

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

METAL ENJEKSİYON DÖKÜM MAKİNASI

BİTİRME PROJESİ

Berfun BEŞEL

MAYIS 2021

TRABZON

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

METAL ENJEKSİYON DÖKÜM MAKİNASI
BİTİRME PROJESİ

HAZIRLAYAN

Berfun BEŞEL

II. Öğretim-347948

Danışman: Doç. Dr. Yasin ALEMDAĞ

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

MAYIS 2021

TRABZON

ÖNSÖZ

Bu çalışmada döküm işleminin temel nitelikleri ve günümüz teknolojileri araştırılarak alüminyum gibi hafif alaşımların mekanik özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik, ergonomik, hafif, ekonomik bir ekstrüzyon döküm makinasının prototipinin tasarlanması amaçlanmıştır.

Tasarım projesinin gerçekleştirilmesinde ve çalışmalarında bilgi ve tecrübesiyle bana yardımcı olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Yasin ALEMDAĞ'a teşekkür ederim.

Berfun BEŞEL
TRABZON 2021

ÖZET

Sıvı metalin ergitilerek şeklini alacağı kalıp boşluğuna yerçekiminin etkisiyle veya basınç altında doldurulup katılaştırıldığı yönteme döküm denir. Döküm yöntemi temel olarak metalin ergitilmesi, kalıp boşluğuna doldurulması, soğumaya bırakılması ve kalıbın bozularak parçanın alınması şeklinde gerçekleştirilir. Ancak döküm işleminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için birçok faktör ve değişkenin dikkate alınması gereklidir.

Sıvı metalin kalıba doldurulması ve bu esnada sıvı metalin yolluk sisteminden geçerek kalıp boşluğuna akması döküm işleminin önemli bir adımıdır. Bu işlemin başarılı olması için sıvı metalin katılaşmadan kalıp boşluğunu doldurması gerekir. Bu işlemde önemli olan faktörler döküm sıcaklığı, döküm hızı ve türbülanstır.

Döküm koşulları üretilen parçanın mekanik özelliklerini belirler. Bu özellikler üzerinde önemli bir diğer etken ise döküm hatalarıdır. Özellikle katılaşma aralığı geniş olan malzemelerde ortaya çıkan mikrosegregasyon ve porozite mekanik özellikleri düşürmektedir. Bu kapsamda likidüs ve solidüs aralığında yer alan bir metal içerisindeki dendritik yapının kırılması ile hem porozite hem de mikrosegregasyonun nispeten önüne geçilebilmektedir.

Döküm metotlarına göre sıvı metalin kalıplara doldurulması, katılaşmanın beklenmesi ve kalıpların açılması veya bozulması farklılık arz etmektedir. Kalıcı kalıp kullanılan döküm işlemlerinde bu işlemler daha kısa sürede gerçekleşirken harcanan kalıp kullanılan döküm işlemlerinde ise sıvı metalin katılaşması daha uzun sürelerde gerçekleşir. Kalıcı kalıplarda dökümü gerçekleştirilmiş olan parça alındıktan sonra kullanılmaya devam ederken, harcanan kalıplar her döküm işleminden sonra bozularak içerisinde döküm parçası alınır.

Bu tasarımda alüminyum gibi hafif alaşımların döküm yoluyla mekanik özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik laboratuvar ölçekli ekstrüzyon tipi döküm makinasının tasarımı ve daha sonraki süreçte imalatının gerçekleştirilmesi esas alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Döküm, Döküm Yöntemleri, Ekstrüzyon, Porozite, Mikrosegregasyon

SUMMARY

The gravity casting can be defined as pouring the melted metal into mold cavity and its solidification under different temperature or pressure. Casting is basically simplified in four steps: first melting the metal, second filling the melted metal into the mold cavity, third cooling and fourth opening the mold and remove the material. However, many factors and variables must be considered in order for the casting process to be carried out successfully.

Filling the liquid metal into the mold and flowing the liquid metal through the runners into the mold cavity is an important step in the casting process. In the means that this process is successful, the liquid metal must fill the mold gap without solidation. The important factors in this process are casting temperature, casting speed and turbulence.

