



**TÜBİTAK 2209-B SANAYİYE YÖNELİK
LİSANS BİTİRME TEZİ DESTEKLEME
PROGRAMI**

**6 SERBESTLİK DERECELİ, MAFSALLI ENDÜSTRİYEL ROBOT KOL
TASARIMI VE PROTOTİP ÜRETİMİ**

**KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ**

Projenin Tematik Alanı

Otomasyon Sistemleri Tematik Alanı

Robotik Teknolojileri Tematik Alanı

Proje Sorumlusu : Mehmet GÜR
Proje Sorumlusu Öğ. Num. : 2013010226034
Projeye İlgili Duyan Kurum : Eurasia Robotic – İstanbul Türkiye
Proje Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet DEMİR

İçindekiler

1.Özet...	3
2.Motivasyon.....	3
3.Problem Tanımı ve Projenin İçerdiği Yenilik Unsuru	5
4.Projede Kullanılacak Yöntem ve Metodlar	7
5.Proje İş-Zaman Planı	10
6.Sonuç.....	10
7.Tasarım ve Analiz Çıktıları	11
8.Kaynaklar	21

1.Özet

Çağımızda iş verimliliğini artırmanın yanı sıra eş ve yüksek kalitede parçalar imal etmek, ayrıca çok daha insancıl çalışma koşulları sağlamak üzere pek çok endüstri dalında robotlar devreye girmiş bulunmaktadır. Endüstriyel robotlarla ilgili olarak çok sayıda tanım yapılmış olmakla birlikte, sanayi robotunun en kapsamlı tanımı ISO 8373 standardında yapılmıştır. Bu tanıma göre endüstriyel robot; “Endüstriyel uygulamalarda kullanılan, sabit veya hareketli olabilen, üç veya daha fazla programlanabilir eksene sahip, otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir çok amaçlı manipülatördür”. Robotları diğer makinalardan ayıran anahtar sözcükler ise “yeniden programlanabilme” ve “manipülatör”dür. Manipülatör, genellikle birkaç serbestlik derecesine sahip, nesnelere tutmak ve hareket ettirmek için, eklemli ya da birbirine göre bağıl kayma hareketi yapan parça dizilerinden oluşan mekanizma olup kısaca robotun kolu, bileği, eli olarak da nitelendirilebilir.

Projede, endüstriyel uygulamalarda kullanılacak 4 eksenli robot kol tasarlanıp otomasyon sistemlerine entegre çalışabilecek şekilde programlanması ve amaç bölümünde bahsedeceğim üzere çalışma uzayındaki kayıplar azaltılarak hassas bir şekilde çalışması hedeflenmektedir.

2.Motivasyon

Bu alanda bir proje üzerinde çalışma isteğim, otomasyon sistemleri üzerinde çalışmış, staj yapmış olmam ve bu sistemlere ilgimin fazla olmasıdır. Lisansımı bitirmekte olduğum günlerde bitirme tezi ve projem kapsamında bu sistemleri derinlemesine irdeleyip, daha verimli çalışması için yeni tasarımlar geliştirmek istemekteyim.

Projede istenilen sonuçlar başarılı bir şekilde elde edildiği takdirde çalışma uzayı artırılan bir robot koldan alınan veriminde doğru oranda artacağı aşikardır. Elde edilen sonucu özetlemek gerekirse boynumuzu 360 derece döndürdüğümüzü ve böyle bir durumun bize neler kazandırabileceklerini düşünelim.Evet bahsettiğim tam olarak bu ne kadar geniş bir alana hakim olursak bizim için hayat o kadar kolay olacaktır.Verdiğim bu örnek robot kolu kullanacak olan bir fabrika için de aynı şeyi ifade edecektir.

Eurasia Robotic

İstanbul merkezli olarak İkitelli Organize Sanayi bölgesinde kurulmuştur. Plastik enjeksiyon sanayine yönelik özel otomasyon sistemleri ile kalıp içi etiketleme (In Mould Labelling) robotları üretmektedir.

