



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ESNEK BORULARDA KULLANIMA YÖNELİK EZMELİ KELEPÇE
TASARIMI VE ÜRETİM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

ENGİN DEMİR

DANIŞMAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ BİLAL KURŞUNCU

BARTIN 2022



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ESNEK BORULARDA KULLANIMA YÖNELİK EZMELİ KELEPÇE TASARIMI
VE ÜRETİM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

ENGİN DEMİR

BARTIN-2022

KABUL VE ONAY

Engin DEMİR tarafından hazırlanan “ESNEK BORULARDA KULLANIMA YÖNELİK EZMELİ KELEPÇE TASARIMI VE ÜRETİM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı bu çalışma 07.01.2022 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **oy birliği** ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr Bilal KURŞUNCU

Üye : Prof. Dr. Sabri GÖK

Üye : Doç. Dr Okan ÜNAL

Bu tezin kabulü Lisansüstü Eğitimi Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. H.Selma ÇELİKAY
Enstitü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Dr. Öğr. Üyesi Bilal KURŞUNCU danışmanlığında hazırlamış olduğum “ESNEK BORULARDA KULLANIMA YÖNELİK EZMELİ KELEPÇE TASARIMI VE ÜRETİM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

07.01.2022

Engin DEMİR



ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca olumlu tavırlarıyla beni motive eden, yardımlarını benden esirgemeyen ve beraber çalışmaktan gurur duyduğum değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Bilal KURŞUNCU' ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca projenin çeşitli aşamalarında destek olan, Tork Bağlantı Elemanları firmasından Halis Kızıllhan' a, Festo firmasından Hakan Perçin'e, Teknonorm firmasından Mahir Yarılğan'a ve bu firmalarda çalışmaya katkıda bulunan tüm herkese teşekkür ederim.

Engin DEMİR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ESNEK BORULARDA KULLANIMA YÖNELİK EZMELİ KELEPÇE TASARIMI VE ÜRETİM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Engin DEMİR

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Bilal KURŞUNCU

Bartın-2021, sayfa: 58

Çalışmada, esnek borularda kullanılmak üzere mevcut kelepçe üreten makine sistemlerinin geliştirilmesi ve neticede yeni bir makine tasarımı hedeflenmiştir. Kelepçelerin daha kaliteli ve daha kısa sürede üretilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Esnek borularda kullanılan mevcut kelepçelerin üretiminin, ezmeli kelepçe şeklinde gerçekleştirilmesi düşünülmüştür. Yapılan analizlerde şuan ki sistemlere göre önemli avantajları olacağı tespit edilmiştir. Makinenin faaliyete geçmesiyle, insan gücünden %60 tasarruf sağlanabileceği, makinenin yaklaşık olarak iki saniyede bir ürün elde edebileceği ve ürünlerin kalite standartlarına uygun olacağı belirlenmiştir.

Çalışmaya katılacak kurumlar, ekipler ve şahıslar ile süreç değerlendirilmesi konusunda görüşmeler yapılmıştır. Tasarım sürecinde tasarımın uygunluğu, imalat yöntemleri ve hayata geçirilebilmesindeki mevcut sorunlar ile zaman yönetimi değerlendirilmiştir. Belirlenen zamanın içinde bu tasarımın ortaya konmasının, faaliyetteki diğer işlerin aksamaması açısından da önemli olduğu vurgulanmıştır. Normal koşullarda bu tasarımın yaklaşık 15 aylık bir süreçte gerçekleşeceği belirlenmiştir.

Maliyet değerlendirilmelerinde ise, iç ve dış piyasada makinenin veya üretilecek ürünün ne kadar talep görebileceği ve ihracatta nasıl ilerleyebileceği değerlendirilmiştir. Seri

Üretim ve yüksek siparişli istekler karşısında oluşabilecek iş yüküne olumlu cevap vereceği ngrlmştir.

Son olarak, gelişmekte olan ülkemiz ve sanayimiz açısından bu tip geliştirmelerin ülke ekonomisine katkı sağlayacağı da belirtilmiştir. Bu kapsam içerisinde, bu bilinçle tasarım çalışmalarının yapılması gerektiği ifade edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ezmeli Kelepçe; Esnek Borular; Makine Tasarımı

Bilim Alanı Kodu: 91438, 91419



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DEVELOPMENT OF CRUSHING CLUMP DESIGN AND PRODUCTION SYSTEM FOR USAGE IN FLEXIBLE PIPES

Engin Demir

Bartın University

Graduate School

Department of Mechanical Engineering

Thesis Advisor: Dr. Lecturer Bilal KURŞUNCU

Bartın-2021, pp: 58

In the study, it is aimed to develop existing clamp producing machine systems for use in flexible pipes and consequently a new machine design. Efforts have been made to produce clamps with higher quality and in a shorter time. The production of existing clamps used in flexible pipes is thought to be carried out in the form of crushing clamps. It has been determined in the analysis that it will have significant advantages over the current systems. It has been determined that, with the machine being put into operation, 60% of human power can be saved, the machine can obtain a product approximately in two seconds and the products will comply with the quality standards.

Interviews were held with the institutions, individuals and teams to participate in the study on process evaluation. During the design process, the suitability of the design, manufacturing methods and current problems in implementation and time management were evaluated. It has been emphasized that presenting this design within the specified time is also important in terms of not interrupting other works in the activity. It has been determined that this design will take place in approximately 15 months under normal conditions.

In cost evaluations, the demand for the machine or the product to be produced in the domestic and foreign markets and how it can progress in exports were evaluated. It is predicted that it will respond positively to the workload that may occur in the face of mass production and high order requests.

Finally, it has been stated that such developments will contribute to the national economy for our developing country and industry. Within this scope, it was stated that design studies should be done with this awareness.

Keywords: Crushing Clamp; Flexible Pipe; Machine Design

Scientific Field Code: 91438; 91419



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLOLAR.....	xiii
EKLER DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç ve Kapsam.....	1
1.2 Makine.....	1
1.3 Makinelerin Tarihsel Gelişimi ve Sanayi Devrimi.....	2
1.4 Makine Tasarımı, İnovasyon ve Ar-Ge.....	3
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
2.1 Makine Tasarımı (Konstrüksiyon).....	5
2.2 Kalıpcılık ve Metal Şekillendirmede Farklı Malzemelerin Gerilme Analizi.....	6
2.3 Sac Metal Şekillendirme Uygulamaları.....	7
2.4 Hidrolik ve Pnömatik Silindirler.....	8
2.4.1 Hidrolik Silindirler.....	8
2.4.2 Pnömatik Silindirler.....	10
2.5 Servo Motorlar ve Sürücüler.....	12
3. MATERYAL VE METOT.....	15
3.1 Materyal.....	15
3.1.1 Ezmeli Kelepçe Makinesi.....	16
3.1.2 Geliştirmeler.....	18
3.1.2.1 Hat Dizaynı.....	18
3.1.2.2 Kalıp Tasarımı.....	22
3.1.2.3 Diğer İşlemler.....	22

3.1.3 Modelleme Çalışmaları.....	22
3.1.3.1Kıvrma Hattı Alt ve Üst Grubu	22
3.1.3.2 Vida Takma.....	24
3.1.3.3 Kıvrma.....	24
3.1.3.4 Koparma Kalıbı	25
3.1.3.5 İki ve Üç Kıvrma	26
3.1.3.6 Vidalama Ünitesi	27
3.1.3.7 Üst Numaratör Kalıbı	28
3.1.3.8 Alt Numaratör Kalıbı.....	28
3.1.3.9 Kesme Kalıbı.....	29
3.1.3.10 Form Kalıbı.....	30
3.1.3.11 Hidrolik Pres	31
3.1.3.12 Revizyon Sonrası Pres	32
3.1.3.13 Bant Dış Form Kalıbı	33
3.1.3.14 Kalibrasyon	34
3.2 Metot	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR.....	45
BİBLİYOGRAFYA	48
EKLER	49
ÖZGEÇMİŞ	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
3.1: Çift etkili tek milli hidrolik silindir	9
3.2: Hidrolik silindir parçaları	10
3.3: Pnömatik silindir elemanların gösterimi	11
3.4: Servo motor	13
3.5: Sac Sürücü	13
3.6: Ezmeli kelepçe makinesi	16
3.7: Ezmeli kelepçe makinesi yan görünüş	16
3.8: Düz bant	17
3.9: Kapak ve bant montajı	18
3.10: Titreşimi minimuma indirmek için 3 kısımdan oluşan hat dizaynı	19
3.11: Kalıplar	20
3.12: Hidrolik pres	20
3.13: Montaj bölümü	21
3.14: Montaj bölümü üst görünüş	21
3.15: Kıvrırma hattı alt grubu	23
3.16: Kıvrırma hattı üst grubu	23
3.17: Vida takma	24
3.18: Kıvrırma	25
3.19: Koparma Kalıbı	26
3.20: İki ve üç kıvrırma	27
3.21: Vidalama ünitesi	27
3.22: Üst numaratör kalıbı	28
3.23: Alt numaratör kalıbı	29
3.24: Kesme kalıbı	30
3.25: Form Kalıbı	31
3.26: Hidrolik pres	32
3.27: Revizyon sonrası hidrolik pres	33
3.28: Bant dış form kalıbı	34
3.29: Kalibrasyon	34
4.1: Eksantrik pres	39
4.2: Büküm aparatı	40

4.3: Montaj makinesi.....	41
----------------------------------	-----------



TABLÖLAR

Tablo	Sayfa
<u>No</u>	<u>No</u>
3.1: Gereksinim analiz listesi	15



EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
No	No
EK 1: Faaliyet planı	50
EK 2: Üretim hattı kesme, form verme, üst ve alt numaralandırma sonucu sacın formları	51
EK 3: Üretim hattı dış açma ve koparma görünümleri	51
EK 4: Üretim hattı montaj bölümü	52
EK 5: Hidrolik ünite hesapları (0,55sn, 152ton).....	53
EK 6: Hidrolik ünite hesapları (0,55sn, 201ton).....	54
EK 7: Hidrolik ünite hesapları (0,63sn, 152ton).....	55
EK 8: Hidrolik ünite hesapları (0,63sn, 201ton	56
EK 9: Hidrolik ünite hesapları (0,80sn, 152ton).....	57
EK 10: Hidrolik ünite hesapları (0,80sn, 201ton).....	58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	: alan
D	: dış çap
d	: iç çap
dk	: dakika
F	: kuvvet
kW	: kilowatt
lt	: litre
m	: metre
mm	: milimetre
m ²	: metrekare
N	: Newton
P	: basınç
P	: güç
Q	: debi
sn	: saniye
V	: hız
Ø	: çap

KISALTMALAR

AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
AC	: Alternatif Akım
DC	: Doğru Akım
PWM	: Pulse Width Modulation
MS	: Microsoft

1. GİRİŞ

1.1 Amaç ve Kapsam

Bu tez çalışmasında; mevcut olan bir makinenin tasarım süreçlerine uygun hareket ederek, belirli tekniklerle geliştirilmesi sonucunda, kelepçe imalatı yapan bir makinenin daha kaliteli, seri ve ekonomik ürünler ortaya koyması ve de insan gücünden kazanım elde eden bir makineye dönüştürülmesi amaçlanmıştır.

Tasarım sürecine geçmeden önce belirli bir süre projenin onay alması için kurumlar arası görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Onay sürecinin akabinde projenin Nisan 2020’de başlayarak Aralık 2021’de bitirilmesi kararlaştırılmıştır. 15 ay sürecek olan bu çalışmanın faaliyet raporu EK 1’de belirtilmiştir.

Faaliyet raporu; kurumların ve kurum içi projede çalışacak olan personelin diğer işlerini aksatmayacak, gerekli Ar-Ge çalışmalarının rahatlıkla yürütülebileceği ve olası problemlere karşı yeterli zamanı karşılayacak şekilde hazırlanmıştır. Çalışma bu plana sadık kalınarak yürütülmüştür.

Çalışmanın tamamlanmasıyla esnek boru sistemleri için kelepçe üretiminde yeni bir bakış açısı oluşturulacak ve bu sistemlerin üretimi teknolojik açıdan bir seviye daha ilerlemiş olacaktır.

Çalışmanın bu bölümünde; bir makinenin tasarım sürecini daha etkin kavrayabilmek amaçlı çalışmada yol gösteren tanımlardan bahsedilmiştir.

1.2 Makine

Enerji üretebilen, dönüştürebilen, iletebilen veya enerji kullanarak yararlı iş yapabilen teknik sistemlere makine denir (Şekercioğlu, 2017).

Diğer bir tanımla makine; herhangi bir enerji türünü başka bir enerjiye dönüştürmek, belli bir güçten yararlanarak bir işi yapmak veya etki oluşturmak için çarklar, dişliler, yataklar ve çeşitli parçalardan oluşan düzenekler bütünü (TDK sözlükleri,2011).

1.3 Makinelerin Tarihsel Gelişimi ve Sanayi Devrimi

Makineler geçmişten bugüne irdelenirse; bu kapsamda, makine sistemlerinin kullanımının yaygınlaşmasının ilk adımı olan sanayi devriminden bugüne kadar yaşanan gelişmelerden bahsetmek gerekmektedir.

Birinci Sanayi Devrimi, 18. yüzyılın ortalarında İngiltere'de gerçekleşmiş ve buhar motoru icadı ile geliştirilmeye devam edilmiştir (Pereira ve Romero, 2017, s.1207). İlk sanayi devrimi, diğer bir adıyla Sanayi 1.0 olarak belirtilen bu kavram endüstrileşme basamaklarından, dört basamağın birinci kısmını oluşturmaktadır (Hobsbawm, 2008, s.53). Dokumacılık ve çelik sektörünün öne çıktığı, buhar ve kömür makinelerinden yararlanıldığı, endüstrileşmenin birinci basamağını içeren devirdir (URL-1, 2020).

İkinci sanayi devrimi veya Sanayi 2.0 olarak da ifade edilen bu devir, yaklaşık olarak 1850-1914 yılları arasında kapsamaktadır. İlk sanayi devriminde başrol oynayan İngiltere daha sonra yerini ikinci sanayi devriminde Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri'ne bırakmıştır. Bu dönemde sanayinin önemli görülen gelişmeleri; içten yanmalı motor, telefon telgraf, elektrik motoru vb. olmuştur (Günay, Öcal ve Öcalan, 2018).

1960-1990 dönemleriyle teknolojinin de ilerlemesi ile beraber, üçüncü sanayi devriminin doğuşu başlamıştır. Günümüzdeki yazılımların inşası başlayarak, bilginin dijitalliğe dönüşüm süreci hayat bulmuştur. Bu raddede söz konusu yeni yazılımların yaşama geçirilmesiyle beraber yeni nesil donanımlarının ve yeni üretim araçlarının kullanımı başlamıştır (Özdoğan, 2018).

Son olarak dördüncü sanayi devrimi ise günümüzde yaşanmakta ve Sanayi 4.0 olarak tanımlanmaktadır. İnternet, yapay zeka, robot teknolojisi, üç boyutlu yazıcılar, sürücüsüz arabalar gibi önceki üç sanayi devriminin yapısını büsbütün değiştirecek yeni icatlar dördüncü sanayi devrimi ile tanımlanmaktadır (URL-1, 2020).

1.4 Makine Tasarımı, İnovasyon ve Ar-Ge

İçinde bulunduğumuz dönemde, makine tasarımı veya var olan bir makineyi geliştirme teknikleri üst seviyelerdedir. Büyüklü, küçüklü birçok kurum, kuruluş ve işletmeler bu tekniklere ciddi yatırımlar, geliştirmede uygulanan teorik veya uygulamalı yaklaşımlar sonucu işgücü ve azımsanmayacak derecede zaman harcanmaktadır. Bu faktörlerle birlikte ortaya çıkacak yeni bir makine veya işleyiş teknikleri geliştirilmiş mevcut bir makine, ürün veya bu unsurlardan doğan komplikasyonlar daha verimli hale getirilmektedir.

Teknolojinin gelişme sağladığı ekonomik büyümelerden yararlanmak için hem toplumlar hem de firmalar ciddi emek sarf etmektedirler. Verilen bu emekler ekonomik olduğu kadar, zaman, ürün kalitesi veya insan gücü kazanımı gibi unsurları da göz önünde bulundurarak verilir. İhtiyacın doğduğu andan çözüm sürecince kadar düşüncesele olarak tasarlanan fikirlerden, araştırmalara ve analizlere, maliyetlerden üretime kadar uygulanan tüm metotlar inovasyon kavramı içerisindedir.

İnovasyon, yeni veya geliştirilmiş ürün, hizmeti veya imalat yöntemini ilerletmek ve bunu ticari gelir sağlayacak duruma getirmek için tasarlanmış bütün prosesleri içerir. Geliştirilmiş veya yeni ürün, hizmeti veya imalat yöntemini geliştirme yenilikçi fikirler ile ortaya çıkar (Koçyiğit ve Ayan, 2014).

Bir faaliyet olarak inovasyon süreklilik gerektirir. Dolayısı ile geliştirilip hazır hale gelen ve son olarak işletmeye rekabet edebilme gücü sağlayacak biçimde pazarlanan bu düşüncelerin ve neticelerin tekrar tekrar yorumlanması ve yeni kazanımlar için yaygınlaştırılarak kullanılması gerekmektedir. Böylece ortaya çıkacak yeni düşünceler yeni inovatif faaliyetleri meydana getirir . (Koçyiğit ve Ayan, 2014).

Ar-Ge ise inovasyonun veya inovatif düşüncenin gerçekleşmesinde bir basamaktır ve en etkin rolü almaktadır. Ar-Ge, inovasyon faaliyetinin temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirme tekniklerini ele almaktadır.

Teknolojik yeniliğin ortaya çıkarılmasında Ar-Ge süreci hayati bir önem taşır (Grenhalg ve Rogers, 2010'a atfen Öztürk, 2020). Fakat Ar-Ge faaliyetleri farklı görüşlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Kimilerine göre Ar-Ge, yeni ürünlerin veya proseslerin

geliştirilmesi iken, kimileri Ar-Ge'yi sadece bilimsel çalışmalarda kullanmak üzere uygulanabilecek bir faaliyet olarak görmektedir (Forbes ve Wiold, 2004'a atfen Öztürk, 2020). Ar-Ge, kabul edilen bir tanım olarak, insan, kültür ve toplum bilgisi ve bu bilginin yeni araçları ortaya çıkarabilmek olarak kullanılması da dâhil, bilgiyi arttırmak için gerçekleştirilen herhangi bir özgün ve düzenli faaliyettir (OECD, 2015'e atfen Öztürk, 2020). Ar-Ge, ilk olarak bir araştırmayı, daha sonra da keşfedilmemişleri keşfedebilmemeyi ve kazanımları bir ürünü iyileştirmek veya geliştirmek için kullanabilmeyi içermektedir (Chiesa, 2015, Khoshnevis ve Teirlinck, 2018'e atfen Öztürk, 2020).



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde makine, makine tasarımı ve çalışmadaki makinede üretim yöntemi olarak kullanılan kalıpcılık ve sac şekillendirme ile makinedeki önemli elemanlardan silindirler, sürücüler ve servo motorlar üzerine birçok bilgiye ulaşmak mümkündür.