Casting conditions determine the mechanical properties of the manufactured part. Another important factor on these features is casting errors. Microsegregation and porosity, which occur especially in materials with a wide solidization range, reduce mechanical properties. In this context, the dendritic structure in a metal between liquidus and solidus range can be broken, preventing both porosity and microsegregation relatively.

According to casting methods, filling liquid metal into molds, waiting for solidation and opening or degradation of molds differ. In casting processes where permanent molds are used, these processes take place in a shorter time, while the solidification of liquid metal occurs in longer periods of time in the casting processes used in the mold used. While the part, which has been cast in permanent molds, continues to be used after it is taken, the spent molds deteriorate after each casting process and the casting part is removed from it.

In this project, it is aimed to design and manufacture a laboratory-scale extrusion type casting machine for improving the mechanical properties of light alloys such as aluminium through casting.

Keywords: Casting, Casting Methods, Extrusion, Porosity, Microsegregation

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
ÖZET.....	IV
SUMMARY	V
İÇİNDEKİLER	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX-X
1. AMAÇ ve KAPSAM	1
1.1. GİRİŞ	1
1.2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
1.3. KISITLAR ve KOŞULLAR	5
1.4 TASARIMIN KARŞILAYABİLECEĞİ GEREKSİNİMLER.....	6
2. MÜHENDİSLİK HESAPLARI VE ANALİZLERİ.....	8
2.1. YAPILAN HESAPLAMALAR.....	7
2.1.1.SİSTEMİ ISITMAK İÇİN GEREKLİ ISI ENERJİSİ	7
2.1.2.KALIBIN DOLMASI İÇİN GEREKLİ SÜRE	7
2.1.3.KATILAŞMA SÜRESİNİN HESAPLANMASI	8
2.1.4.ERİME SÜRESİNDE REZİSTANSA VERİLMESİ GEREKEN ISI.....	8
2.2.YAPILAN ÇALIŞMALAR	9
2.2.1.MOTOR VE REDÜKTÖR SEÇİMİ.....	9
2.2.2.HELİSEL MİL	9
2.2.3.GÖVDE VE HAZNE YAPIMI.....	10
2.2.4.REZİSTANS TELLERİNİN SARIMI.....	10
2.2.5.CAM YÜNÜ SARIMI	11
2.2.6.TEZGAH YAPIMI	11
3. ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ	12
4. MALİYET HESABI	12
5. SONUÇLAR	13
6. KAYNAKLAR	14
7. EKLER.....	15

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dökümün Temel Tanımları.....	1
Şekil 2. Elektrik Motoru ve Redüktör	9
Şekil 3. Helisel Mil	9
Şekil 4. Gövde ve Hazne.....	10
Şekil 5. Rezistans ve Tellerin Sarımı.....	10
Şekil 6. Cam Yünü Sarımı.....	11
Şekil 7. Tezgah.....	11

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.Maliyet Analizi	12
-------------------------------	----

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Al: Alüminyum

SDAS: Dendritler arası kol mesafesi

ρ : Yoğunluk (g/cm^3)

A_1 : Sıvının kesit alanı

C_m : Kalıp sabiti

C_k : Katı metalin özgül ısısı ($\text{J/g } ^\circ\text{C}$)

C_s : Sıvı metalin özgül ısısı ($\text{J/g } ^\circ\text{C}$)

Q: Metalin sıcaklığını döküm sıcaklığına yükseltmek için gerekli ısı (kJ)

H_f : Eritme ısı (J/g)

m = kütle (kg)

n: Genellikle değeri 2 olarak kabul edilen üs

T_m : Metalin erime derecesi ($^\circ\text{C}$ veya K)

T_{mf} : Kalıp boşluğunun dolma süresi (s)

T_0 : Başlangıç sıcaklığı, genellikle oda sıcaklığı ($^\circ\text{C}$ veya K)

T_p : Döküm sıcaklığı ($^\circ\text{C}$ veya K)

T_{ts} : Toplam katılaşma süresi (dk)

V_p : Döküm parçasının hacmi

V_m : Isıtılan metalin hacmi (cm^3)

V_h : Akış hızı (m/s)

Q: Hacimsel debi (m^3/s)

