ile birlikte 598 gr, yolluklu ağırlığı 840 gr, sevkiyata hazır net ağırlığı ise ortalama 254 gr olarak kaydedilmiştir.

Sonuç olarak; 5000 adet sipariş üzerine üretilmiş ve satışı gerçekleşmiştir. Kalıp firmamız bünyesinde bulunmakta olup yeni siparişlere ve üretime hazır durumda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Kahraman, E.**, Döküm Tekniği Hakkında Temel Bilgiler. alındığı tarih: 19.03.2014,
adres: <http://www.muhendisizbiz.net/uploadlar/92/dokum.pdf>
- [2] **Kahraman, E.**, Basınçlı Metal Döküm Makina ve Kalıpları, alındığı tarih: 19.03.2014,
adres: <http://www.birlikmetalsan.com.tr/BMDMK.pdf>
- [3] **Url** <<http://www.turkcadcam.net/rapor/basinclimetaldokum/index.html>>,
alındığı tarih: 15.04.2014.
- [4] **Çiğdemöğlu, M.** (1972). Basınçlı Döküm Cilt 1, Makina Mühendisleri Odası, Ankara.
- [5] **Çavuşoğlu, N. E.** (1981). Basınçlı Döküm Teknolojisi İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, Gümüşsuyu, İstanbul.
- [6] **Uzun, E. Y.** (1982). Hacim Kalıpcılığı, Milli Eğitim Basım Evi, İstanbul.
- [7] **Kluz, J.**, Çeviren: Gıyasettin, E., Plastik ve Metal Döküm Kalıpları, Milli Eğitim Bakanlığı Etüd. ve Programlama Dairesi Yayınları, No:72.
- [8] **Hatman, A.** (1997). Sıcak İş Kalıplarında Ömür Artırıcı Önlemler, Metal Makina Dergisi.
- [9] **Demirci, C.** Basınçlı döküm yöntemiyle üretilen çinko alüminyum alaşımlarının aşınma davranışlarına alaşım elementlerinin etkisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [10] **Url** <<http://www.xn--alminyumdkm-zfb4ej.com/aluminyum/basincli-dokumun-ozellikleri/>>, alındığı tarih: 12.02.2014.
- [11] **Url** <<http://metalurji.kocaeli.edu.tr/files/DersNotlari/mmt312-03.pdf>>,
alındığı tarih: 03.04.2014.
- [12] **Url** <<http://gpdpress.com/>>, alındığı tarih: 05.04.2014.
- [13] **Kayır, Y. Z.**, Dünya ve Türkiye Döküm sanayi, KOSGEB Sincan, Ankara.
- [14] **Url** <http://www.cadcamokulu.com/index.php?view=article&catid=18%3Aaluminum-malzemeler&id=291%3Aaluminum-ve-aluminyum-alamlarnstandart-goesterimleri&format=pdf&option=com_content&Itemid=41>
- [15] **Url** <<http://www.seykoc.com.tr/alasimlialuminyum/alasimlar/6082.html>>,
alındığı tarih: 15.03.2014.

- [16] **Url** <http://www.cs.sakarya.edu.tr/sites/mme/file/lab2_deney2.PDF>,
alındığı tarih: 05.04.2014.
- [17] **Url** <<http://www.ankarabronz.com.tr/?/en-aw-6082>>,
alındığı tarih: 02.02.2014

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Volkan TOPTAŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 08.11.1988

Adres: Rasimpaşa Mah. Behiçbey Sok. TCDD Fidanlık loj. 42/1 KADIKÖY

E-Posta: volkan-toptas@hotmail.com

Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, 2007-2012

Mesleki Deneyimler:

- Büsa İnşaat ve İş Makinaları Ltd. Şti.
- Mert Döküm A.Ş
- Güven Pres Döküm