2.1 Makine Tasarımı (Konstrüksiyon)

Konstrüksiyon tanım olarak; bir mühendisin temel bilimlere, mühendislik öğreti ve kazanımlarına dayanarak sorulan bir teknik soruna bir makine veya makinenin bir parçası şeklinde çözüm üretebilmek amacıyla gerçekleştirdiği zihinsel faaliyetlerin toplamıdır. (Babalık, 1997). Ayrıca tasarım, belirlenen gereksinimi karşılamak için sistematik bir plan ile yürütülen uygulamalı ve teorik çalışmalar bütünü olarak da tanımlanabilir (URL -2, 2021).

Tasarım genel olarak, yaratıcı ve çok tekrarlı bir süreçtir. Aynı zamanda karar verme sürecidir (Yağır, 2015).

Bir makine tasarımında genel olarak bilinmesi gereken hususlar maddeler halinde aşağıda belirtilmektedir.

- Ödevin belirlenmesi, istekler listesinin hazırlanması ve açıklanması,
- Çözüm önerilerinin araştırılıp değerlendirilmesi, ön hesaplamalar ve taslak tasarımı,
- Projelendirilme aşamaları ve prototip üretiminin yapılması (prototip üretim yerine günümüzde Catia, Solidworks gibi üç boyutlu programlardan da yararlanılmaktadır),
- Detaylandırma ve dokümanların hazırlanması,
- Üretim planının yapılması ve üretim aşaması genel olarak baştan sona gerçekleştirilmesi gereken adımlardır (Groover, 2010).

Bu maddelerle birlikte kararlar çok az bilgi, tam yetecek kadar bilgi veya bazen de kısmen çelişkili, gereğinden fazla bilgilerle verilir Bazı durumlarda daha çok bilgi elde edilinceye kadar, düzeltme yapma hakkı korunarak, geçici kararlar verilebilir. Önemli olan tasarımcının kendisini, problem çözmek için verilen kararda huzurlu hissetmesidir (Yağır, 2015).

Önünde çözülmesi gereken somut bir problem olduğunda bir mühendis mühendislik tasarımına başlar. İşverenin veya bir müşterinin isteği bir problemdir ve bu sorunu çözmelidir. Bu isteklerle birlikte tasarım süreci başlar. İhtiyaç veya sorun ortaya konulmasıyla tasarımı yapacak kişi üç faaliyette bulunur. Yaratıcılık, karar verme ve modelleme (Belevi,2017).

- **Yaratıcılık** zihni bir faaliyettir ancak bilgi ve tecrübe ile geliştirilerek etkin bir konuma getirilebilir (Belevi, 2017). Yaratıcı bir tutum her daim yapıcıdır. Başarının özendirildiği gibi, zihni olarak cesur olabilmek, girişimlerde bulunabilmek ve her daim araştırmak da özendirilmelidir (URL-3, 2021).
- **Karar verme**, tasarım sürecinin çeşitli aşamalarında ortaya çıkan yöntemler ve seçenekler içinden en ideal olanını seçebilmektir (Belevi, 2017). Karar verme süreci, sorunun tespitiyle başlar. Karar vermek zordur, bir şıkkı seçmek diğerinden feragat etmek demektir (URL-4, 2021).
- **Modelleme**, mühendislik bilgisinin ve deneyimlerin tasarım ve hesaplama yöntemlerine uygulanmasıdır. Tasarım sürecinden sonra ortaya yeni bir ürün çıkar. Bu yeni ürün tasarım sürecinin başlangıcında belirlenen sorun veya ihtiyaca cevap olarak üretilen çözümdür (Belevi, 2017).

2.2 Kalıpcılık ve Metal Şekillendirmede Farklı Malzemelerin Gerilme Analizi

Özdeş parçaları en kısa zamanda belirtilen ölçü sınırları içerisinde üretebilen, insan gücü ve malzeme sarfiyatının minimum seviyede tutulmasını destekleyen, takım tezgahlarıyla çalışabilen cihaza kalıp; bu cihazın tasarımını hazırlayarak yapımını gerçekleştiren ve cihazı çalıştırabilen kişilere kalıpcı denir (Sezer ve Karaoğlu, 2012).

Bir başka tanımla, bazı iş parçalarını detay resmindeki ölçülerine ve biçimlerine göre, sürekli ve aynı olarak üretmek için aparatlar yapılır. Bu aparatlara kalıp, kalıpları yapan elemanlara ise kalıpcı denir (Köse, 2006).

Proje kapsamında tasarımı gerçekleştirilecek olan kalıpların özellikleri, tasarım sırasında dikkat edilmesi gereken kritik noktalar hakkında bilgi edinilmiştir. Kullanılacak olan

alüminyum malzemenin özellikleri belirlenmiştir. Modellemesi gerçekleştirilecek olan kalıplarda gerçekleştirilmesi gereken analizler ve metotlar belirlenmiştir.

Firmada ilk kez tasarlanacak ve geliştirilecek olan ezmeli kelepçelerin üretim prosesleri öğrenilmiştir. Bu kapsamda üretim üç aşamadan oluşacaktır.

- Bant Kesme
- Yuvarlama
- Montaj

Bu prosesler için geliştirilecek olan sistemler hakkında örnekler bulunmuştur. Bu sistemin çalışma prensibi incelenmiştir. Tasarım sırasında bükme kuvvetleri, kelepçe kuvveti, çap hesaplarının yapılabilmesi için gerekli teknikler belirlenmiştir. Bunun üzerine motor hesaplamaları, şaft, silindir ve hidrolik pres ünitesinin hesaplamalarının nasıl gerçekleşeceği üzerine yetkinlik arttırılmıştır. Tasarımın doğrulamasının gerçekleştirilmesi üzerine Ansys yazılımında yapılacak analizler üzerine çalışılmıştır.

2.3 Sac Metal Şekillendirme Uygulamaları

Metalik saclara şekil verme yöntemi, 20. Yüzyılın en hızlı gelişen metallere şekil verme yöntemi olarak tespit edilmiştir (Uslular, 2021). Sac şekillendirmeye üretilen parçalar; uçak, tren, lokomotif gövdeleri otomobil, inşaat ekipmanları ve aletleri, beyaz eşya, ofis mobilyası, mutfak eşyaları ve içecek kutuları başta olarak çok geniş bir alanda kullanılan ticari önemi yüksek ürünlerdir (URL -5, 2021).

Sac metallerin şekillendirilmesinde malzeme kullanımının en üst düzeye çıkarılması büyük önem taşır (Özzaim, 2020). Sac metal işlemleri 3 temel kategoriye ayrılır. Bunlar kesme, eğme, derin çekmedir. Kesme; büyük sac malzemeyi küçük parçalara kesmek, parçanın çevre kesimi ve delik açmak için kullanılır. Derin çekme ve eğme işlemleri ise sacı istenilen şekle getirmeye yarar (Skinner, 2014).

Metinde sac metallerin üzerinde uygulanmakta olan işlemler üzerine çalışmalarda bulunmaktadır. Kesme için önemli olan kriterler belirlenmiştir:

- a) Kesme İçin Gerekli Boşluk: Kesme işlemindeki boşluk; kalıp ile zimba arasındaki mesafeye denir. Uygunsuz bir boşlukta hatalı ürünler oluşabilir (Şekercioğlu, 2017).

- b) Kesme Kuvvetleri: Parçanın kalıplama sırasında şerit malzemedan ayrılmasına karşı gösterdiği toplam mukavemettir. Gerekli kesme kuvvetinin saptanması önem arz eder (Yağır, 2015).
- c) Kesme Kalıpları: Levha halindeki yarı mamül malzemenin bir hat boyunca ayrılmasına kesme, bu işleri yapan kalıplara ise kesme kalıpları denir. Çeşitli yöntemler ile gerçekleştirilmektedir. Kesme çeşidine göre tasarımları yapılacaktır (Budyans ve Nisbett, 2008).

2.4 Hidrolik ve Pnömatik Silindirler

Hidrolik ve pnömatik sistemler sanayi proseslerinde ve otomasyon uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. (Akyazı ve Çokrak, 2011).

Hidrolik ya da pnömatik akışkanın basınç altındaki davranışlarını, mekanik özelliklerini, kuvvet iletimindeki kullanımını, akışkan hareketini ve kontrolünü inceleyen bir bilimdir (Üçüncü, 2016). Silindir, doğrusal itme ve çekme hareketini basınçlı havanın etkisiyle gerçekleştiren elemandır (Aykaç, 2011).

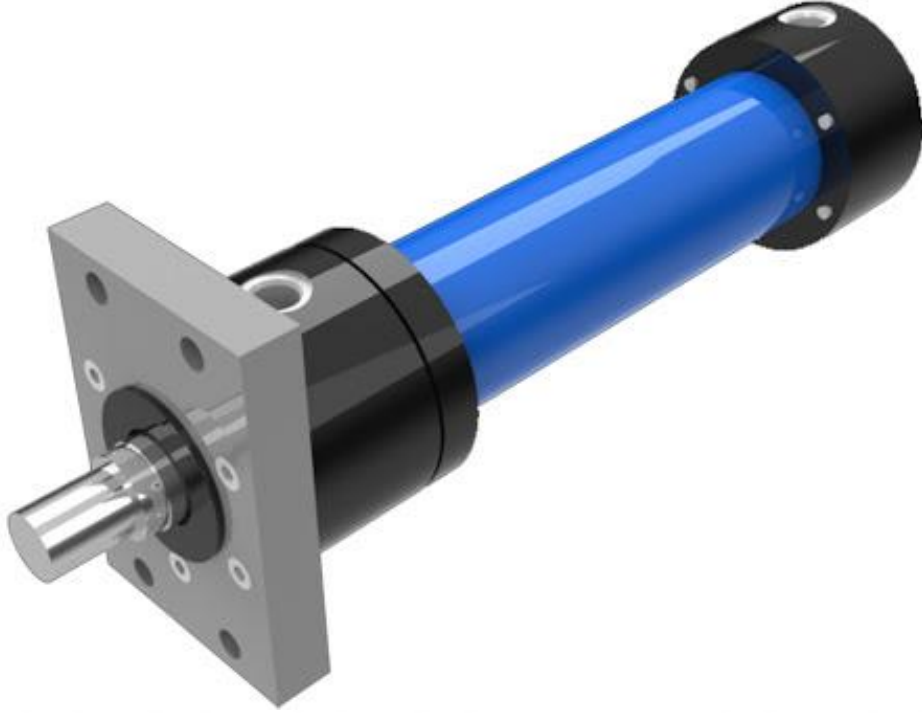
2.4.1 Hidrolik Silindirler

Hidrolik, temel manada basınçlı sıvılar ile güç üretimi, güç kontrolü ve güç iletimi ile ilgili bir teknolojidir (URL – 6, 2021).

Hidrolik; sıkıştırılmaz nitelikteki akışkanların kullanımıyla elde edilen basınçlı akışkanla farklı hareketlerin meydana getirildiği sistemlerdir (Yarar 2016). Hidrolik sistem, elektrik motorunun tahrik ettiği hidrolik pompa ile akışkanın belirli basınçta ve debide basıldığı ve bu hidrolik enerji ile doğrusal, dairesel ve açısal hareketin üretildiği sistemdir (Demirel, 2013; Kutlu ve Büyüksavcı, 1999).

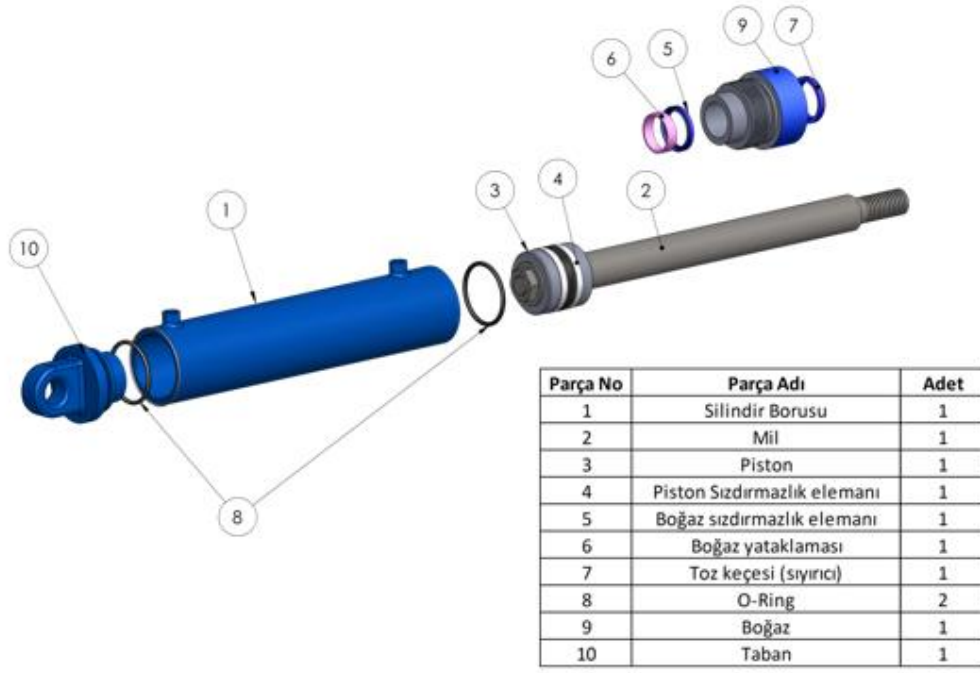
Hidrolik silindirler mevcut pazarda farklı tip ve ölçülerde kullanılabilmektedir. Tek etkili, çift etkili, tandem, teleskobik gibi farklı silindirler kullanım amacına göre değişik yerlerde kullanılabilmektedir.

Mevcut pazarda en çok çift etkili tek milli silindirler kullanılmaktadır. Şekil 3.1’de bu silindirin bir örneği bulunmaktadır. Hidrolik silindirler piyasada piston ve benzeri bir çok farklı isimle anılabilmektedirler. Buna karşın akışkan gücü terminolojisinde hidrolik silindir ismi ile kullanılmaktadır (URL-7, 2010).



Şekil 3.1: Çift etkili tek milli hidrolik silindir (Celka, 2015)

Şekil 3.2’deki patlatılmış resimde standart bir hidrolik silindirde bulunan parçalar gösterilmektedir. Görüldüğü gibi piston hidrolik silindirin içinde mile bağlı olan silindirik parçadır.



Şekil 3.2: Hidrolik silindir parçaları (URL-8, 2021)

2.4.2 Pnömatik Silindirler

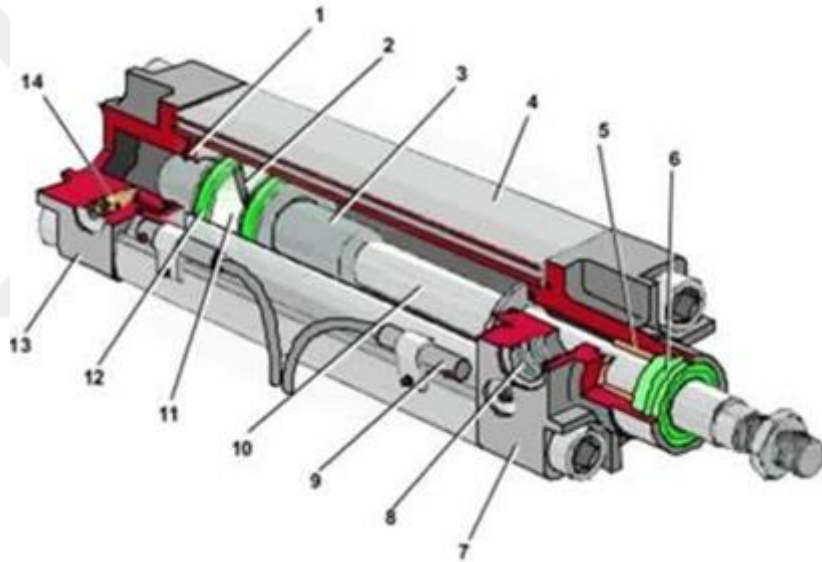
Havanın ve tüm diğer gazların özelliklerini, etkinliklerini ve uygulamalarını içeren bilim dalına pnömatik denir. Günümüzde pnömatik denince, enerji taşıyıcı araç olan basınçlı hava yardımıyla hareket ve kuvvetlerin üretimi ve kumandası anlaşılmaktadır (Yenitepe, 2021).

Pnömatik sistemler, basit yapılarıyla birlikte güvenli, ekonomik ve temiz olmaları sayesinde sıkıştırılmış hava ile gücün iletimini uygun bir hale getirmektedir. (Akyazı ve Çokrak, 2011).

Pnömatik sistemlerde valfler ve silindirler en önemli elemanlardır. Valfler silindirleri kontrol eder. Silindirler ise verilen görevi yapabilmek amacı ile kuvvet ve doğrusal hareket üretir. Şekil 3.3’de bir pnömatik silindirin elemanları gösterilmektedir. Elemanlar sırasıyla,

1. Yastık contası
2. Mıknatıs
3. Yastık tutucu

4. Eloksal kaplı silindir borusu
5. Yatak Tutucu
6. Boğaz keçesi
7. Ön son kapak
8. Ön port
9. Manyetik sensör
10. Piston mili
11. Yataklama elemanı
12. Piston contası
13. Arka son kapak
14. Yastıklama vidasıdır.



Şekil 3.3: Pnömatik silindir ve elemanların gösterimi (URL-4, 2021)

Pnömatik silindirlerde, sıkıştırılmış hava, silindir kovanına basılır. Basınçlı havanın etkili olduğu özel tekerlek piston adını alır ve kuvvet yaratır. Yaratılan kuvvet, pistonu silindir kovanı içinde hareket ettirir. Pistona bağlı olan piston çubuğu silindir kovanının içinden geçmektedir. Piston silindri içinde hareket ettiği zaman piston çubuğu silindir ucundan dışarı çıkar. Sıkıştırılmış hava girişi kesilince yay, pistonu silindirde geri çeker. (URL-9, 2021)

2.5 Servo Motorlar ve Sürücüler

Servo motorlar prensipte bir motor ile bir geri besleme ünitesinden oluşur. Motor AC yada DC olabilir. Geri besleme ünitesi de bir enkoder (kodlayıcı) ya da tako generatör olabilir (Dülger, Kireçci ve Topalbekiroğlu, 2001).

DC servo motorlarda, büyük bir tork (dönme momenti) ve aşırı yüklenebilirlik sağlamak amacı ile güçlü bir manyetik alan oluşturulmaktadır. DC servo motorun en yüksek torku, düşük hızlı çalışmalar sırasında oluşur. En düşük devir devirde yaklaşık anma dönme momentinin dört katıdır (Altunsaçlı, 2003).

