



T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MANUEL ÇELİK HADDELEME MAKİNESİ

BİTİRME PROJESİ

347823 Muhammed Göktuğ KARACA

347891 Murat Can ŞEN

2021

TRABZON



T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MANUEL ÇELİK HADDELEME MAKİNESİ
BİTİRME PROJESİ

347823 Muhammed Göktuğ KARACA

347891 Murat Can ŞEN

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hücet KAHRAMANZADE

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

2021

TRABZON

ÖNSÖZ

Dünya artık makineleşmek üzerine kurulu düzene tamamen ayak uydurmak üzeredir. Bu makine düzeni diye nitelendirdiğimiz düzende insanın zaman, kuvvet, maddi ve manevi niteliklerini minimum düzeye indirebilmek ve hayatını kolaylaştırmak amacıyla oluşmuştur. Mühendislik Tasarımı kapsamında üretmeyi amaçladığımız “Manuel Çelik Haddeme Makinesi” de bu kapsamda düşünülp tasarlanmıştır. Tasarımımız şimdiye kadar bölümde öğrenmiş olduğumuz bilgilerimizle, farklı kaynaklardan araştırmalarımız ve kıymetli danışmanımızın bize telkinleri neticesinde ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma sürecinde bizlere her koşulda destek olan kıymetli danışmanımız Dr. Öğr. Üyesi Hüccet Kahramanzade'ye, bölüm başkanımız Prof. Dr. Burhan Çuhadaroğlu hocamıza teşekkürü bir borç biliriz. Desteklerinden dolayı Mühendislik Fakültesi dekanlığına ve KTÜ Rektörlüğüne teşekkür ederiz.

Bu süreçte maddi manevi yanımızda olan bizleri her daim destekleyen ailelerimize ayrıca teşekkür ederiz.

Muhammed Göktuğ Karaca
Murat Can Şen

2021

TRABZON

I

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	III
SUMMARY.....	IV
İÇİNDEKİLER	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLOLAR DİZİNİ	VIII
1. AMAÇ ve KAPSAM	1
1.1. Haddeme nedir?	2
1.2.İngotların haddelenmesi sonucu oluşan ürünler	3
1.3.Soğuk Haddeme	5
1.4.Soğuk Haddemenin Avantajları ve Dezavantajları	6
1.5.Hadde Merdane Özellikleri	7
2.LİTERATÜR.....	8
3.KISITLAR VE KOŞULLAR.....	12
4. HAFTALIK ÇALIŞMA PLANI.....	12
5.MÜHENDİSLİK HESAPLAMALARI	13
6.MANUEL ÇELİK HADDELEME MAKİNASI TASARIMI	26
6.1 MANUEL ÇELİK HADDELEME MAKİNASI ÜRETİM AŞAMALARI.....	30
7.MALİYET HESABI	40
8. KAYNAKLAR	41
9. EKLER.....	42

ÖZET

Bu tasarım çalışmasında manuel haddeleme makinesi tasarımı yapılmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle konu ile ilgili literatür gözden geçirilmiş ve mevcut sistemlerin nasıl çalıştığı, çalışma koşulları ve özellikleri incelenmiştir.

Manuel Çelik Haddeleme Makinesi insan gücüyle çalışan bir makinedir. Makinede bulunan kol yardımıyla kuvvet dişli çarklara oradan merdanelere iletilerek, merdanelerin dönmesini ve arasına yerleştirilen çelik plakanın iki merdane arasından sıkıştırılarak dönderilmesi ile plakanın haddelenmesi sağlanır.

Bu tasarımda 4 parçadan oluşan bir döküm gövde üzerine yerleştiren 2 merdane, 2 adet düz dişli çark, 2 adet helisel dişli çark , 1 adet mil, standartlara uygun 3 farklı kama, 4 adet burç, 2 adet ayarlayıcı, 12 adet farklı ölçülerde cıvata kullanılmıştır.

Tasarım bir masa üzerine montajlanmak üzere tasarlanmıştır.

Tasarımda, kuvvet kol yardımıyla ilk olarak küçük düz dişliye, daha sonra küçük dişli ile birlikte çalışan büyük düz dişliye büyük dişliye bağlı üst merdanenin dönmesiyle çalışır, alt merdane ile üst merdane diğer tarafta eş çalışan 2 helisel dişli ile aynı hızda dönmektedir.

Tasarım farklı tip hadde tezgahlarının bizlerin hayal gücüyle birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkmış özgün bir çalışmadır.

SUMMARY

In this design study, a manual rolling machine was designed. Within the scope of the study, firstly the relevant literature was reviewed and how the existing systems work, their working conditions and their features were examined.

Manual Steel Rolling Machine is a human-powered machine. With the help of the lever on the machine, the force is transmitted to the gearwheels(dişli) and the rollers(merdane) are rotated and the steel plate is rolled by compressing and rotating the steel plate placed between the rollers.

In this design, the following materials are placed on a cast body consisting of 4 parts. These materials are 2 rollers, 2 spur gear wheels, 2 helical gear wheels, 1 shaft, 3 different wedges, 4 bushes, 2 adjusters, 12 different bolts in accordance with the standards.

The design is designed to be mounted on a table.

In the design, first the force is transmitted to the small spur gear with the help of the lever, then it is transmitted to the large spur gear working with the small gear, which provides the top roller connected with the large gear to rotate. The bottom roller and the top roller rotate at the same speed with 2 helical gears working simultaneously.

The design is an original study that emerged as a result of the combination of different types of rolling stands with our imagination

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Çelik İngotlar.....	2
Şekil 2. Slab,Bloom Kütük	3
Şekil 3. Haddeme Öncesi ve Sonrası Kalınlıklar ve Hızlar.....	4
Şekil 4. Haddeme Düzenleri ve Tezgahları Örnekleri.....	4
Şekil 5. Soğuk Hadde Düzeni.....	5
Şekil 6. Hadde Merdaneleri	6
Şekil 7. Hadde Makinesi	9
Şekil 8. Kuyumcu Hadde Makinesi	10
Şekil 9. Kemer Haddeme Makinesi	11
Şekil 10. Ön Görüntü.....	26
Şekil 11. Arka Görüntü.....	27
Şekil 12. Sağ Görüntü.....	27
Şekil 13.Sol Görüntü.....	28
Şekil 14. İzometrik Görüntü.....	29
Şekil 15. Makina parçaları üretimi 1.....	30
Şekil 16. Makina parçaları üretimi 2.....	31
Şekil 17. Makina parçaları üretimi 3.....	32
Şekil 18. Makina parçaları üretimi 4.....	33
Şekil 19. Makina parçaları üretimi 5.....	34
Şekil 20. Makina parçaları üretimi 6.....	35
Şekil 21. Makine parçaları üretimi 7.....	36
Şekil 22. Makine parçaları üretimi 8.....	37
Şekil 23. Makine parçaları üretimi 9.....	38

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Haftalık Çalışma Planı.....12

Tablo 2. Maliyet Hesabı.....30

SEMBOLLER DİZİNİ

t_0 : levha giriş kalınlığı

t_f : levha çıkış kalınlığı

v_0 : levha giriş hızı

v_f : levha çıkış hızı

v_r : merdane teğetsel hızı

L : temas yayı boyu

R : merdane çapı

d_b : dış üstü çapı

d_t : dış dibi çapı

d_0 : bölüm dairesi çapı

d_g : temel dairesi yarıçapları

d_m : dişli delik çapı

S : öne kayma miktarı

M_T : merdane torqu

N : merdane devir sayısı

\mathcal{E}_1 : gerçek birim şekil değişimi

$\dot{\epsilon}$: haddeleme sırasında ortalama deformasyon hızı

Δb : plaka genişlemesi

t : temas yayı

μ = sürtünme katsayısı

\mathcal{E}_2 : kavrama oranı

T : merdane torqu

P_1 : hadde basıncı

r : redüksiyon miktarı

F : merdane kuvveti

σ_{ort} : ortalama akma gerilmesi

P_2 : haddeleme için gerekli güç

Z_a : deformasyon bölgesinin aritmetik ortalama en boy oranı

α_{n0} : normal kavrama açısı

1.AMAÇ VE KAPSAM

İnsanoğlu sanayi devriminden sonra hayatının merkezine makineleri koymaya başlamışlardır. Makineleri üretirken her daim daha dayanıklı daha kuvvetli makineler tasarlamak için uğraşmışlardır daha önceleri ise metal elementlerini basit kalıplarda dökerek onlara çekiç gibi aletlerle şekillendirmeye çalışmışlardır. Ve bu daha dayanıklı makineler üretmek için daha dayanıklı metaller bulma çabasından hiç vazgeçmeyip alaşımlar üretmişlerdir ve bu alaşımları şekil vermek için çeşitli makineler ve yöntemler kullanmışlardır. Bu yöntemlerden birisi hadde yöntemidir. 2 çeşittir. Sıcak ve soğuk haddelemedir. Biz bu tasarımda soğuk haddelemeyi ele alacağız. Tasarımımızda A4 kağıdı büyüklüğünde 5mm kalındığında bir çelik plakayı önce 3mm kalınlığına indirgemeyi, ardından 1 mm kalınlığına indirmeyi amaçlamaktayız.

