

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

LASTİK JANT YÜKLEME SİSTEMİ OPTİMİZASYONU

CENK ÇITAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KONSTRÜKSİYON PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. FERHAT DİKMEN**

İSTANBUL, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LASTİK JANT YÜKLEME SİSTEMİ OPTİMİZASYONU

Cenk ÇITAK tarafından hazırlanan tez çalışması 18.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ferhat DİKMEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ferhat DİKMEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet SAĞIRLI
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Vedat TEMİZ
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Tezimin oluşumunda yapıcı katkılarda bulunan, yönlendiren, engin bilgisini ve derin tecrübesini sürekli aktaran, çok değerli hocam, Sayın Prof. Dr. Ferhat DİKMEN'e ve tez yazım süresi boyunca desteklerini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Temmuz, 2019

Cenk ÇITAK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vi
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	1
1.3 Hipotez	1
BÖLÜM 2	
LASTİK HAZIRLAMA PROSESİ.....	2
2.1 Lastiğin ve Jantın Stoktan Seçilmesi.....	3
2.2 Sibop Montaj Prosesi	4
2.3 Lastik ve Jant Sabunlama Prosesi	4
2.4 Lastik ve Jant Harmoni Noktalarının Eşlenmesi.....	5
2.5 Lastiğin ve Jantın Birleştirme Ekipmanına Taşınması	6
2.6 Lastiğin ve Jantın Birleştirilmesi.....	7
2.7 Lastiğin Şişirilmesi	8
2.8 Lastik Topuk Oturtma Prosesi.....	9
2.9 Lastik Balanssızlık Ölçüm Prosesi.....	10
2.10 Lastik Balans Ağırlığı Montaj Prosesi.....	11

2.11 Lastik Kalıcı Balanssızlık Ölçüm Prosesi	14
BÖLÜM 3	
LASTİĞİN VE JANTIN BİRLEŞTİRME EKİPMANINA TAŞINMASI	17
3.1 Ergonomi Analizi	17
3.2 Otomasyon Çözümlerinin Karşılaştırılması	19
3.2.1 Açılı Konveyör Otomasyonu	20
3.2.2 Kartezyen Robot Otomasyonu.....	21
3.2.3 Endüstriyel Tip Robot Otomasyonu	22
3.3 Lastik Jant Taşıma Robotu Tutucusu.....	23
3.3.1 Lastik Jant Taşıma Robotu Tutucusu Dizayn Gereksinimleri	23
3.3.2 Tutucu Yapısal Tasarımı.....	24
3.3.2.1 Kovan Üst Flanş Tasarımı.....	25
3.3.2.2 Kovan Tasarımı	25
3.3.2.3 Kovan Alt Flanş Tasarımı	26
3.3.2.4 Dış Kol Bağlantı Flanş Tasarımı	26
3.3.2.5 Tahrik Kolu - Piston Bağlantı Parça Tasarımı.....	27
3.3.2.6 Tahrik Kol Tasarımı	27
3.3.2.7 Tahrik Kol Tasarımı Yakalama Çene Kol Tasarımı	28
3.3.2.8 Tutucu Yakalama Çenesi Tasarımı	28
3.4 Tutucu Kuvvet Hesapları	31
3.4.1 Piston Kuvvet Hesabı.....	31
3.4.2 Jant Yakalama Prosesi Kuvvet Hesabı	32
3.4.3 Lastik Yakalama Prosesi Kuvvet Hesabı.....	34
3.5 Tutucu Piston Strok Hesabı	37
3.5.1 Jant Taşıma Prosesi Tutucu Strok Hesabı.....	37
3.5.2 Lastik Taşıma Prosesi Tutucu Strok Hesabı	38
BÖLÜM 4	
ROBOT HAT ENTEGRASYONU	40
4.1 Robot - Tutucu Bağlantısı	41
4.2 Jant Taşıma Prosesi Robot Kodları.....	42
4.3 Lastik Taşıma Prosesi Robot Kodları	46
BÖLÜM 5	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	54

SİMGE LİSTESİ

A	Alan (m^2)
F	Kuvvet (N)
F_{cj}	Çene jant yakalama kuvveti
F_{cl}	Çene lastik yakalama kuvveti
P	Basınç (N/m^2)
$p_{çk}$	Piston çekme kuvveti
$p_{çya}$	Piston çekme yüzey alanı
p_{ik}	Piston itme kuvveti
P_{iya}	Piston itme yüzey alanı

KISALTMA LİSTESİ

JTP	Jant Taşıma Prosesi
JTPS	Jant Taşıma Prosesi Strok
IN	Giriş
LTP	Lastik Taşıma Prosesi
LTPS	Lastik Taşıma Prosesi Strok
OUT	Çıkış
PTP	Point to Point
TPMS	Tire Pressure Monitoring System
VEL	Velocity

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Lastikhane Hattı	2
Şekil 2.2 Lastik Tipleri	3
Şekil 2.3 Jant Tipleri.....	3
Şekil 2.4 Sibop Tipleri	4
Şekil 2.5 Lastik Sabunlama & Birleştirme Ekipmanı	5
Şekil 2.6 Lastik Harmoni Noktası.....	6
Şekil 2.7 Lastik Jant Birleştirme Ekımanı & Besleme Konveyörü Hat Yerleşimi	7
Şekil 2.8 Lastik Jant Birleştirme Ekipmanı	8
Şekil 2.9 Lastik Şişirme Ekipmanı	9
Şekil 2.10 Lastik Topuk Oturtma Ekipmanı.....	10
Şekil 2.11 Lastik Balans Ölçüm Ekipmanı	11
Şekil 2.12 Çeneli & Yapıştırma Tip Lastik Balans Ağırlıkları	12
Şekil 2.13 Çeneli Tip Balans Ağırlığının Çelik Janta Montajı	13
Şekil 2.14 Yapıştırma Tip Balans Ağırlığının Alaşım Janta Montajı	14
Şekil 2.15 Araç Süspansiyon Sistemi	15
Şekil 3.1 Birleştirme Ekipmanına Lastiğın ve Jantın El ile Yüklmesi	17
Şekil 3.2 Açılı Konveyör Otomasyonu.....	20
Şekil 3.3 Kartezyen Robot Otomasyonu	21
Şekil 3.4 Endüstriyel Tip Robot Otomasyonu	22
Şekil 3.5 Tutucu Yakalama Çeneleri Yerleşimi	24
Şekil 3.6 Tutucu 3 Boyutlu Tasarımı	24
Şekil 3.7 Lastik Jant Tutucusu - Kovan Üst Flanş Tasarımı.....	25
Şekil 3.8 Lastik Jant Tutucusu - Kovan Tasarımı.....	26
Şekil 3.9 Lastik Jant Tutucusu - Kovan Alt Flanş Tasarımı.....	26
Şekil 3.10 Lastik Jant Tutucusu - Dış kol Bağlantı Flanş Tasarımı	27
Şekil 3.11 Lastik Jant Tutucusu - Tahrik Kolu & Piston Bağlantı Parçası Tasarımı	27
Şekil 3.12 Lastik Jant Tutucusu - Tahrik Kol Tasarımı.....	28
Şekil 3.13 Lastik Jant Tutucusu - Tahrik Kol Tasarımı.....	28
Şekil 3.14 Lastik Jant Tutucusu - Tutucu Yakalama Çene Tasarımı.....	29

Şekil 3.15	Lastik Jant Tutucusu - Çenelerin Jantı Yakalaması	30
Şekil 3.16	Lastik Jant Tutucusu - Çenelerin Lastiği Yakalaması.....	30
Şekil 3.17	Jant Taşıma Prosesi - Tutucu Geometrisi.....	32
Şekil 3.18	Jant Taşıma Prosesi - Tahrik Kolu İç Kısım Kuvvet Analizi.....	33
Şekil 3.19	Jant Taşıma Prosesi - Tahrik Kolu Dış Kısım Kuvvet Analizi	33
Şekil 3.20	Jant Taşıma Prosesi - Yakalama Kolu Dış Kısım Kuvvet Analizi	34
Şekil 3.21	Lastik Taşıma Prosesi - Tutucu Geometrisi	35
Şekil 3.22	Lastik Taşıma Prosesi - Tahrik Kolu İç Kısım Kuvvet Analizi	35
Şekil 3.23	Lastik Taşıma Prosesi - Tahrik Kolu Dış Kısım Kuvvet Analizi	36
Şekil 3.24	Lastik Taşıma - Yakalama Kolu Dış Kısım Kuvvet Analizi.....	36
Şekil 3.25	Tutucu Strok & Kol Açıklığı Ölçümü.....	37
Şekil 4.1	Manuel Operasyon Hat Yerleşimi.....	40
Şekil 4.2	Otomasyon Hat Yerleşimi	41
Şekil 4.3	Robot - Tutucu Bağlantısı.....	42
Şekil 4.4	Robotik Jant Taşıma Prosesi.....	43
Şekil 4.5	Robotik Lastik Taşıma Prosesi	47
Şekil 5.1	Pnömatik Piston Kırılma Yüzeyi.....	52
Şekil 5.2	Kılavuzlu Piston.....	52

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Sue-Rodgers Risk Analiz Formu - Postür & Efor Analizi.....	18
Çizelge 3.2 Sue-Rodgers Risk Analiz Formu - Değerlendirme Tablosu	19
Çizelge 3.3 Lastik & Jant Taşıma Prosesi Kol Açıklık Ölçümleri.....	39

LASTİK JANT TAŞIMA SİSTEMİ OPTİMİZASYONU

Cenk ÇITAK

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ferhat DİKMEN

Otomotiv üretim proseslerinden birisi ve lastik jant ara montaj prosesinin bir alt adımı olan, lastiğin ve jantın birleştirme ekipmanına taşınması prosesinde, devreye alınmış olan otomasyon çözümünün fikir aşamasından hayata geçiş noktasına kadar gerçekleşen süreç, tez konusu olarak seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lastik, jant, robot, transfer, otomasyon

ABSTRACT

WHEEL RIM TRANSPORTATION SYSTEM OPTIMISATION

Cenk ÇITAK

Department of Mechanical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Ferhat DİKMEN

One of the main step of the automotive manufacturing process is wheel & tire assembly process. Implementation of automation solution of tire rim transfer to subassembly machine process is choosen as a thesis subject, all implementation process summarized from concept to completion.

Keywords: Wheel, rim, robot, transfer, automation

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

1.1 Literatür Özeti

Otomobil üretim proseslerinden birisi olan ve aracın kendi görünümüne ulaşmasına en büyük rollerden birisine sahip olan lastik ve jant birleştirme prosesinde, lastiğin ve jantın birleştirme ekipmanına taşınması için elleçlenmesinde ortaya çıkan ergonomi problemi ile lastiğin ve jantın birleştirme ekipmanına taşınmasında uygulanan çözüm ve çözümün optimizasyonu bu tezde konu alınmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Sanayi üretim proseslerinde, ürünün ortaya çıkması için gerçekleştirilen proseslerin çoğu halen, operatörler tarafından yapılmaktadır, operatör tarafından yapılan bu proseslerde hata oluşma olasılığı yüksek ve proses sonuçları değişkendir, manuel yapılan bazı proseslerde ergonomik gereksinimler karşılanamamaktadır, uygun proseslerde manuel operasyondan otomasyona geçilmesi, proses değişkenliğini ve proses hatalarını ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır, otomasyon projelerinde paket çözümler uygulanabilmektedir, tezin amacı ise ürün tipine göre otomasyon çözümünün geliştirilme aşamalarının anlatılmasıdır.

1.3 Hipotez

Üretim prosesinin alt basamaklarından birisi olan, malzeme taşıma proseslerinde, manuel taşıma prosesine, otomasyon çözümü uygulanması ile transfer süresinde düşüş sağlanacaktır.

BÖLÜM 2

LASTİK HAZIRLAMA PROSESİ

Bu başlık altında, lastikhane hattında lastik hazırlama prosesindeki işlem adımları özetlenecek olup, burada özeti verilen proses detayları kendi başlıkları altında daha detaylı anlatılacaktır.

Lastik hazırlama prosesine ilk olarak aracın sipariş bilgisine göre lastiğin ve jantın stoktan seçilmesi ile başlanmaktadır, akabinde seçilen lastiğin ve jantın besleme konveyörüne aktarılması, janta sibop montajı yapılması, lastiğin ve jantın harmoni noktalarının eşlenmesi, lastiğin ve jantın montaj için sabunlanması, lastiğin ve jantın birleştirilme için ekipmana taşınması, lastiğin ve jantın birleştirme ekipmanı tarafından birleştirilmesi, birleştirilen lastik ve jantın (tekerleğin) şişirme ekipman tarafından şişirilmesi, şişirilen tekerleğin lastik topuk montaj kontrol ekipmanında (beadseater) kontrol edilmesi, tekerleğin dinamik balanssızlık ölçümünün yapılması, tekerleğe balans ağırlıklarının montajı, tekerlekteki kalıcı balanssızlık değerinin kontrol edilmesi ve araca monte edilmesi ve lastikhaneyi terk etmesi olarak sıralanmaktadır.