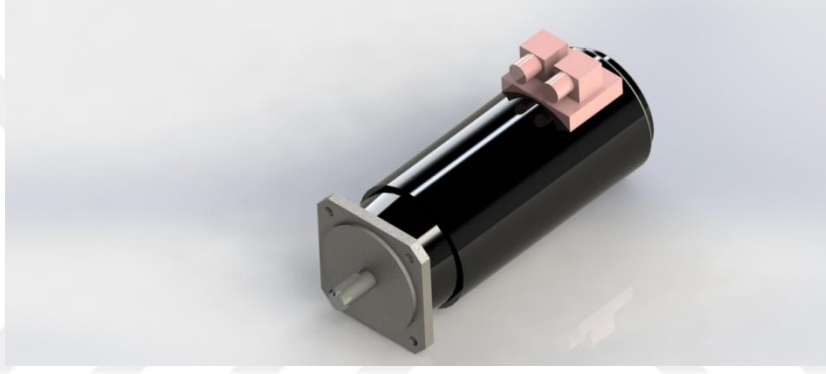
AC servo motorlar hem yüksek hem de düşük güç gerektiren uygulamalarda kullanılmaktadır. AC motorların yapıları basit ataletleri düşüktür. Ancak, genellikle doğrusal olmayan özellik gösteren ve yüksek manyetik bağa sahip makinelerdir. Ayrıca moment-hız karakteristikleri DC servo motorlarındaki gibi ideal değildir. Bunların yanı sıra AC servo motorları aynı boyuttaki DC servo motor ile karşılaştırıldıklarında daha düşük momente sahiptir (Birlik, 2016).

Günümüzde farklı üreticiler tarafından yapılan çok farklı güç ve işlevlere sahip servo motor sürücülerini bulunmaktadır. Her üretici firma kendine özgü teknik ve özellikte servo motor sürücülerini üretmesine rağmen, tipik bir servo sürücüde ortak özellikler bulunmaktadır (Kuzer, 2006).

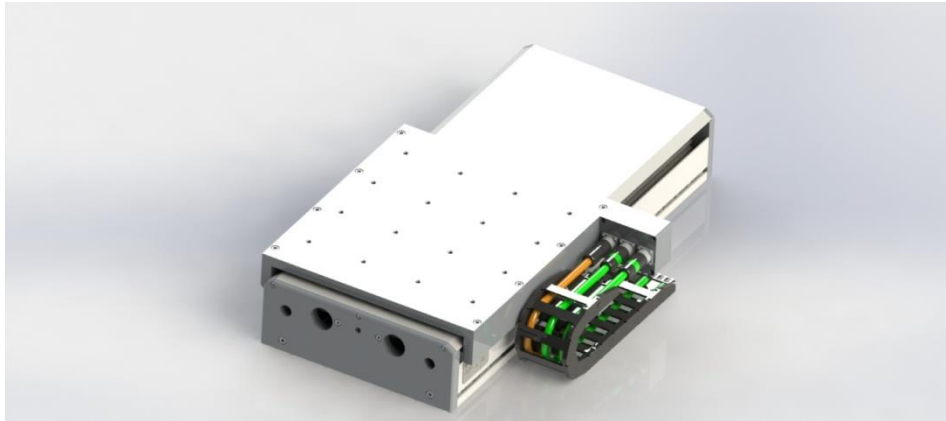
Servo, herhangi bir mekanizmanın işleyişindeki problemi tespit ederek yan bir geri besleme sistemi ile algılayarak sorunu otomatik olarak gideren bir aygıttır. Robot teknolojisi için en sık kullanılan motor cinsidir. Servo sistemler mekanik olabileceği gibi pnömomatik, elektronik, hidrolik veya başka alanlarda da kullanılmaktadır. Bu motorlar; mekaniksel konum, hız, çıkış veya ivme gibi değişken verilerin kontrolünün sağlandığı, yani hareketi kontrol edebilmeyi sağlayan sistemlerdir. Servo motorlarda herhangi bir AD, DC veya step motor bulunmaktadır. Ayrıca kontrol devresini ve sürücü devresini de içinde bulundurur.

Servo sürücüler servo motorun hareketlerini kontrol edebilmeyi sağlar. Kontrolü sağlanan veriler genellikle noktadan noktaya hız ve konum kontrolü ve ivme programlamasıdır. PWM (Pulse width modulation) tekniği adı verilen darbe genişlik modülasyonu genellikle robot kontrol sistemlerinde, sayısal kontrol sistemlerinde ve diğer konum denetleyicilerinde kullanılırlar. (Wikipedia, 2020)

Çalışmadaki sistemde servo motorlu sac sürücü bulunmaktadır. Sac sürücü; pnömatik sistemler, hidrolik sistemler, vibrasyon, servo motor ve sacın konumu gibi tüm sistemleri kontrol ederek ve sağlıklı çalışmasını sağlamaktadır. Şekil 3.4 ve 3.5’de sistemdeki servo motor ve sac sürücünün bir görüntüsü paylaşılmıştır.



Şekil 3.4: Servo motor (Tork, 2021)



Şekil 3.5: Sac Sürücü (Tork, 2021)

Bu bilgiler dahilinde geliştirilecek olan ezmeli kelepçenin özellikleri, piyasadaki muadillerinin avantaj ve dezavantajları hakkında bilgi edinilmiştir. Kullanılacak olan

malzemenin teknik özellikleri araştırılmış, ezmeli kelepçe üretim sürecinde uygulanacak olan sac kesme, bükme ve ezme tekniklerinde dikkat edilmesi gereken noktalar belirlenmiştir. Patent araştırmaları gerçekleştirilerek dünyada kullanılmakta olan üretim teknolojileri hakkında bilgi birikimi edinilmiştir.

Hidrolik ve pömatik sistemin seçimi gerçekleştirilmiştir. Bu seçimler gerçekleştirilirken yapılan teorik çalışmalar ile birlikte personelin güç ve hareket iletim sistemi tasarımı konusundaki deneyimi arttırılmıştır.

Kalıpların tasarımları gerçekleştirilmiştir. Bu kalıpların tasarımı sırasında dikkat edilmesi gereken değişkenler hakkında personelin yetkinliği geliştirilmiştir.

Solidworks üzerinden yapılan tasarım çalışmaları ile ekibin 3D modelleme, sistem ve kalıp tasarımı konusunda deneyimi arttırılmıştır.

Servo motorlar, sürücüler, hidrolik ve pnömatik silindirler ile ilgili yeterli bilgi düzeyine ulaşılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

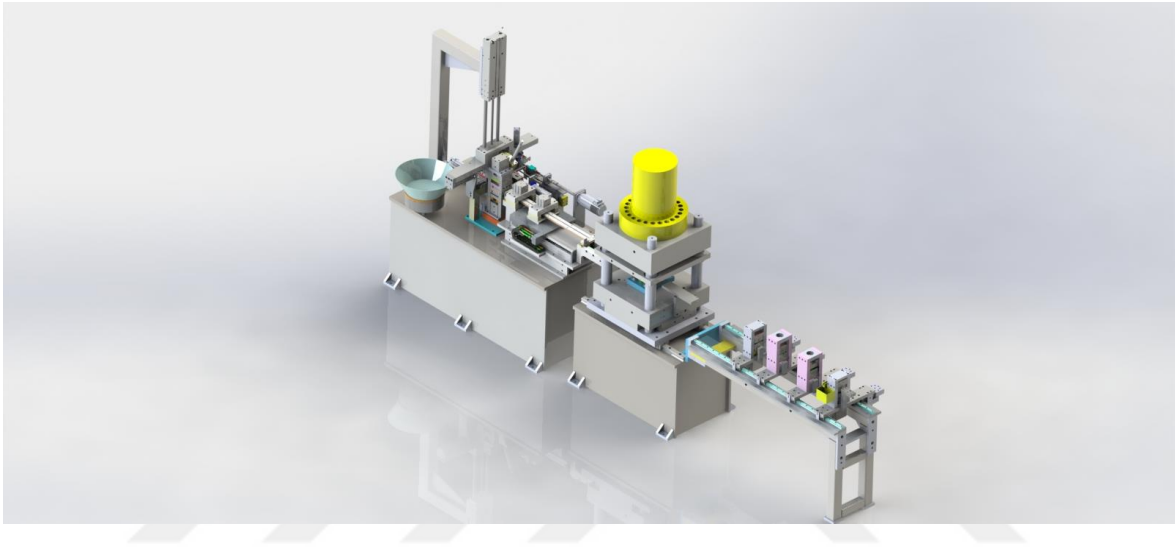
Çalışmada genel olarak sistemin tasarımının ve modellemelerinin gerçekleştirilmesi işlemlerine değinilmiştir. Tasarım boyunca 3D tasarım programları ve MS Office gibi platformlar kullanılmıştır. 3D tasarım programı üzerinde çalışılan ve geliştirilen makine, bahsedilen diğer ortamlarda hesaplamalara, metin ve sunumlara aktarılmıştır. Tasarlanacak makinenin gereksinim analizlerinin listesi Tablo 3.1’dir.

Tablo 3.1: Gereksinim analiz listesi

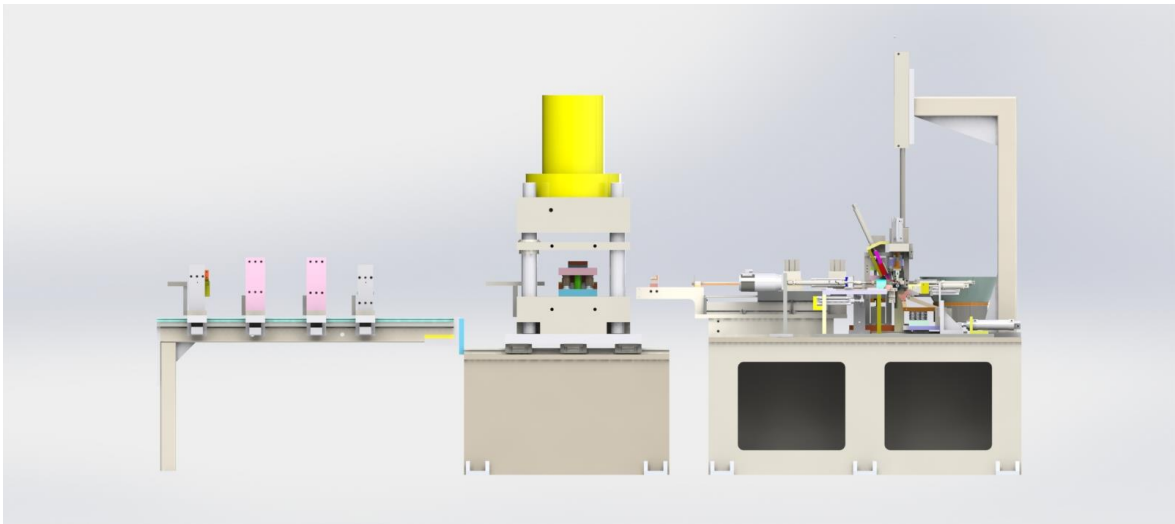
GEREKSİNİM ANALİZ LİSTESİ	
Makine Model	TORK – EKM
Hidrolik Ünite (bar)	200
Çevrim Süresi (sn)	2-2,5
Günlük Kapasite (adet)	18000
PLC Ekran	Var
Ergonomi	Var
Sürücü Servo KW	1
Vidalama Servo KW	1
Hidrolik Piston Ø320X200	1
Hidrolik Piston Ø 50X32	6
Pnomatik Piston (adet)	13
Çalışan Kişi Sayısı	1
Toplam Tahmini KW	72
Genişlik (W) (mm)	1800
Yükseklik (H) (mm)	1950
Uzunluk (L) (mm)	4400

3.1.1 Ezmeli Kelepçe Makinesi

Tasarım sürecinde; Solidworks ortamında montaj dosyası elimizde bulunan kelepçe makinesinin üzerinde, aynı ortamda tasarım çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar oluşabilecek sorunlar doğrultusunda tekrar iyileştirilmiş ve çeşitli kısımlar üzerinde hesaplamalar yapılmıştır. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de ezmeli kelepçe makinesinin tamamlanmış görünüşleri mevcuttur.



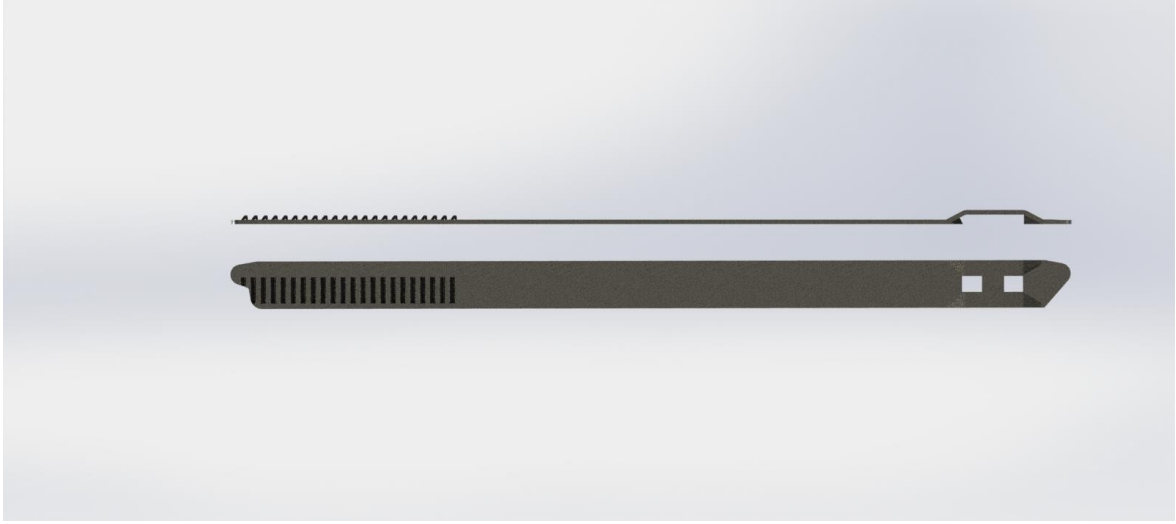
Şekil 3.6: Ezmeli kelepçe makinesi



Şekil 3.7: Ezmeli kelepçe makinesi yan görünüş

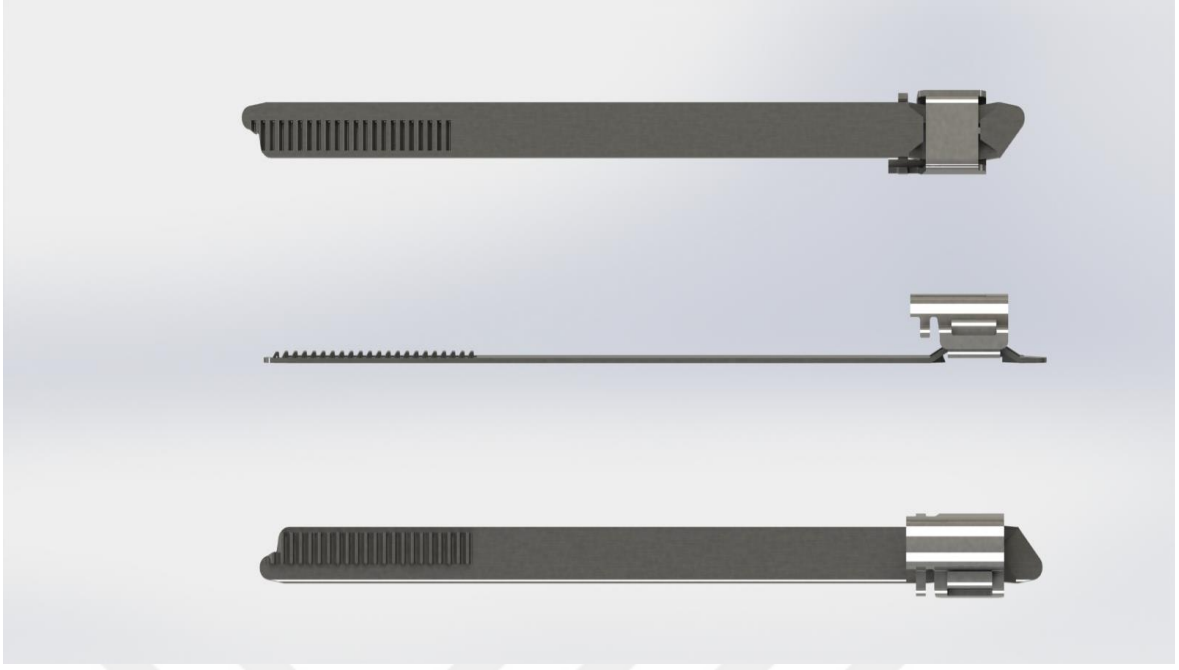
Makinenin çalışma prensibi Şekil 3.7'deki yan görünüş baz alınarak açılanacak olunursa, makinenin sol kısmındaki ilk hat kalıp hattıdır. Makineye giren, işlenecek boyuta hazır hale getirilmiş sac malzeme ilk hatta sırasıyla kesme, form verme, üst numaralandırma ve alt numaralandırma işlemine uğramaktadır. Bu işlemler sonucu sacın aldığı yeni formlar EK 2'de sunulmuştur.

Devam eden ve hidrolik presin bulunduğu hatta diş açma işlemi ve montaj hattının ilk basamağında koparma işlemi gerçekleştirilmektedir. EK 3'de bu işlemlerden geçin sacın formları gözükmemektedir. Koparma işlemi sonucunda bant formunda hatta yol almaya devam eden sac Şekil 3.8'deki gibidir.



Şekil 3.8: Düz bant

Montaj hattının girişinde koparma işleminin akabinde, kelepçenin kilitleme mekanizması ve vidasının da takılacağı kısım olan kapağı takılır. Şekil 3.9'da bu montaj işlemi gözükmemektedir.



Şekil 3.9: Kapak ve bant montajı

Kapak takıldıktan son hatta ilerlemeye devam eden işlemlerde ürün sırayla, uç büküm, baston büküm, C büküm ve çap büküm işlemlerinden geçer. Standart bir kelepçe formunu alan sacın son olarak vidası takılır. Böylece üretim tamamlanmış olur. EK 4’de bu son adımlar ve kelepçenin hazır hali görülmektedir. Özetle makinenin kelepçe üretim sistemi bu şekildedir.