1.1 GİRİŞ

Haddeleme Alüminyum iki merdane arasından geçirilmesi sırasında ezilir ve kalınlığı merdane arasındaki boşluk değerine düşürülür. Soğuk haddeleme daha çok sac, levha veya folyo gibi yassı ürünlerin elde edilmesinde kullanılırken diğer kesitlere sahip malzemeler, sıcak haddelemeyle elde edilir [1]. Özellikle dövme öncesi yarı mamule ön şekli verilirken gererek haddeleme (rekvals) operasyonunun uygulanması, doldurma problemlerini aynı hacimle ortadan kaldırmak adına sıkça başvurulan bir yöntemdir.

Dökümle üretilen ilk ürün = İNGOT'lardır.



Çelik ingotlar

(1*1*1,5 m)

Şekil 1

1.2.İngot'ların haddelenmesi sonucu oluşan ürünler

SLAB : (Eni 60*150 cm kalınlığı 5 cm – 25 cm)

BLUM : (kesiti –max.30*30 cm-min. 15*15 cm)

KÜTÜK : (kesiti max. 15*15 cm- min.5*5 cm)

olan yarı-mamul elde edilir.



SLAB

(Dikdörtgen) 150*60 cm



BLOOM

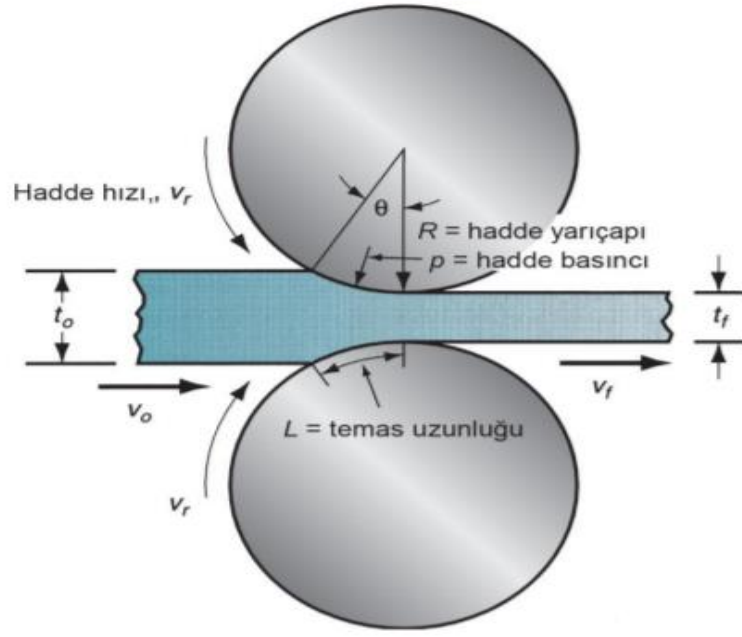
Kare-30*30 cm



KÜTÜK

Kare -15*15 cm

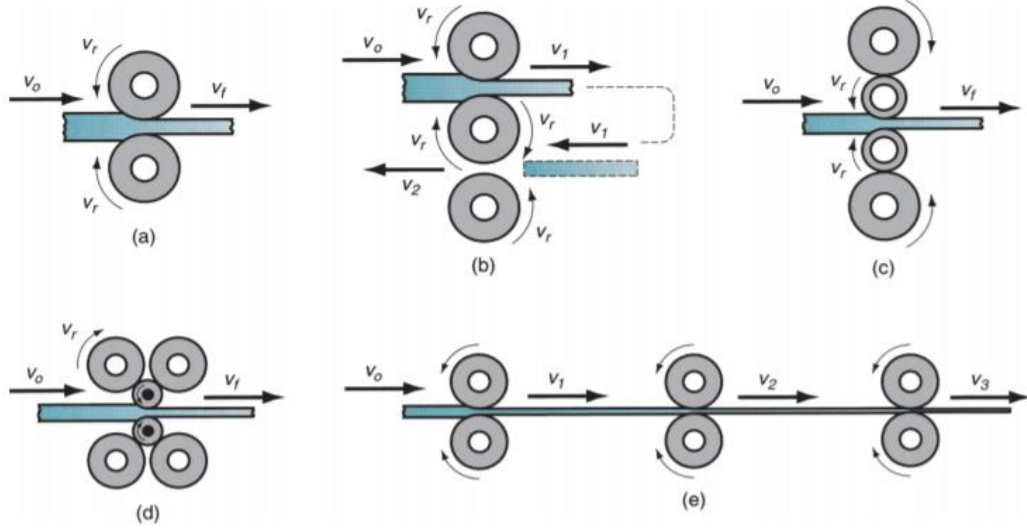
Şekil 2



Haddeleme Öncesi ve Sonrası Kalınlıklar İş Hızları, Temas Açıları

Şekil 3

Haddeleme Düzenleri ve Tezgahları



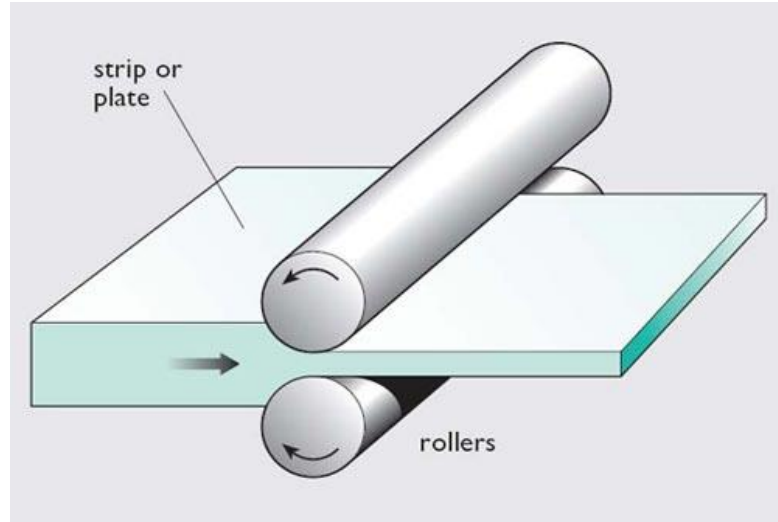
Çeşitli Haddeleme Düzen Konfigürasyonları: (a) İkili, (b) Üçlü, (c) Dörtlü, (d) Altı Merdaneli (Salkım), (e) Tandem Haddeleme Düzenleri

Şekil 4

1.3 Soğuk Haddeme:

Tasarım soğuk haddemek üzere bir tasarımdır. Kısaca soğuk haddemenin tanımı aşağıdaki gibidir.

- Malzemenin yeniden kristalleşme sıcaklığının altında yapılan haddemeye **soğuk haddeme** denir. Soğuk haddeme, sıcak haddelenmiş şeritlere nazaran daha iyi çap toleransı ve düzgün yüzeyli şerit imalatı için kullanılır. Soğuk haddeme neticesi meydana gelen yüzey sertliği (gerilme sertliği) mukavemeti arttırmak için kullanılabilir. Soğuk haddelenmiş çelik levhalar için başlama maddesi, devamlı, sıcak şerit haddelerden bozulan sıcak haddelenmiş saçlardır.
- Soğuk haddelenmiş levhalar ya sıcak haddelenmiş şeritlerden veya bakır alaşımları halinde direkt olarak dökümünden sonra soğuk haddelenir. Üç-beş tezgâhlı (arka arkaya) yüksek devirli dörtlü haddeler çelik levha, alüminyum ve bakır alaşımlarının soğuk haddemesi için kullanılır.
- Haddemede genellikle malzemeye son şekli soğuk haddeme ile yapılır. Bunun en büyük nedeni ise soğuk haddeme sonunda yüksek yüzey kalitesinin eldesi ve mukavemet değerindeki artıştır.[1]



Şekil 5

1.4 Soğuk Haddelenenin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları:

---Hız, yüksek çıktı ve kaplamaya zarar vermemesi, çok çeşitli bölümler oluşturabilir ve kullanım koşullarına uyum sağlama ihtiyacı; Soğuk haddelenmiş çeliğin büyük bir plastik deformasyonuna sahiptir, bu da çeliğin akma noktasını iyileştirir.