Δt = Başlangıç ısısı ile istenen ısı arasındaki fark

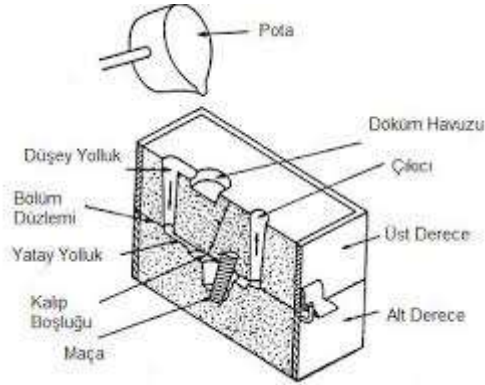
t = Isınana kadar geçen (sn)

1.AMAÇ VE KAPSAM

Bu tasarımda alüminyum gibi hafif alaşımların döküm yoluyla mekanik özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik ekstrüzyon tipi bir prototip ve laboratuvar ölçekli döküm makinesi tasarlanması ve daha sonraki süreçte imalatı hedeflenmiştir. İmalat aşamasından sonra yapılması planlanan deneylerle sistemin hedeflenen amaca uygun olup olmadığı test edilecektir.

1.1.GİRİŞ

Eritilmiş sıvı metal veya alaşım, çıkacak parçanın negatif olan bir boşluğa dökülüp onu katılaştırmak suretiyle istediğimiz şekli elde etme yöntemine döküm denir. Kalıp bloğunun boyutları elde edilmek istenen parçadan biraz daha büyüktür. Bu şekilde katılma ve soğuma sırasındaki boyut azalmaları dengelenir. Sıvı metalin doldurulduğu kalıp açık veya kapalı olabilir. Döküm teknolojisinde daha yaygın olarak kullanılan kapalı kaplarda, sıvı metalin kalıba doldurulması için bir yolluk sistemi bulunur (Şekil 1). Kalıplar değişik refrakter malzemelerden yapılabilir. Bunlar arasında kum, alçı, seramik ve metal sayılabilir. Katılma sonrasında bazı döküm yöntemlerinde parçanın çıkarılması için kalıbın bozulması gerekir. Yani kalıplar bir kez kullanılır (kum kalıp gibi). Bazı yöntemlerde ise kalıplar kalıcıdır ve birden çok parça üretimi için kullanılırlar (metal / kokil kalıp gibi).



Şekil 1. Dökümün temel tanımları

Döküm işleminin temel amacı, dökülecek parçaları temiz, sağlam, istenilen özelliklerde ve ölçülerde en ekonomik şekilde elde etmektir.

Döküm işleminin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Yöntemin sınırları çok geniş olup, hem çok küçük parçaların, hem de tonlarca ağırlıktaki büyük parçaların üretimine uygun değişik döküm teknikleri bulunmaktadır.
- Çok karmaşık ve içi boş parçaların üretimi mümkündür.
- Bazı malzemeler (örneğin dökme demirler) sadece döküm yöntemiyle üretilebilirler
- Seri üretime uygun ekonomik bir yöntemdir.

Döküm işleminin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Çok ince kesitlerin elde edilmesi güçtür,
- Az sayıda parça üretilmesi için genellikle ekonomik değildir,
- Aynı malzemenin plastik şekil verme yöntemleri (örneğin dövme) ile elde edilmiş olanı, dayanım bakımından genelde daha üstündür.
- Genellikle hassas boyut toleransların ve yüzey kalitesinin sağlanması zordur.
- Çevre dostu bir imalat yöntemi değildir.

Döküm işleminde kullanılan kalıplar kum, metal, seramik ve alçı gibi malzemelerden üretilmektedir. Bunlar arasında metal kalıba döküm yöntemi kokil döküm yöntemi olarak adlandırılır. Kokil kalıba döküm yöntemi pahalı bir yöntem olduğu için daha çok seri üretimler için tercih edilmekle beraber, karmaşık ve küçük parçaların döküm işleminde yüksek derecelerde kaliteli bir sonuç vermektedir. Kokil kalıplara alüminyum gibi düşük sıcaklıkta ergiyen malzemelerden çok sayıda döküm işlemi yapılabilmektedir. Kokil kalıba döküm yönteminde dökülen parçanın soğuması kum döküm yöntemine oranla daha çabuk sürer. Üretilen parçaların yüzeyleri temizleme gerektirmeyecek kadar temiz ve kaliteli çıkmaktadır. Bu konuda ortaya konulacak ekstrüzyon döküm makinesi ile kokil kalıba döküm yapılması planlanmaktadır. [1].