Şekil 2.1 Lastikhane Hattı

2.1 Lastiğin ve Jantın Stoktan Seçilmesi

Araç sipariş bilgisine istinaden, aracın kullanılacağı ülke mevsim ve yol şartlarına uygun olmak üzere lastik tipi belirlenmektedir, lastik tipleri mevsim çeşidine göre;

- Standart lastik (Yaz Lastiği)
- 4 Mevsim Lastik
- Kış Lastiği

olarak değişmektedir, ölçü tipine göre ise;

- 15"
- 16"

olarak çeşitlilik göstermektedir. Lastik çap tipine bağlı olarak jant tipide değişmektedir.



Şekil 2.2 Lastik Tipleri

Lastik ebadına göre, jant seçimi yapılmaktadır, farklı ölçülerde farklı tip jantlar seçilebilmektedir. Bunlar,

- 15" Sac Jant
- 15" Alaşım Jant
- 16" Sac Jant
- 16" Alaşım Jant, olmak üzere 4 tiptir.



Şekil 2.3 Jant Tipleri

2.2 Sibop Montaj Prosesi

Sibop, lastiğin hava basınç değerinin ayarlanması için kullanılan bir tip pilotlu çekvalftir, sibobun, janta montajı sırasında uygulanması gereken kuvvetin alt ve üst limiti vardır, bu limit aşılsa sibop montaj sırasında yırtılır, oluşan yırtığın kaçırdığı hava miktarına bağlı olarak lastik basıncı belirli bir süre sonunda düşer. Araç donanım bilgisine göre iki tip sibop montajı janta yapılmaktadır, bunlar;

- TPMS Tip Sibop: (Tire Pressure Monitoring System) bu tip sibop, lastik içindeki basıncı, üzerindeki basınç ölçen baskı devre ile sürekli okur, okuduğu basınç değerini, araç bilgisayarı ile kablosuz data transferi ile paylaşır, TPMS sistemi lastikteki basınç değerini, daha önce belirlenen alt limitten düşük ölçer ise, bu sürücüye, sürüş güvenliğinin korunması için, sesli/yazılı uyarı olarak bildirilir. Dezavantajı ise baskı devre sebebiyle balanssızlık değerine pozitif yönde etki etmesidir.
- Normal sibop, pilotlu çekvalf mantığında çalışır, lastik basınç değerinin ayarlanmasında kullanılır.



Şekil 2.4 Sibop Tipleri

2.3 Lastik ve Jant Sabunlama Prosesi

Lastik jant montaj prosesinde, lastiğin, jant tarafından hasarlanmasını engellemek amaçlı, lastiğin topuk kısmına 360 derece kayganlaştırıcı sıvı uygulanır, burada seçilmesi gereken kayganlaştırıcı tipi;

- Kolay uçucu olmalıdır
- Kauçuk ile tepkimeye girmeyen

- Jant malzemesi ile tepkimeye girmeyen

özellikle bir çözelti olmalıdır. Çözelti içeriği, belirli standartlar ile tariflenmiştir, bu standartların dışında ürün kullanılması durumunda alttaki riskler ile karşılaşılması muhtemeldir.

- Lastik veya jant montaj prosesi sırasında hasar alabilir,
- Ani frenleme sırasında lastik, jant etrafında dönebilir.



Şekil 2.5 Lastik Sabunlama & Birleştirme Ekipmanı

2.4 Lastik ve Jant Harmoni Noktalarının Eşlenmesi

Lastik üretimi sırasında, kontrol edilen / edilemeyen proses değişkenleri sebebiyle, lastiğin her noktasında et kalınlığı değişkendir. Lastiğin bazı kesitlerinde, diğer kesitlere göre et kalınlığı daha fazladır ve bu nokta pozitif balanssızlık oluşmasına neden olur. Bu nokta harmoni noktası olarak adlandırılır ve çoğu lastikte kırmızı renk ile temsil edilir.

Jant üretiminde ise, jantın dizaynından kaynaklı (sibop yuvası) gibi unsurlar jantta negatif balanssızlığa neden olur. Jant üzerindeki harmoni noktası ise yeşil renk veya çentik ile temsil edilir.

Lastik ve jant üzerindeki bu noktaların, montaj prosesi öncesinde aynı açıya bakacak şekilde hizalanması gereklidir. Bu iki nokta birbirini nötrleyerek balans prosesinde minimum gramajda ağırlık monte edilmesinde yardımcı olur.



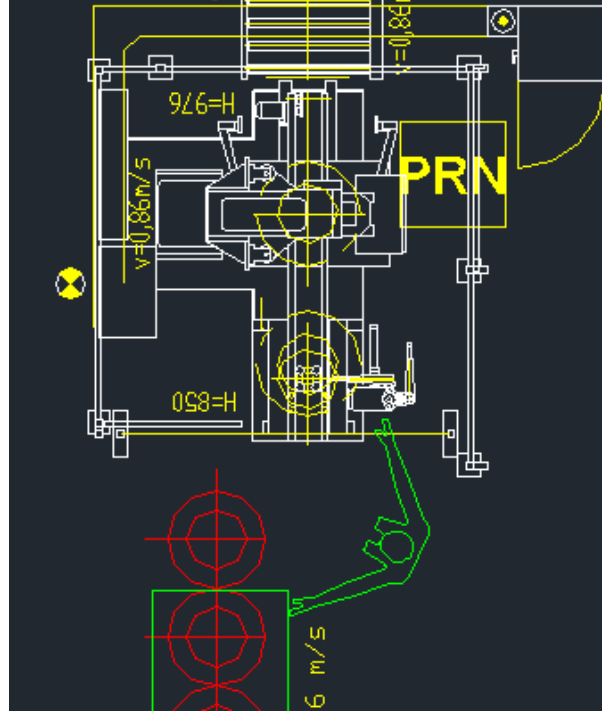
Şekil 2.6 Lastik Harmoni Noktası

2.5 Lastiğin ve Jantın Birleştirme Ekipmanına Taşınması

Mevcut durumunda lastiğin ve jantın birleştirilme ekipmanına taşınması elleçleme ile yapılmaktadır. Bu elleçleme işlemi her jant ve lastik için tekrarlanmaktadır.

Üretim hattındaki araç tipi standart olarak 4 lastiklidir, stepne lastik opsiyonu ile birlikte bu sayı araç başına 5 lastiğe çıkmaktadır, lastik ve jant taşıma işlemi, her araç için minimum 8 defa maksimum 10 defa tekrarlanmaktadır.

Alt çizimde, lastik jant besleme konveyörü yerleşimi, lastik jant birleştirme ekipmanı yerleşimi ve operasyonu gerçekleştiren operatörün konumu paylaşılmıştır.



Şekil 2.7 Lastik Jant Birleştirme Ekimanı & Besleme Konveyörü Hat Yerleşimi

2.6 Lastiğin ve Jantın Birleştirilmesi

Jant, birleştirme ekipmanının kendi transfer konveyörüne operatör tarafından konumlandırıldıktan sonra, birleştirme ekipmanına üretim bilgi sisteminden gelen ürün bilgisi ile operatör tarafından beslenen ürün bilgisinin çapraz kontrolü için, jant tip doğrulama işlemi birleştirme ekipmanı tarafından otomatik olarak gerçekleştirilir, eğer doğru tip jant birleştirme ekipmanına beslenmiş ise, ekipman prosese devam onayı verir, akabinde operatör, lastiği el ile jantın üzerinde, harmoni noktalarına dikkat ederek açılı şekilde konumlandırır.

Lastik jant birleştirme ekipmanı, kendi transfer konveyörü üzerine konumlandırılmış lastik ve jantı, yine kendi içinde birleştirme operasyonunun yapılacağı istasyonuna transfer eder.

Birleştirme istasyonunda, lastik janta, kendi eksenine etrafına dönen avare kılavuz kafa ve baskı tekerleği ile montajlanır.



Şekil 2.8 Lastik Jant Birleştirme Ekipmanı

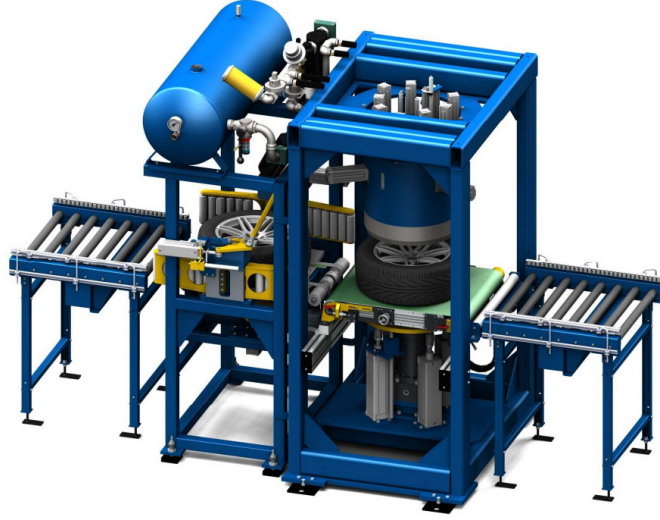
2.7 Lastiğin Şişirilmesi

Birleştirme ekipmanında birleştirilmiş lastik ve jant, konveyör yardımı ile şişirme ekipmanına beslenir. Şişirme ekipmanı, lastik içine hava verme işlemini, çan denilen dairesel şişirme ağız ile sağlar.

Şişirme ekipmanı, prosesin ilk adımında birleştirilmiş lastik ve jantı merkezler, merkezleme işlemi, lastiğin jantın ve şişirme çanının aynı merkezde olmasını sağlar, merkezleme yapılmama durumunda şişirme çanı, janta zarar verebilir.

Şişirme çanı, düşeyde alçalarak, lastik iç yanağına dayanıp sızdırmazlığı sağlar ve lastik içine hava verme işlemi başladığı anda düşeyde yükselmeye başlar.

Şişirme çanı, lastik topuklarının janta oturması için lastiğin nominal basıncının yaklaşık iki katı ile lastiği şişirir, lastik topuk kısımları jant yüzeyindeki yuvaya oturduktan sonra, şişirme ekipmanı lastik basıncını tekerleğin nominal basıncına indirir ve böylece şişirme işlemi tamamlanmış olur.



Şekil 2.9 Lastik Şişirme Ekipmanı

2.8 Lastik Topuk Oturtma Prosesi

Şişirme istasyonunda şişirilmiş lastiklerin, topuk kısımlarının janta tam oturduğundan emin olunması gereklidir. Topuk kısmı janta oturmamış lastikte altta listelenmiş problemler yaşanabilir.

- Balanssızlık,
- Hava kaçağı

Lastik, topuk oturtma makinesine şişirme istasyonundan beslenir, şişirme istasyonundan beslenen lastikler, ilk olarak topuk oturtma makinesi tarafından merkezlenir, düşey ve yatayda yükselen çeneler, merkezlenmiş lastiği, jantın iç ve dış yüzeylerinden yakalar, lastiği kendi eksenini etrafında döndürmeye başlar.

Bu işlem sırasında, hem içten hem de dıştan, lastiğin topuk kısımlarına, avare çelik tekerlekler ile baskı uygulanır, proses gereği bu çelik tekerleklerin, lastik yanağına baskı noktası her zaman janttan 20 mm uzaklıkta olması gereklidir, bu yüzden lastik tip bilgisi (15"/16") üretim bilgi sistemi tarafından topuk oturtma ekipmanına yayımlanır. Lastik baskı rolleri tarafından baskı uygulanarak minimum 400° kendi eksenini etrafında döndürülerek topuğun çeneye oturtulduğundan emin olunur.



Şekil 2.10 Lastik Topuk Oturtma Ekipmanı

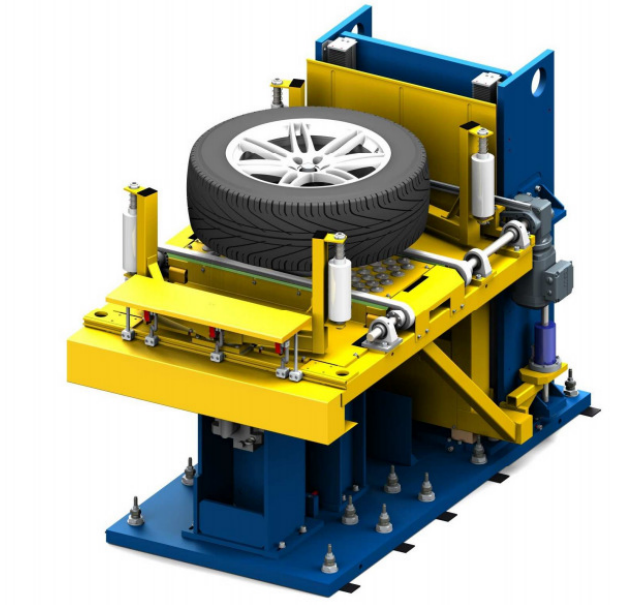
2.9 Lastik Balanssızlık Ölçüm Prosesi

Topuk oturtma makinesinde, proses edilmiş lastiklerin bir sonraki durağı, balans ölçüm istasyonudur. Bu istasyonda dinamik balanssızlık ölçümü yapılmaktadır. Balans ekipmanına beslenen lastikler jant tiplerine göre (15" Çelik Jant / 15" Alaşım Jant / 16" Alaşım Jant) balanssızlık ölçümü alınır.