Dezavantajları:

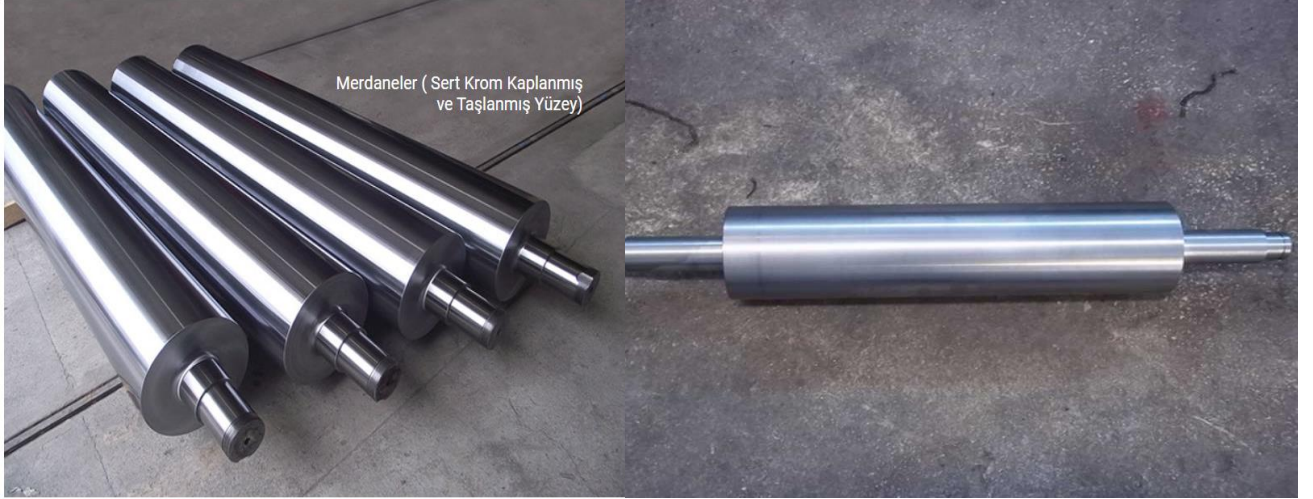
--- Sıcak plastik şekillendirme işleminden sonra hiçbir işlem sıkıştırmasa da, bölüm içinde artık gerilme var ise de, çeliğin küresel ve yerel kıvrılmasının özellikleri üzerinde bir etkisi vardır.

--- Soğuk haddelenmiş çelik tarzı genellikle açık bölümlerdir, alt burulma rijitliği olmayan bölümlerdir. Niti ters bükülme, bükülmeye bükülme bükülme ve bükülme performansına eğilimli sıkıştırma.

--- Soğuk şekillendirilmiş çelik duvar kalınlığı küçüktür, plakaların köşesinde yakınsama olmamıştır, yerel kapasitenin yoğun yükleri altında zayıflamıştır.

1.5 Hadde Merdane Özellikleri

Merdaneler çelik ve alüminyumdan tasarlanmaktadır. Merdanelere kaplama yapılarak merdane ömrü uzatılabilir. Mesela; bir üretimde merdane önce taşlanıyor ve daha sonra sert krom bir şekilde merdane kaplaması yapılır. Soğuk ve sıcak haddelemeye göre merdane üretimi yapılmaktadır. Soğuk hadde merdanesi malzemeleri genellikle hassas bir şekilde seçilir. Ham madde seçildikten sonra elektrik ark ocaklarında eritilip ingotlara dökülür. Daha sonra gerekli adımlar ve işlemler yapılarak üretimi yapılır. Hadde merdanelerindeki amaç malzemenin kalınlığı düşürmektir. Tabii kalınlığın azalması yanında malzemenin genişliği de haddelemede işleminde artmaktadır.



Şekil 6

2. LİTERATÜR

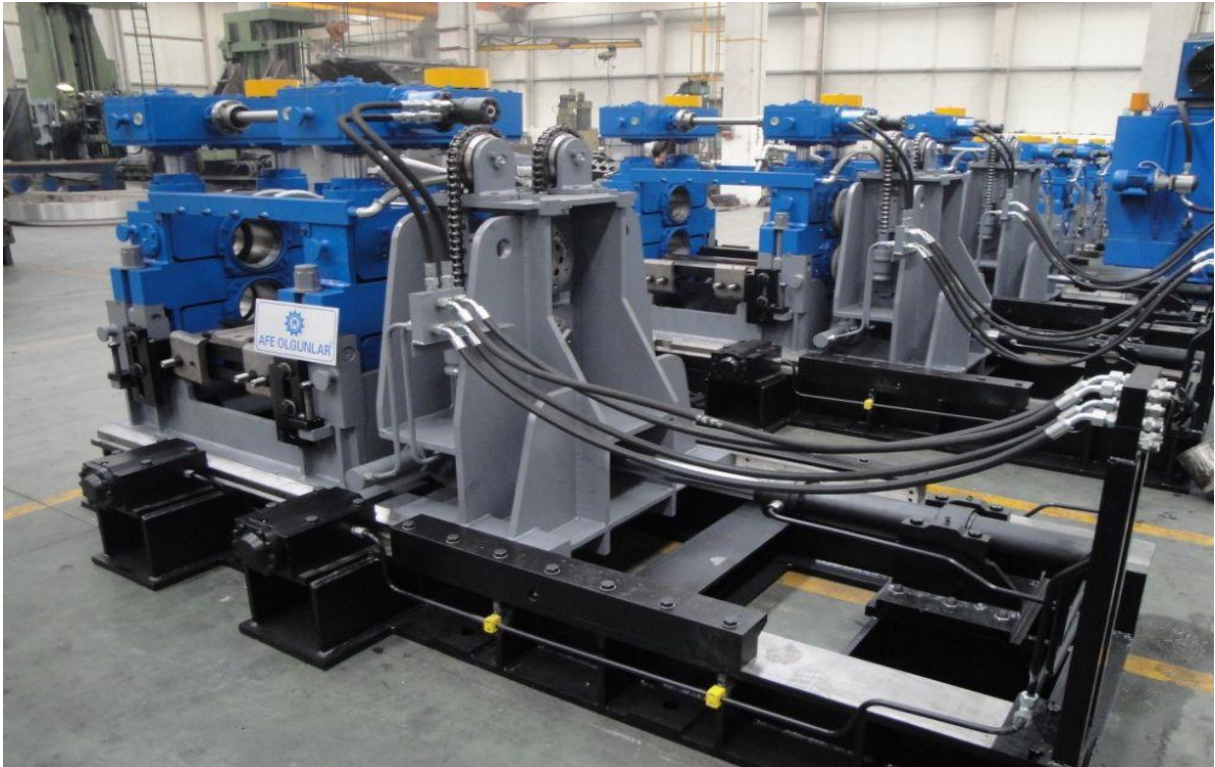
Avrupa’da hadde makinesinin icadı Leonardo da Vinci’nin çizimlerine dayandırılmaktadır. Aynı temel prensiple çalışan kaba biçimdeki en eski hadde makineleri M.Ö. 600’lü yıllardan kalma olup Orta Doğu ve Güney Asya’da bulunmuştur. En eski hadde makineleri 1590’da dilme hadde makinesi olarak günümüz Belçika ve İngiltere’inden piyasaya sürülmüştür. Demir sac elde etmek için haddelerin arasından geçen düz çubuklar, o zamanlarda demir çubuklar, o zamanlarda demir çubuklar elde etmek için yivli haddelerin (dilme haddeleri) arasından geçiriliyordu. [8]

Henry Bessemer yüksek saflıkta oksijen kullanmanın rafinasyon prosesini hızlandırabileceğinin farkındaydı. Ne var ki o dönemde yeterince saf olan oksijen üretmek mümkün olmadı ve dolayısıyla bu fikrin hayata geçirilmesi gerçekçi addedilmedi. Yüksek saflıkta oksijenin hesaplı fiyatlarla üretilmesi ancak 1930’larda mümkün oldu. Üstten oksijen üfleme Thomas ve Bessemer metotlarında kullanılan alttan hava üflemenin yerini alınca, II. Dünya Savaşı’ndan sonra bazik oksijen fırını (BOF) prosesi sektörü kasıp kavurunca, Thomas ve açık hazneli fırın proseslerinin pabucu dama atılmıştı. Bugün Almanya’da çelik tümüyle BOF (ilk BOF tesisi 1957’de devreye sokuldu) ve elektrik ark ocaklarında üretilmektedir.