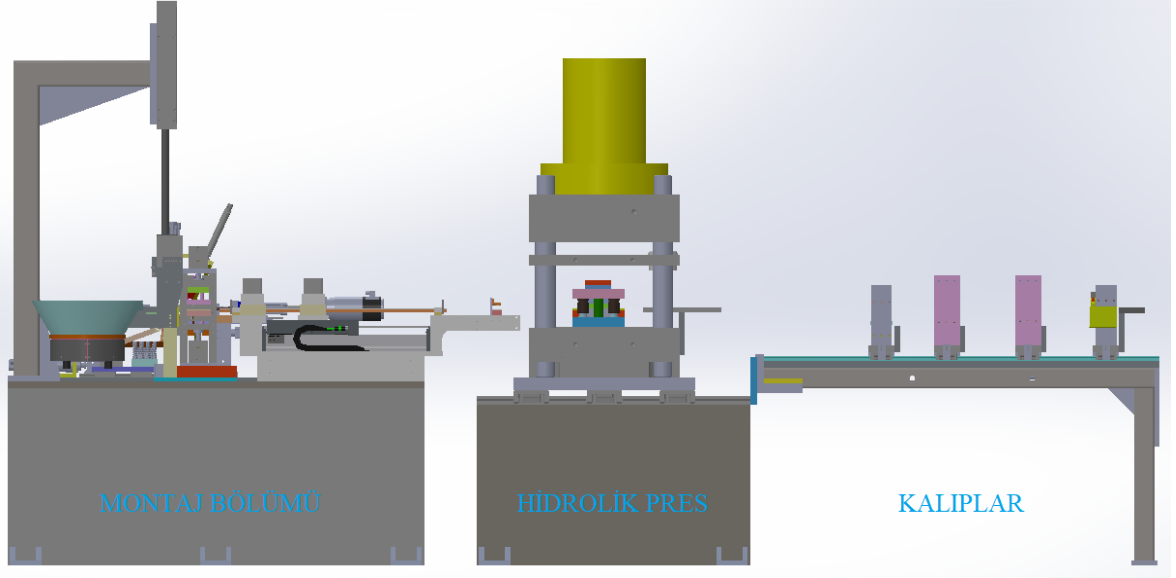
3.1.2 Geliştirmeler

Geliştirmeler alt başlığı içinde; makinede yapılmış olan yenileştirmeler, eski makinenin randımanına göre geliştirilmiş kısımlar ve hesaplamalar incelenmiştir. Makinede önemli değişiklikler olarak yeni bir hat dizaynı tasarlanmış, yeni bir kalıp tasarımı yapılmış, sürücüde, hidrolik ünite ve pistonlarda değişiklikler yapılmıştır.

3.1.2.1 Hat Dizaynı

Eski makineye nazaran geliştirilen yeni makinenin tasarımı doğrultusunda, yeni makinede kapak, vida ve sacın birleşmesinde akıcılığın önemli olmasında dolayı hat dizaynı bu şekilde yapılmıştır. Bant sacının açıcıdan çıktıktan sonra kalıplar, hidrolik pres ve montaj

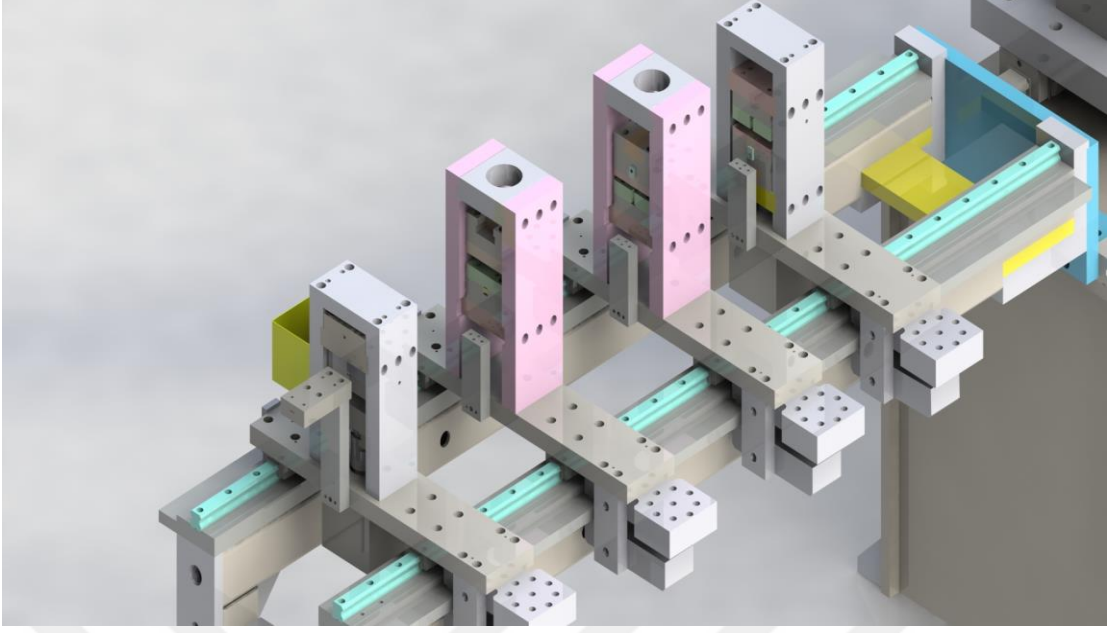
bölümü ayrı şase gruplarında konumlandırılmıştır. Bunun sebebi çalışma esnasında 3 bölümün birbiri ile teması engellenerek titreşim durumunu minimum seviyede tutmaktır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Titreşimi minimuma indirmek için üç kısımdan oluşan hat dizaynı

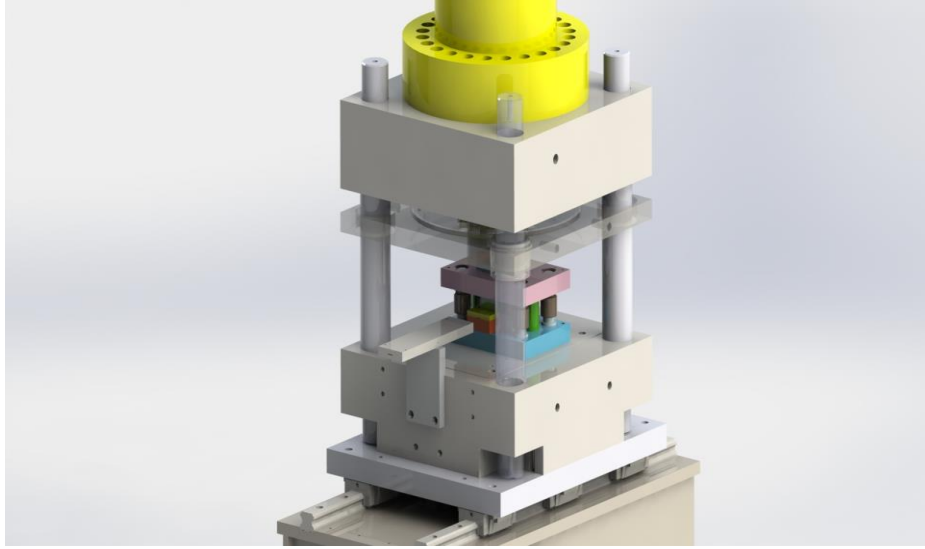
Şekil 3.11-3.14’de programdan alınan yakınlştırılmış ve işlenmiş resimler ile tasarımı ve hatları daha detaylı görüntülemek mümkün olmaktadır.

Şekil 3.11’de kalıp bölümünde görüldüğü üzere farklı iş yapan dört kalıp vardır. Burada giriş ürün girişi soldandır ve konunun giriş kısmında belirtildiği üzere ilk kalıp kesme, ikinci kalıp form verme işlemini gerçekleştirmektedir. Üçüncü ve dördüncü kalıplar sırasıyla üst ve alt numaralandırma işlemini gerçekleştirmektedir.



Şekil 3.11: Kalıplar

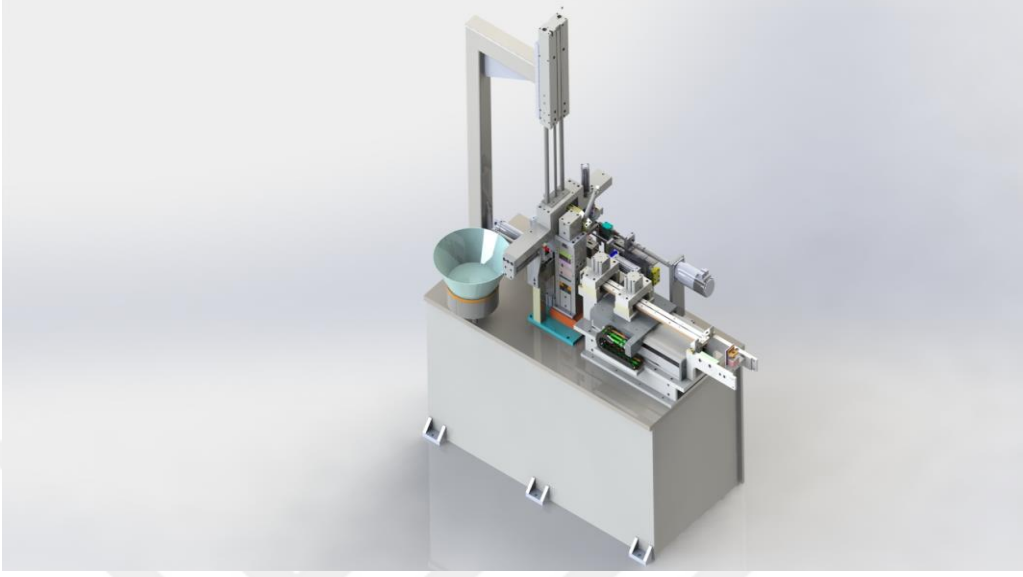
Şekil 3.12’de ise hidrolik presle diş açma işlemi gerçekleştirilmektedir. Daha sonra koparma işlemi gerçekleştirilen ürün montaj hattına ilerlemektedir.



Şekil 3.12: Hidrolik pres

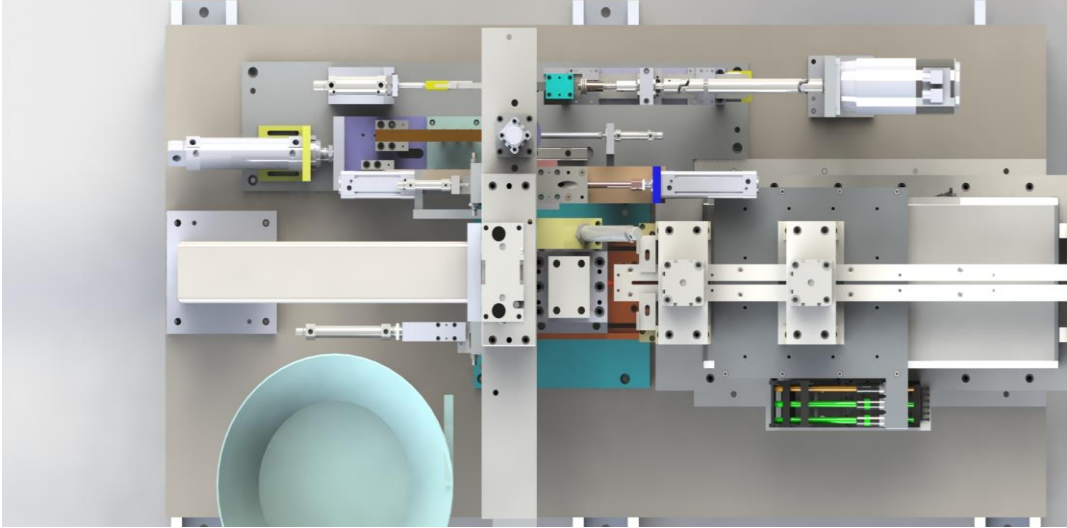
Şekil 3.13’de görülen montaj hattında dişleri açılan ve koparılan ürünün ucu burada bükülerek kapağı takılır. Daha sonra baston büküm işlemine tutulur. Baston bükümde

kapak kısmı kavis alan ürün C büküm işlemine alınır. Bu form işleminden sonra çap büküm işlemiyle esas formuna ulaşır ve vidasının takılmasıyla kullanıma hazır hale gelir.



Şekil 3.13: Montaj bölümü

Şekil 3.14’ de montaj bölümünün yakından üst görünümü mevcuttur. Burada sistem elemanlarını daha net görmek mümkündür.



Şekil 3.14: Montaj bölümü üst görünüş

3.1.2.2 Kalıp Tasarımı

Ürünün üretim aşaması farklı kalıpların farklı preslerde üretilerek tüm prosesin montaj hattında nihai ürün oluşması ile tamamlanmaktadır. Ürün için farklı kalıpların, aynı hat üzerinde hidrolik piston eklenmesiyle tek hat üzerinde çalışabilmesi sağlanmıştır.

Hidrolik piston seçimi yapılırken, 3x3,5mm dikdörtgen 2 adet kalıpta boşluk yapılması düşünülmüş, sac kalınlığı 0,8 mm ve 304 paslanmaz çelik seçilmiştir. Piston seçim tablosundan Ø50x32mm'lik piston seçilmiştir.

3.1.2.3 Diğer İşlemler

Sac sürücüsü için 0,8 mm kalınlıkta ve 9 mm genişlikte, 1kW gücünde ve 1,5sn içerisinde 200 mm sacı sürmesinin sağlayan bir servo motor seçilmiştir. Pnömatik pistonların seçimi yapılırken, Festo firmasının ömür testleri yapılmış ve uzun süre kullanılabilecek pistonları seçilmiştir.

3.1.3 Modelleme Çalışmaları

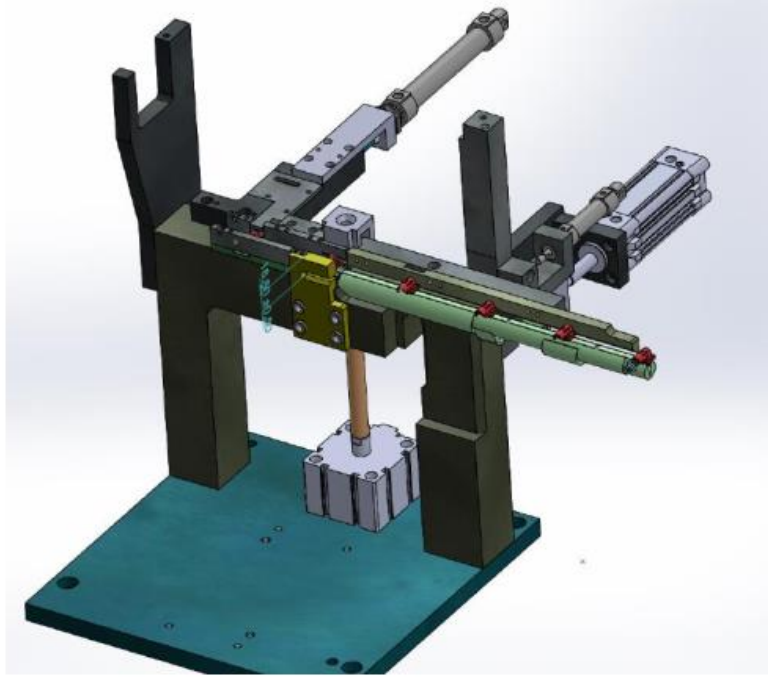
Yapılan modelleme çalışmalarının tasarım görüntüleri ve kısaca açıklamaları bu bölümde paylaşılmıştır.

3.1.3.1 Kıvrırma Hattı Alt ve Üst Grubu

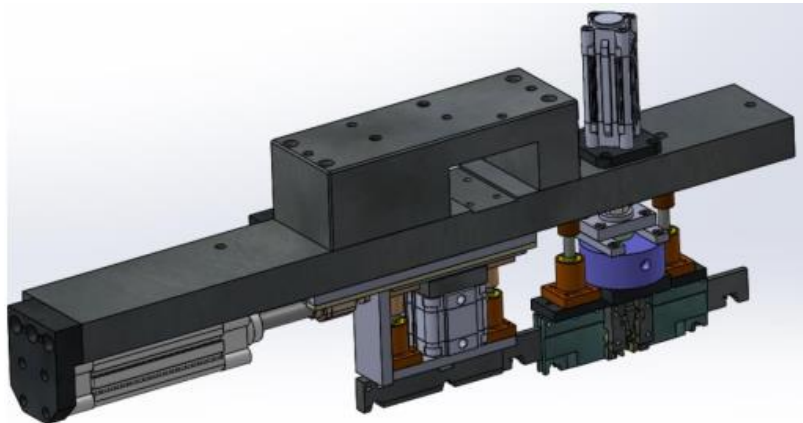
Kavramsal tasarımda görselini göstermiş olduğumuz sırası ile; Bant sacı hatta geldikten sonra kapak ünitenin arka kısmından vibratör yardımı ile bir kanala düşmektedir.

1. Kanala düşen kapak parmak piston yardımı ile bant sacı üzerine itilmektedir.
2. Kıvrırma grubu kapak ile bant sacını bir sonraki proses için bir hatve pnömatik piston ile gitmektedir.
3. Kıvrırma üst üniteden bant sacı bükülmektedir.
4. Bir hatve daha ileri gitmektedir.
5. Vibratör yardımı ile vida kanaldan kıvrırma ünitesi parmak piston yardımı ile itilmektedir. Bu işlem yapılırken bant sacında kıvrırma işlemi gerçekleşmektedir.

6. Bir hatve ileri gitmektedir.
7. Kapak içersine giren vidanın kapakların uç kısmı bükülmektedir. Vidanın dışarı çıkmaması sağlanmaktadır. Yine bant sacında kıvrırma işlemi gerçekleştirilmektedir.
8. Bir hatve ileri girmektedir.
9. Kıvrırma işlemi kalibre edilirken vida servo motor yardımı ile banda vidalanmaktadır.
10. Bir hatve daha ileri gidildiğinde ürün bitmiş olur (Şekil 3.15- 3.16).



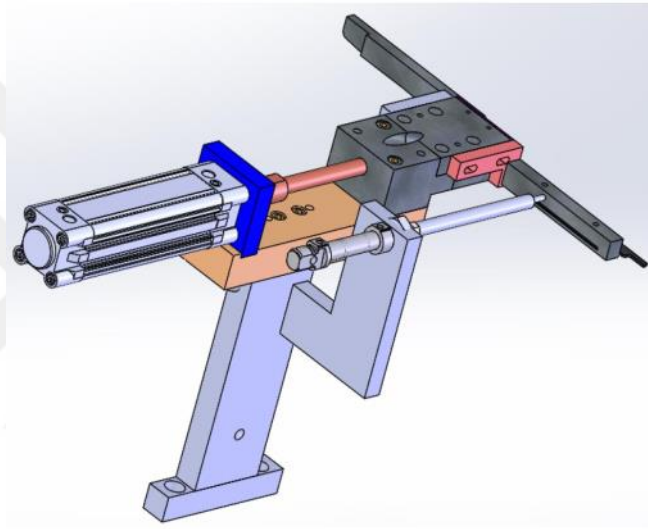
Şekil 3.15: Kıvrırma hattı alt grubu



Şekil 3.16: Kıvrırma hattı üst grubu

3.1.3.2 Vida Takma

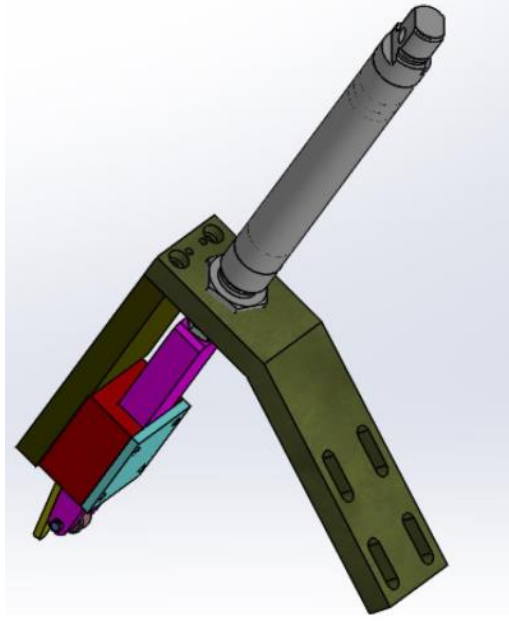
Vibratörden gelen vida şeffaf hortum içerisinde geçerek kanal içerisine düşmektedir. Kanal içerisine düşen vida önündeki işlemin sensör yardımı Plc' ye sinyal göndererek işlemi bittiğinde büyük pnömatik piston vidanın kafa kısmından ileri doğru itilerek kapağın içerisine sürülür. Parmak piston tarafına kapak ve vida ilerletilir. Bu kısımda parmak piston kapak ile vida montajının yapılması için vidanın boyun kısmındaki kanala kapaktaki kulakların kilitlemesi yapabilmesini sağlamak için sabitlenmesi gerekmektedir. Bu kısımda parmak piston tutucu görevi görmektedir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17: Vida takma

3.1.3.3 Kıvrırma

Şekil 3.18'de kıvrırma üst grubu gösterilmiştir. Kıvrırma silindirik piston yardımı sağlanmaktadır. Piston ön kısmına kıvrırma için tasarımı yapılmış kıvrırma parçası vidalanmıştır. Kıvrırma parçası hareketini rijitliğini sağlamak için yataklama içerisinde yerleştirilmiştir. Strok boyu hesaplanıp ölçüler belirlenmiştir. Sac bükümü esnasında kıvrırma parçasının ve ürün sacının zarar görmemesi için uc kısmına rulman yerleştirilerek sürtünme azaltılmış ve çalışma kolaylığı tekrarlanabilirlik sağlanmıştır.