1.2.LİTERATÜR TARAMASI

Metal (kokil) kalıba döküm yönteminde katılaşma sırasındaki soğuma, kum kalıplardan daha hızlı olduğu için içyapı daha ince tanelidir. Boyut hassasiyeti $\pm 0,25\text{mm}$ olup, parça yüzeyleri temizleme işlemi gerektirmeyecek kadar yüksek kalitelidir. Metal kalıplarda kullanılan maçalar metal, kum veya alçıdan yapılabilir. Maçaların metal malzemedan yani kalıbın bir parçası olması durumunda, bunların biçimi parçanın soğuyarak büzülmesi sonrasında çıkarılması zorlaştırılmayacak şekilde olmalıdır. Kalıp ömrünü arttırmak için kalıp boşluğu döküm öncesi refrakter malzemelerle kaplanır ve bu sayede parçanın kalıptan çıkarılması da kolaylaşır.

Kokil kalıplar genellikle açılıp kapanan iki veya daha çok parçadan oluşur. Kalıp kapandıktan sonra oluşan boşluğa ergimiş metal dökülür ve katılaşma beklendikten sonra kalıp açılarak parça çıkartılır. Bu işlemler elle yapılabileceği gibi, bir tertibat yardımıyla veya mekanizasyona geçilmesi halinde makinalar tarafından da yapılabilir.

Döküm sonrasında mümkünse parça tam soğutma beklemeden hemen çıkartılır ve böylece parçanın oda sıcaklığına kadar serbestçe büzülmesi sağlanır.

Kokil kalıba döküm yönteminin üstünlüklerini şöyle sıralayabiliriz:

- İnce taneli içyapı sayesinde mekanik özellikleri daha iyidir.
- Hassas boyut toleransları sağlanabilir.
- Parçanın yüzey kalitesi iyi olup, temizleme masrafları düşüktür.
- Seri üretim için ekonomik bir uygulamadır.

Yöntemin sınırları ise şunlardır:

- Kokil kalıp yatırım gerektirdiğinden ancak seri üretimde ekonomiktir.
- Bu yöntemle her malzeme dökülmez.
- Parça çıkarılırken kalıptan çıkarma güçlüğü olabilecek parçalar için kalıbın bozulduğu kum kalıba döküm daha uygundur.
- Sadece küçük parçaların üretimi için uygundur.

Genellikle demir dışı metallerin dökümü için kullanılan kokil döküm yöntemiyle üretilen parçalara örnek olarak soğutucu kompresör gövdeleri, hidrolik fren silindirleri, biyel kolları, alüminyum daktilo parçaları ve mutfak eşyaları gösterilebilir. [2]

Alüminyum alaşımından metal kalıcı kalıba yer çekimi ile dökülerek üretilen parçanın, yolluk ve besleyici tasarımından kaynaklı döküm malzeme veriminin düşük olması, sistematik bir döküm gerçekleştirilememesi ve bu sebepler nedeniyle fire oranının fazla olması, bahsedilen döküm yöntemini dezavantajlı kılmaktadır. Bahsi geçen sorunları azaltmak amacıyla parçanın alçak basınç döküm yöntemi ile üretilmesi için yeni tasarlanmış alçak basınç döküm sistemi ile daha yüksek kalite ve verimde üretim gerçekleştirilmesi hedeflenen bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda yapıdaki boşluk yüzdesi düşünüldüğünde alçak basınç döküm yöntemiyle üretilen parçanın daha düşük yüzdeye sahip olduğu görülmüştür. Boşluk miktarındaki azalmada, kalıbın içerisine sıvı metalin girişi esnasındaki akışı, dolma süresi ve katılma sırasında kokil dökümden daha fazla olan sıvı metal üzerindeki pozitif basınç etkili olmuştur. Tasarım ve mekanik özellikler açısından alçak basınç döküm yönteminin avantajlara sahip olduğu görülmüştür. Parça başına düşen yolluk ağırlığındaki azalma, buna bağlı ergitme maliyetindeki düşüşün yanı sıra birim süredeki üretim hızının kalıp soğuma hızının artmasından kaynaklı artışı, parça başına maliyeti azalttığı gözlemlenmiştir. [3].