Ekipmana beslenen lastikler, merkezleme kolları tarafından merkezlenir, akabinde transfer rulmanlı tabla, düşeyde hareket ederek jantın, yakalama çenesi üzerine oturmasını sağlar.

Yakalama çenesi, çapını genişleterek jant göbeğinden, lastiği yakalar ve lastiği saat yönünde 540 dev/dak hızla döndürmeye başlar.

Döndürme sırasında lastik üzerindeki balanssız noktaların oluşturduğu titreşimler, ekipman üzerindeki piezo sensörler tarafından belirlenir. Lastiğin dönme prosesi bittikten sonra, çelik jantlı lastiklerde lastiğin iç ve dış yüzeylerinde, alaşım jantlı lastikte ise lastiğin iç yüzeyinde belirlenen noktalara markalama kalemı tarafından otomatik olarak işaret konulur ve lastik balans ağırlığı montajı için istasyonu terkeder.



Şekil 2.11 Lastik Balans Ölçüm Ekipmanı

2.10 Lastik Balans Ağırlığı Montaj Prosesi

Bir önceki istasyonda balans ölçümü prosesinde, balanssızlık değeri ölçülmüş olan lastik, balans ağırlığı montaj istasyonuna konveyör ile beslenir, bu istasyonda proses operatör yardımı ile yapılmaktadır.

Lastik balans prosesinde iki tip balans ağırlığı kullanılmaktadır, bunlar;

- Çeneli tip balans ağırlığı (Çelik Jant)
- Yapıştırma tip balans ağırlığı (Alaşım Jant)

balans ağırlıkları, 5 gr ve katları şeklinde üretilmektedir.



Şekil 2.12 Çeneli & Yapıştırma Tip Lastik Balans Ağırlıkları

Lastik balanssızlık ölçüm prosesinde belirlenen gramaj değeri, lastik bazında, balans ağırlığı montaj proses istasyonunda bulunan bilgi ekranında gösterilir. Operatör gösterilen gramaj bilgisine istinaden, çelik jantlı lastik için çeneli balans ağırlığı, alaşım jantlı lastik için yapıştırma tip balans ağırlığını stoktan alır.

Balans ağırlığının stoktan yanlış seçimini engellemek için, montajlanması gereken balans ağırlığının bulunduğu noktada ışıklı uyarı sistemi bulunmaktadır.

Operatör, çelik jantlarda, çeneli tip balans ağırlığını, min 400 gr ağırlığa sahip plastik kafalı tip çekiç ile jantın dış flanşına, lastik üzerindeki markalamayı hizalayarak montajlar, akabinde ekipman lastiği 180° çevirerek, lastiğin iç kısmını operatörün müdahale edeceği şekilde pozisyonlandırır, operatör lastiğin iç kısmına montajlanması gereken balans ağırlığını stoktan alır ve çekiç yardımı ile jantın iç flanşına, lastik üzerindeki markalamayı hizalayarak montajlar, böylece lastik balans ağırlığı montaj prosesi çelik jantlı lastik için tamamlanmış olur.



Şekil 2.13 Çeneli Tip Balans Ağırlığının Çelik Janta Montajı

Balans ağırlıkları, alaşım jantlı lastiklerde jantın iç kısmına yapıştırma metoduyla montajlanır, bu yüzden istasyona beslenen alaşım jantlı lastik, lastiğin iç kısmına müdahale için, ekipman tarafından 180° döndürülür, operatör bilgi ekranına düşen gramaj bilgisine göre, yapıştırması gereken balans ağırlığını stoktan alır, lastiğin iç kısmında bulunan işaretlemeleri referans alarak balans ağırlıklarını jantın iç yüzeylerine yapıştırır.

Operatör prosesin tamamlandığına dair iş bitti bilgisini, butona basarak ekipmana iletir, böylece lastik balans ağırlıklı montaj prosesi alaşım jantlı lastik için tamamlanmış olur, lastik istasyonu terkeder.



Şekil 2.14 Yapıştırma Tip Balans Ağırlığının Alaşım Janta Montajı

2.11 Lastik Kalıcı Balanssızlık Ölçüm Prosesi

Lastik balans ağırlığı montaj prosesinde balans ağırlığı takılan lastik, yapılan prosesin doğruluğunun kontrolü için balanssızlık ölçüm istasyonuna beslenir.

Ekipmana beslenen lastikler merkezleme kolları tarafından merkezlenir, akabinde transfer rulmanlı tabla, düşeyde hareket ederek jantın, yakalama çenesi üzerine oturmasını sağlar.

Yakalama çenesi, çapını genişleterek jant göbeğinden lastiği yakalar ve lastiği saat yönünde 540 dev/dak hızla döndürmeye başlar. Döndürme sırasında lastik üzerindeki balanssız noktaların oluşturduğu titreşimler, ekipman üzerindeki piezo sensörler tarafından belirlenir.

İdeal koşullarda balanssızlık değerinin 0 gr olması beklenir, fakat

- Ölçüm cihazı hassasiyeti
- Markalama noktalarının doğruluğu
- Balans ağırlığı gramaj doğruluğu
- Balans ağırlığının montaj doğruluğu
- Ekipman kalibrasyonları

gibi değişkenlerden dolayı lastik üzerindeki balanssızlık değeri, ideal değer olan 0 gr a yaklaşılmada engel teşkil eder.

15" / 16" lastik tipi için balanssızlık değeri max 7 gr olarak hesaplanmıştır, 7 gr ve üstü herhangi bir balanssızlık değeri, sürüş hızı ile doğru orantılı olarak, titreşim ve ses problemi yaratacaktır.

Balanssızlık değeri yüksek olan lastik, aracın ön tekerleği olarak kullanılması durumunda, direksiyon titreşimi problemi olarak sürücünün sürüş konforunu negatif yönde etkiler, balanssızlık değeri yüksek olan lastik aracın arka tekerleği olarak kullanılması durumunda ise bu problem karşımıza araç gövde titreşimi olarak çıkar ve bu durumda araç içindeki sürücü dahil herkesin sürüş konforunu negatif yönde etkilenmektedir.

Balanssız lastik sürüş sırasında aracın süspansiyon sisteminde de olumsuz yönde etkiler, yoldan gelen titreşimlere ek olarak, tekerleğin kendi oluşturduğu titreşimler, tekerlek ile direk bağlantılı olan,

- Yarı şaftları
- Salıncak kolunu
- Direksiyon kutusu
- Viraj demirini
- Akson - poyra kompleksi
- Yay - amortisör kompleksi

gibi elemanların, belirlenen ömründen daha önce yorulmasına yol açmaktadır.



Şekil 2.15 Araç Süspansiyon Sistemi

Bu istasyonda kalıcı balassızlık değeri 7 gr ve üzeri tespit edilen lastikler konveyörün bir sonraki istasyonunda hattan dışarıya atılır, dışarıya atılan tekerlekte balans ağırlıkları sökülüp, servis ekipmanında balanssızlık ölçümü tekrar yapılarak balans ağırlıkları montajlanır ve hatta geri beslenir.

BÖLÜM 3

LASTİĞİN VE JANTIN BİRLEŞTİRME EKİPMANINA TAŞINMASI

Lastiğin ve jantın birbirine ara montajı için operatör, sırasıyla, jantı ve lastiği elleçleme ile birleştirme ekipmanı konveyörüne beslemektedir. Bu proses her araç için yapılmaktadır, operatör araç başına minimum sekiz, maksimum 10 kez proses tekrarı yapmaktadır.

Stepne lastiği olmayan araçlarda operatör, dört jant ve dört lastiği birleştirme ekipmanına beslemekte, stepne lastikli araçlarda ise beş jant ve beş lastik ekipmana beslenmektedir.



Şekil 3.1 Birleştirme Ekipmanına Lastiğin ve Jantın El ile Yüklenmesi

3.1 Ergonomi Analizi

Birleştirme ekipmanına, lastik ve jant taşıma işinde taşınan yükler analiz edilecek olursa;

- Jant ağırlığı yaklaşık = 8.2 kg
- Lastik ağırlığı yaklaşık = 7.8 kg' dır.

Operatör bir tekerlek için birleştirme ekipmanına toplamda 16 kg ağırlığında lastik ve jant beslemektedir. Üretilen araçların % 98'i yedek lastikli olduğu için tüm araçları 5 lastikli kabul edersek, operatör 1 araç için toplamda 80 kg lastik taşımaktadır.

Üretim hattında kullanılan jantların % 95'i alaşım tip janttır, bu yüzden hesaplamalar alaşım tip jant üzerinden yapılmıştır.

Varıdaya toplamda 240 araç üretilmektedir. Bu durumda toplamda taşınan yük ise toplamda 19.200 kg'dır.

Çizelge 3.1 Sue-Rodgers Risk Analiz Formu - Postür & Efor Analizi

ERGONOMİK ANALİZ	SUE RODGERS ERGONOMİK RİSK ANALİZ FORMU			
KPS NO	BÖLÜM	<i>Montaj</i>	HAT	<i>Lastikhane</i>
	İSTASYON	<i>Lastikhane 2</i>		
	PROSES	<i>Lastiğin ve Jantın Birleştirme Ekipmanına Taşınması</i>		
	HARCANAN EFOR			
	1. HAFİF <30%	2. ORTA 30% - 70%		3. AĞIR >70%
MAJOR ÇALIŞAN KAS GRUBU	Düşük kuvvet ve Uygun çalışma pozisyonu	Düşük Kuvvet ve zor çalışma pozisyonu	Yüksek Kuvvet ve uygun çalışma Pozisyonu	Yüksek Kuvvet ve zor çalışma pozisyonu
SIRT				
	Yana eğilmek veya 20 dereceden az öne eğilmek ; geriye esnemek	Yüksüz öne eğilmek ; Vucuda yapışık uygun ağırlıkta yük taşımak ; baş seviyesi üzerinde çalışmak		Kaldırarak veya yüksek kuvvet uygulayarak dönmek ; Yüksek kuvvet veya yük 20 dereceden fazla eğilmek ; 75 cm den fazla uzanmak veya 60 dereceden fazla eğilmek.

Sue - Rodgers risk analiz metodunda puanlamaya incelendiğinde,

- Harcanan efor; Kategori 3 - (ağır tip)
- Efor devam süresi; Kategori 2 - (6 ile 20 sn arasında)
- Dakikadaki efor; Kategori 3 - (Dakikada 5 ile 15 arasında)

Bu proses, Sue - Rodgers risk analiz yaklaşımı ile analiz edildiğinde operatörün lastiği ve jantı taşıma prosesi sırasında gerçekleştirdiği iş; yüksek kuvvet veya yük 75 cm den fazla uzanmayı içerdiği için harcanan efor ağır tip olarak belirlenmektedir.

Çizelge 3.2 Sue-Rodgers Risk Analiz Formu - Değerlendirme Tablosu

HARCANAN EFOR	1: HAFİF 2: ORTA 3: AĞIR	DEĞERLENDİRME				ERGO PTTR NO			
EFOR DEVAM SÜRESİ	1 = 6 SANİYEDEN AZ 2 = 6 İLE 20 SANİYE ARASI 3 = 20 İLE 40 SANİYE ARASI								
DAKİKADAKİ EFOR	1 = DAKİKADA BİRDEN AZ 2 = DAKİKADA 1 İLE 5 ARASINDA 3 = DAKİKADA 5 İLE 15 ARASINDA								
PROSES ADIMLARI									
Jantın birleştirme ekipmanına taşınması		3	2	3		N/A	ÇOK YÜKSEK	4XX 332 331 323	9
Lastiğin birleştirme ekipmanına taşınması		3	2	3					

Sue-Rodgers Risk Analiz Değerlendirme yöntemine göre, hem jantın hem de lastiğin birleştirme ekipmanına taşınması işlemi değerlendirildiğinde 3-2-3 kombinasyonuna ulaşılmaktadır, bu kombinasyon ile prosesin, çok yüksek risk gurubuna dahil olduğu tespit edilmiş olup, proseste yaşanan ergonomik problemin çözülmesi gerekmektedir.

3.2 Otomasyon Çözümlerinin Karşılaştırılması

Mevcut durumda manuel olarak gerçekleştirilen, lastiğin ve jantın birleştirme ekipmanına transfer prosesinde, otomasyona geçiş için değerlendirilmiş olan alternatif çözümlerin avantaj ve dezavantajları bu başlık altında incelenecektir.

3.2.1 Açılı Konveyör Otomasyonu

Bu tip otomasyon çözümünde, besleme konveyöründe ilerleyen lastik ve jant, konveyör üzerindeki parça ayrımını yapabilen sensör yardımı ile lastik, mevcut konveyörün üzerinde konumlanan köprü konveyöre beslenmektedir, jant ise alt konveyörde ilerlemektedir.

Lastik tırmandığı konveyörden, jantın üzerine istenilen açıda bırakılarak birleştirme ekipmanına beslenmektedir.

Bu otomasyon çözümünün avantajları;

- Üst köprü konveyör, ek istasyon avantajı sağlamaktadır, burada lastik sabunlama prosesi ve lastik jant harmoni noktaları eşleştirme prosesi yapılabilmektedir.
- Üst ve alt konveyöre kurulabilecek kameralı hata önleme sistem ile lastiğin markası/yönü ve jant tipi kontrol edilebilmekte, lastik ve jant boyutsal doğruluk kontrolü sağlanabilmektedir.