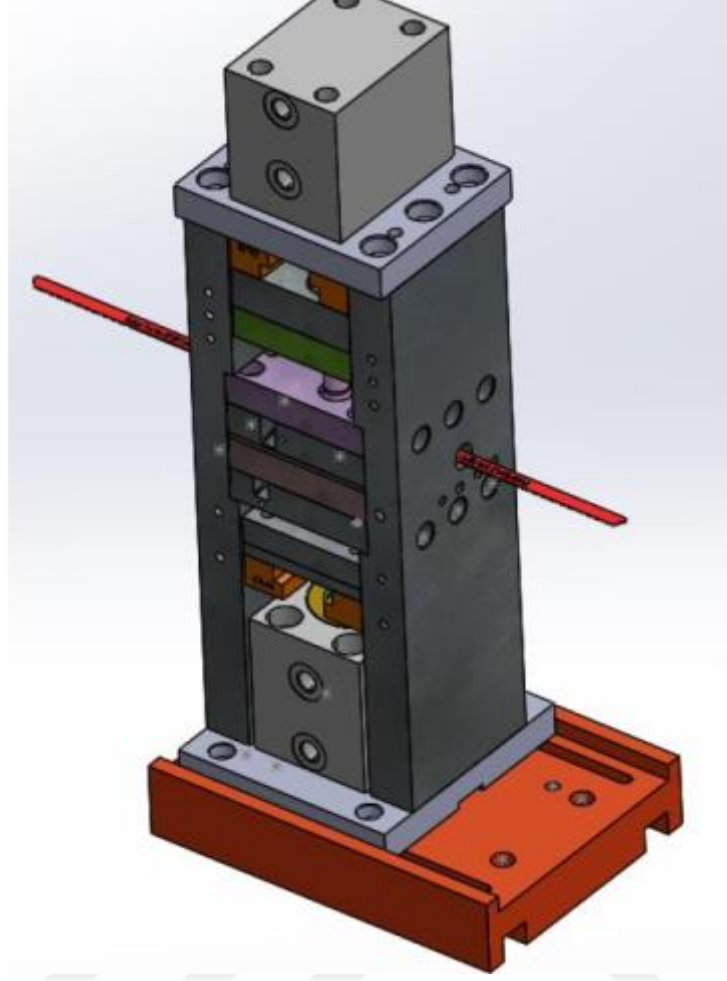


Şekil 3.18: Kıvrırma

3.1.3.4 Koparma Kalıbı

Kalıplar üzeninde işlem görmüş bandın son kısım kıvrırma ünitesine girmeden önce koparma yapılarak bir sonraki proses işlemi devamı sağlanmaktadır.

Sacın tüm işlemleri tamamlandıktan sonra montaj ünitesinde ilerlemesi sağlanması için kesme kalıbı kullanılmıştır. Kesme kalıbı dişi çelik, erkek çelik, dayama parçaları, alt hidrolik piston ve üst hidrolik piston malzemelerinden oluşmaktadır. Kesme işlemi tamamlandıktan sonra kesme kalıbından çıkan kullanılmayan hurda malzemeleri hava yardımı ile işlem yapılan bölümden uzaklaştırılması da ayrıca sağlanmaktadır. Şekil 3.19'da koparma kalıbı görülmektedir.

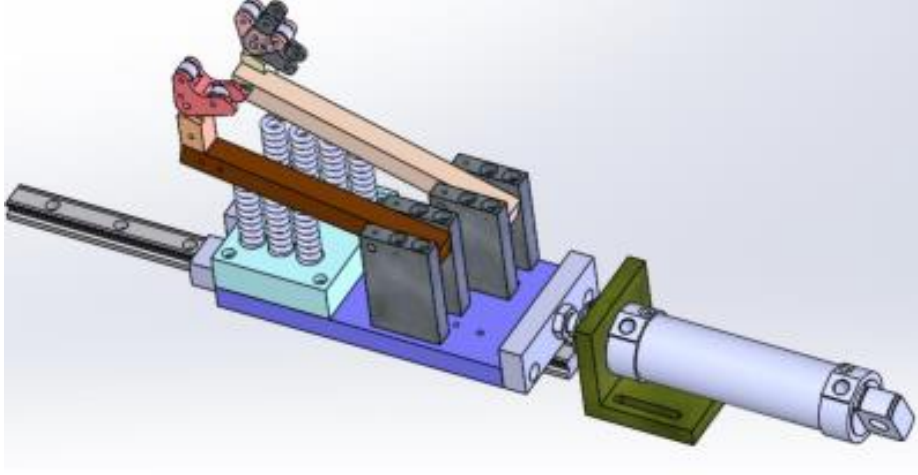


Şekil 3.19: Koparma Kalıbı

3.1.3.5 İki ve Üç Kıvrıma

Birinci kıvrırma ünitesinin işlemi üzerine, ikinci ve üçüncü kıvrırma ünitelerinin işlemlerinin gerçekleşmesiyle yuvarlak bir şekil almaktadır (Şekil 3.20).

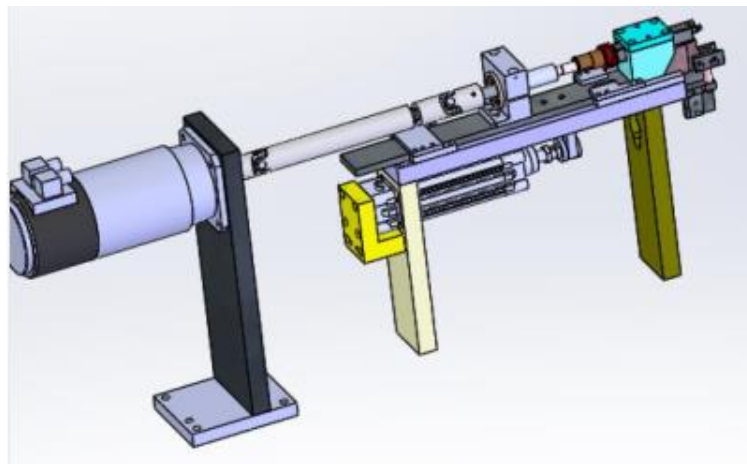
Bu kıvrırma işleminde özel bir tasarım kullanılarak sistemin çalışması sağlanmıştır. Lineer kızak üzerine yaylı bir sistem yapılmıştır. Çalışma sistemi bir önceki proses işlemi bittiğinde sensör yardımı ile lineer kızak üzerinde ileri hareketi sağlanır. Sac bükümü esnasında kıvrırma parçasının ve ürün sacının zarar görmemesi için uç kısmına rulman yerleştirilerek sürtünme azaltılmış ve çalışma kolaylığı tekrarlanabilirlik sağlanmıştır. Kıvrırma işleminde yaylar sacın kuvvetine yenerek kıvrırma işlemi tamamlanmış olur.



Şekil 3.20: İki ve üç kıvrırma

3.1.3.6 Vidalama Ünitesi

Kalibrasyon işlemi yapılırken vidalama işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu kısımda rotary servo motor kullanılmaktadır. Servo motorda ki dairesel hareket vidayı takmak için kullanılmaktadır. Vida takılmadan önce alt kısımdaki pnomatik piston malzemenin kalibrasyon işleminin karşı tarafında malzemeyi kalibre edilebilmesi için kalibrasyon işleminin yapıldığı kısma yataklamasını yapması için ileri doğru itmektedir. İleri doğru itildiğinde vidalama işlemi yapılmaktadır. Vidalama işlemi tamamlandığında piston geri çekilerek nihai ürüne ulaşılmıştır. Vidalama ünitesi aşağıda görselde görünmektedir (Şekil 3.21).

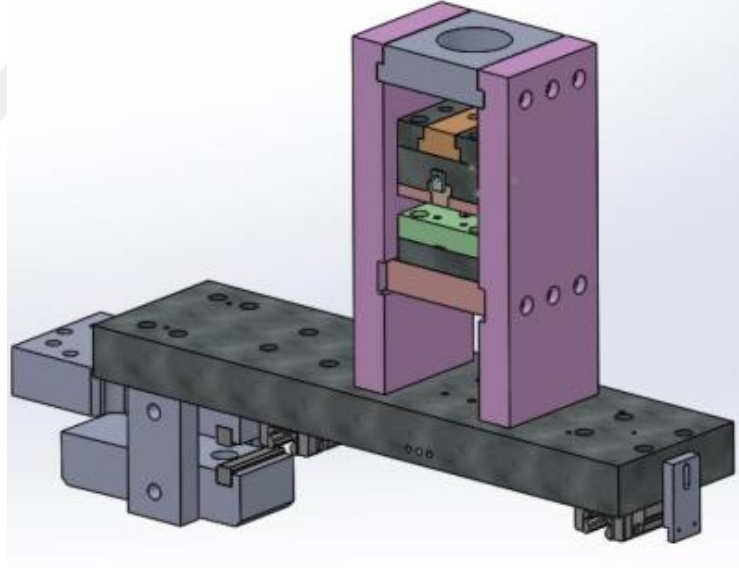


Şekil 3.21: Vidalama ünitesi

3.1.3.7 Üst Numaratör Kalıbı

Kalıpların montajı lineer kızakların üzerinde ara bağlantı plakalar ile sağlanmıştır. Numaratör kalıbı dişi çelik, erkek çelik, dayama plakaları ve üst hidrolik pistondan oluşmaktadır. Kalıbın bağlandığı alt plaka ürün çapları değişimlerinin yapılabilmesi lineer kızak üzerine yapılmıştır. Ayar değişimleri yapıldığında görselde görüldüğü üzere sol tarafında kitleme ünitesi bulunmaktadır. Bu kısım pnomatik piston ile çalışmaktadır. Üst numaratör kalıbının amacı ürünün sac kalitesini, hangi çap aralıklarını sıkabileceği ve kalite bilgilerini vermektedir. Ø25-32 W2 TS 1291 üzerinden örnek verilecek olunursa;

Ø25-32 25 ile 32 arasında çapları sıkabileceği anlamındadır,
W2 430 kalite paslanmaz hammadde kullanıldığını,
TS 1291 Kalite standardı talep edildiğinde uygulanacağını ifade etmektedir.
Üst numaratör kalıbının görseli aşağıda paylaşılmıştır (Şekil 3.22).

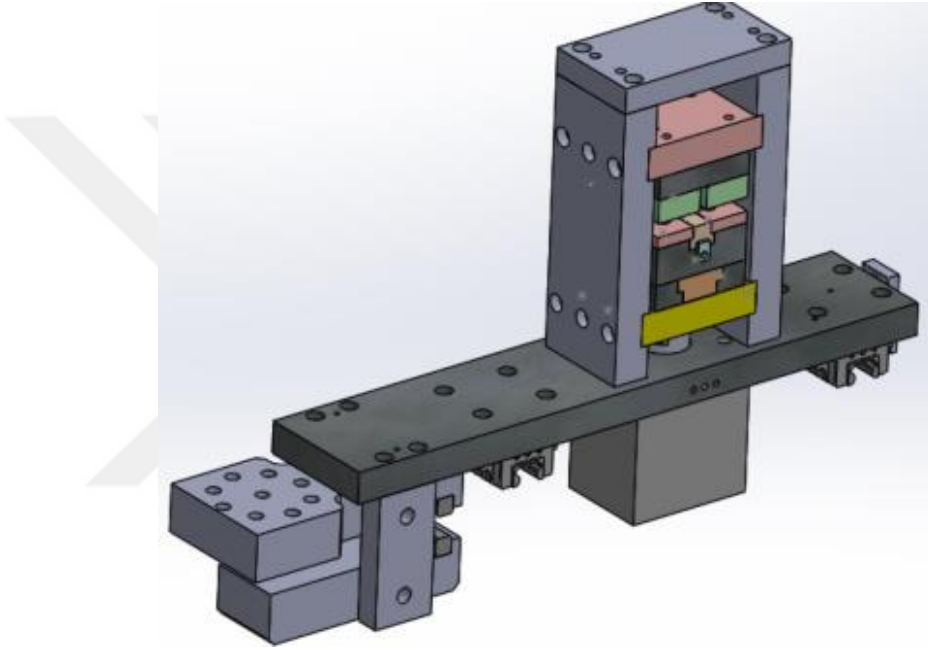


Şekil 3.22: Üst numaratör kalıbı

3.1.3.8 Alt Numaratör Kalıbı

Kalıpların montajı lineer kızakların üzerinde ara bağlantı plakalar ile sağlanmıştır. Numaratör kalıbı dişi çelik, erkek çelik, dayama plakaları ve alt hidrolik pistondan oluşmaktadır. Kalıbın bağlandığı alt plaka ürün çapları değişimlerinin yapılabilmesi lineer

kızak üzerine yapılmıştır. Ayar değişimleri yapıldığında görselde görüldüğü üzere sol tarafında kitleme ünitesi bulunmaktadır. Bu kısım pnömatik piston ile çalışmaktadır. Alt numarator kalıbının amacı ürünün izlenebilirliğinin takibinin yapılabilmesini sağlamaktır. Örneklendirmek gerekirse ürünün müşteriye gönderildikten sonra ürünün kullanım durumunda kalite problemi yaşanması durumunda lot numarasına bakılarak, ürünün üretildiği tarih, hammadde kalitesi, üretim yapan personel bakılarak izlenebilirlik sağlanmaktadır. Bu durumda hata kaynağının kök nedenine ve izlenebilirlik takibi yapılmaktadır. Alt numarator kalıbının görseli aşağıda paylaşılmıştır (Şekil 3.23).

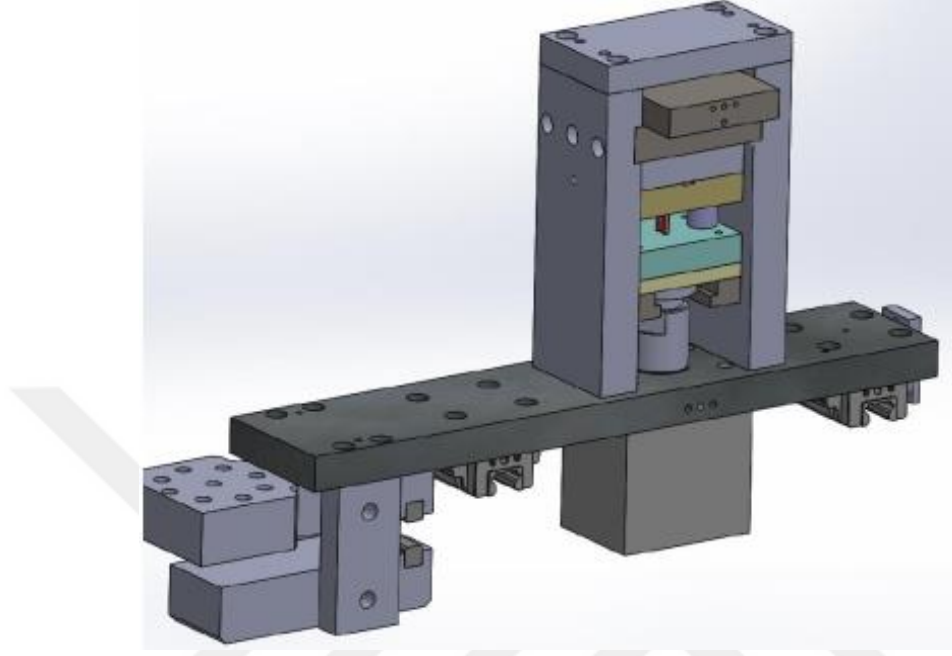


Şekil 3.23: Alt numarator kalıbı

3.1.3.9 Kesme Kalıbı

Kalıpların montajı lineer kızakların üzerinde ara bağlantı plakalar ile sağlanmıştır. Numarator kalıbı dişi çelik, erkek çelik, dayama plakaları ve alt hidrolik pistondan oluşmaktadır. Kalıbın bağlandığı alt plaka ürün çapları değişimlerinin yapılabilmesi lineer kızak üzerine yapılmıştır. Ayar değişimleri yapıldığında görselde görüldüğü üzere sol tarafında kitleme ünitesi bulunmaktadır. Bu kısım pnömatik piston ile çalışmaktadır. Kesme kalıbının amacı ürüne form verme kalıbına girmeden önce sacın form alabilmesini kolaylaştırmak için sacın direnci azaltılır. Sacın direnci azaldığından dolayı istenen form rahat ve daha az bir kuvvet gerektirerek sağlanmaktadır. Kesme işlemi tamamlandıktan

sonra kesme kalıbından çıkan kullanılmayan hurda malzemeleri hava yardımı ile işlem yapılan bölümden uzaklaştırılması da ayrıca sağlanmaktadır. Kesme kalıbının görseli aşağıda paylaşılmıştır (Şekil 3.24).