Çeliğin sıvı metal ara aşaması olmadan öğretildiği orijinal “direkt” üretim metodu çeşitli direkt redüksiyon proseslerinin çoğalması ile birlikte tekrar önem kazanmaya başlamaktadır. Sıvı metal yüksek karbon içeriğine sahip olduğundan, üretimi metalürjik anlamda aslında dolambaçlı bir yol teşkil etmektedir. 19. yüzyılda çelik üretimindeki gelişmeler haddehane ve dövme teknolojisinde de hızlı bir gelişmeye yol açmıştı. 19. yüzyılın ortalarından itibaren seri çelik üretiminin ortaya çıkması, endüstri toplumunun yol açtığı ve hızla büyümekte olan yeni ürün ihtiyacını karşılayabilecek seri çelik şekillendirme yöntemlerine olan ihtiyacı da körükledi. Almanya bağlamında buna yönelik kayda değer bir örnek 1861’de inşa edilen ve buharla çalışan yeni gemiler için kardan milleri imal edilmesine olanak veren “Fritz” çekiciydi. Haddehane teknolojilerinde yaşanan önemli gelişmeler sayesinde de levhalardan zırh levhalarına kadar geniş yassı parçalar, raylar, kirişler, tel çubuklar ve de tüpler ve boruların üretimine yönelik sistemler inşa edildi. Performans ve verimliliği daha da artırma ihtiyacının

sonucun da 19. yūzyılın sonlarında 6nce tel çubuk, sonra yassı ūrūnler için olmak ūzere, sūrekli haddeleme tesisleri sahneye ıktı.

Almanya'daki ilk sūrekli sıcak Őerit haddeleme sistemi 1937'de faaliyete geçti ve ilk sūrekli sıcak Őerit haddehanesi 1953'te inŐa edildi. elik ūretimindeki gūlū būyūme ilk olarak yaklaŐık 150 yıl 6nce ortaya çıkan çok sayıda teknolojik icat ve geliŐmenin sonucunda meydana geldi. Ancak bu tarihsel geliŐmelerin teknolojik açıdan 6nem taŐıyan diŐer geliŐmelerin baŐlamında deŐerlendirilmesi gerekiyor. elik ūretimindeki gūlū būyūme ilk olarak yaklaŐık 150 yıl 6nce ortaya çıkan çok sayıda teknolojik icat ve geliŐmenin sonucunda meydana geldi. Buharla alıŐan motorun ortaya çıkması elik endūstrisine gūlū ve esnek bir tahrik sistemi sunmuŐ oldu; bol miktardaki taŐ k6mūrūnden ūretilen kok k6mūrū metalūrjik prosesler için ideal bir yakıt ve redūksiyon maddesi oldu ve demir yolları ile buharlı gemilerdeki geliŐmeler elik için yeni ve būyūk pazarlar oluŐturdu.[9]



Şekil 7

Merdaneler gres yağlamalı rulmanlar ile yataklanmıştır. Alt merdanelerin yatay ayarları menteşeli pabuçlar ve ayar çubukları ile hadde makinasının bir tarafından yapılabilmektedir. Giriş ve çıkış yolluk balkonları düşey olarak ayarlanabilmektedir. Kolay işletme ve az bakım gerektirecek şekilde dizayn edilmiştir. Hadde makinaları yatay ve dikey olarak kullanılmaya uygundur. İstenilirse hadde makinalarının şase bağlantı düzeninde hidrolik sıkma sistemi uygulanabilmektedir. Paso değişimlerinde haddeleme ekseninin sabit tutulması istenirse, hadde makinasının yatay olarak kaydırılmasını sağlayan hidrolik donanım ilave edilebilmektedir.[10]



Şekil 8

Güzel bir şekilde performans gösterecek üstün silindirleri pazarlamamıza izin veren benzersiz bir sertleştirme prosedürünü elde etmeye başladık. Bizim silindirleri yapılı bir yüksek kaliteli karbon çelik alaşım mükemmel sunan aşınma direnci ve dış 3mm of rolls için sertleştirilmiş etrafında 60 HRC için üstün deformasyon direnci.

Yeni ünitelerimizin tamamı üstün korozyon koruması ve görünüm için toz boya ile kaplanmıştır. Hajet'in haddehane, kolayca dönen kısa sap ile gerçek dişli azaltma özelliğine sahiptir.[11]



Şekil 9

Bu üsteki makine tasarımı kemer haddelme için tasarlanan bir makinadır. Yukarıdaki tasarımda merdaneler arası mesafe yay sistemi ve üstündeki kontrol mekanizması ile ayarlanmaktadır. Düz dişli sistemi ve kol yardımıyla merdaneler dönmektedir.

3.KISITLAR VE KOŞULLAR

- Merdanelerin haddelenecek malzemeye dayanmaması
- Haddelene yapılırken dişlilerin hasar görmesi
- Kol uzunluğunun yeterli olmaması
- Kamaların yüke dayanmaması
- Civataların diş sıyırması

4. HAFTALIK ÇALIŞMA PLANI

Tablo 1. Haftalık çalışma çizelgesi

YAPILAN ÇALIŞMA	HAFTA													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ÖN ÇALIŞMALAR	■	■	■											
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI			■	■	■	■								
MÜHENDİSLİK HESAPLARI						■	■	■						
PROJE ÇİZİMLERİ							■	■	■	■				
MALİYET HESAPLARI									■	■	■			
PROJE YAZIMI							■	■	■	■	■	■	■	■

Tablo 1

5. Mühendislik Hesaplamaları

Manuel Çelik Haddeme Makinesinin tasarımını oluştururken en önemli şey mühendislik mühendislik hesaplarıdır. Bu kısımda haddeme işlemi için gerekli görülen parametreler bulunacaktır. İşte haddeme de kullanılacak merdaneler, malzemeye uygulayacağı basınç, merdane kuvveti, merdane torku, hadde basıncı gibi parametreler hesaplanacak. Ayrıca merdaneleri döndürecek dişli tasarımları nasıl olmalı hem helis dişli hem de düz dişli için gerekli parametreler bulunacak. Bunlara uygun kol uzunluğu hesaplanacak. Yani bu tasarım için gerekli olan hesaplamalar yapılacak. Tasarımın hesaplarını yaparken kullandığımız kaynaklar sırasıyla verilmiştir.

t_0 (levha giriş kalınlığı): 5 mm

t_f (levha çıkış kalınlığı): 3 mm

v_0 (levha giriş hızı):

v_f (levha çıkış hızı):

v_r (merdane teğetsel hızı):

L (temas yayı boyu):

R (merdane çapı): 138 mm

Merdane kuvveti

Merdane torku

Merdane hızı

Merdane devir hesabı

Merdane gücü

S (öne kayma miktarı)

Hadde basıncı

değerleri hesaplanacaktır.