Alt şekilde açılı konveyör otomasyon çözümü gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Açılı Konveyör Otomasyonu

Bu otomasyon çözümünün dezavantajı ise;

- Lastik & jant besleme konveyörünün bir kısmı ile birleştirme ekipmanı konveyörü birleştirildiğinden herhangi bir arızada yaşanması durumunda manuel prosese devam edilememektedir.
- Lastik & jant besleme konveyöründe alan kaybına neden olmaktadır.
- Jantların, lastik & jant besleme konveyöründen, birleştirme ekipmanı konveyörüne taşınması için ek transfer konveyörü gereksinimi vardır.

Lastikhane makine parkuru yerleşimi, bu ekipman kurulumuna uygun olmadığından sistem tercih edilmemiştir.

3.2.2 Kartezyen Robot Otomasyonu

Kartezyen robotlar; tanımlanmış bir alanda yarı mamül ve/veya bitmiş ürünlerin stoklanması, taşınmasında kullanılmaktadır. Özellikle lastik üreticileri bu tip robotları, stok alan yönetimlerinde tercih etmektedirler. Basit yapıları sayesinde işletimleri kolaydır, kramayer üzerinde ilerleyen köprü ile X ekseninde hareket sağlanmaktadır, köprü üzerinde ilerleyen kedi ise Y ekseninde hareketi sağlamaktadır, Z eksenindeki hareketi ise lineer yataklı tandem konstrüksiyon sağlamaktadır.

Z eksenindeki taşıma işi, tutucu ile gerçekleştirmektedir, bu tutucu lastiği iç yanağından yakalamakta ve çoklu taşıma işlemi yapabilmektedir.



Şekil 3.3 Kartezyen Robot Otomasyonu

Bu otomasyon çözümünün avantajları;

- Basit yapı sayesinde işletmesi kolaydır.
- Proses hızı yüksektir.

Bu otomasyon çözümünün dezavantajları;

- Ek proses taleplerine cevap verememektedir.
- Tutucu tek ürün için özelleştirilmiştir.
- Kartezyen robot sadece X,Y,Z eksenlerinde hareket kabiliyetine sahiptir.

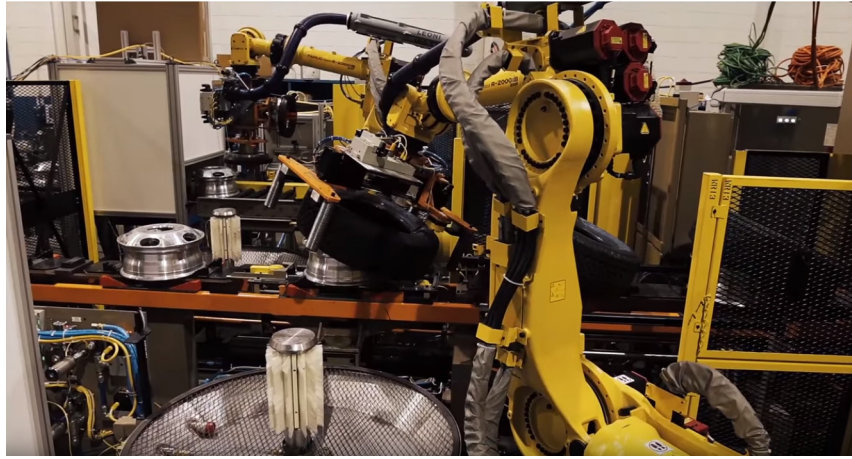
Sistemin z eksenindeki hareket kabiliyeti, proses gereksinimlerine cevap veremediği için sistem tercih edilmemiştir.

3.2.3 Endüstriyel Tip Robot Otomasyonu

Endüstriyel robotlar, otomotiv proseslerinde yaygın olarak kullanılmaktadır, bu robotlar özellikle kaynak ve boya proseslerinde kullanılmaktadır.

Montaj operasyonlarında ise genellikle yarı mamül transferinde kullanılmaktadır. Montaj prosesleri, karmaşık proses adımları içerdiğinden, bu tip robotlar karmaşıklığı düşük montaj proseslerinde kullanılabilir.

Bu proseslere örnek vermek gerekirse; araç üretim proseslerinden birisi olan araca ön camın gövdeye montaj prosesinde endüstriyel tip robotlar kullanılmaktadır.



Şekil 3.4 Endüstriyel Tip Robot Otomasyonu

Bu otomasyon çözümünün avantajları;

- Yüksek hareket kabiliyetine sahiptir
- Proses hızı yüksektir.
- Hassasiyeti yüksektir.
- Kurulum için alan gereksinimi düşüktür.
- Ek proses ihtiyaçlarına cevap verebilmektedir.

Bu otomasyon çözümünün dezavantajları;

- Yatırım maliyeti yüksektir.
- Programlama yetkinliği gerektirmektedir.

Robotun yüksek hareket kabiliyeti ve kurulum için az yer gereksinimi nedeniyle proses otomasyonunda, endüstriyel robot kullanımına karar verilmiştir.

3.3 Lastik Jant Taşıma Robotu Tutucusu

Lastiğin ve jantın taşıma konveyöründen birleştirme ekipmanına taşınmasında, ekipman çözümü için endüstriyel tip robot kullanımına karar verilmiştir. Robotun lastiği ve jantı birleştirme ekipmanına taşıyabilmesi için robotun beşinci eksenine tutucu tasarlanması gerekmektedir.

3.3.1 Lastik Jant Taşıma Robotu Tutucusu Dizayn Gereksinimleri

Lastiği ve jantı birleştirme ekipmanına taşınabilmesi için robotun beşinci eksenine tasarlanması gereken tutucuda dikkat edilmesi gereken hususlar altta listelenmiştir.

- Tasarlanacak tutucu 15" & 16" ebatındaki lastikleri yakalama yeteneğinde olmalıdır.
- Tasarlanacak tutucu, 15" & 16" ebatındaki alaşım ve çelik jantları yakalama yeteneğinde olmalıdır.
- Kullanılacağı proses araç başına yüksek çevrim sayısına sahip olduğu için tasarlanacak sistemin ömrü uzun olmalıdır.
- Basit yapıda olup işletme ve bakımı kolay olmalıdır.
- Taşıdığı malzemelere zarar vermemelidir.

Üstteki kısıtlar gözönünde bulundurularak tutucu tasarımına başlanmıştır.

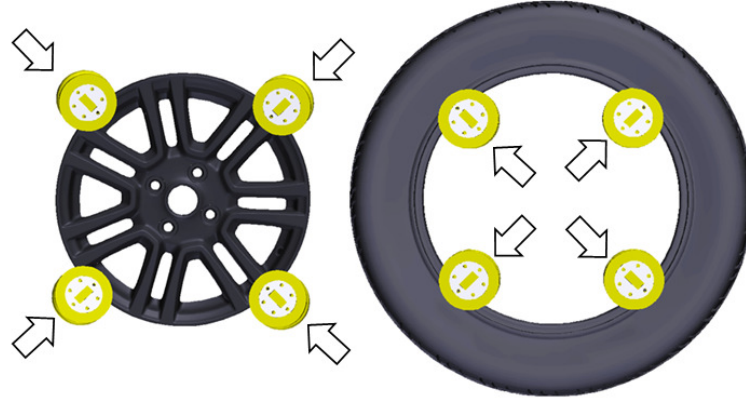
Tutucunun, lastiği ve jantı yakalaması için çenelere gerekli olan hareketin verilmesinde pnömatik piston kullanılması öngörülmüştür.

Pnömatik piston seçilmesinin sebebi altta listelenmiştir.

- Pnömatik sistem, hidrolik sisteme göre daha düşük kuvvetler oluşturmaktadır, bu düşük kuvvet, yakalama sırasında jantın ve lastiğin hasar görmesini engelleyecektir.
- Pnömatik sistem, hidrolik sisteme göre daha hızlı reaksiyon verebilmektedir.
- Pnömatik sistemde, soğutmaya gerek duyulmamaktadır.

Yakalama çenelerinin jantı yakalaması için alt çizimde görüleceği üzere çenelerin aynı merkeze doğru hareket etmesi gereklidir, çenelerin lastiği yakalaması için ise aynı merkezden dış yöne doğru hareket etmesi gereklidir.

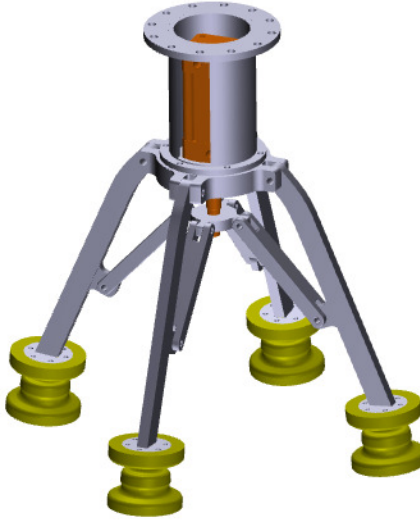
Sistemin basit yapıda tasarlanması için, her bir çeneye piston ile hareket ettirilmesi yerine tek piston ile tüm çenelerin hareket ettirilmesi planlanmıştır.



Şekil 3.5 Tutucu Yakalama Çeneleri Yerleşimi

3.3.2 Tutucu Yapısal Tasarımı

Mekanizma tasarımı, şemsiye mekanizması ile benzerlik göstermektedir, dört adet yakalama çenesi dış kollar ve pnömatik piston miline bağlı, iç kollar ile montajlanmış çizimi altta gösterilmiştir. Yapısal tasarım firki şahsıma ait olup patent başvurusu yapılmıştır.



Şekil 3.6 Tutucu 3 Boyutlu Tasarımı

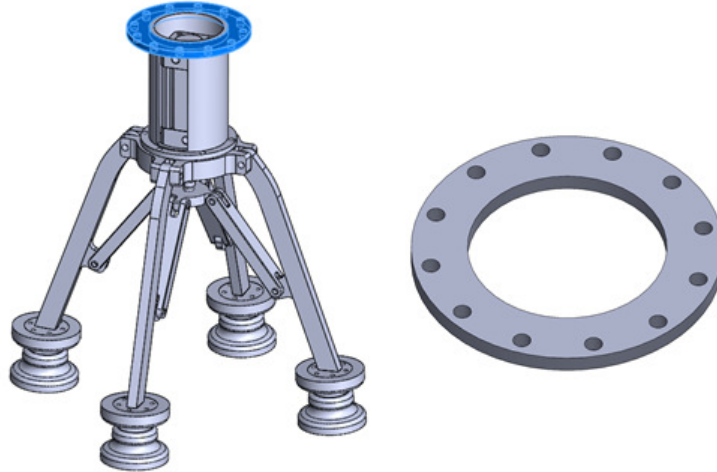
Tutucu toplamda 18 unsurun biraraya gelmesiyle oluşturulmuştur. Bu unsurlar altta listelenmiştir, altta listelenen makine elemanları, kendi başlıkları altında detaylı incelenecektir. Jant yakalama çeneleri harici diğer parçalar 4140 ıslah çeliğinden imal edilmiştir.

- 4 adet yakalama çenesi
- 4 adet yakalama çene dış kolu
- 4 adet tahrik kolu
- 1 adet robot bağlantı flanşı
- 1 adet kovan
- 1 adet dış kol bağlantı flanşı
- 1 adet kısa kol - robot piston mili bağlantı kolu
- 1 adet pnömatik piston

3.3.2.1 Kovan Üst Flanş Tasarımı

Kovanın üst kısmındaki flanş üzerinde, 10.5 mm çapında toplam 12 adet delik açılmıştır, açılan delikler 160 mm çapta yerleştirilmiştir, disk dış çapı 180 mm dir, disk iç çapı 115 mm dir. Flanş et kalınlığı 10 mm dir. Flanş, kovana kaynaklı şekilde bağlıdır.

Parça, tutucunun robot 5. eksenine bağlantısında kullanılmaktadır.

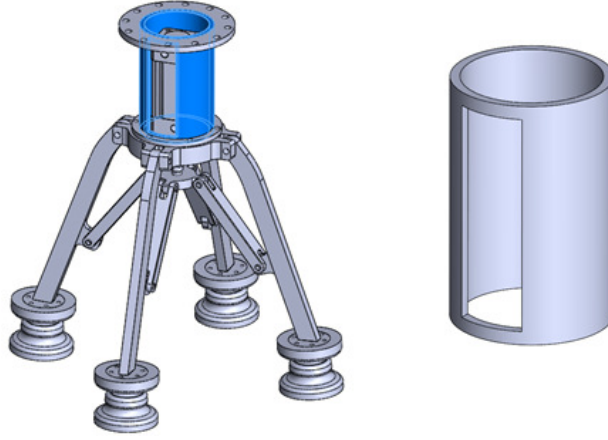


Şekil 3.7 Lastik Jant Tutucusu - Kovan Üst Flanş Tasarımı

3.3.2.2 Kovan Tasarımı

Kovan, dış çapı 115 mm, iç çapı 101 mm dir, et kalınlığı 7 mm olup, içindeki pistonu müdahale için 160 mm yüksekliğinde, 50 mm genişliğinde müdahale pencesresi tasarlanmıştır.