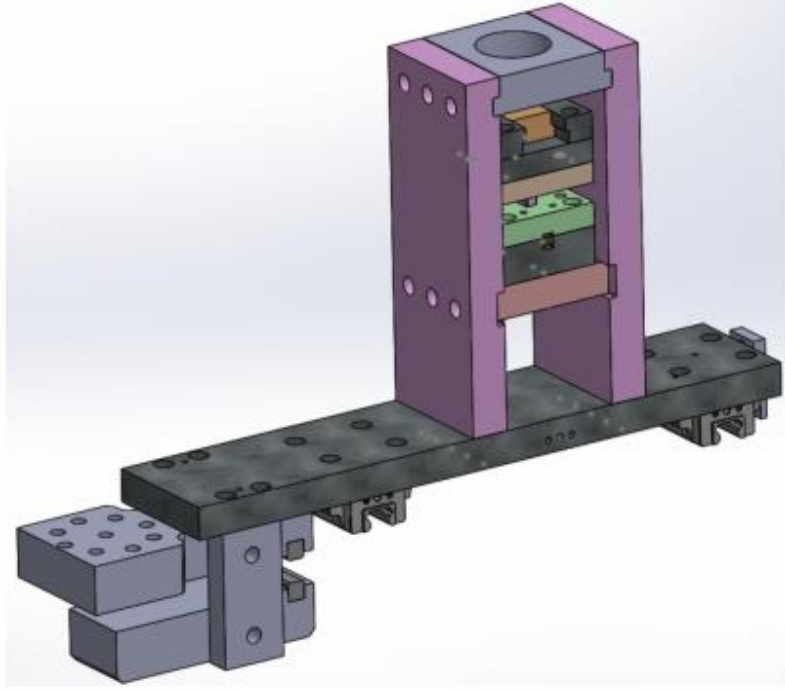


Şekil 3.24: Kesme kalıbı

3.1.3.10 Form Kalıbı

Kalıpların montajı lineer kızakların üzerinde ara bağlantı plakalar ile sağlanmıştır. Numaratör kalıbı dişi çelik, erkek form çelik, dayama plakaları ve üst hidrolik pistondan oluşmaktadır. Kalıbın bağlandığı alt plaka ürün çapları değişimlerinin yapılabilmesi lineer kızak üzerine yapılmıştır. Ayar değişimleri yapıldığında görselde görüldüğü üzere sol tarafında kitleme ünitesi bulunmaktadır. Bu kısım pnömatik piston ile çalışmaktadır.

Form verme kalıbına amacı kesme kalıbında kare şeklinde sac direnci azaltılmış ürüne form verilmesini sağlamaktır. Şekil 3.25’de form kalıbının görseli paylaşılmıştır. Bu form hortum sıkma işlemi yapıldığında kapağın altının kademe oluşturulmaması hortumu tam sıkması için yapılmaktadır. Ürün çapı sıkma işlemi esnasında kapağın yerinden oynamamasını sağlamak için form kalıbında kapağın ileri geri hareketinin de kısıtlanması ve yataklanması sağlanmaktadır.

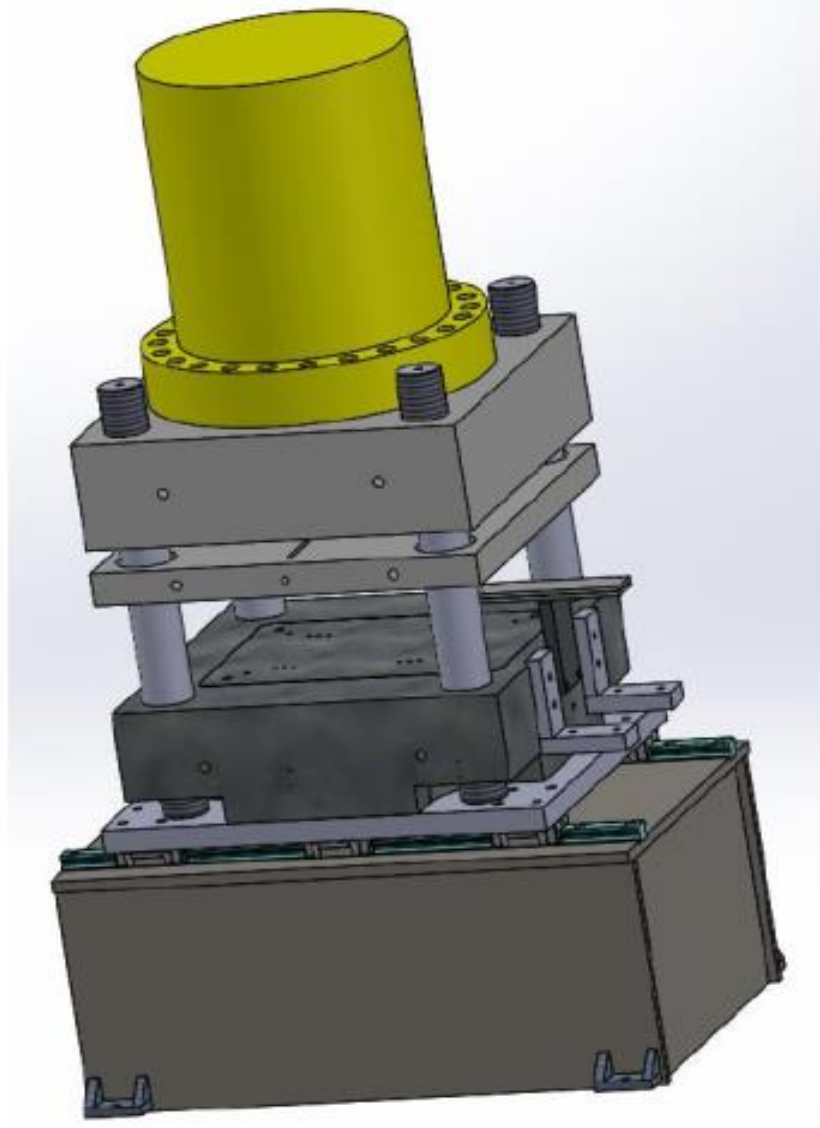


Şekil 3.25: Form Kalıbı

3.1.3.11 Hidrolik Pres

Üst numarator, kesme kalıbı, alt numarator ve form kalıbının işlemleri bittikten sonra vidanın çalışabilmesi için bant diş formu kalıbının bağlı olduğu hidrolik preste vurulması gerekmektedir. İlk tasarım Şekil 3.26’da görülmektedir.

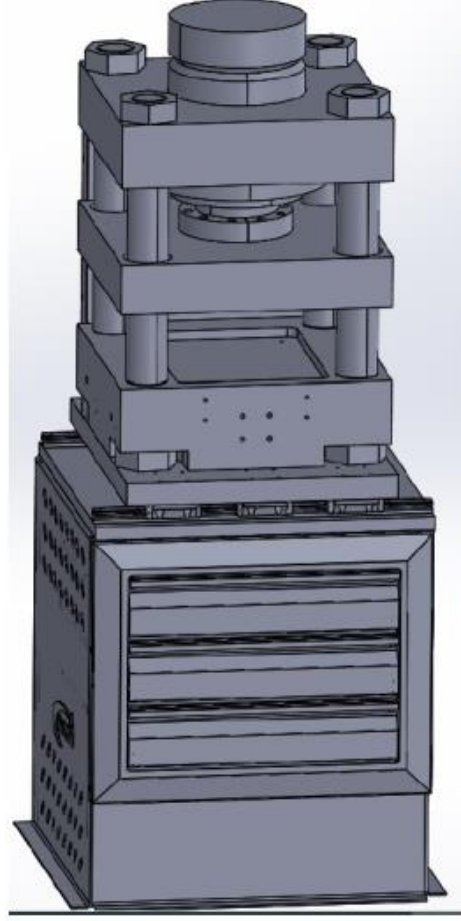
Bant diş formunun oluşturulması için kuvvet gerekmektedir. Bu form üretim esnasında eksantrik pres ile yapılmaktadır. Eksantrik presin çalışma prensibi üzere ve sacın elastikiyet modülü de hesaba katıldığında istenilen tam form alınamamaktadır. Fakat hidrolik pres kullanılarak istenilen form üzerinde ütüleme basıncı oluşturularak en yakın diş form ölçülerine yaklaşılmaktadır. Hidrolik pres ünitesi ile ilgili bir çok alternatif çalışma TEKNONORM firması çalışılmış olup aşağıda paylaşılmıştır. Hız ve tonaj burada referans kriterimiz olmuştur. Bunun sebebi 1 saniyede 1 ürün üretebilecek şekilde presin pistonunun ve ünitenin yeterli olması sağlanması istenmektedir.



Şekil 3.26: Hidrolik pres

3.1.3.12 Revizyon Sonrası Pres

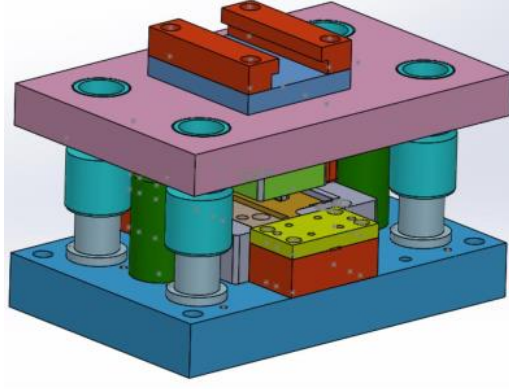
Hidrolik presin revizyon yapılmasının en önemli nedeni 1. Tasarımda hidrolik pistonun bağlantılarının üst plakada olması ve yükü cıvataların karşılamasıdır. Bu durum tasarım açısından istenmeyen bir durumu tonajı da dikkate aldığımız 2.tasarımda bu durum düzeltilerek yükün üst plakaya dağılımı sağlanmış olup, cıvata bağlantısı plakanın altında yapılarak değiştirilmiştir. Bu değişiklik yükseklik ölçüsünde bir miktar kazanç sağlanmıştır. Ayrıca çalışma yapılırken görsel durumu da göz önünde bulundurarak görselde düzenlenmiştir. Şekil 3.27’de hidrolik presin revizyon değişikliği yapılmış yeni görseli paylaşılmıştır.



Şekil 3.27: Revizyon sonrası hidrolik pres

3.1.3.13 Bant Diş Form Kalıbı

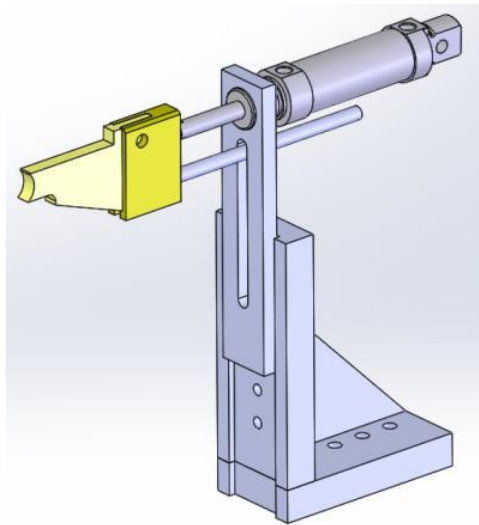
Ürün üzerindeki kalıp yardımı ile diş formu basılır (Şekil 3.28). Hidrolik pres içerisinde bulunan Bant diş formu kalıbı ile ürünün çalışmasını sağlayan dişli formu verilmektedir. Bant diş formu kalıbı; alt plaka, dişi çelik, erkek çelik, üst plaka ve dayama parçalarından oluşmaktadır. Bu form kalıbı iki şekilde kullanılmaktadır. İlki alt kalıpta form olmadığı üst taraftan diş formu verilerek kullanılan uygulama İkincisi alt kalıp ve üst kalıpta da diş formu oluşturularak yapılan uygulamadır. İki uygulamada kullanılırken kalp kullanım kolaylığı düşünüldüğünden dolayı içerisinde alt form lokma ve üst form lokma kalıp içerisinden değiştirilmesi sağlanmaktadır. Bu durum ayrı bir kalıp yapımı gerektirmeden fonksiyonel kullanım sağlanmaktadır. Pres içerisinde kullanılan Diş bant form kalıbı görseli aşağıda paylaşılmıştır.



Şekil 3.28: Bant diş form kalıbı

3.1.3.14 Kalibrasyon

Vida takma operasyonu yapılmadan önce çap kalibresi için tasarlanmış parça silindirik pistonla bağlanmıştır. Üretilen ürün çapına uygun olma üzere kalibre edilerek ürün son durumuna getirilir. Çapsal değişikliklerde ayar yapılabilmesi için yukarı ve aşağı hareket verilmiştir. Yataklama ve kaçıklık problemi olmaması milin kanal içerisinde istenilen tolerans aralığında hareket etmesi ile sağlanmıştır. Ana plaka üzerine monte edilmiştir. Kalibre işlemi vida işlemi gerçekleşmeden önce yapılmaktadır. Bu şekilde vida sıkma işlemi ve sacın yerine getirilip doğru bir şekilde montajının yapılması gerçekleşmektedir. Montaj kalibrasyonunun yapılmasını sağlayan görsel aşağıda paylaşılmıştır (Şekil 3.29).



Şekil 3.29: Kalibrasyon

3.2 Metot

Dönem içinde proje yönetimi için yapılan bilgi, kaynak ve risk yönetimi ile ilgili değerlendirmelere değinilecek olursa;

- 1- Projenin genel koordinasyonun sağlanması amacı ile proje yürütücüsünün denetiminde haftalık raporlama toplantıları gerçekleştirilmiştir. Bu toplantılarda personelin yapmış olduğu çalışmalar ve çıktılar değerlendirilmiştir. Edinilmiş olan kazanımlar ekip ile paylaşarak bilginin kalıcılığı sağlanmış projenin ilerleyişi üzerine ortak kararlar alınması sağlanmıştır.
- 2- Kaynak ve iş-zaman planına uygunluğun belirlenmesi amacı ile proje yürütücüsü ve mali sorumlu arasında düzenli iletişim oluşturulmuştur. Dönem içerisinde kullanılmış olan kaynaklar, projenin işleyişinin iş-zaman planına uygunluğu denetlenmiştir. Kaynak ve süre yönetiminde karşılaşılabilecek olan riskler değerlendirilmiştir.
- 3- Firmanın kurumsal hafızasının oluşturulması amacı ile elde edilen çıktı ve dokümanlar firmanın dijital arşivinde yedeklenmiştir.

Çalışmada aktif olarak en fazla 3 boyutlu çizim programı olan Solidworks kullanılmıştır. Programın parça ve montaj dosyaları sayesinde yapılan eklemeler veya oluşabilecek sorunlar üzerine data paylaşımları yapılmıştır.

Hidrolik ünite ve hidrolik pres yapımına başlamadan önce bant üzerindeki tırnakların basımını sağlayan kalıp üretimine geçilmiştir. Kalıp üretimi bittikten sonra kalıbın maksimum tonajının sonuç denemeleri yapılmak istenmiştir. Farklı bir 150 tonluk hidrolik preste kademeli olarak denemeler yapılmış, 200 ton ve üstü bir tonaj gerekip gerekmediği bu denemeler sayesinde tespit edilmiştir. Maksimum güç bulunmuş, hidrolik pres ve hidrolik ünitenin teorik olarak gerçekleştirilen alternatiflerden birinin seçilmesiyle üretime devam edilmiştir.

Ayrıca çalışmada matematiksel anlamda teorik olarak hidrolik silindir ve boru çapları hesabı yapılmıştır. Bu hesaplamalar 30000N yük, 100bar basınç ve 15 saniye baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar aşağıdaki gibidir.

F=30000N, P=100bar, t=15sn için;

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

$$A = \frac{F}{P} \rightarrow A = \frac{30000N}{100bar} = 30cm^2 \text{ bulunur.}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2)$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow 30cm^2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = 61mm \text{ bulunur (silindir çapı).}$$

Silindir çapı, standart silindire çevrilirse D=63m alınır.

63mm için yeni alan hesaplanırsa, denklem 2'den,

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow A = \frac{\pi \cdot 6,3^2}{4} \rightarrow A = 31,15cm^2$$

Strok 50cm, Açılma süresi 15sn olmak üzere hız tespiti için;

$$V = \frac{Strok(cm)}{açılma \text{ süresi}(sn)} = \frac{50cm}{15sn} = 3,33cm/sn \quad (3)$$

Pompa debisi bulunmak istenirse;

$$Q = \frac{A \cdot V \cdot 60}{1000} = \frac{31,153cm^2 \cdot 3,33 \frac{cm}{sn} \cdot 60}{1000} = 6,22lt/dk \quad (4)$$

Motor gücü için;

$$P = \frac{P(bar) \cdot Q}{510} = \frac{100 \cdot 6,22}{510} = 1,21kW \quad (5)$$

Boruların iç çapları için denklem (6)'daki eşlik kullanılır ve burada hız hattın cinsine farklılık göstermek kaydıyla belirlenerek,

Emiş Hattı için: 1m/s

Dönüş Hattı için: 1,5-2m/s

Basınç Hattı için: 5-6m/s seçilir ve denklemde yerine koyulur.

$$d^2 = \frac{21 \cdot Q}{V} \quad (6)$$



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hesaplamalardan uygun verilerek alınarak, tasarımdaki geliştirmeler kataloglarında aracılığı ile programda tasarlanmış olup, en son tüm şartlarda kontrolü sağlanmıştır. Hidrolik ünite ile ilgili farklı birkaç çalışma MS Excell formatı üzerinde çalışılmıştır. Bu dosyalar EK5-10'da mevcuttur. 200 tonluk güç gereksinimi duyulmaktadır. Bunun için teorik olarak çalışmalar yapılmıştır.

Bu şekil ciddi tasarımlar uzun süreleri bulabilmekte, aksaklık durumlarında bu süreçler daha da uzayabilmektedir. İlk dönemki toplantılarda belirlenen 15 aylık süreç boyunca çalışmalar iyi yönde gitmiş, ufak aksilikler süreçten saptırmamıştır. Çalışmaların olumlu geçmesi sebebiyle, herhangi bir nedenden dolayı proje değişikliği hususunda faaliyetlerde kapsam değişikliği olmamıştır.

Bu çalışmada, esnek borulama sistemlerinde kullanılan kelepçeleri üreten bir makinenin geliştirilerek, verimlilik olarak nasıl bir konuma geldiği ortaya konmuştur. Geliştirilmiş yeni haliyle, ürün kalitesi artarak insan gücü tasarrufu %60'lara çıkarılmıştır. Bu bir makine sanayi için başarılı bir geliştirme anlamı taşımaktadır.

Gerek ekonomik gerek diğer kazanımlar hususunda makine şuan farklı sistem ve elemanlarıyla kelepçe üretiminde öncü niteliğindedir. Makine sağladığı avantajlarla diğer kelepçe üreten kurum ve kuruluşların sistemlerini geliştirebilmeleri için önem arz edecektir ve bu şekilde çalışmalarda bulunmak isteyenlere yol gösterebilecektir.