Hafif metal ve alaşımlar birçok önemli özelliklerinden dolayı ekstrüzyon yönteminde kullanılan malzemelerin başında yer almaktadır. Alüminyum ve alaşımları 300°C ve 600°C sıcaklık aralığında ekstrüzyon yapılır. Esas olarak, bilinen bütün alüminyum alaşımları ekstrüzyona uygundur. Alüminyum ve alaşımlarının kullanım alanları çok geniş olmakla beraber, esas kullanım alanları inşaat sektörü, taşıt yapımı, yan sanayi olarak da toplanabilir. Mukavemeti yüksek ve soğuk çekilebilir alaşımlardan çubuk ve boru imalinde sertleşme işleminden yararlanılabilir. Eğer toleransların daraltılması isteniyorsa, korozyon gibi nedenlerden dolayı sertleşebilir malzemeler istenmiyor ise, ekstrüzyon ile imal edilemeyen veya ekonomik olarak ekstrüzyon küçük mamul kesitleri isteniyor ise yarı mamul boru, çubuk veya tel şeklinde soğuk olarak çekilir. [4]

Ergimiş alüminyum içindeki çözünmüş hidrojen seviyesinin kontrolü, yüksek kaliteli bir üretim yapabilmek için büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla hidrojen kaynaklı gaz porozitesini azaltıcı en etkili teknik, gaz giderme işlemidir. Gaz giderme işlemi çeşitli yöntemlerle yapılabilmektedir. Bunlar;

- 1) Gaz giderici tablet kullanımı,
- 2) Vakum yöntemi ile gaz giderme işlemi

3) Asal gaz ve flaks (cürufleştirici) kullanımı

4) Ultrasonik vibrasyon ile gaz giderme işlemi

Bunlardan gaz giderici tablet kullanımı kimyasal reaksiyonlar sonrası açığa çıkan kanserojen gazlar nedeni ile günümüzde yaygın bir yöntem değildir.

Vakum tekniği de gaz giderme uygulaması için kullanılabilir olmasına rağmen yüksek teknik donanım gereksinimleri ve maliyetli olması nedeniyle endüstride nadir olarak uygulanmaktadır.

Asal gaz ve flaks kullanımı endüstriyel uygulamalarda en yaygın olarak kullanılan yöntemdir.

Ultrasonik vibrasyon yöntemi ile gaz giderme prosesi ile diğer metotlara göre daha homojen bir inklüzyon dağılımına sahip sıvı metal elde edilir. Çünkü; ultrasonik karıştırma esnasında oluşan kavitasyon balonları sayesinde sıvı metal içerisinde bulunan hidrojen gazları uzaklaştırılırken sıvı metal içerisinde bulunan oksit filmleri de kırılarak homojen bir şekilde dağılır.[5]

1.3 KISITLAR VE KOŞULLAR

Tasarımı yapılan ekstrüzyon döküm makinesinde döküm sıcaklığının 1000°C olması amaçlanmaktadır. Bu koşul doğrultusunda maliyet faktörünü de hesaba katarak sistemin içerisinde elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştüren direnç telleri kullanılacaktır. Bu teller hem ergitme işlemi yapacak hem de döküm sırasında soğumayı engelleyecektir.

Döküm işlemi yüksek sıcaklıklarda yapılmasından dolayı oluşabilecek hatalar kişiyi tehlikeye sokabilmektedir.

Ekstrüzyon döküm makinesinin içinde kullanılacak helisel milin ekonomik olması istendiğinden bir kıyma makinesinin içinden veya hurdadan alınması planlanmıştır. Bu nedenden dolayı ergimiş metalin kokil kalıba dökümünde istenilen akış hızı tam olarak sağlanamayacaktır.

Cihazın çalışma prensibi ergitilmiş metalin helisel bir mil vasıtasıyla karıştırılıp ittirilerek, kokil kalıba dökülmesiyle açıklanabilir. Bu işlem sırasında metalin ergitileceği ve helisel milin bulunduğu kısım direnç telleri ile ısıtılmaktadır. Bu bağlamda sistemin

maksimum döküm kapasitesi 1 kg olarak belirlenmiştir. Dökümün kolaylıkla yapılması için tasarımda 1.5 KW'lık elektrik motoru kullanılacaktır.