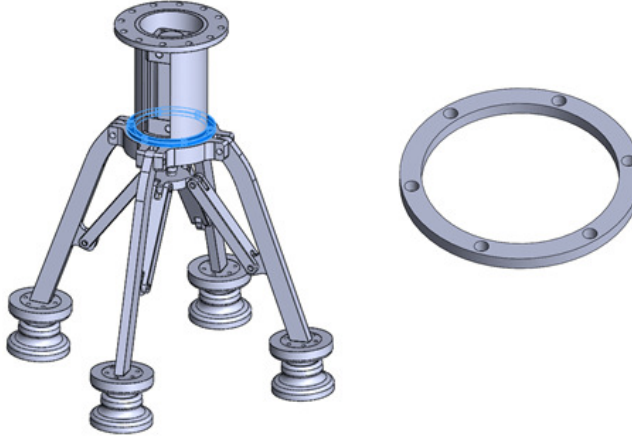
Kovan, pistonu muhafaza görevi görmektedir.



Şekil 3.8 Lastik Jant Tutucusu - Kovan Tasarımı

3.3.2.3 Kovan Alt Flanş Tasarımı

Alt flanş, dış çapı 140 mm, iç çapı 115 mm dir, et kalınlığı 8 mm dir, flanş üzerinde 127.5 mm çapa yerleştirilmiş, 6 adet 8.5 mm çapta delik bulunmaktadır, bu delikler dış kol bağlantı flanşına, montaj için kullanılmaktadır. Flanş kovana kaynak ile bağlıdır.

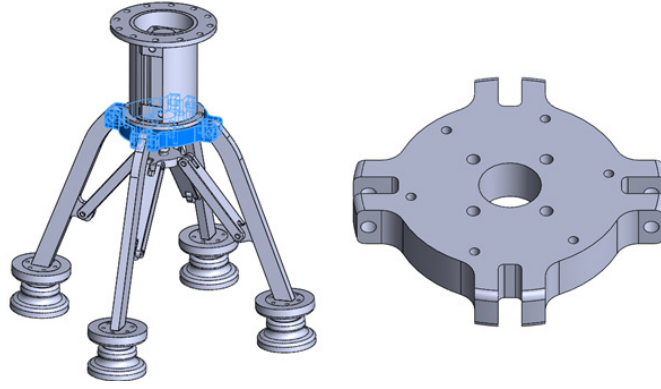


Şekil 3.9 Lastik Jant Tutucusu - Kovan Alt Flanş Tasarımı

3.3.2.4 Dış Kol Bağlantı Flanş Tasarımı

Dış kol bağlantı flanşı et kalınlığı 30 mm dir, üzerinde piston alın bağlantısı için 4 adet 8.5 mm lik delik açılmıştır, kovan alt flanşı bağlantısı için 6 adet 6.5 mm lik delik bulunmaktadır. Piston mili için parça göbeğinde, 40 mm lik boşaltma açılmıştır. Parça üzerinde 90° açıyla yerleştirilmiş 4 adet, 15 mm kalınlığında, clevis tip menteşe bulunmaktadır.

Piston, kovan, yakalama çene kolları bu parçaya bağlanmaktadır.

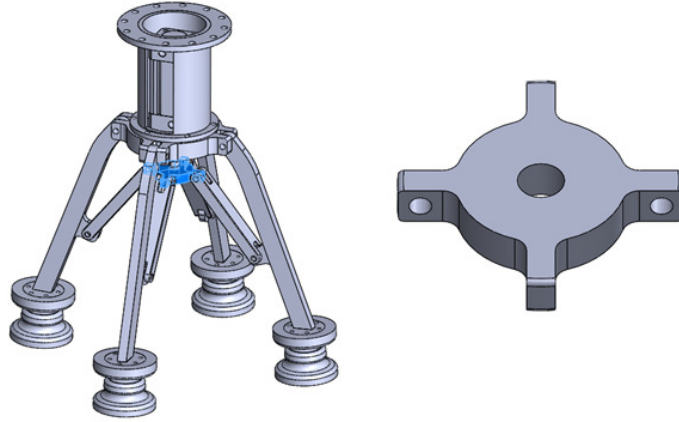


Şekil 3.10 Lastik Jant Tutucusu - Dış kol Bağlantı Flanş Tasarımı

3.3.2.5 Tahrik Kolu - Piston Bağlantı Parça Tasarımı

Bağlantı parçası et kalınlığı 15 mm , orta göbek çapı, 16.5 mm dir, parça üzerinde 90° açıyla yerleştirilmiş 4 adet, 10 mm kalınlığında, 8 mm lik çapa sahip montaj yuvaları bulunmaktadır.

Parça, pistondan gelen kuvveti iç tahrik kollarına dağıtmaktadır.

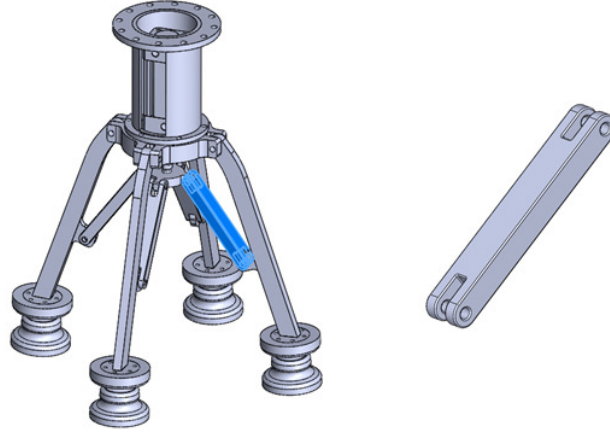


Şekil 3.11 Lastik Jant Tutucusu - Tahrik Kolu & Piston Bağlantı Parçası Tasarımı

3.3.2.6 Tahrik Kol Tasarımı

Kol uzunluğu 160 mm olup üzerinde 10 mm lik clevis menteşeler bulunmaktadır, menteşeler üzerinde 10 mm çapında bağlantı delikleri bulunmaktadır.

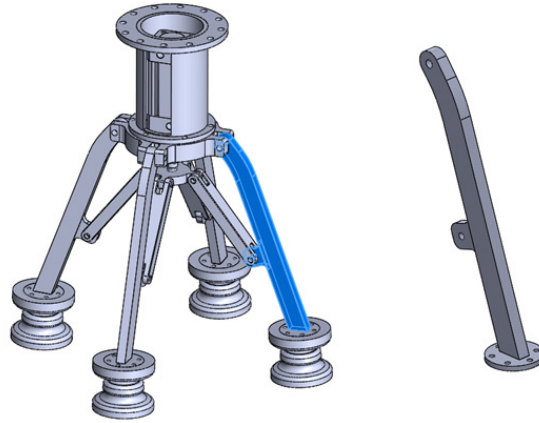
Parça, pistondan gelen hareketi taşıma kollarına aktarmaktadır.



Şekil 3.12 Lastik Jant Tutucusu - Tahrik Kol Tasarımı

3.3.2.7 Tahrik Kol Tasarımı Yakalama Çene Kol Tasarımı

Kol uzunluğu 360 mm olup, bağlantı flanşına montajı için üzerinde 10 mm lik boşaltma bulunmaktadır, kolun bağlantı kısmından 200 mm mesafede tahrik kolu bağlantısı için üzerinde 8 mm lik boşaltma bulunan kulak eklenmiştir. Alt kısımda, yakalama çene montajı için üzerine 6 adet 6.5 mm çapında boşaltma bulunan flanş eklenmiştir. Parça, lastik ve jantı yakalamak için gerekli açısal hareketi yapmaktadır.



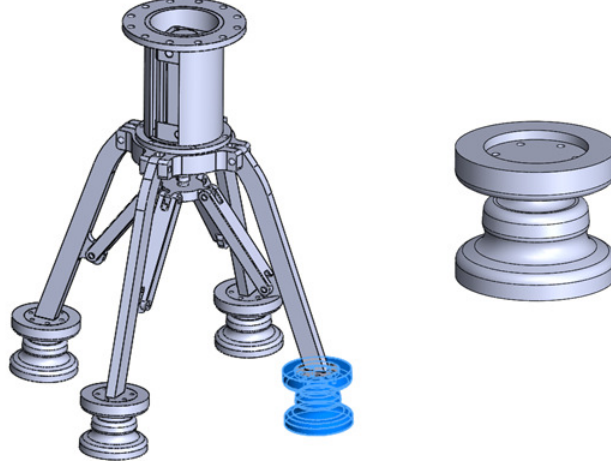
Şekil 3.13 Lastik Jant Tutucusu - Tahrik Kol Tasarımı

3.3.2.8 Tutucu Yakalama Çenesi Tasarımı

Robotun lastiği ve jantı birleştirme ekipmanına taşıyabilmesi için robotun beşinci eksenine tasarlanması planlanan tutucunun hem lastiği hem de jant yakalayabilir yetenekte olmalıdır.

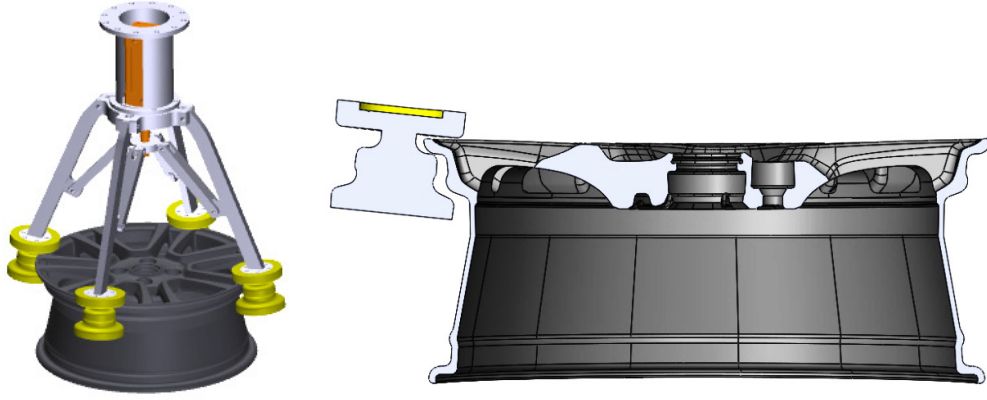
Lastik ve jant, dairesel geometride parçalar olduğundan ve taşıma sırasında, ürünün güvenli bir şekilde transfer edilebilmesi için tasarlanan tutucunun yakalama çenelerinin sayısının minimum 3 adet olması gerekmektedir.

Lastiğin, janta göre elastikiyeti daha yüksek olduğundan, taşıma sırasına lastiğin tutucudan kurtulma riskini azaltmak için, yakalama çenelerinin sayısı 4 e çıkartılmıştır. Alt çizimde yakalama çenesi genel ve detay çizim paylaşılmıştır.



Şekil 3.14 Lastik Jant Tutucusu - Tutucu Yakalama Çene Tasarımı

Yakalama çenelerinin hem lastiği hemde jantı yakalayabilmesi için jant üzerindeki lastik topuk kısmının oturduğu topuk flanşı yüzey profili, tutucu profili olarak kullanılmıştır bu profil kendi eksenini etrafında 360° süpürülerek tutucu katı modeli oluşturulmuştur, üst kısımda yakalama kolları montajlanması için 6 adet 5 mm çapında delik açılmıştır. Malzeme olarak kestamid seçilmiştir. Kestamid; dayanımı yüksek bir mühendislik plastiğidir, çelik veya alaşım malzemelerin yüzeylerine hasar vermemektedir. Alt kesit çizimde görüleceği üzere, tutucu çeneleri açılı şekilde, jantın dış flanşından yakalaması gerekmektedir, bunun sebebi jant üzerindeki sibobun, yakalama noktasına denk gelmesi durumunda tutucu tarafından kırılmasını engellemektir.



Şekil 3.15 Lastik Jant Tutucusu - Çenelerin Jantı Yakalaması

Alt kesit çizimde yakalama çenesinin, lastiği üst topuk çemberinden yakalama kesit çizimi gösterilmiştir. Yakalama çenesi üzerindeki profile lastik topuk kısmı oturarak taşıma sırasında lastiğin düşmesi engellenmiştir. Taşıma için lastiğin topuk kısmının seçilmesinin sebebi, lastik topuk kısmı içindeki çelik halatların mukavim bir yapıya sahip olmasıdır.



Şekil 3.16 Lastik Jant Tutucusu - Çenelerin Lastiği Yakalaması

3.4 Tutucu Kuvvet Hesapları

Bu başlık altında pistonun çalışma sırasında oluşturduğu kuvvetler, lastiğin ve jantın taşınması sırasında yakalama çenelerinin lastiğe ve janta uyguladığı kuvvetler hesaplanmıştır.

3.4.1 Piston Kuvvet Hesabı

Sistemde 50 mm çaplı 100 mm stroklu piston kullanılmıştır, bu pistonun itme ve çekmede oluşturduğu kuvvetler altta hesaplanmıştır.

Sistemde kullanılan piston itme işlemi sırasında, piston yüzey alanının tümü kullanılmaktadır.