Robotik sistemlerde; tasarım, imalat süreci, mekanik montaj, elektrik-pnömatik montaj, yazılım ve test işlemleri EURASIA ROBOTIC tarafından kendi üretim tesislerinde yapılmaktadır. Bunlara bir bütün olarak müşterilerine yerinde kurulum Eurasia Robotic'in yüksek donanımlı teknisyenleri tarafından yapılmaktadır.

Firma bahsettiğim üzere IML robotları üretmektedir. Bu robotlar plastik enjeksiyon makinelerinin içerisine plastik kutunun (Gıda,Boya vs maddeler için kullanılan kutular) etiketini bırakır ve plastik kutu üretildikten sonra enjeksiyonun içerisine tekrar girip kutuyu alıp konveyör bandına yerleştiren cihazdır.

Prototiplenen robot koldan istenen sonuçlar alındığında aynı sistem uygulanarak endüstri çalışma şartlarına uygun bir robot kol üretildiği takdirde çoğu sektörde kullanılabilir bir projedir. Bu sektör ve çalışabileceği işler için örnek verilmesi gerekirse;

Otomotiv sektöründe;

Boya, kaynak, kalite kontrol vs.

Elektronik sanayide;

Montaj, kalite kontrol, boya, nakliye, paketleme vs.

Gıda sanayide;

Üretim, paketleme, nakliye, etiketleme vs.

Sektörler ve çalışma ortamları artırılarak devam edebilir.

Kullanılacak Malzemeler

Endüstriyel Robot Kolun Gövde Malzemeleri

- | | | |
|--------------------------------------|-------|----|
| • 3D Yazıcı Baskıları | :1000 | TL |
| • Akrilik boya, fırça, aseton | :100 | TL |
| • Somun, civata,pul vs | :100 | TL |
| • 3 Metre kayış | :60 | TL |
| • 10x1000x1000 Kontraplak | :100 | TL |
| • Yay seti | :100 | TL |
| • 5 x Kasnak | :100 | TL |
| • Yapıştırıcılar , Silikon Tabancası | :60 | TL |
| • 60zz Rulman x 20 | :60 | TL |

• M8 krom kaplı indüksiyonlu mil (3m)	:60	TL
• Tane bilya X 60	:120	TL

Elektromekanik malzemeler

• Step Motor x 5	:750	TL
• Servo Motor x 2	:50	TL

Elektronik Malzemeler

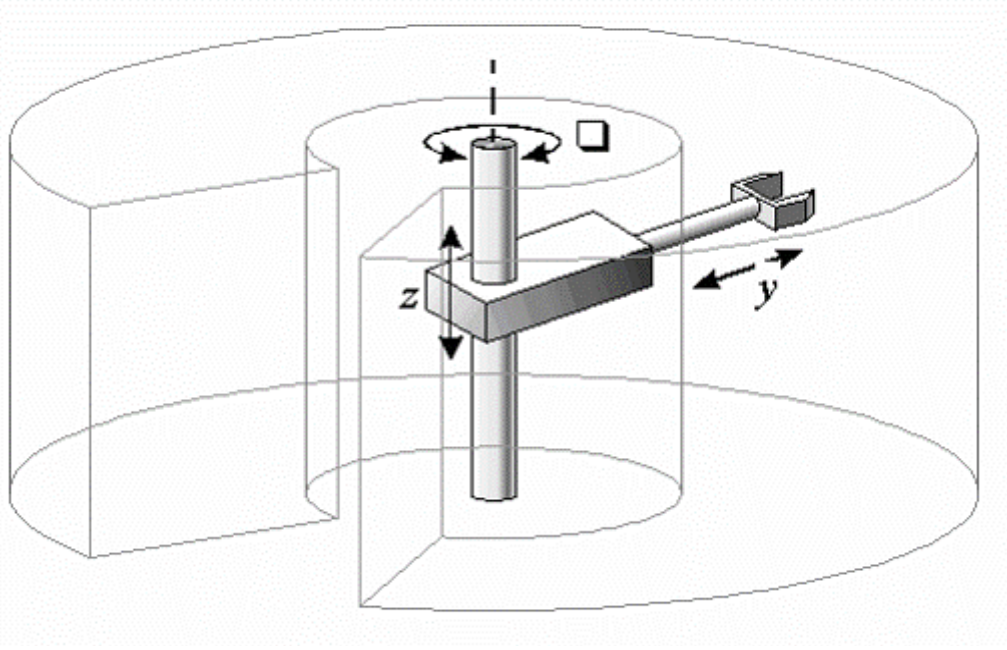
• Arduino Mega 2560 R3	:200	TL
• Motor Sürücü Elemanları x 5	:100	TL
• 12V 20 A Güç Kaynağı	:100	TL
• 7 inch Nextion HMI Dokunmatik TFT lcd Ekran	:400	TL
• Baskı Devre Malzemeleri	:100	TL
• Bağlantı Kabloları (20m)	:40	TL
• 12v 0.4A 120x120 Fan X 2	:50	TL
• Jumper Kablo Seti	:50	TL
• Kitap Giderleri	:300	TL