1.4 TASARIMIN KARŞILAYABİLECEĞİ GEREKSİNİMLER

Bu tasarımda helisel mil yardımıyla, dökümü yapılacak alaşımın homojen bir içyapı oluşturması ve malzemeyi dökerken tanelerin inceltmesi hedeflenmiştir. Bu tasarım ile birlikte porozite ve mikrosegregasyon gibi temel hatalar engellenmiştir. Piyasada bulunan ekstrüzyon cihazlarının ağır ve ergonomik dışı tasarımları olması nedeniyle yeni bir ekstrüzyon makinası tasarlanacaktır.

2. MÜHENDİSLİK HESAP VE ANALİZLERİ

2.1. YAPILAN HESAPLAMALAR

2.1.1 Sistemi Isıtmak İçin Gerekli Isı Enerjisi

Döküm işlemini gerçekleştirmek için metal, erime derecesinin üzerinde bir sıcaklığa ısıtılarak eritilir. Ergime ısı, ergime sıcaklığına ulaşılması ile sıcaklık bir süre yükselme göstermez. Ergimenin başlamasıyla birlikte, verilen ısı daha çok atomların düzenli kafes yapısı durumundan, düzensiz olan sıvı fazdaki durumuna; yani salınım yerine belirgin olmayan bir atom hareketinin görüldüğü duruma geçmesine neden olur. Ergime esnasında harcanan ısıya ergime ısı denir. Bu ısı malzeme içerisinde bir sıcaklık yükselmesine yol açmadığından buna ayrıca dönüşüm ısı ya da gizli ısı denilmektedir.

$$C_s = 0.896 \text{ j/g } ^\circ\text{C}, \quad T_m = 660.25, \quad \rho = 2.69 \text{ g/ cm}^3 \\ C_l = 0.980 \text{ j/g}^\circ\text{C}, \quad V = 20 \text{ cm}^3, \quad T_0 = 25^\circ\text{C}$$

$$H = q \cdot v [C_s \cdot (T_m - T_s) + H_f + C_l \cdot (T_p - T_m)]$$

$$H = 2.69 \cdot 20 \cdot \{0.896 \cdot (660.25 - 25) + 750 + 0.980 \cdot (850 - 660.25)\}$$

$$H = 80976.47 \text{ j} = 81 \text{ kJ}$$

2.1.2 Kalıbın Dolması İçin Gerekli Süre

$$V = \text{Akış hızı}, \quad V = (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

$$V = (2 \cdot 9.81 \cdot 0.040)^{1/2} = 0.8858 \text{ m/s}$$

$$Q = \text{Hacimsel debi}, \quad A = \text{Sıvının Kesit Alanı}$$

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = (1.213) \cdot (3.1830 \cdot 10^{-3}) = 3.861 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T_{mf} = V_1 / Q, \quad V_1 = \text{Kalıp Boşluğunun Hacmi}, \quad V_1 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_{mf} = (1 \cdot 10^{-3}) / (3.861 \cdot 10^{-3}) = 0.259 \text{ sn}$$

$$X = V \cdot T_{mf} \quad X = \text{Borunun uzunluğu}$$

$$X = 0.8858 \cdot 0.259 = 0.229 \text{ m} = 22.9 \text{ cm}$$

2.1.3 Katılma Süresinin Hesaplanması

Döküm parçası saf metal de olsa alaşım da olsa katılma belirli bir zaman alır. Toplam katılma süresi sıvı metalin kalıba dökülmesinden katılmacaya kadar geçen süredir. Bu süre döküm parçasının şekil ve boyutuna bağlıdır. Katılma süresi ile döküm parçasının şekli ve boyutu arasındaki bağıntı, Chvorinov Kuralı diye bilinen eşitlikle ifade edilir.

T_{ts} = Toplam katılma süresi (dk)

C_m : Kalıp sabiti $C_m=186s/cm$

$T_{ts}= C_m *(V/A)^n$ n =Genelde 2 alınır.