Yüzey alanı Denklem 3.1 ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Piston çapı} = 50 \text{ mm} = 0.05 \text{ m}$$

$$\text{Mil çapı} = 20 \text{ mm} = 0.02 \text{ m}$$

$$P_{iya} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.05^2}{4} = 0.00196 \text{ m}^2 \quad (3.1)$$

Olarak hesaplanır, çekme işlemi sırasında piston milinin bağlandığı noktada ki yüzeye, basınç uygulanamadığından bu yüzeyin hesaplamada çıkartılması gereklidir. Bu durumda çekme işleminde kullanılan yüzey alanı [1], Denklem 3.2 ile hesaplanır.

$$p_{\text{çya}} = \frac{\pi \cdot (d_1^2 - d_2^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (0.05^2 - 0.02^2)}{4} = 0.00164 \text{ m}^2 \quad (3.2)$$

olarak hesaplanır, basınçlı hava sisteminde kullanılan basınç değeri 6 bar dır, 1 Bar basınç, 10^5 Pa eşit olduğundan,

$$\text{Basınç değeri} = 6 \text{ bar} = 600,000 \text{ N/m}^2$$

Değerine tekabül etmektedir, itme işleminde ortaya çıkan kuvvet Denklem 3.3 ile hesaplanır;

$$F_{(N)} = P_{(N/m^2)} \cdot A_{(m^2)} \quad (3.3)$$

$$p_{ik} = [600,000 \text{ N/m}^2] \times [0.00196 \text{ m}^2] = 1178.1 \text{ N} \quad (3.3)$$

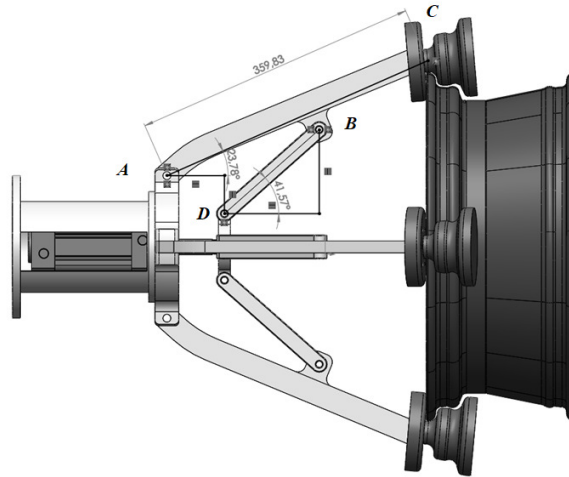
olarak hesaplanır.

Çekme işlemindeki kuvvet ise Denklem 3.4 ile hesaplanır.

$$p_{\text{çk}} = [600,000 \text{ N/m}^2] \times [0.00164 \text{ m}^2] = 989.6 \text{ N} \quad (3.4)$$

3.4.2 Jant Yakalama Prosesi Kuvvet Hesabı

Jant yakalama prosesinde, AC kolu, piston eksenine göre alt çizimde görüleceği üzere 23.78° derece açı yapmaktadır, bu durumda iç tahrik kolu piston ekseninde 41.57° açı yaptığı görülmektedir.



Şekil 3.17 Jant Taşıma Prosesi - Tutucu Geometrisi

Jantın yakalanması için pistonun çekme işleminde çalışması gerekmektedir, çekme işleminde piston 989.6 N kuvvet üretmektedir, pistonun C noktasında oluşturduğu kuvveti hesaplanması için D noktasına uygulanan kuvvet bileşenlerine ayrılması gerekmektedir.

D noktasındaki kuvvet bileşenlerine ayrıldığında;



$$F_{DB'} = 989.6 \text{ N} \times \sin 41.57 = 656.63 \text{ N} \quad (3.5)$$

$$F_{DB} = 989.6 \text{ N} \times \cos 41.57 = 740.36 \text{ N} \quad (3.6)$$

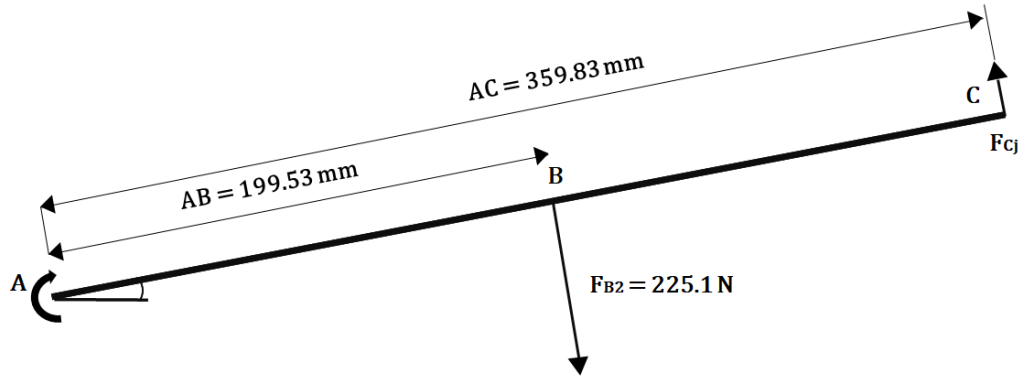
DB kolunda oluşan kuvvet Denklem 3.6 ile 740.36 N olarak hesaplanır. Bu kuvvet iç tahrik kolu tarafından iletildiği B noktasında bileşenlerine Denklem 3.7 ve 3.8 ile ayrıldığında ise;



$$F_{B1} = 740.36 \text{ N} \times \sin 72.3 = 705.3 \text{ N} \quad (3.7)$$

$$F_{B2} = 989.6 \text{ N} \times \cos 72.3 = 225.1 \text{ N} \quad (3.8)$$

FB1 kuvveti a noktasına dikey olarak etkie ettiğinden moment oluşturmaz, C noktasında oluna kuvvetin tespiti için A noktasına göre moment alınırsa;



Şekil 3.20 Jant Taşıma Prosesi - Yakalama Kolu Dış Kısım Kuvvet Analizi

B noktasındaki kuvvetin, AB uzunluğu ile çarpımı, C noktasındaki kuvvetin AC uzunluğu ile çarpımına eşit olduğundan;

$$\sum M_A = 0 \quad (3.9)$$

$$AB \times F_{B2} = AC \times F_{CJ} \quad (3.10)$$

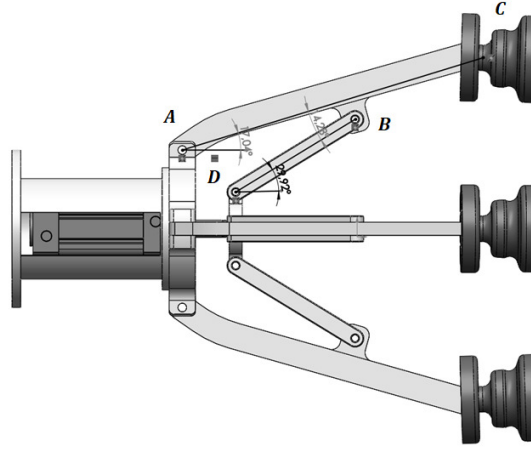
$$199.52 \times 225.1 = 359.83 \times F_{CJ} \quad (3.11)$$

$$F_{CJ} = 124.81 \text{ N}$$

olarak hesaplanır.

3.4.3 Lastik Yakalama Prosesi Kuvvet Hesabı

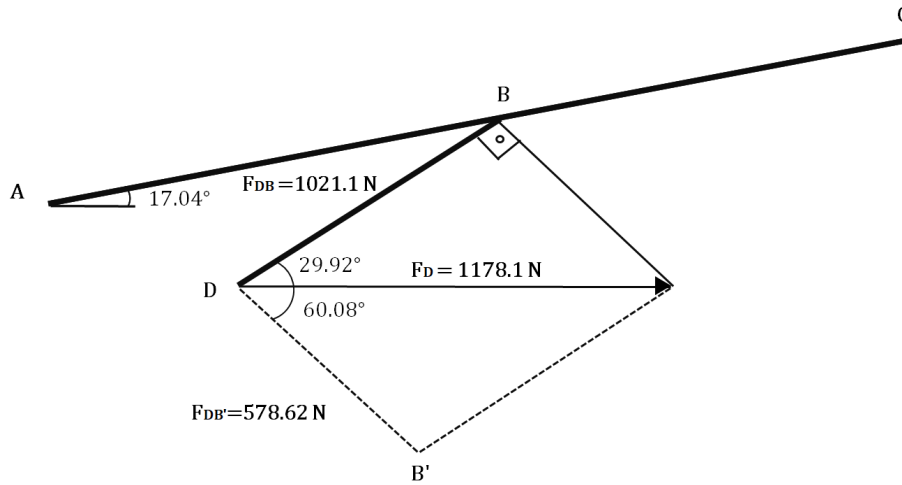
Lastik yakalama prosesinde, AC kolu, piston eksenine göre 17.04° açı yapmaktadır, bu durumda iç tahrik kolu piston ekseninde 41.57° açı yaptığı görülmektedir.



Şekil 3.21 Lastik Taşıma Prosesi - Tutucu Geometrisi

Lastiğin yakalanması için pistonun itme işleminde çalışması gerekmektedir, itme işleminde piston 1178.1 N kuvvet üretmektedir, bu kuvvetin C noktasında oluşturduğu kuvveti hesaplanması için D noktasına uygulanan kuvvet bileşenlerine ayrılması gerekmektedir.

D noktasındaki kuvvet bileşenlerine Denklem 3.12 ve 3.13 ile ayrıldığında;

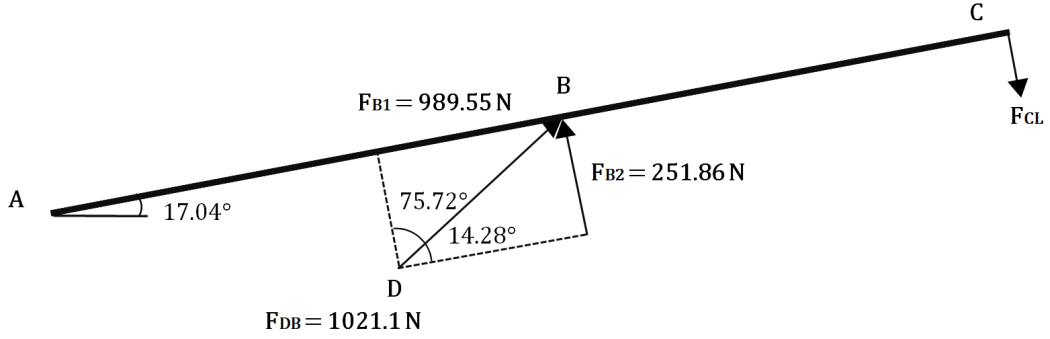


Şekil 3.22 Lastik Taşıma Prosesi - Tahrik Kolu İç Kısım Kuvvet Analizi

$$F_{DB} = 1178.1 \text{ N} \times \cos 29.92 = 1021.1 \text{ N} \quad (3.12)$$

$$F_{DB'} = 1178.1 \text{ N} \times \sin 29.92 = 578.62 \text{ N} \quad (3.13)$$

DB kolunda oluşan kuvvet 1021.1 N olarak hesaplanır. Bu kuvvet B noktasında bileşenlerine Denklem 3.14 ve 3.15 ile ayrılır.

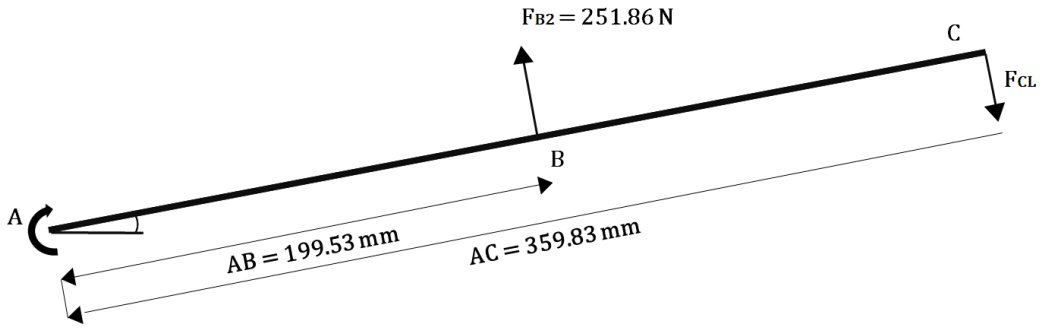


Şekil 3.23 Lastik Taşıma Prosesi - Tahrik Kolu Dış Kısım Kuvvet Analizi

$$F_{B1} = 1021.1 \text{ N} \times \sin 75.72 = 989.55 \text{ N} \quad (3.14)$$

$$F_{B2} = 1021.1 \text{ N} \times \sin 14.28 = 251.86 \text{ N} \quad (3.15)$$

FB1 kuvveti a noktasına dikey olarak etkie ettiğinden moment oluşturmaz, C noktasında oluna kuvvetin tespiti için A noktasına göre moment alınırsa;



Şekil 3.24 Lastik Taşıma - Yakalama Kolu Dış Kısım Kuvvet Analizi

B noktasındaki kuvvetin AB uzunluğu ile çarpımı, C noktasındaki kuvvetin AC uzunluğu ile çarpımına eşit olduğundan Denklem 3.16 ve 3.17'ye uzaklıklar eklenerek Denklem 3.18 hesaplandığında,

$$\sum M_A = 0 \quad (3.16)$$

$$AB \times F_{B2} = AC \times F_{CJ} \quad (3.17)$$

$$199.52 \times 251.86 = 359.83 \times F_{CL} \quad (3.18)$$

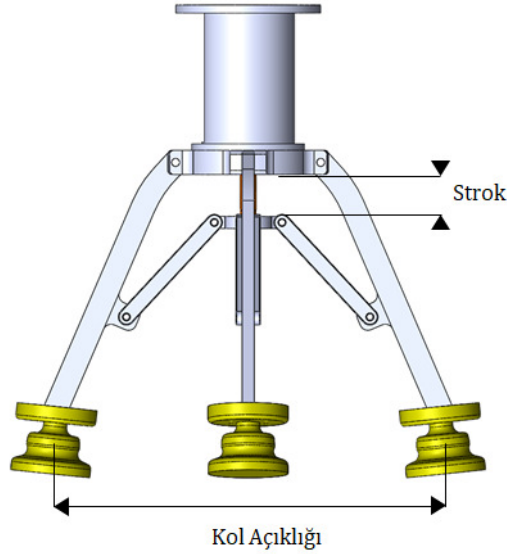
$$F_{CL} = 139.65 \text{ N}$$

olarak hesaplanır.