Toplam :4000 TL

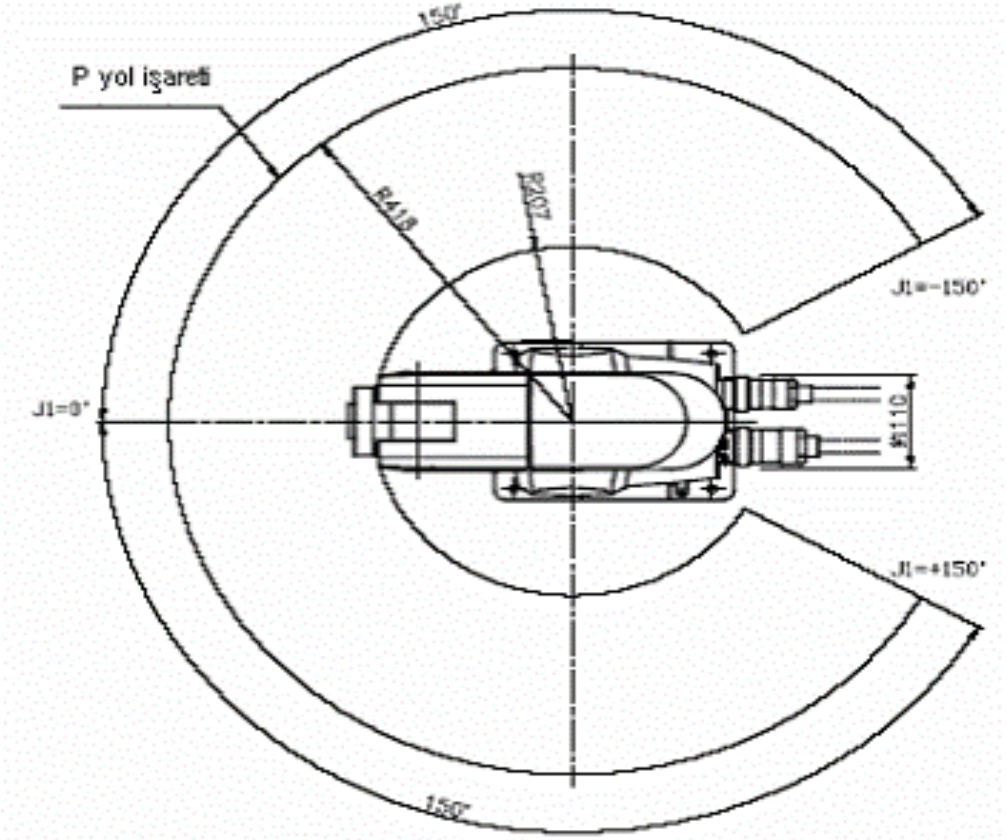
3.Problem Tanımı ve Projenin İçerdiği Yenilik Unsuru

Endüstriyel robotlar genel olarak zemine sabit bir gövde üzerinde motorlar aracılığı ile eksenel hareketlerini gerçekleştiren bir makinedir. Bu makinelerde manipülatörlerin geniş bir çalışma uzayına sahip olması istenmektedir. Günümüz sanayisinde kullanılan endüstriyel robotlarda ise bu çalışma uzayı %100 verimli bir şekilde kullanılamamaktadır.