Haddeleme operasyonunun gerekleŒebilmesi için gerekli minimum sürtünme katsayısı;

Sürtünme katsayısı haddeleme iŒlemi için gerekli bir parametredir. Soğuk haddeleme iŒlemi için gerekli sürtünme katsayısı ile sıcak haddeleme iŒlemi için gerekli sürtünme katsayısı aralığı deėiŒkenlik göstermektedir. Haddeleme için sürtünme katsayısı hesabı aŒaėıdaki Œekilde hesaplanır ;

$$d_{\max} = \mu^2 \times R \text{ (yarıçap)} \quad ; \quad d_{\max} = t_0 - t_f$$

$$\mu^2 = d_{\max} / R$$

$$d_{\max} = 5 - 3 = 2 \text{ mm}$$

$$\mu^2 = 2 \text{ mm} / 55 \text{ mm}$$

$$\mu = (0,03636)^{0,5}$$

$$\mu = 0,1906$$

Gerçek birim Œekil deėiŒimi;

$$\mathcal{E} = \ln (t_0 / t_f)$$

$$\mathcal{E} = \ln (5 / 3)$$

$$\mathcal{E} = 0,510$$

Temas yayı boyu:

$$L = (R \times (t_0 - t_f))^{0,5}$$

$$L = (55 \times (5 - 3))^{0,5}$$

$$L = 10,488 \text{ mm}$$

Redüksiyon miktarı (r); [5]

Yukarıdaki basınç-mesafe grafiğinde eğrinin altında kalan alan hadde kuvvetini (F) ifade eder. Redüksiyon miktarından daha önemli bir haddeleme parametresi redüksiyon oranı olup aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$r = (\Delta t / t_0)$$

$$r = (2 \text{ mm} / 5 \text{ mm})$$

$$r = 0,4$$

Akma gerilmesi;[6]

Pekleşme nedeninden dolayı ortalama akma gerilmesi aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$\sigma_{ort} = K \times \epsilon^n / (1 + n)$$

$$\sigma_{ort} = 240 \times (0,510)^{0,2} / (1 + 0,2)$$

$$\sigma_{ort} = 174,801 \text{ MP}_a$$

Merdane Kuvveti; [5]

Haddeleme işlemi için gerekli haddeleme kuvveti malzemedeki kalınlık azalması, temas yayı boyu, gerçek birim şekil değiştirme oranı ve ortalama akma gerilmesi kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$d = 2 \text{ mm} \quad L = 10,488\text{mm} \quad \epsilon_1 = 0,510 \quad \sigma_{\text{ort}} = 174,801 \text{ MP}_a$$

$$F = \sigma_{\text{ort}} \times W_0 \times L$$

$$F = (174,801) \times (210) \times (10,488)$$

$$F = 384995,7 \text{ N}$$

Merdane Torku ;

$$T = 0,5 \times F \times L$$

$$T = 0,5 \times (384995,7) \times (10,488) \times 10^{-3}$$

$$T = 2018,91 \text{ Nm}$$

Kopma Açısı (temas açısı);

$$\text{Cos}\alpha = 1 - (\Delta h / 2R)$$

$$\text{Cos}\alpha = 1 - (2 / 2 \times 55)$$

$$\text{Cos}\alpha = 0,9818$$

$$\alpha = 10,94^\circ$$

Temas Yayısı ;

$$t = (\pi \times R \times \alpha) / 180$$

$$t = (\pi \times 55 \times 10,94) / 180$$

$$t = 10,501 \text{ mm}$$

Deformasyon bölgesinin aritmetik ortalama en boy oranı (Z_a)

$$Z_a = (2 \times L) / (h_1 + h_2)$$

$$Z_a = (2 \times 10,488) / (5 + 3)$$

$$Z_a = 2,622$$

Hadde basıncı (P_1);

$$P_1 = F(N) / (L \times W_0)$$

$$P_1 = 384995,7 / (10,488 \times 10^{-3} \times 210 \times 10^{-3})$$

$$P_1 = 174800997,1 \text{ N/m}^2$$

Merdane teğetsel hızı :

$$V_r = \pi \times r^2 \times N$$

$$V_r = \pi \times (0,055)^2 \times 26,04$$

$$V_r = 0,2474$$

Plaka giriş hızı;

$$V_0 = 0,2 \text{ m/dk}$$

Plaka çıkış hızı;

$$t_0 \times W_0 \times V_0 = t_f \times W_f \times V_f$$

$$(5) \times W_0 \times 0,2 = 3 \times (1,03 W_0) \times V_f$$

$$V_f = 0,3559 \text{ m/dk}$$

Öne kayma miktarı ;

Haddelemede iş parçasının ileri kayması için gerekli hesaplama aşağıdaki şekilde yapılır;

$$S = (V_f - V_r) / V_r$$

$$S = (0,3559 - 0,2474) / 0,2474$$

$$S = 0,43856$$

Merdane devir hesabı;

$$\text{Merdane Hızı} = 9 \text{ m/dk}$$

$$N = V (\text{merdane hızı}) / (2 \times \pi \times R)$$

$$N = 9 / (2 \times \pi \times 0,055)$$

$$N = 26,04 \text{ d/dk}$$

Haddeleme güç hesabı ; [4]

$$P_2(\text{kw}) = (2 \times \pi \times F \times L \times N) / 60000$$

$$P_2(\text{kw}) = (2 \times \pi \times 384995,7 \times 10,488 \times 10^{-3} \times 26,04) / 60000$$

$$P_2(\text{kw}) = 11,01078 \text{ kw}$$

Merdane momenti ; [6]

Merdaneler tarafından uygulanan moment hesabı aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

$$M_T = F(N) \times L(m)$$

$$M_T = 384995,7 \times 10,488 \times 10^{-3}$$

$$M_T = 4037,834 \text{ Nm}$$

Plaka Genişlemesi;

Haddeleme işlemi sırasında malzemede kalınlık azalması meydana geldiği gibi malzememizde genişlemede meydana gelmektedir. Genişleme aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\Delta b = (\Delta h / 6) + (R \times t_0)^{0,5}$$

$$\Delta b = (2 / 6) + (55 \times 5)^{0,5}$$

$$\Delta b = 16,91 \text{ mm}$$

$$b_1 = b_0 + \Delta b$$

$$b_1 = 210 + 16,91$$

$$b_1 = 226,91 \text{ mm genişleme sonucu plaka eni}$$

Haddeleme sırasında ortalama deformasyon hızı;

$$\dot{\epsilon} = (V_r / L) \times \ln(t_0 / t_f)$$

$$\dot{\epsilon} = (0,2474 / 10,488) \times \ln(5 / 3)$$

$$\dot{\epsilon} = 0,01204 \text{ m/dk}$$

DİŞLİ HESAPLAMALARI (DÜZ VE HELİSEL DİŞLİ)

Düz Dişli Hesaplamaları;

BİRİNCİ DÜZ DİŞLİ;

$$Z_1 = 15 \text{ diş} \quad \text{Modül} = 4$$

Taksimat dairesi çapı;

$$d_0 = m \times z$$

$$d_0 = 4 \times 15$$

$$d_0 = 60 \text{ mm}$$

Baş dairesinin çapı

$$d_b = d_0 + (2 \times h_b) = m \times (z + 2)$$

$$d_b = 4 \times (15 + 2)$$

$$d_b = 68 \text{ mm}$$

Taban dairesinin çapı;

$$d_t = d_0 - (2 \times h_t) = m \times (Z - 2,5)$$

$$d_t = 4 \times (15 - 2,5)$$

$$d_t = 50 \text{ mm}$$

Temel dairesinin çapı ;

$$d_g = d_0 \times \text{Cos}\alpha_0 = m \times z \times \text{Cos}\alpha_0$$

$$d_g = 4 \times 15 \times \text{Cos}20$$

$$d_g = 56,38 \text{ mm}$$

Delik çapı (d_m) = 18 mm dir.

İKİNCİ DÜZ DİŞLİ ;

$$Z_2 = 40$$

$$\text{Modül} = 4$$

Taksimat dairesi çapı;

$$d_0 = m \times z$$

$$d_0 = 4 \times 40$$

$$d_0 = 160 \text{ mm}$$

Baş dairesinin çapı;

$$d_b = d_0 + (2 \times h_b) = m \times (z + 2)$$

$$d_b = 4 \times (40 + 2)$$

$$d_b = 168 \text{ mm}$$

Taban dairesinin çapı;

$$d_t = d_0 - (2 \times h_t) = m \times (Z - 2,5)$$

$$d_t = 4 \times (40 - 2,5)$$

$$d_t = 150 \text{ mm}$$

Temel dairesinin çapı ;

$$d_g = d_0 \times \text{Cos}\alpha_0 = m \times z \times \text{Cos}\alpha_0$$

$$d_g = 4 \times 40 \times \text{Cos}20$$

$$d_g = 150,35 \text{ mm}$$

Delik çapı (d_m) = 25 mm dir.