3.5 Tutucu Piston Strok Hesabı

Lastiğin ve jantın taşınması sırasında proses güvenliği için, pistonun bulunduğu pozisyonu doğrulaması yapılacaktır, bu doğrulama piston pozisyon sensörü ile yapılacaktır bu yüzden, tutucudan alınan ölçümlere göre, piston strok değeri ve kol açıklık değeri arasındaki ilişki Denklem 3.19 ile çıkartılmıştır, buna göre;

$$\text{Kol Açıklığı (mm)} = 5.9423 \times \text{strok (mm)} + 156.98 \text{ (mm)} \quad (3.19)$$



Şekil 3.25 Tutucu Strok & Kol Açıklığı Ölçümü

3.5.1 Jant Taşıma Prosesi Tutucu Strok Hesabı

Jantın taşınması prosesinde 15" ve 16 " jant için strok hesabı yapılmıştır, 15" jantın taşınma prosesinde kol açıklığı 410 mm, 16" jant taşıma prosesinde ise kol açıklığı 436 mm ölçülmüştür.

15" jant taşıma prosesinde;

$$\text{Kol Açıklığı} = 5.9423 \times \text{strok} + 156.98 \quad (3.19)$$

$$410 = 5.9423 \times \text{strok} + 156.98 \quad (3.20)$$

$$410 - 156.98 = 5.9423 \times \text{strok} \quad (3.21)$$

$$\frac{253.02}{5.9423} = \text{strok} \quad (3.22)$$

$$42.58 \text{ mm} = \text{strok (15" JTPS)}$$

16" jant taşıma prosesinde;

$$\text{Kol Açıklığı} = 5.9423 \times \text{strok} + 156.98 \quad (3.19)$$

$$436 = 5.9423 \times \text{strok} + 156.98 \quad (3.23)$$

$$436 - 156.98 = 5.9423 \times \text{strok} \quad (3.24)$$

$$\frac{279.02}{5.9423} = \text{strok} \quad (3.25)$$

$$46.95 \text{ mm} = \text{strok (16" JTPS)}$$

3.5.2 Lastik Taşıma Prosesi Tutucu Strok Hesabı

Lastiğin taşınması prosesinde 15" ve 16 " lastik için strok hesabı yapılmıştır, 15" lastiğin taşınma prosesinde kol açıklığı 378.92 mm, 16" jant taşıma prosesinde ise kol açıklığı 404.32 mm ölçülmüştür.

15" lastik taşıma prosesinde strok;

$$\text{Kol Açıklığı} = 5.9423 \times \text{strok} + 156.98 \quad (3.19)$$

$$378.92 = 5.9423 \times \text{strok} + 156.98 \quad (3.26)$$

$$378.92 - 156.98 = 5.9423 \times \text{strok} \quad (3.27)$$

$$\frac{221.94}{5.9423} = \text{strok} \quad (3.28)$$

$$37.35 \text{ mm} = \text{strok (15" LTPS)}$$

16" lastik taşıma prosesinde strok;

$$\text{Kol Açıklığı} = 5.9423 \times \text{strok} + 156.98 \quad (3.19)$$

$$404.32 = 5.9423 \times \text{strok} + 156.98 \quad (3.29)$$

$$404.32 - 156.98 = 5.9423 \times \text{strok} \quad (3.30)$$

$$\frac{247.34}{5.9423} = \text{strok} \quad (3.31)$$

$$41.62 \text{ mm} = \text{strok (16" LTPS)}$$

Lastiğin ve jantın taşınması sırasında piston strok değeri ebat bazında alt tabloda verilmiştir, jant taşıma sırasında 15" alaşım ve 15" çelik jant, kol açıklık değeri arasında 2 mm fark olduğundan çelik jant ölçümlerine tabloda yer verilmeyerek sadece alaşım jant ölçümleri paylaşılmıştır.

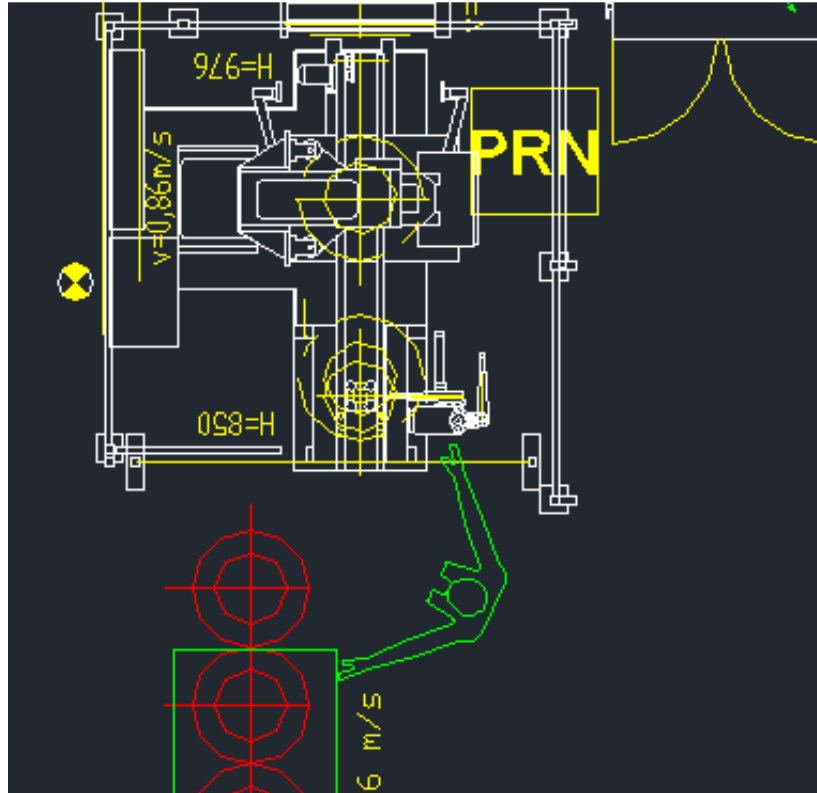
Çizelge 3.3 Lastik & Jant Taşıma Prosesi Kol Açıklık Ölçümleri

	Jant	Lastik	Fark
15"	42.58 mm	37.35 mm	5.17 mm
16"	46.95 mm	41.62 mm	5.33 mm
Fark	4.37 mm	4.27 mm	

BÖLÜM 4

ROBOT HAT ENTEGRASYONU

Lastiğin ve jantın birleştirme ekipmanına taşınması otomasyon çözümü için endüstriyel tip robot kullanımına karar verilmiştir, alt çizimde manuel operasyona ait, birleştirme ekipmanı, lastik jant besleme konveyörü ve operatör yerleşim verilmiştir.

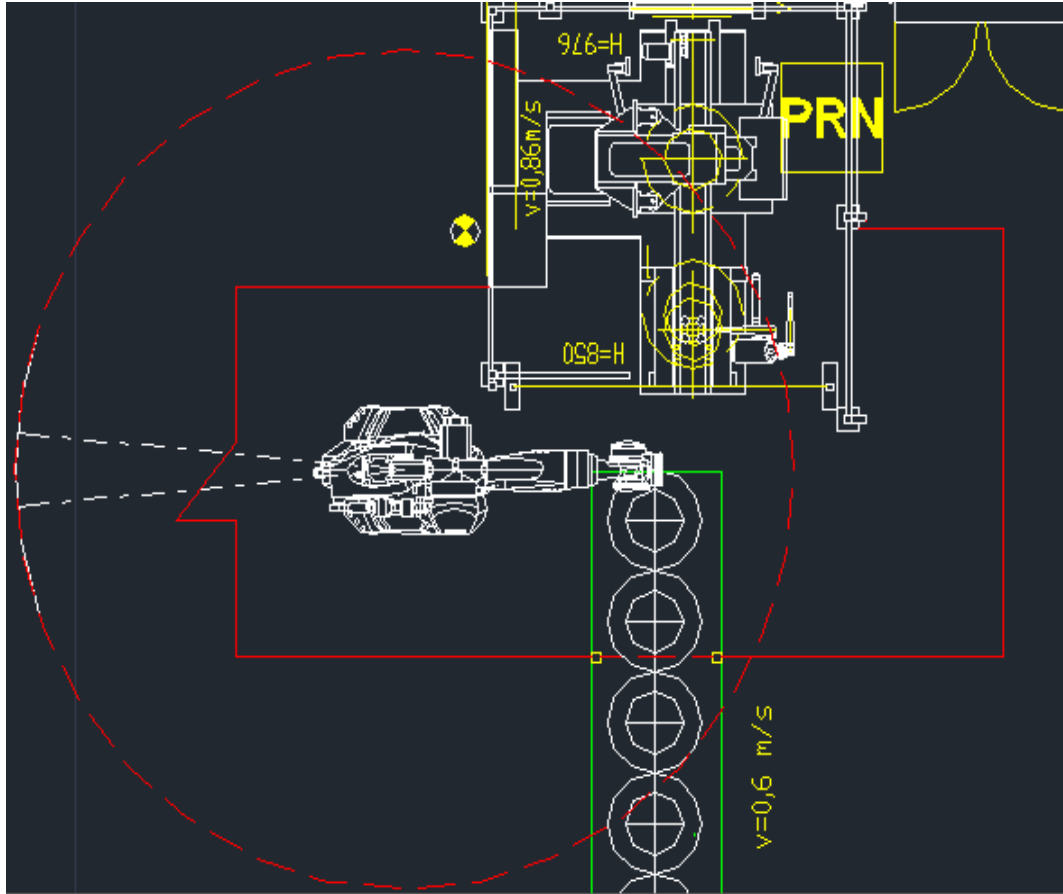


Şekil 4.1 Manuel Operasyon Hat Yerleşimi

Robot arızası yaşanması veya bakım pozisyonunda prosesin manuel olarak yapılabilmesi için robotun, operatör çalışma alanında olmaması gereklidir, bu yüzden robot, operatör çalışma

alanının karşı tarafına yerleştirilmiştir. Robotun çalışması sırasında operatöre çarpmaması için robot hücresi yapılmıştır, bu robot hücresi, tel fens ile kapatılmış robotun hareketini engellemeyen bir alandır.

Bu alana giriş yapıldığında iş kazasını engellemek amaçlı robot duruşa geçmektedir.



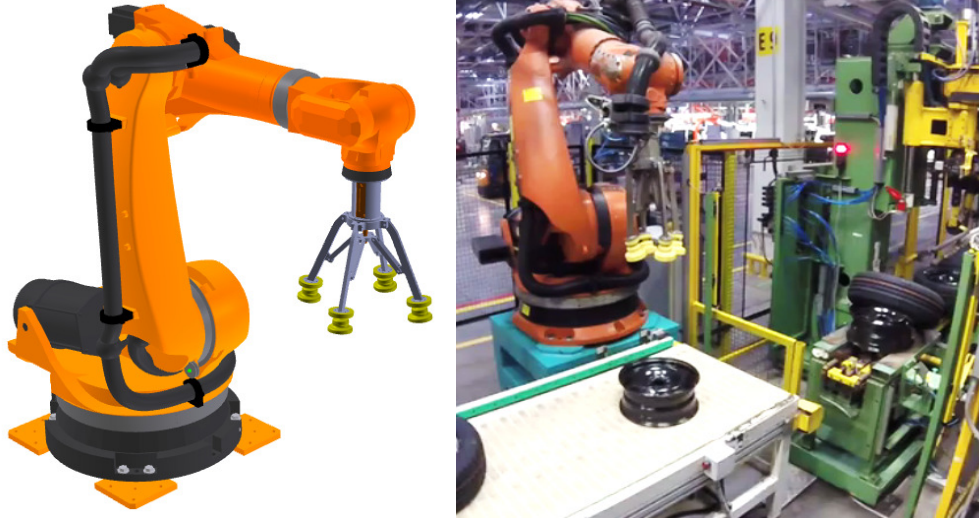
Şekil 4.2 Otomasyon Hat Yerleşimi

4.1 Robot - Tutucu Bağlantısı

Tutucu endüstriyel tip robotun 5. eksenine kovan dış flanşından, 12 adet m 10 civata ile montajlanmaktadır, tutucuya 2 tip tesisat bağlantısı yapılmıştır, bunlar;

- 24 V elektrik
- 6 Bar basınçlı hava

bağlantısıdır, 24 V besleme piston üzerindeki sensörlerin ve pnömatik piston valf adasının enerjilendirilmesi için kullanılmaktadır, 6 Bar basınçlı hava ise pistonun hareket etmesi için gerekli olan basınçlı havayı temin etmektedir.