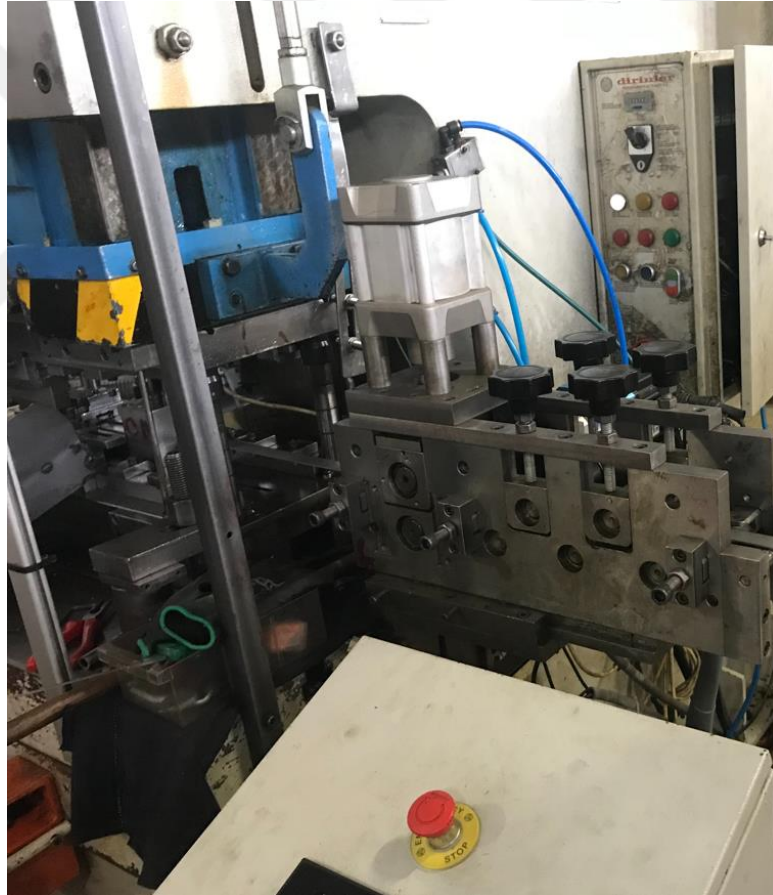
Çevremizle yüzlerce makine mevcut ve bir kısmı teknolojik olarak yavaş yavaş miladını doldurmakta ve hepsinin yeni geliştirmelerini beklediği bilinmelidir. Verim arttırmak, rekabette üste çıkmak, başarıya ve diğer kazanımlara emin adımlara gidebilmenin önemli yollarından biridir.

Dünya teknolojisi inovatif yaklaşımlar sayesinde sürekli gelişmektedir. Bu akıma ayak uydurmak ve rekabete dahil olmak kuruluşlar için büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada amaçlanan hedefler doğrultusunda tasarım gerçekleştirilmiş, istenen mekanik, zamansal ve personel bazlı kazanımlar sağlanmıştır. Bu aşamadan sonraki adım, ülke ve

akabinde dünya pazarında bu gelişimi tanıtmaktır. Satış platformları olarak, hem iç piyasaya hem uluslararası ölçekte ürünü beğendirmek, efektif özelliklerini anlatabilmek, doğru müşterileri saptayabilmek, pazarda makineyi veya ürettiği kelepçeleri taleplere ve satışlara uygun halde görebilmek yeni hedef olarak belirlenmiştir. Üretim hızından ötürü yüksek miktarda ve uygun fiyatlarda kelepçelerin pazarlarda dikkat çekebileceği, zamanla makinenin uygun bir yere yerleşeceği düşünülmektedir.

Üretim ile diğer bulgulardan bahsedecek olursak,

Ürünün bant kısmı açıdan geçerek, Şekil 4.1'deki eksantrik preste basılmaktadır. Ürün, 1 adam / gün iş gücü kullanılmaktadır.



Şekil 4.1: Eksantrik pres

Presten çıkan bant Şekil 4.2'deki büküm aparatında uygun çapa yuvarlama işlemine tabi tutulur. 1 adam / gün iş gücü kullanılmaktadır.



Şekil 4.2: Büküm aparatı

Ürünün tamamlanması için gerekli olan bant, vida ve kapağı birleştirme işlemi Şekil 4.3'deki montaj makinesinde 1 adam / gün iş gücü oranıyla yapılmaktadır.



Şekil 4.3: Montaj makinesi

Montaj makinesinde 30000 adet ürün üretebilmek için 4 adet montaj makinasına ihtiyaç duyulmaktadır. 4 adam / gün iş gücü kullanılmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezde; esnek borularda kullanılan bir kelepçe makinesinin çalışma sistemi geliştirilmek istenmiş olup, üretim kalitesi ve hızı artırılıp, otomasyona geçilip çalışan sayısında verim hedeflenmiştir. Standart bir kelepçe makinesi tüm üretim hatları incelenmiştir. İnceleme sonucunda gerekli değerlendirmeler yapılmış, hangi yönde ne tür geliştirmeler yapılabileceği saptanmıştır. Mevcut makinenin gelişen teknolojilere göre veriminin artması gereken rotasyonları saptanmış ve yeni makinenin tasarımına başlanmıştır. Tasarım aşamasında yapılan değerlendirmelerle birlikte makinenin geliştirme yapılacak bölümlerinin üretime uygun olduğu ve montaj sonrası makinenin sorunsuz ve aktif bir şekilde vazifesini yapabileceği belirtilmiştir.

Tasarım öncesi geliştirme tespitleri ve analizleri tasarım sonrası da aynı sonuçları verebilmiştir. Makine hız konusunda, kalite konusunda ve insan gücü tasarrufu konusunda bekleneni elde etmiştir. İnsan gücünden tasarruf sağlanarak üretilen kelepçenin, üretim kalitesi de eskiye oranla geliştirilmiştir.

Üründeki iyileştirme çalışmaları sonrası makine ve adam/gün sayısındaki verim aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

- 1- Ürün bant kısmı açıdan geçerek eksantrik preste basılmaktadır. Eksantrik preste gerçekleşen işlem hat düzeneğinde makine yerleştirilmiştir. Bu yapılan işlem sonrası 1 adam / gün iş gücü olmak üzere presteeki üretim sürecinde iyileştirme yaparak gelişme sağlanmıştır.
- 2- Presten çıkan bandı büküm aparatında uygun çapa yuvarlama işlemi yapılmaktadır. Yapılan işlem sonrası 1 adam /gün iş gücü olmak üzere büküm sürecinde iyileştirme yaparak gelişme sağlanmıştır.
- 3- Ürünün montajı için gerekli olan yarı mamülleri yani bant, vida ve kapağı birleştirmek için montaj makinesinde montaj işlemi yapılmaktadır. Tüm ürünlerin geliştirilmiş olan makinenin üzerindeki vibratörler yardımı ile kapak ve vidanın 1,5 sn içerisinde montajı yapılması sağlanmıştır. Bu yapılan işlem sonrası 1 adam /gün

iş gücü olmak üzere montaj üretim sürecinde iyileştirme yaparak gelişme sağlanmıştır.

- 4- Montaj makinesinde 30000 adet üretebilmek için 4 adet montaj makinesine ihtiyaç duyulmaktadır. 4 çalışanın 4 makinede üretim sayısı 30000 adettir. Geliştirilmiş makinede 1,2 saniyede 1 ürünün montajlı bir şekilde üretilmesi sağlanılacaktır. Bu yapılan işlem sonrası 4 adam /gün iş gücü iyileştirme yapılmıştır.
- 5- Ürünlerin üretim süreçlerinde ara stoklar oluşmaktadır. Bu durum stok alanı ve yarı mamül maliyetlerini arttırmaktadır. Üretim süreçleri için kalite kontrolü gerektiği için 2 adam / gün kalite kontrol eleman ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar giderilerek kalite sürecini de bir kişi denetleyecektir.

Özetle verimlilik toparlanmak istenirse, mevcut durumda 30000 adet üretim için sekiz çalışan gerekmektedir. Bu çalışanlardan bir kişi bant şekillendirme, bir kişi bant çap yuvarlama, dört kişi montaj ve iki kişi kalite kontrol işlemlerini gerçekleştirmektedir. Ara stok ihtiyacının ortadan kaldırılmalı, ara stok maliyetlerinin azaltılmalı ve altı makinenin yerleşim yerinde iyileştirme gereklidir.

Belirtilen sorunlar çözülerek, makine üretim sürecinde vibratörde kapak ve vida beslemesi bir çalışan tarafından malzeme ihtiyacı karşılanıp, kalite kontrol sürecini aynı kişi yürütebilmektedir. Çalışan olarak yedi çalışan ve altı makine yerine geliştirilmiş olan makine ile verimlilik sağlanmıştır.

Bu çalışmaya birçok çalışanın ve kurumun katkısı olmuş olup, proje sonrası tüm bu söz konusu kişi ve kurumlar etkinliklerini arttırmış deneyim kazanmıştır. Bu tip çalışmalar sayesinde, hem kuruluşlar, hem çalışanları, başarılı ve nitelikli işler sebebiyle olumlu etkilendiklerini ifade etmiş, proje sonunda moral motivasyonun diğer işlere yansıtacağını belirtmişlerdir. Bu etkiler ışığında, gelecekteki araştırma ve geliştirme faaliyetlerini daha aktif seviyelere çıkarmak ve bahsi geçecek olan sonraki yenilikçi projelere karşı daha hazır bulunuşluk içerisinde olmak sağlanmıştır. Bu ölçekteki projelerde, ön planlamadan son ana kadar geçirilen sürelerin, sürekli olarak yeni projelerde zaman kazanımı olarak yansıtacağını belirtilmiştir.

Bu alışmalar hem bireysel hem kurumsal anlamda gelişimde her zaman etkin rol oynamıştır. Ülkemiz sanayisinin ne kadar hızlı gelişmekte olduğu görölmektedir. Daha girişimci yaklaşımlarla bu çalışmaların sayısı arttırılabilir ve sistemsel olarak bireyden kuruma gelişim katkısı sağlanabilir. Kurumsal ve milli ölçekte birçok konuda kazanım sağlayan bu projelerin değeri daha fazla gündemde olmalı, gerekli destekler sağlanmalı ve gerekli eğitimler verilerek gelişime sürekli yollar açılmalıdır.



KAYNAKLAR

- Altunsaçlı, A., “Elektrik Motorları ve Sürücüler”, Nobel Yayınevi (2003).
- Akyazı, Ö. ve Çokrak, D. 2011. Pnömatik ve hidrolik sistem uygulamaları, Elektrik – Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 2011, 142-147.
- Aykaç, E. S. (2011). Pnömatik – hidrolik, Makine mühendisleri odası Ankara şubesi 20.05.2021
- Babalık F.C. (1997): 1 makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri” Cilt 1., Uludağ Üniversitesi Yayınları, No.17, 362 s., Bursa.
- Belevi, M. (2017). <http://kisi.deu.edu.tr//melih.belevi/01GIRIS2012.pdf> Dokuz Eylül Üniversitesi, Makine Elemanlarına Giriş (01.06.2020)
- Budyans R.G. ve Nisbett J.K. (2008). *Shigley’ in Makine Mühendisliği Tasarımı*, Çev.: H. Sevil Ergür ve Yaşar Pancar, 1. Basım, Literatür Yayıncılık, İstanbul
- Birlik B. (2016). “SERVO MOTORLAR VE DİĞER SERVO SİSTEM ELEMANLARININ İNCELENMESİ”, Bitirme Tezi, Karabük üniversitesi, Karabük (2016)
- Celka Boru ve Mil Sanayi, 1995. <http://www.celka.com.tr> (20.02.2021).
- Dülger, L.C., Kireççi, A., Topalbekiroğlu, M., “AC Servomotorların Modellenmesi Simülasyonu ve Hareket Denetiminde Kullanılması.” 10. Ulusal Mak. Teo. Sempozyumu Bil. Kit., Cilt 1, 181-189,(2001).
- Groover, M.P., *Fundamentals of Modern Manufacturing 4th, Lehigh University, 2010.*
- Günay, D., Öcal, A. ve Öcalan, K. (2018). Sanayi ve sanayi tarihi. Mimar ve Mühendis Dergisi, 31, 8-14 akt. Dördüncü sanayi devriminin emek piyasaları üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi ve çözüm önerileri. Uluslararası Toplum Araştırması Dergisi, 2071.
- Habsbawn, E. J. (2013). Sanayi ve imparatorluk. Ankara: Dost Yayınevi.
- Koçyiğit S. Ve Ayan M. (2014). <https://www.academia.edu/8638602/%C4%B0novasyonInovasyon,YorkUniversityTürkiyeTemsilciliğiİşletmeBölümü>
- Köse E. (2006). “ Plastik enjeksiyonda proses ve kalıp kaynaklı sorunların giderilmesi”. Yüksek Lisan Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2006.
- Kutlu, K. ve Büyüksavcı, M. 1999. Hidrolik bir servo sistemin kayan rejimli konum kontrolü, I. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, 1999, 335-340.

- Kuzer K. (2006). “*AC SERVO MOTORLAR VE SÜRÜCÜ DEVRELERİ*” Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul 2005
- Özdoğan, O. (2018). Endüstri 4.0: dördüncü sanayi devrimi ve endüstriyel dönüşümün anahtarları. İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve A.Ş.
- Öztürk, F. (2020). *Ar-Ge'yi Doğru Yorumlamak: Bütüncül Ar-Ge, İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi*. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Eltik, Ankara.
- Pereira, A. C. ve Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.
- Özzaim P. (2020). “Sac şekillendirme işletmesinde fire yönetimi çalışmasına bir örnek”. www.icontechjournal.com (06.08.2021)
- Sezer A. Ve Karaoğlu Ö.F.(2012). “Kalıpcılık ve metal şekillendirmede farklı malzemelerin analizi”. Bitirme Projesi, İzmir, 2012.
- Skinner, S., *Hydraulic Fluid Power A Historical Timeline*, 2014, ISBN 978-1-291-67689-1.
- Şekercioğlu, T. (2017). *Makine Elemanları*. 3. Basım, Birsan Yayınevi, İstanbul
- Teknonorm (2021). <http://www.teknonorm.com.tr/default.aspx> (08.05.2021)
- Tork (2021). <https://www.tork-essity.com.tr/> (03.05.2021)
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri (2011). <https://sozluk.gov.tr/> (01.02.2021)
- URL-1(2020).<https://www.stendustri.com.tr/haberortak/sanayi-devrimi-nedir-tarihi-ve-sonuclari-h99489.html>
- URL -2(2021) <https://skmkiho.meb.k12.tr/> (15.08.2021)
- URL -3(2021) <http://www.hakanunlu.com.tr/> (18.08.2021)
- URL -4(2021) <http://www.muhandisendustri.com/> (21.08.2021)
- URL -5(2021) <http://web.hitit.edu.tr/> (21.08.2021)
- URL -6(2021) <https://avesis.ege.edu.tr> (19.08.2021)
- URL-7(2010). <http://www.akder.org/tr/makale/246-hidrolik-silindirler%20Hidrolik> (20.02.2021)
- URL-8 (2021). <https://www.hidroman.com.tr/icerik/hidrolik-silindir-uretiminde-dikkat-edilecek-konular> (13.02.2021)
- URL-9 (2021). <https://www.makinaegitimi.com/pnomatik-silindirler-slayt/> (15.02.2021)

Uslular Hadde, 2001. <https://www.uslularhadde.com/> (20.08.2021).

Üçüncü K. (2016). Hidrolik ve Pnömatik Sistemler. Trabzon, 2016

Wikipeda, (2020). https://tr.wikipedia.org/wiki/Servo_motor (15.02.2021)

Yağır M.O., *Endüstriyel Ürünlerde Proses Azaltıcı – Birleştirici Kalıp Tasarımları Ve Prototip İmalatı*, 2015

Yarar, Y. (2016). Hidrolik pnömatik ders notu, <https://docplayer.biz.tr/> (16.07.2021)

Yenitepe, R. (2021). Pnömatik sistemler, <https://www.academia.edu/> (18.08.2021)



BİBLİYOGRAFYA

- C. Greenhalg ve M. Rogers, *Innovation Intellectual Property, and Economic Growth*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, (2010).
- N. Forbes ve D. Wield, “What is R&D? Why does it matter?,” *Sci. Public Policy*, vol. 31, no. 4, pp. 267–277, Aug.(2004).
- OECD, *Frascati Manual 2015*. Paris: OECD Publishing, (2015)
- P. Khoshnevis ve P. Teirlinck, “Performance evaluation of R&D active firms,” *Socioecon. Plann. Sci.*, vol. 61, pp. 16–28, (2018).
- V. Chiesa, *R&D Strategy ve Organisation - Managing Technical Change in Dynamic Contexts*, vol. 5, no. 2007. (2001).

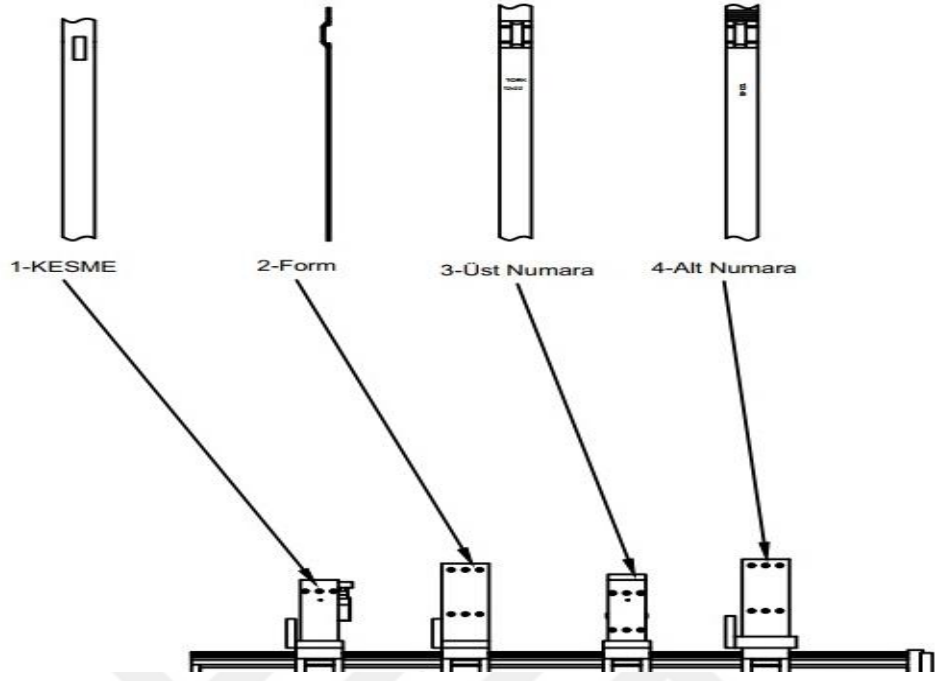


EKLER

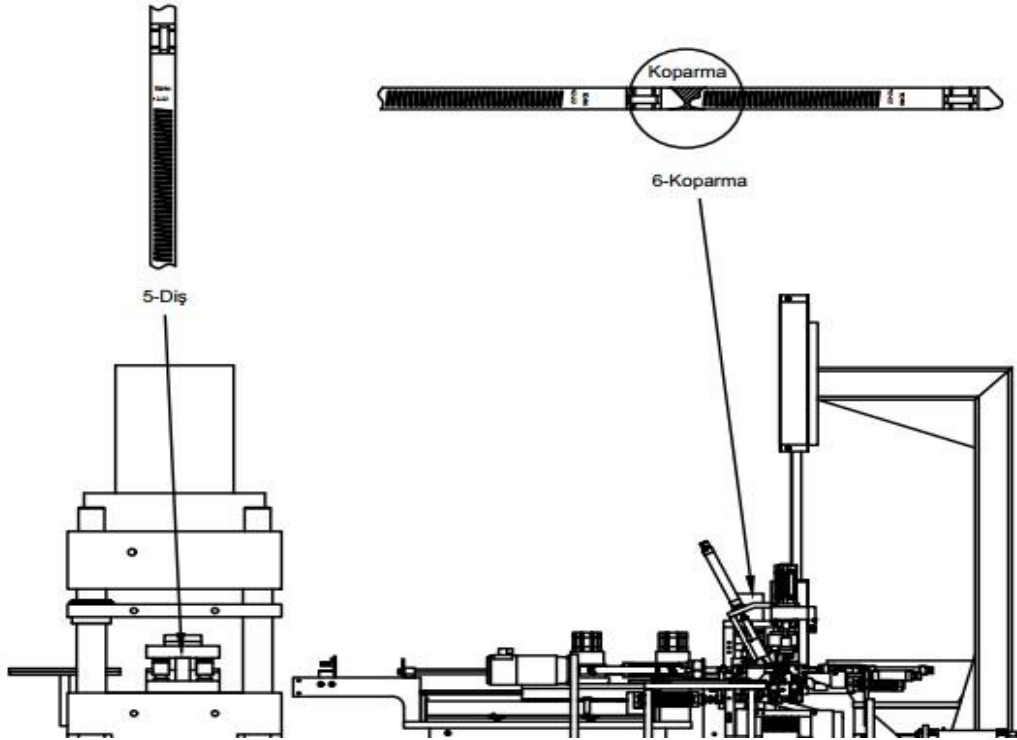
EK 1: Faaliyet planı

PROJE BAŞLANGIÇ TARİHİ :		01/04/2020																		
PROJE BİTİŞ TARİHİ :																				
																				