Kavrama oranı hesabı;

$$\mathcal{E}_2 = (((r_{a2}^2 - r_{b2}^2)^{0,5} - (r_{w2}^2 - r_{b2}^2)^{0,5}) + ((r_{a1}^2 - r_{b1}^2)^{0,5} - (r_{w1}^2 - r_{b1}^2)^{0,5})) / (\pi \times m \times \text{cos}\alpha)$$

$$\mathcal{E}_2 = (((68^2 - 50^2)^{0,5} - (60^2 - 50^2)^{0,5}) + ((168^2 - 150^2)^{0,5} - (160^2 - 150^2)^{0,5})) / (\pi \times 4 \times \text{cos}20)$$

$$\mathcal{E}_2 = 2,786 \text{ diş}$$

HELİSEL DİŞLİ;

$$Z = 26 \text{ diş} \quad \text{Modül} = 4$$

m_a hesabı;

$$m_n = m_a \times \cos\beta$$

$$m_a = m_n / \cos 20$$

$$m_a = 4 / \cos 20$$

$$m_a = 4,2567$$

Taksimat dairesi çapı;

$$d_0 = m_a \times z = (m_n \times z) / \cos\beta$$

$$d_0 = (4 \times 26) / \cos 20$$

$$d_0 = 110,67 \text{ mm}$$

Normal kavrama açısı;

$$\tan a_{n0} = \tan\beta / \cos\beta$$

$$\tan a_{n0} = \tan 20 / \cos 20$$

$$\tan a_{n0} = 0,387329$$

$$a_{n0} = 11$$

Helisel dişli çarkın temel dairesinin çapı;

$$d_g = d_0 \times \cos\alpha_0$$

$$d_g = (110,67) \times \cos 20$$

$$d_g = 104 \text{ mm alırız.}$$

Helisel dişli çarkın diş üstü çapı;

$$d_b = d_0 + (2 \times m_n)$$

$$d_b = 110,67 + (2 \times 4)$$

$$d_b = 118,67 \text{ mm}$$

Helisel dişli çarkın dibi çapı;

$$d_t = d_0 - (2,5 \times m_n)$$

$$d_t = 110,67 - (2,5 \times 4)$$

$$d_t = 100,67 \text{ mm}$$

Kama boyutları;

Kama boyutları mil çapına göre standart seçilen bir malzemedir.

Milin apı 25 mm olarak seçildi;