Şekil 4.3 Robot - Tutucu Bağlantısı

4.2 Jant Taşıma Prosesi Robot Kodları

Jantın, konveyörden, birleştirme ekipmanına taşınması için robot sürücüsüne tanımlanan kodlar altta paylaşılmıştır.



Şekil 4.4 Robotik Jant Taşıma Prosesi

```

1  INI
3  PTP HOME VEL=100 % DEFAULT
5  PULSE 312 'Gripper_acma' State= True  TIME= 1 SEC
7  OUT 55 'gripper_acik_degil_alrm' State= TRUE CONT
8  WAIT FOR ( IN 135 'input' )
9  ;gripper acilmadi kontrol et
10 OUT 55 'gripper_acik_degil_alrm' State= FALSE CONT
12 PTP P2 CONT VEL= 100 % PDAT2 TOOL [1]:GRIPPER Base[0]
15 PTP P3_alma CONT VEL= 80 % PDAT3 TOOL [1]:GRIPPER Base[0]
18 WAIT TIME = 0.3 sec
20 OUT 53 'jant_yanlis_alrm' State = TRUE CONT
-----
50 WAIT TIME = 0.3 sec
51 PULSE 132 'gripper_acma' State= TRUE  TIME= 1 sec

```

53 PTP P13 Vel= 80 % PDAT13 Tool[1]: GRIPPER Base [0]
54 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= TRUE CONT
55 WAIT FOR (IN 135 'gripper_acik')
56 ;gripper acilmadi kontrol et
57 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= FALSE CONT
59 OUT 53 'jant_yanlis_alm' State= FALSE CONT
60 PTP P7 CONT Vel= 100 % PDAT7 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
63 PULSE 41 'PLC_0_JOB_RDY1' State=TRUE TIME=1 sec
66 PTP HOME Vel=100 % Default

50 WAIT TIME= 0.3 sec
51 PULSE 132 'gripper_acma' State =TRUE TIME= 1 sec
53 PTP P13 Vel= 80 % PDAT13 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
54 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= TRUE CONT
55 WAIT FOR (IN 135 'gripper_acik')
56 ;gripper acilmadi kontrol et
57 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= FALSE CONT
59 OUT 53 'jant_yanlis_alm' State= FALSE CONT
60 PTP P7 CONT Vel= 100 % PDAT7 Tool[1]: GRIPPER Base [0]
63 PULSE 41 ' PLC_0_JOB_RDY1' State= TRUE TIME= 1 sec
66 PTP HOME Vel= 100 % DEFAULT

18 WAIT TIME=0.3 sec
20 Out 53 'jant_yanlis_alm' State= TRUE CONT
21 WAIT FOR (IN 129 'jant_kontrol_1')

```

22 ;jant kontrol et

23 OUT 53 'jant_yanlis_alm' State= FALSE CONT

25 PULSE 130 'gripper_kapama' State= TRUE TIME= 1 sec

26 WAIT TIME= 0.3 sec

29 OUT 53 'jant_yanlis_alm' State= TRUE CONT

30 WAIT FOR (IN 129 'jant_kontrol_1')

31 ;jant kontrol et

32 OUT 53 'jant_yanlis_alm' State= FALSE CONT

35 PTP P4 CONT Vel=100 % PDAT4 Tool[1]: GRIPPER Base [0]

-----

38 IF I_AREA_RDY3==FALSE THEN

39 ;Area 3 not high

40 FORDMSG (1)

41 WAIT FOR I_AREA_RDY3

42 ENDIF

43 FORDMSG (0)

45 O_AREA_REL3==FALSE

47 PTP P5 CONT Vel=100 % PDAT5 Tool[1]: GRIPPER Base[0]

48 PTP P6_Birakma CONT Vel=80 % PDAT6 Tool[1]: GRIPPER Base[0]

50 WAIT TIME= 0.3 sec

51 PULSE 132 'gripper_acma' State= TRUE TIME= 1 sec

53 PTP P13 Vel=80 % PDAT13 Tool[1]: GRIPPER Base[0]

54 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= TRUE CONT

55 WAIT FOR (IN 135 'gripper_acik')

56 ;gripper acilmadi kontrol et

```

```
38 IF I_AREA_RDY3==FALSE THEN
39 ;Area 3 not high
40 FORDMSG (1)
41 WAIT FOR I_AREA_RDY3
42 ENDIF
43 FORDMSG (0)
45 O_AREA_REL3==FALSE
47 PTP P5 CONT Vel=100 % PDAT5 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
48 PTP P6_Birakma CONT Vel=80 % PDAT6 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
50 WAIT TIME= 0.3 sec
51 PULSE 132 'gripper_acma' State= TRUE TIME= 1 sec
53 PTP P13 Vel=80 % PDAT13 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
54 OUT 55 'gripper_acik_degil_alrm' State= TRUE CONT
55 WAIT FOR (IN 135 'gripper_acik')
56 ;gripper acilmadi kontrol et
```

4.3 Lastik Taşıma Prosesi Robot Kodları

Lastiğin, konveyörden, birleştirme ekipmanına taşınması için robot sürücüsüne tanımlanan kodlar altta paylaşılmıştır.



Şekil 4.5 Robotik Lastik Taşıma Prosesi

```
1  INI
3  PTP HOME VEL=100 % DEFAULT
5  PULSE 312 'Gripper_kapama' State= True  TIME= 1 SEC
7  OUT 55 'gripper_kapali_degil_alrm' State= TRUE CONT
8  WAIT FOR ( IN 135 'input' )
9  ;gripper kapali kontrol et
10 OUT 55 'gripper_kapali_degil_alrm' State= FALSE CONT
12 PTP P2 CONT VEL= 100 % PDAT2 TOOL [1]:GRIPPER Base[0]
15 PTP P3_alma CONT VEL= 80 % PDAT3 TOOL [1]:GRIPPER Base[0]
18 WAIT TIME = 0.3 sec
20 OUT 53 'Lastik_yanlis_alrm' State = TRUE CONT

-----

50 WAIT TIME = 0.3 sec
51 PULSE 132 'gripper_acma' State= TRUE  TIME= 1 sec
```

53 PTP P13 Vel= 80 % PDAT13 Tool[1]: GRIPPER Base [0]
 54 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= TRUE CONT
 55 WAIT FOR (IN 135 'gripper_acik')
 56 ;gripper acilmadi kontrol et
 57 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= FALSE CONT
 59 OUT 53 'Lastik_yanlis_alm' State= FALSE CONT
 60 PTP P7 CONT Vel= 100 % PDAT7 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
 63 PULSE 41 'PLC_0_JOB_RDY1' State=TRUE TIME=1 sec
 66 PTP HOME Vel=100 % Default

50 WAIT TIME= 0.3 sec
 51 PULSE 132 'gripper_acma' State =TRUE TIME= 1 sec
 53 PTP P13 Vel= 80 % PDAT13 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
 54 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= TRUE CONT
 55 WAIT FOR (IN 135 'gripper_acik')
 56 ;gripper acilmadi kontrol et
 57 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= FALSE CONT
 59 OUT 53 'Lastik_yanlis_alm' State= FALSE CONT
 60 PTP P7 CONT Vel= 100 % PDAT7 Tool[1]: GRIPPER Base [0]
 63 PULSE 41 'PLC_0_JOB_RDY1' State= TRUE TIME= 1 sec
 66 PTP HOME Vel= 100 % DEFAULT

18 WAIT TIME=0.3 sec
 20 Out 53 'Lastik_yanlis_alm' State= TRUE CONT
 21 WAIT FOR (IN 129 'Lastik_kontrol_1')

```

22 ;Lastik kontrol et

23 OUT 53 'Lastik_yanlis_alm' State= FALSE CONT

25 PULSE 130 'gripper_kapama' State= TRUE TIME= 1 sec

26 WAIT TIME= 0.3 sec

29 OUT 53 'Lastik_yanlis_alm' State= TRUE CONT

30 WAIT FOR (IN 129 'Lastik_kontrol_1')

31 ;Lastik kontrol et

32 OUT 53 'Lastik_yanlis_alm' State= FALSE CONT

35 PTP P4 CONT Vel=100 % PDAT4 Tool[1]: GRIPPER Base [0]

-----

38 IF I_AREA_RDY3==FALSE THEN

39 ;Area 3 not high

40 FORDMSG (1)

41 WAIT FOR I_AREA_RDY3

42 ENDIF

43 FORDMSG (0)

45 O_AREA_REL3==FALSE

47 PTP P5 CONT Vel=100 % PDAT5 Tool[1]: GRIPPER Base[0]

48 PTP P6_Birakma CONT Vel=80 % PDAT6 Tool[1]: GRIPPER Base[0]

50 WAIT TIME= 0.3 sec

51 PULSE 132 'gripper_acma' State= TRUE TIME= 1 sec

53 PTP P13 Vel=80 % PDAT13 Tool[1]: GRIPPER Base[0]

54 OUT 55 'gripper_acik_degil_alm' State= TRUE CONT

55 WAIT FOR (IN 135 'gripper_acik')

56 ;gripper acilmadi kontrol et

```

```
38 IF I_AREA_RDY3==FALSE THEN
39 ;Area 3 not high
40 FORDMSG (1)
41 WAIT FOR I_AREA_RDY3
42 ENDIF
43 FORDMSG (0)
45 O_AREA_REL3==FALSE
47 PTP P5 CONT Vel=100 % PDAT5 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
48 PTP P6_Birakma CONT Vel=80 % PDAT6 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
50 WAIT TIME= 0.3 sec
51 PULSE 132 'gripper_acma' State= TRUE TIME= 1 sec
53 PTP P13 Vel=80 % PDAT13 Tool[1]: GRIPPER Base[0]
54 OUT 55 'gripper_acik_degil_alrm' State= TRUE CONT
55 WAIT FOR (IN 135 'gripper_acik')
56 ;gripper acilmadi kontrol et
```

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Lastiğin ve jantın, birleştirme ekipmanına taşınma prosesinde, endüstriyel robot otomasyonuna geçilmesi ile birlikte proses süresinde, 1 lastik ve 1 jant için toplamda 1,6 sn kazanç sağlanmıştır.

Stepne tekerleksiz bir araç için toplamda 6,4 sn, stepne tekerleği olan araç için ise toplamda 8 sn kazanç sağlanmıştır.

Proseste yaşanan yük taşıma ergonomi problemi, proses otomasyonunun devreye alınması ile ortadan kaldırılmıştır.

Proseste yaşanan operatör kaynaklı hatalarda engellenmiştir, tasarlanan pnömatik tutucu için patent başvurusunda bulunulmuştur.

Otomasyon çözümü devreye alındıktan, yaklaşık 4 ay sonra, tutucuda kullanılan pnömatik pistonun, piston basınç yüzeyi - mil bağlantı noktasından kırılmıştır, arızaya ait fotoğraflar altta paylaşılmıştır.



Şekil 5.1 Pnömatik Piston Kırılma Yüzeyi

Kırılmanın sebebi incelendiğinde, taşıma kollarının yuvalarında aşınma sonucunda oluşan boşluğun, taşıma sırasında piston milinde eksenel yüke ek olarak radyal yük oluşturmasından kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.

Piston çalışma sırasında, piston milinin, piston yuvası içinde, eş eksenli hareket edebilmesi için;

- Kılavuzlu piston kullanılması.
- İç tahrik kollarının piston miline küresel bağlantı ile montajlanması
- İç tahrik kollarının piston miline damperli kauçuk ile montajlanması

Çözümleri uygulanabilir.



Şekil 5.2 Kılavuzlu Piston

Uygulanan otomasyon çözümünün arıza/bakım çalışmaları sırasında seri üretimi etkilememesi için hat yerleşimine uygun alan seçilmesi gereklidir.

Sonuç olarak, farklı ebatlardaki jantları ve lastikleri, birleştirme ekipmanına tek tip tutucu ile transfer edebilen otomasyon çözümü seri üretim hattında sorunsuz şekilde devreye alınmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Piston Kuvvet Hesaplama Formülleri, <http://www.ancagsan.com.tr/hesaplama.html>,
21 Mart 2016.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Ad-Soyad : Cenk ÇITAK

Doğum Tarihi ve Yeri : 24.03.1988, İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : cenkcitak@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Makine Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2019
Lisans	Makine Mühendisliği	Kocaeli Üniversitesi	2011
Lise	Fen Bilimleri	Ataşehir Anadolu Lisesi	2006

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2019	Ford Otosan	Mekanik Bakım Ekip Lideri