Verimli kullanılamamasındaki nedenlerden birisi robot kolun bağlı olduğu , dönerek çevresel hareketin gerçekleştirildiği omuz olarak da ifade edilen bölümün 360 derecelik açıda dönmemesidir.Bu sorundan kaynaklı olarak robot kol uzayına dahil olabilecek olan bir alan robot kol tarafından kör nokta olarak algılanır ve çalışma alanı daralarak verimden kayıp oluşmaktadır.



Şekil 1.



Şekil 2.

Şekil 1. ve Şekil 2.' de farklı çalışma tiplerine sahip iki endüstriyel robot kolun çalışma uzayları görülmektedir. Bu iki robot kolda göze çarpan ilk ortak nokta çalışma uzaylarındaki kayıptır. Şekil 2.' de ki kayıp, çevresel hareketinde 60 derece olarak görülmektedir.

Projenin içerdiği yenilik ve bu proje üzerinde ki çalışma amacım endüstriyel robot kollarda meydana gelen bu kaybın ortadan kaldırılmasıdır. Yeni kullanılacak olan sistem ile robot koldan maksimum verim alınması hedeflenmektedir.

Uygulanmak istenen bu yenilikler başarı ile sisteme entegre edildiği takdirde. İyileştirilmiş bu yeni sistem ile Ulusal düzeyde bir başarı yakalanacaktır. Başarı ile prototipleme işlemi gerçekleştirilen Robot kolun daha büyük çaplarda yerli olarak üretilmesi için gerekli destek ve ar-ge ortamı sağlandığı takdirde Uluslararası düzeyde ses getirecek bir proje olacaktır.

4. Projede Kullanılacak Yöntem ve Metodlar

Proje fikrinin uygulanabilmesi için öncelikle mekanik olarak yeni tasarımlar gerekmektedir. Omuz olarak bahsettiğim bölümde yeni tasarımlar geliştirilerek hareket alanındaki kısıtlamanın ortadan kaldırılması hedeflenmektedir.

Tasarımdaki iyileştirmenin ardından bir diğer sorun olarak karşımıza motorlar ve kontrol kartının haberleşmesi için kullanılan kablolar çıkmaktadır. Her bir manipülatörün birbirinden bağımsız hareketini gerçekleştirdiği bu sistemde kablolardan dolayı kolların yaptığı yönelimler de kısıtlanmaktadır. Bu bağlantı ve haberleşme için yeni metodlar geliştirilerek diğer uzuvların hareketlerinde de iyileştirmeler yapılması hedeflenmektedir.

Robot kolun tasarım ve simülasyonları katı modelleme programı olan Solidworks yardımı ile gerçekleştirilecektir. Gerekli tüm analizler yapıldıktan sonra robot kolun prototiplenmesi için 3 boyutlu yazıcı kullanılacaktır. Çıktısı alınan parçalar çeşitli montajlama ekipmanları ile (somun, cıvata, rulman, mil vb) şase toplanıp robot kol bir araya getirilecektir.

Manipülatörlerin hareketini sağlamak için step motor kullanılacaktır. Step motor kullanılmak istenmesindeki sebeplerden bahsetmek gerekirse;