Mil çapına göre standart kama boyutları seçildi

$$b \times h = 8 \times 7$$

$$t_1 = 4,0 \text{ mm}$$

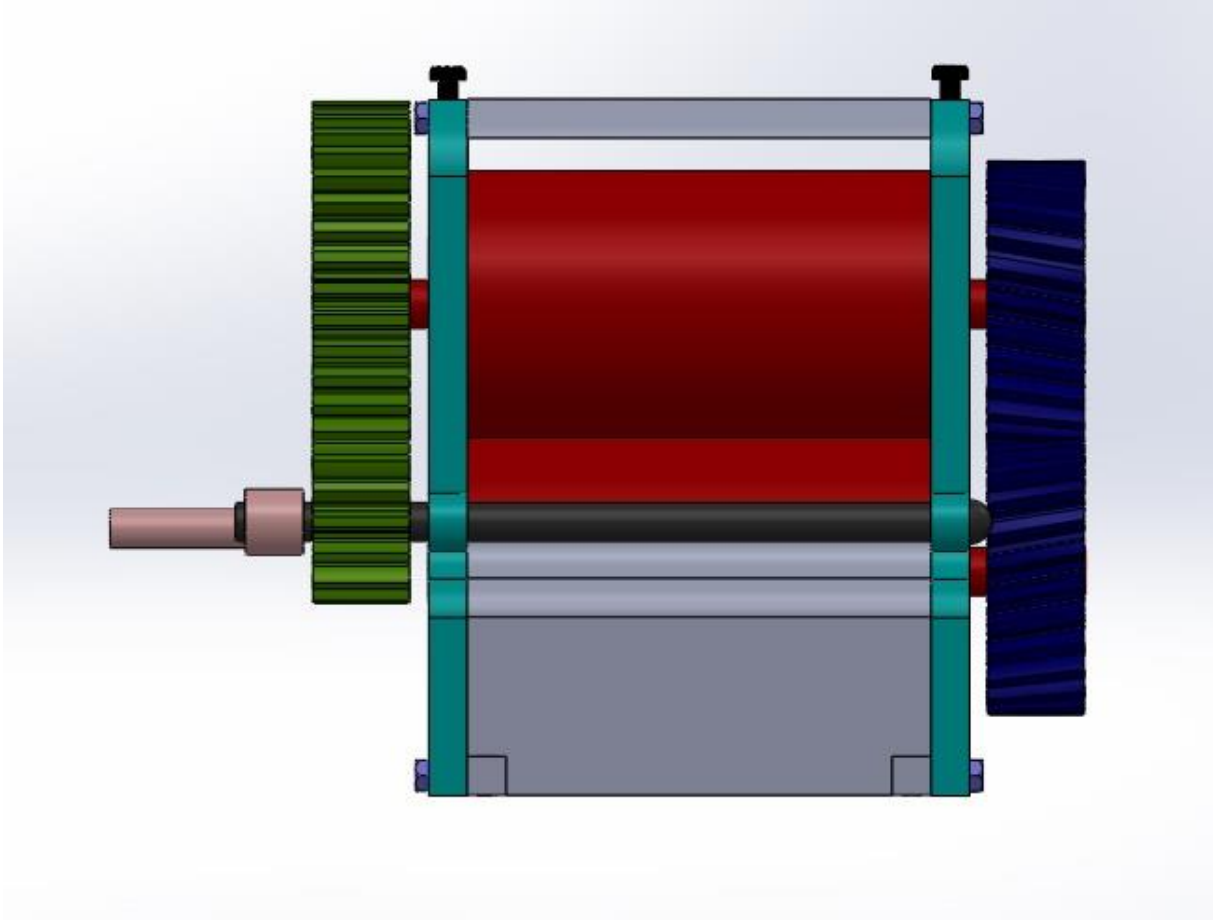
$$t_2 = 3,3 \text{ mm}$$

$$l(\text{boy}) = 18 - 90 \text{ mm arasında seçilir}$$

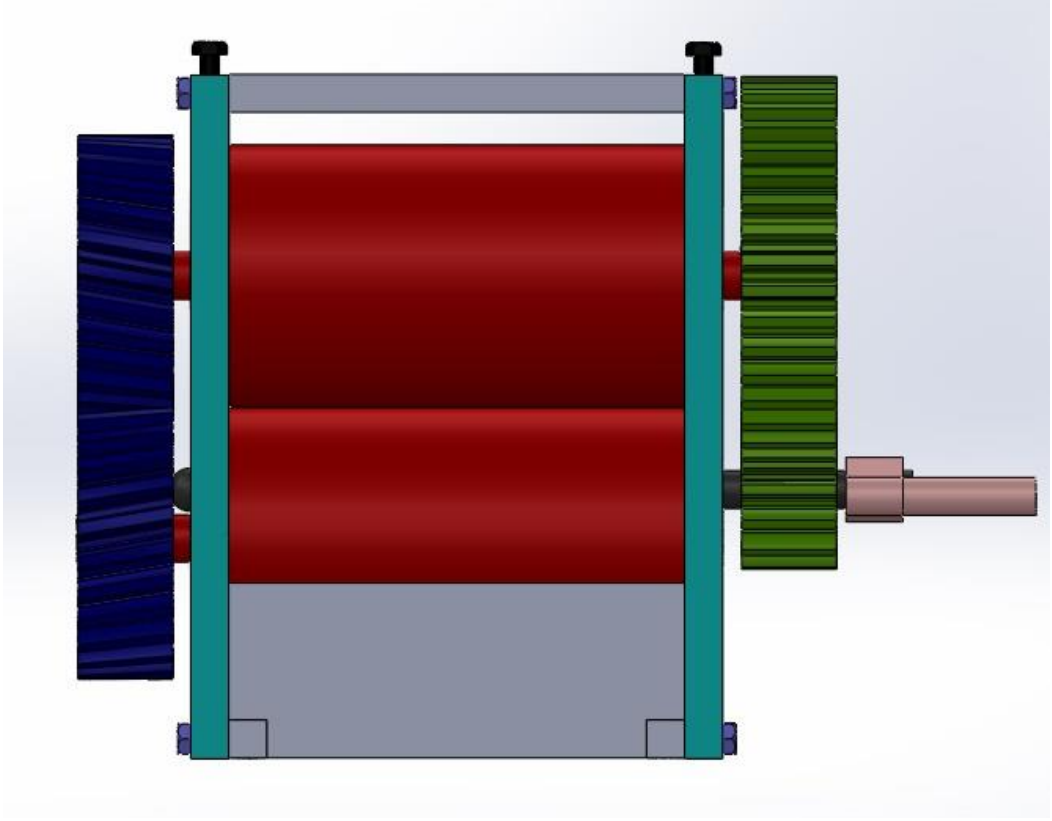
$$l(\text{boy}) = 50 \text{ mm}$$

6. MANUEL ÇELİK HADDELEME MAKİNESİ TASARIMI

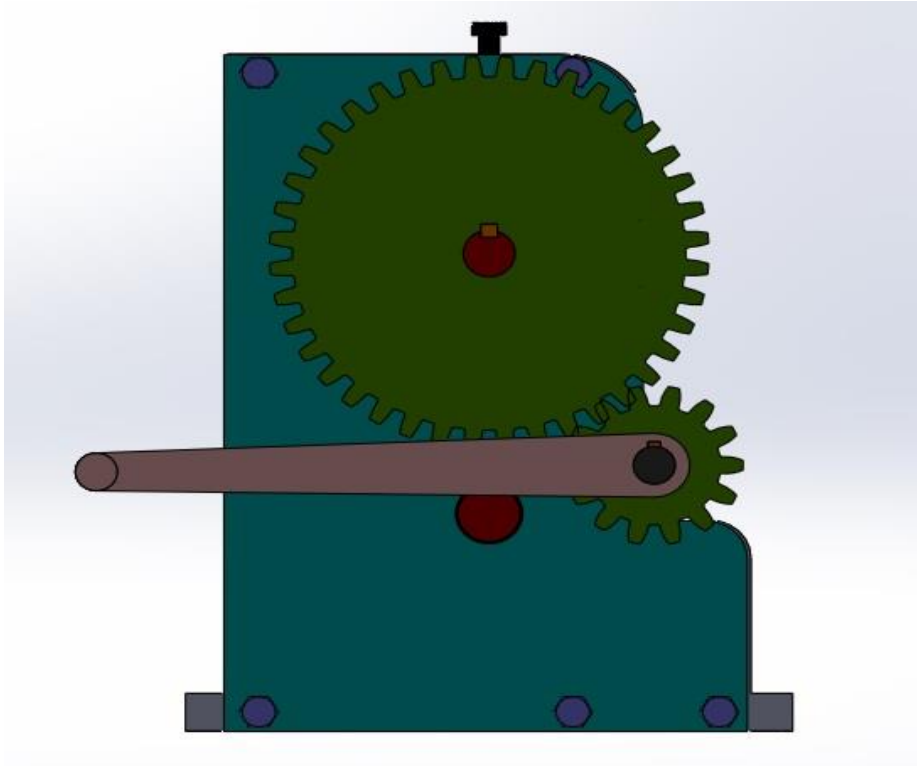
Tasarım yukarıda belirttiğimiz örnekler ve hesaplar neticesinde ortaya çıkmıştır. Bu kısımda tasarımın şekli ve tasarımı hakkında görsellere yer verilmiştir.