$T_{ts}= 186* \{14^3/(16*18)\}^2=16884.81 sn=281dk$

2.1.4 Erime Süresinde Rezistansa Verilmesi Gereken Toplam Isı

m =kütle =1kg

C_p =özgül kütle =0.896(cal/g°C)

Δt =Başlangıç ısı ile istenen ısı arasındaki fark

t = Isınana kadar geçen süre =30 dakika (1/2saat)

$Watt=(m*c_p* \Delta t)/(0.8604)$

$Watt=(1*0.896*850)/0,8604$

$Watt=1770 watt=1.77kw$

2.1.5 Mil Hesabı

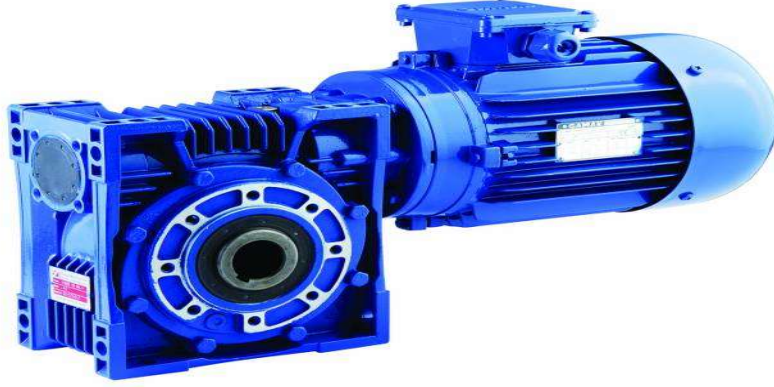
Mil hazır alınmış olup boyutları şu şekildedir;

L =Uzunluk, h =Diş derinliği, P =Adım β =Açı

$L=26cm$, $h=0.012cm$, $P=0.0018cm$, $\beta=45^\circ$

2.2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.2.1. MOTOR VE REDÜKTÖR SEÇİMİ



Şekil 2. Elektrik motoru ve redüktör

Cihazın çalışma prensibi ergitilmiş metalin helisel bir mil vasıtasıyla karıştırılıp ittirilerek, kokil kalıba dökülmesiyle gerçekleşeceğinden 1.5 kw gücünde motor ve 1/30 oranında redüktör seçilmiştir.

2.2.2 HELİSEL MİL



Şekil 3. Helisel mil

Bu çalışmada dökümü yapılacak alaşımın homojen bir içyapı oluşturması ve malzemeyi dökerken tanelerin inceltmesi hedeflendiğinden 26 cm uzunlukta helisel mil kullanılmıştır.

2.2.3 GÖVDE VE HAZNE YAPIMI



Şekil 4. Gövde ve hazne

Sistemin maksimum döküm kapasitesine uygun içinde helisel mil görevi gören matkap ucunun uygun bir şekilde dönerek ergitilmiş metalin iletimini sağlaması için laboratuvar ölçekli bir gövde ve hazne yapılmıştır.

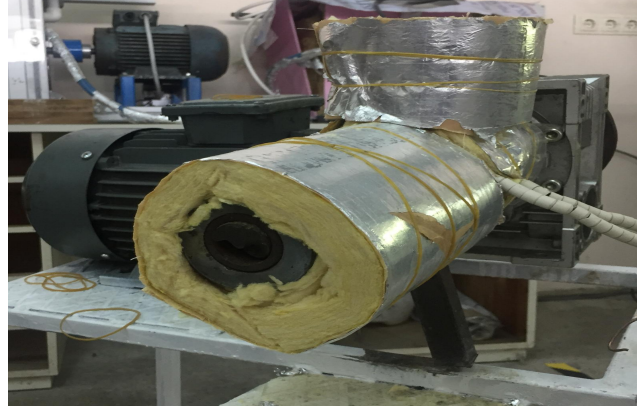
2.2.4 REZİSTANS TELLERİNİN SARILMASI



Şekil 5. Rezistans tellerinin sarımı

Bu proje çalışmasında sistemin hedeflenen sıcaklığa çıkması için her biri 1,8 kw gücüne sahip 3 adet rezistans teli kullanılarak sarım işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.2.5 CAM YÜNÜNÜN SARIMI



Şekil 6. Cam yünü sarımı

Sistemin ısı yalıtımını sağlamak için gövde ve haznenin etrafı cam yünleriyle sarılmıştır.

2.6 TEZGÂH YAPIMI



Şekil 7. Tezgâh

Ergitilmiş metalin ekstrüzyon döküm makinesinden kokil kalıba dökümünü kolaylaştırmak için sistem elemanlarının sabitleştirildiği ve konumlandırıldığı hafif bir miktar eğim verilen tezgâh yapılmıştır.