S/N	FAALİYET	DURUM																		
			Tem.20	Ağu.20	Eyl.20	Eki.20	Kas.20	Ara.20	Oca.21	Şub.21	Mar.21	Nis.21	May.21	Haz.21	Tem.21	Ağu.21	Eyl.21	Eki.21	Kas.21	Ara.21
1	TAŞIMA VE MONTAJ BÖLÜM TALAŞLI İMALAT	P																		
2	6 ADET KESME KALIBI TALAŞLI İMALAT	G																		
		P																		
3	2 ADET ŞASE İMALAT	G																		
4	HİDROLİK ÜNİTE	P																		
		G																		
5	HİDROLİK PRES	P																		
6	PNOMATİK MALZEME	G																		
		P																		
7	MONTAJ	P																		
8	ELEKTRONİK	G																		
		P																		
9	VİDA VİBRATOR	G																		
10	KAPAK VİBRATOR	P																		
		G																		
11	DENEME	P																		
12		G																		
		P																		
13		G																		

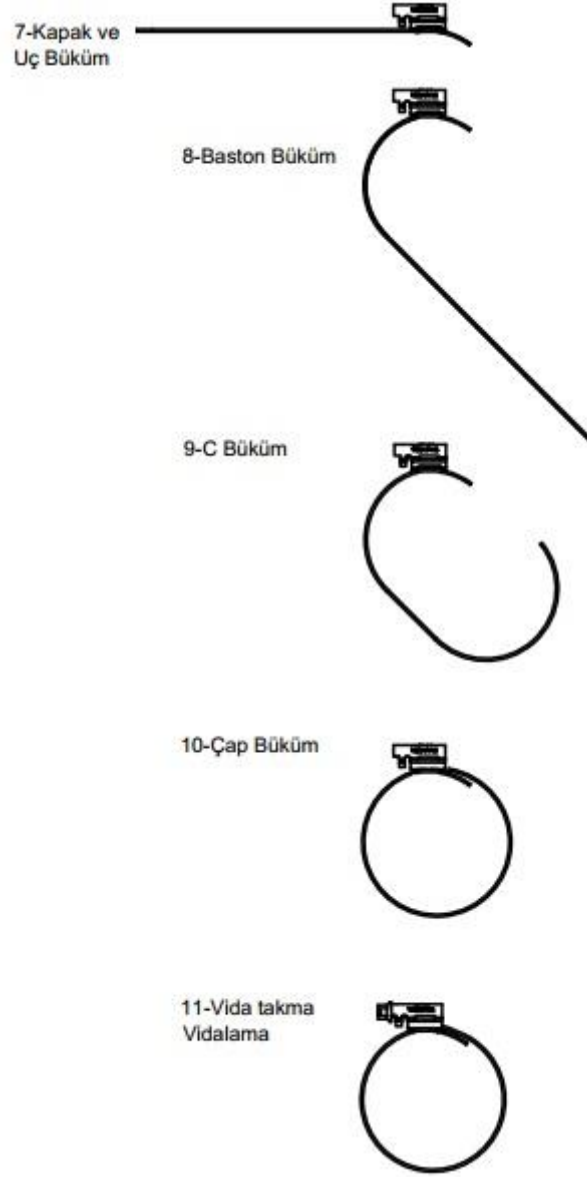
EK 2: Üretim hattı kesme, form verme, üst ve alt numaralandırma sonucu sacın formları



EK 3: Üretim hattı diş açma ve koparma görünümleri



EK 4: Üretim hattı montaj bölümü



EK 5: Hidrolik ünite hesapları (0,55sn, 152ton) (Teknonorm, 2021)



HYDRAULIC ENGINEERING

HESAPLAMA



ØD : Büyük Piston Çapı	ØD :	320	mm
Ød : Piston Rod Çapı	Ød :	240	mm
Aa : Büyük Piston Alanı	Aa :	80424,77	mm²
Ah : Piston Halka Alanı	Ah :	35185,84	mm²
Ar : Piston Rod Alanı	Ar :	45238,93	cm²
Vs = Silindir Toplam Yağ Hacmi	Vs =	0,68	litre
G = Piston Ucundaki Ağırlık	G =	0,50	ton-f
P = Basınç	P =	190,00	bar
Pp = Pompa Basıncı	Pp =	304,00	bar
Ps = Silindir Ağırlık Basıncı	Pstatik	1,42	bar
F = Kuvvet	F =	152,81	ton-f
R = Alan Oranı	R =	2,29	
S = Strok	S =	15	mm
Va = Silindir Aşağı İniş Hızı	Va =	50	mm/s
ta = Aşağı İniş Süresi	ta =	0,30	san.
Vy = Silindir Yukarı Çıkış Hızı	Vy =	60	mm/s
ty = Yukarı Çıkış Süresi	ty =	0,25	san.
ØDia: A hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDia:	36,95	mm
ØDib: B Hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDib:	24,44	mm
Silindir Sayısı	Sil. Sayı=	1	
Qt= Tank Hattı Dönüş Debisi	Qt=	289,53	lt/dak.
Qag=A hattı gidiş Debisi	Qag=	241,27	lt/dak.
	Qag=	4021238,60	mm3/san.
Qad= A hattı dönüş Debisi	Qad=	289,53	lt/dak.
	Qad=	4825486,32	mm3/san.
Qbg=B hattı gidiş Debisi	Qbg=	126,67	lt/dak.
	Qbg=	2111150,26	mm3/san.
Qbd= B hattı dönüş Debisi	Qbd=	105,56	lt/dak.
	Qbd=	1759291,89	mm3/san.
Pgüç = Elektrik Motoru Gücü	Pgüç =	143,82	kW
Qp= Pompa Debisi	Qp=	241,27	lt/dak.
Psgüç = Soğutma Gücü	Psgüç =	50,34	kW
Vtank = Tank Hattı Hacmi	Vtank =	243,31	litre
Toplam İniş Kalkış 0,55sn			

EK 6: Hidrolik ünite hesapları (0,55sn, 201ton) (Teknonorm, 2021)



HYDRAULIC ENGINEERING



HESAPLAMA

ØD : Büyük Piston Çapı	ØD :	320	mm
Ød : Piston Rod Çapı	Ød :	240	mm
Aa : Büyük Piston Alanı	Aa :	80424,77	mm ²
Ah : Piston Halka Alanı	Ah :	35185,84	mm ²
Ar : Piston Rod Alanı	Ar :	45238,93	cm ²
Vs = Silindir Toplam Yağ Hacmi	Vs =	0,68	litre
G = Piston Ucundaki Ağırlık	G =	0,50	ton-f
P = Basınç	P =	250,00	bar
Pp = Pompa Basıncı	Pp =	400,00	bar
Ps = Silindir Ağırlık Basıncı	Pstatik	1,42	bar
F = Kuvvet	F =	201,06	ton-f
R= Alan Oranı	R=	2,29	
S= Strok	S=	15	mm
Va = Silindir Aşağı İnış Hızı	Va =	50	mm/s
ta = Aşağı İnış Süresi	ta =	0,30	san.
Vy = Silindir Yukarı Çıkış Hızı	Vy =	60	mm/s
ty = Yukarı Çıkış Süresi	ty =	0,25	san.
ØDia:A hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDia:	36,95	mm
ØDib:B Hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDib:	24,44	mm
Silindir Sayısı	Sil. Sayı=	1	
Qt= Tank Hattı Dönüş Debisi	Qt=	289,53	lt/dak.
Qag=A hattı gidiş Debisi	Qag=	241,27	lt/dak.
	Qag=	4021238,60	mm3/san.
Qad= A hattı dönüş Debisi	Qad=	289,53	lt/dak.
	Qad=	4825486,32	mm3/san.
Qbg=B hattı gidiş Debisi	Qbg=	126,67	lt/dak.
	Qbg=	2111150,26	mm3/san.
Qbd= B hattı dönüş Debisi	Qbd=	105,56	lt/dak.
	Qbd=	1759291,89	mm3/san.
Pgüç = Elektrik Motoru Gücü	Pgüç =	189,23	kW
Qp= Pompa Debisi	Qp=	241,27	lt/dak.
Psgüç = Soğutma Gücü	Psgüç =	66,23	kW
Vtank = Tank Hattı Hacmi	Vtank =	243,31	litre
Toplam İnış Kalkış 0,55sn			

EK 7: Hidrolik ünite hesapları (0,63sn, 152ton) (Teknonorm, 2021)



HYDRAULIC ENGINEERING

HESAPLAMA



ØD : Büyük Piston Çapı	ØD :	320	mm
Ød : Piston Rod Çapı	Ød :	240	mm
Aa : Büyük Piston Alanı	Aa :	80424,77	mm ²
Ah : Piston Halka Alanı	Ah :	35185,84	mm ²
Ar : Piston Rod Alanı	Ar :	45238,93	cm ²
Vs = Silindir Toplam Yağ Hacmi	Vs =	0,68	litre
G = Piston Ucundaki Ağırlık	G =	0,50	ton-f
P = Basınç	P =	190,00	bar
Pp = Pompa Basıncı	Pp =	304,00	bar
Ps = Silindir Ağırlık Basıncı	Pstatik	1,42	bar
F = Kuvvet	F =	152,81	ton-f
R= Alan Oranı	R=	2,29	
S= Strok	S=	15	mm
Va = Silindir Aşağı İniş Hızı	Va =	40	mm/s
ta = Aşağı İniş Süresi	ta =	0,38	san.
Vy = Silindir Yukarı Çıkış Hızı	Vy =	60	mm/s
ty =Yukarı Çıkış Süresi	ty =	0,25	san.
ØDia:A hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDia:	36,95	mm
ØDib:B Hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDib:	24,44	mm
Silindir Sayısı	Sil. Sayı=	1	
Qt= Tank Hattı Dönüş Debisi	Qt=	289,53	lt/dak.
Qag=A hattı gidiş Debisi	Qag=	193,02	lt/dak.
	Qag=	3216990,88	mm3/san.
Qad= A hattı dönüş Debisi	Qad=	289,53	lt/dak.
	Qad=	4825486,32	mm3/san.
Qbg=B hattı gidiş Debisi	Qbg=	126,67	lt/dak.
	Qbg=	2111150,26	mm3/san.
Qbd= B hattı dönüş Debisi	Qbd=	84,45	lt/dak.
	Qbd=	1407433,51	mm3/san.
Pgüç = Elektrik Motoru Gücü	Pgüç =	115,05	kW
Qp= Pompa Debisi	Qp=	193,02	lt/dak.
Psgüç = Soğutma Gücü	Psgüç =	40,27	kW
Vtank = Tank Hattı Hacmi	Vtank =	195,06	litre
Toplam İniş Kalkış 0,63sn			

EK 8: Hidrolik ünite hesapları (0,63sn, 201ton) (Teknonorm, 2021)



HYDRAULIC ENGINEERING

HESAPLAMA



ØD : Büyük Piston Çapı	ØD :	320	mm
Ød : Piston Rod Çapı	Ød :	240	mm
Aa : Büyük Piston Alanı	Aa :	80424,77	mm ²
Ah : Piston Halka Alanı	Ah :	35185,84	mm ²
Ar : Piston Rod Alanı	Ar :	45238,93	cm ²
Vs = Silindir Toplam Yağ Hacmi	Vs =	0,68	litre
G = Piston Ucundaki Ağırlık	G =	0,50	ton-f
P = Basınç	P =	250,00	bar
Pp = Pompa Basıncı	Pp =	400,00	bar
Ps = Silindir Ağırlık Basıncı	Pstatik	1,42	bar
F = Kuvvet	F =	201,06	ton-f
R= Alan Oranı	R=	2,29	
S= Strok	S=	15	mm
Va = Silindir Aşağı İniş Hızı	Va =	40	mm/s
ta = Aşağı İniş Süresi	ta =	0,38	san.
Vy = Silindir Yukarı Çıkış Hızı	Vy =	60	mm/s
ty =Yukarı Çıkış Süresi	ty =	0,25	san.
ØDia:A hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDia:	36,95	mm
ØDib:B Hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDib:	24,44	mm
Silindir Sayısı	Sil. Sayı=	1	
Qt= Tank Hattı Dönüş Debisi	Qt=	289,53	lt/dak.
Qag=A hattı gidiş Debisi	Qag=	193,02	lt/dak.
	Qag=	3216990,88	mm3/san.
Qad= A hattı dönüş Debisi	Qad=	289,53	lt/dak.
	Qad=	4825486,32	mm3/san.
Qbg=B hattı gidiş Debisi	Qbg=	126,67	lt/dak.
	Qbg=	2111150,26	mm3/san.
Qbd= B hattı dönüş Debisi	Qbd=	84,45	lt/dak.
	Qbd=	1407433,51	mm3/san.
Pgüç = Elektrik Motoru Gücü	Pgüç =	151,39	kW
Qp= Pompa Debisi	Qp=	193,02	lt/dak.
Psgüç = Soğutma Gücü	Psgüç =	52,99	kW
Vtank = Tank Hattı Hacmi	Vtank =	195,06	litre
Toplam İniş Kalkış 0,63sn			

EK 9: Hidrolik ünite hesapları (0,80sn, 152ton) (Teknonorm, 2021)



HYDRAULIC ENGINEERING

HESAPLAMA



ØD : Büyük Piston Çapı	ØD :	320	mm
Ød : Piston Rod Çapı	Ød :	240	mm
Aa : Büyük Piston Alanı	Aa :	80424,77	mm ²
Ah : Piston Halka Alanı	Ah :	35185,84	mm ²
Ar : Piston Rod Alanı	Ar :	45238,93	cm ²
Vs = Silindir Toplam Yağ Hacmi	Vs =	0,68	litre
G = Piston Ucundaki Ağırlık	G =	0,50	ton-f
P = Basınç	P =	190,00	bar
Pp = Pompa Basıncı	Pp =	304,00	bar
Ps = Silindir Ağırlık Basıncı	Pstatik	1,42	bar
F = Kuvvet	F =	152,81	ton-f
R= Alan Oranı	R=	2,29	
S= Strok	S=	15	mm
Va = Silindir Aşağı İnış Hızı	Va =	30	mm/s
ta = Aşağı İnış Süresi	ta =	0,50	san.
Vy = Silindir Yukarı Çıkış Hızı	Vy =	50	mm/s
ty =Yukarı Çıkış Süresi	ty =	0,30	san.
ØDia:A hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDia:	33,73	mm
ØDib:B Hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDib:	22,31	mm
Silindir Sayısı	Sil. Sayı=	1	
Qt= Tank Hattı Dönüş Debisi	Qt=	241,27	lt/dak.
Qag=A hattı gidiş Debisi	Qag=	144,76	lt/dak.
	Qag=	2412743,16	mm3/san.
Qad= A hattı dönüş Debisi	Qad=	241,27	lt/dak.
	Qad=	4021238,60	mm3/san.
Qbg=B hattı gidiş Debisi	Qbg=	105,56	lt/dak.
	Qbg=	1759291,89	mm3/san.
Qbd= B hattı dönüş Debisi	Qbd=	63,33	lt/dak.
	Qbd=	1055575,13	mm3/san.
Pgüç = Elektrik Motoru Gücü	Pgüç =	86,29	kW
Qp= Pompa Debisi	Qp=	144,76	lt/dak.
Psgüç = Soğutma Gücü	Psgüç =	30,20	kW
Vtank = Tank Hattı Hacmi	Vtank =	146,80	litre
Toplam İnış Kalkış 0,80sn			

EK 10: Hidrolik ünite hesapları (0,80sn, 201ton) (Teknonorm, 2021)



HYDRAULIC ENGINEERING

HESAPLAMA



ØD : Büyük Piston Çapı	ØD :	320	mm
Ød : Piston Rod Çapı	Ød :	240	mm
Aa : Büyük Piston Alanı	Aa :	80424,77	mm²
Ah : Piston Halka Alanı	Ah :	35185,84	mm²
Ar : Piston Rod Alanı	Ar :	45238,93	cm²
Vs = Silindir Toplam Yağ Hacmi	Vs =	0,68	litre
G = Piston Ucundaki Ağırlık	G =	0,50	ton-f
P = Basınç	P =	250,00	bar
Pp = Pompa Basıncı	Pp =	400,00	bar
Ps = Silindir Ağırlık Basıncı	Pstatik	1,42	bar
F = Kuvvet	F =	201,06	ton-f
R= Alan Oranı	R=	2,29	
S= Strok	S=	15	mm
Va = Silindir Aşağı İniş Hızı	Va =	30	mm/s
ta = Aşağı İniş Süresi	ta =	0,50	san.
Vy = Silindir Yukarı Çıkış Hızı	Vy =	50	mm/s
ty =Yukarı Çıkış Süresi	ty =	0,30	san.
ØDia:A hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDia:	33,73	mm
ØDib:B Hattında Laminer Akışa Uygun Boru İçinden Geçen Çapı	ØDib:	22,31	mm
Silindir Sayısı	Sil. Sayı=	1	
Qt= Tank Hattı Dönüş Debisi	Qt=	241,27	lt/dak.
Qag=A hattı gidiş Debisi	Qag=	144,76	lt/dak.
	Qag=	2412743,16	mm3/san.
Qad= A hattı dönüş Debisi	Qad=	241,27	lt/dak.
	Qad=	4021238,60	mm3/san.
Qbg=B hattı gidiş Debisi	Qbg=	105,56	lt/dak.
	Qbg=	1759291,89	mm3/san.
Qbd= B hattı dönüş Debisi	Qbd=	63,33	lt/dak.
	Qbd=	1055575,13	mm3/san.
Pgüç = Elektrik Motoru Gücü	Pgüç =	113,54	kW
Qp= Pompa Debisi	Qp=	144,76	lt/dak.
Psgüç = Soğutma Gücü	Psgüç =	39,74	kW
Vtank = Tank Hattı Hacmi	Vtank =	146,80	litre
Toplam İniş Kalkış 0,80sn			