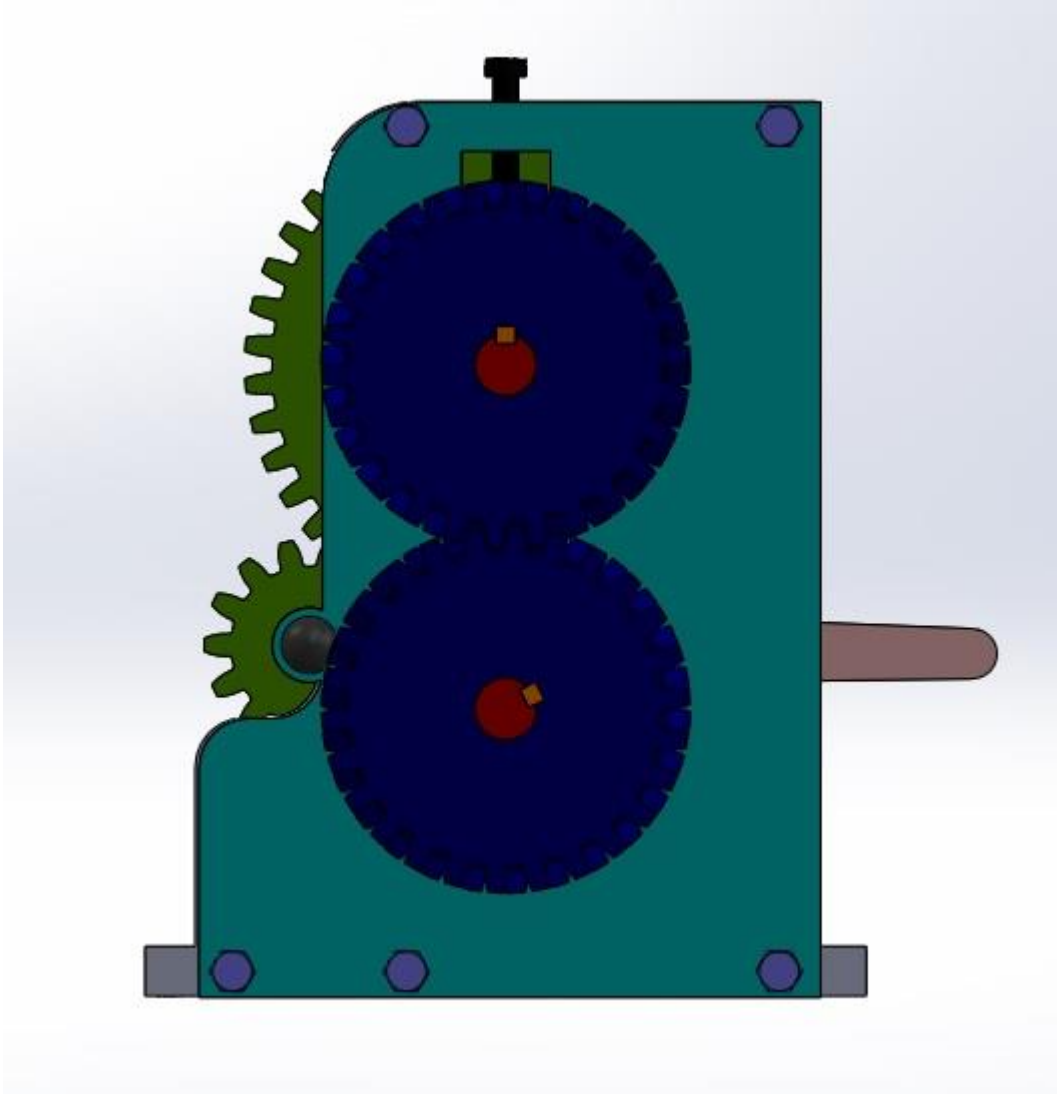
Şekil 10



Şekil 11



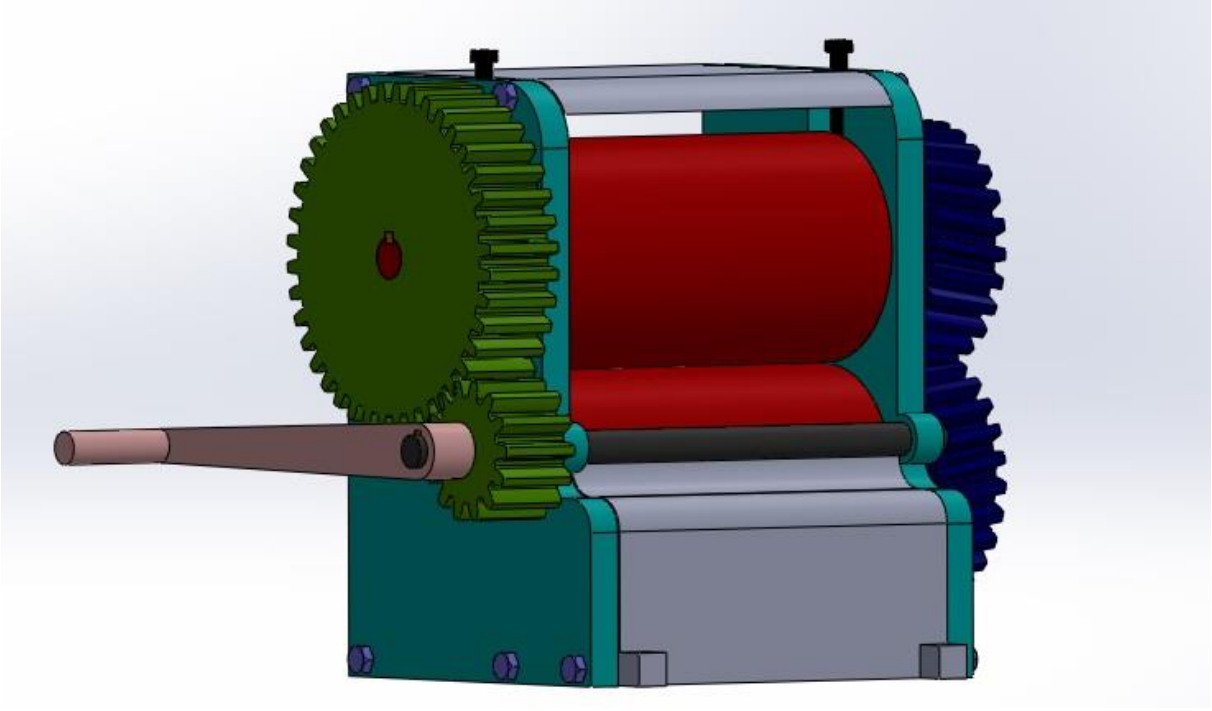
Şekil 12



Şekil 13

Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13'te tasarımın içerdiği parçalar görülmektedir.

Şekil 14'te tasarımın 3 boyutlu görseli bulunmaktadır.



Şekil 14

6.1 MANUEL ÇELİK HADDELEME MAKİNESİ ÜRETİM AŞAMALARI



ŞEKİL 15



ŞEKİL 16



ŞEKİL 17



ŞEKİL 18



ŞEKİL 19



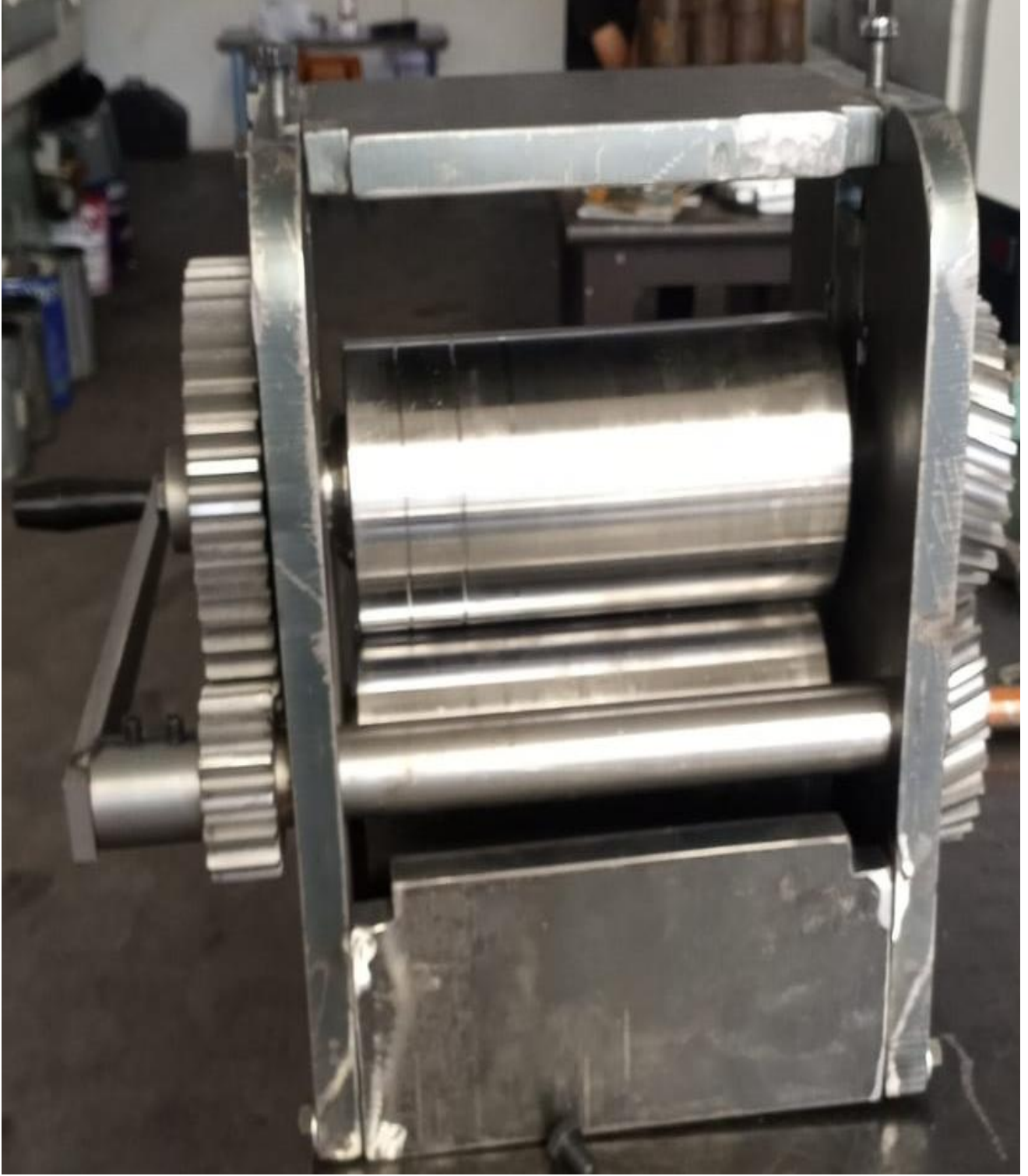
ŞEKİL 20



ŞEKİL 21



ŞEKİL 22



ŞEKİL 23

Tasarımda ;

1 Adet büyük dişli çark

1 Adet küçük dişli çark

2 Adet Helis dişli çark

4 Adet Kama

1 Adet Kol

2 Adet Merdane

2 Adet Ayarlıcı

12 Adet cıvata

4 Adet Burç

1 Adet Mil

Ve Gövdeden oluşmaktadır.

Parçalara dair hesaplar yukarıda belirtilmiş olup, teknik resimleri ekler kısmında verilmiştir.

7. MALİYET HESABI

Parça Adı	Adet	Birim Fiyatı
Sol Gövde	1	25 ₺
Sağ Gövde	1	25 ₺
Üst Gövde	1	25 ₺
Alt Gövde	1	50 ₺
Üst Merdane	1	300 ₺
Alt Merdane	1	300 ₺
M10*40	10	1.5 ₺
M10*100	2	4 ₺
Ayarlayıcı	2	20 ₺
Burç	4	17 ₺
Mil	1	30 ₺
Kama 8*7*50	3	10 ₺
Kama 6*6*50	1	10 ₺
Kama 6*6*30	1	10 ₺
Helis Dişli Çark	2	217 ₺
Büyük Düz Dişli Çark	1	566 ₺
Küçük Düz Dişli Çark	1	225 ₺
Toplam	34	2161 ₺

8.KAYNAKLAR

1. Çapan, L., 2010, Metallere plastik şekil verme, Çağlayan Kitabevi, İstanbul,
2. <https://www.metalurjik.com/soguk-haddeleme-islemi>
3. <http://www.yavuzlardisli.com/PDF/katalog.pdf>
4. <http://www.muhandisalemi.com/haddeleme-nedir-haddeleme-gucu-hesabi/>
5. http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/eminerdin_19.04.2017_4X1I.pdf
6. <https://slideplayer.biz.tr/slide/9230704/>
7. TEVRUZ, Talat Makina Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri, 1 , 417
8. <https://www.bahcelimakina.com/hadde-makineleri-imalati-hadde-makinesi-ekipmanlari>
9. <https://metaldunyasi.com.tr/tr/guncel/86/demir-ve-celik-uretiminin-kisa-bir-tarihcesi.html>
10. <http://afeolgunlar.com.tr/hadde-ekipmanlari/hadde-makinalari.html>
11. <https://turkish.alibaba.com/product-detail/jewelry-making-supplies-hot-sale-steel-rolling-mill-roll-jewellery-rolling-mill-1876307210.html>

Merdane