3.ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ

Kimyasallara, tozlara ve dumanlara karşı solunum koruyucu maskeler ve solunum cihazları kullanılmalıdır. Ortamda bulunan tozlar, dumanlar ve buharlarda gözler için tehlikeli olabilmekte aynı zamanda çok yüksek ısıdaki erimiş metaller ortam havasına karışarak gözler için riskler oluşturmaktadır. Tasarımı yapılan makinenin bulunacağı ortamda yerel ve genel havalandırma yapılması gerekmektedir. Bütün bu risklere karşı uygun koruyucu gözlüklerin temin edilerek kullanılması gerekmektedir. Sıcak bölgelerde çalışan kişinin belirli aralıklarda sürekli daha serin yerlere kaydırılarak sıcakta çalışma sürelerinin ayarlanması gerekmektedir. Acil durum klasörü hazırlanıp; yangın, deprem, iş kazası durumunda yapılacak işlemler acil durum planında belirtilip görünür yerlerde asılmalıdır. Öte yandan tasarım yapılan makinede kullanılacak olan çelik, titanyum vb. malzemelerin geri dönüşümü mümkündür. Ayrıca elektrik motoru gerekli bakımları yapıldıktan sonra ikinci el olarak değerlendirilebilir.

4.MALİYET HESABI

Tasarımda kullanılması planlanan malzemelerin maliyet değerleri Tablo1’de verilmiştir.

Tablo.1

Malzeme Adı	Miktarı	Birim	Fiyat TRY	Tutar TRY
Motor	1	Adet	1250	1250
Rezistans	1	m	3	200
Helisel Mil	26	cm	1	700
Kokil Kalıp	1	kg.m ³	300	450
Cam Yünü	10	m ²	170	240
Gövde	1	Adet	500	500
Redüktör	1	Adet	1100	1100

Toplam Maliyet: 4400,00 ₺

5.SONUÇLAR

Bu çalışma ile ekstrüzyon ile döküm işleminin mekanik özelliklere etkisinin belirlenmesi için laboratuvar ölçeğinde bir döküm makinesi prototipi tasarlanmış ve imal edilmiştir. Söz konusu imalat ile birlikte hafif, taşınabilir, ekonomik bir makine tasarımı hedeflenmiş ve 1 kg döküm kapasitesi olan 1000 °C sıcaklıkta döküm yapılabilen bir prototip geliştirilmiştir. Özellikle hafif metallerin üretiminde kullanılacak bu makine ile yapılan deneyler ile üstün mekanik özelliklerin yanı sıra döküm sonrasında görülen porozite, mikrosegregasyon gibi döküm hatalarının da azaltılacağı yapılan araştırmalar neticesinde belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. <https://docs.google.com/presentation/d/1hYAj1aGAcX-Nl6KUaSGKSZ-0cTrCj6Ck/edit>
Üretim Yöntemleri.11 Mart 2015
2. M. P. Groover , Modern İmalatın Prensipleri , 2015, Nobel Akademik Yayıncılık
3. Özkan G. , ‘In the aluminum casting, producing the parts which were produced by gravity die casting method, by low pressure die casting method’ , 2018, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı
4. Bayram H. , ‘Examination of the effects of temperature, extrusion speed and friction parameters on the profile quality in extrusion method’ , 2008, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
5. Eken C., ‘A 356 alüminyum döküm alaşımında mekanik özelliklerin geliştirilmesi’ , 2016, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

7.EKLER

EK 1.

ÖZGEÇMİŞLER

Berfun BEŞEL

29.08.1998 tarihinde İstanbul/Kadıköy’de doğdu. 2012 yılında Kadir Rezan Has’ta ilk ve orta öğretimini tamamladı. Aynı yıl Pendik Alparsan Anadolu Lisesi’ni kazanıp 2 yıl kadar okuduktan sonra kaydını 50.Yıl Tahran Anadolu Lisesi’ne aldirmiş olup orada da 1 yıl okuduktan sonra Bilimsel Analiz Temel Lisesi’ne geçerek 2016 yılında liseden mezun oldu. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümüne başlayıp halen devam etmektedir.

e-mail: beselberfun@gmail.com