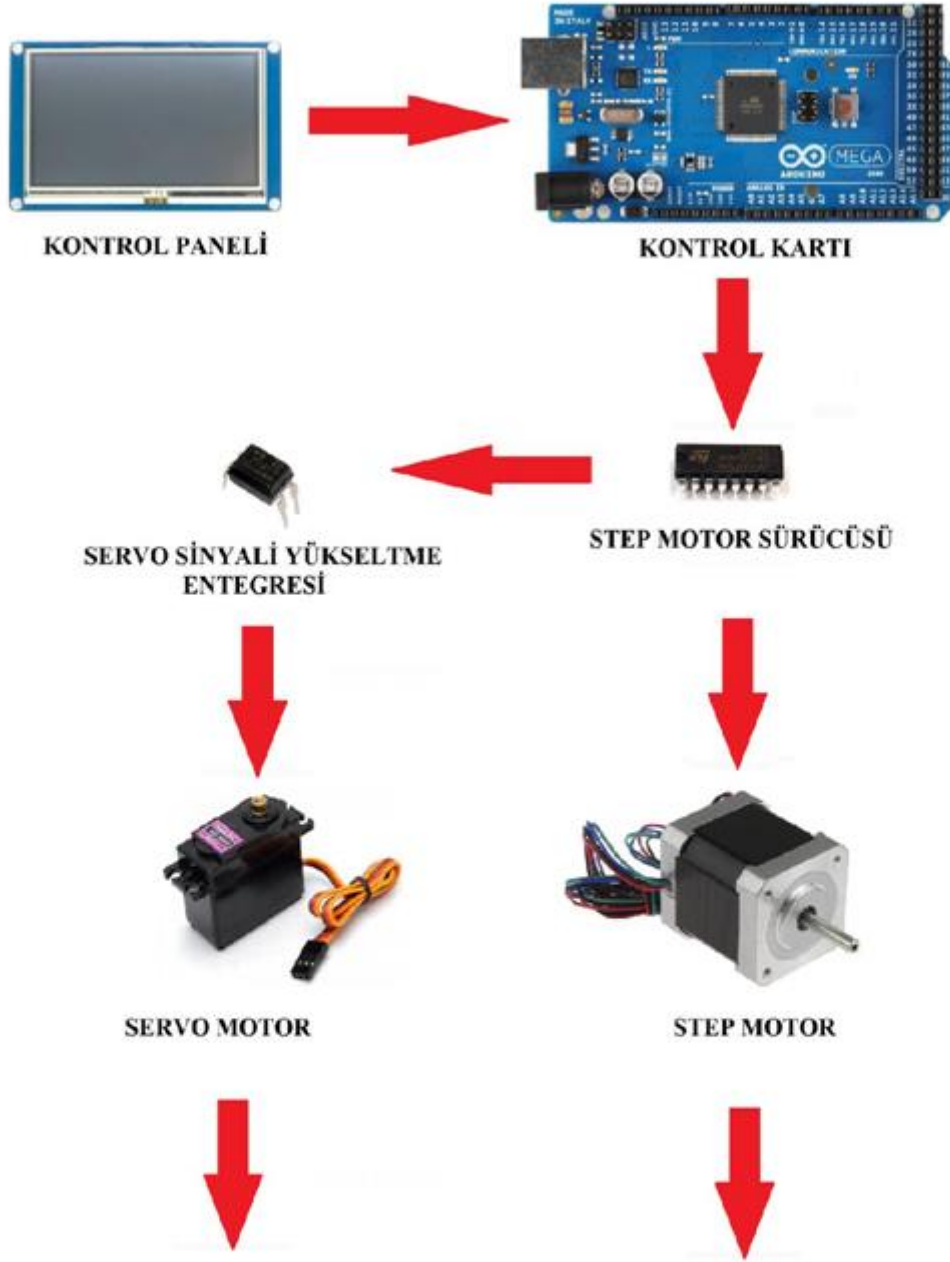
- Adımlarındaki hata sayısı düşüktür ve bir adımdaki hata diğer adımdaki hatayı etkilememektedir.
- Motorlar durmak, yön değiştirmek ve harekete başlamak için gönderilen sinyallere çabuk cevap vermektedir.
- Motorların hareketlerinde konum hatası yoktur
- Hem DC hem de Servo motor gibi kullanılabilir.

Robot kolun programlanması için Atmel Atmega2560 mikro denetleyicisi, step motorların sürülebilmesi içinde A4988 entegresi ve devre elemanları kullanılacaktır. Atmel Atmega2560 mikro işlemcisi programlanıp üretilen PWM sinyalleri motorlara gönderilerek manipulatörlerin hareketi sağlanacaktır. Bu programlama ile robot kolun istenilen açılarda hareketini gerçekleştirip verilen görevi hassasiyeti yüksek bir şekilde gerçekleştirmesi hedeflenmektedir.

Robot kolun kontrolü ve diğer işlemlerini gerçekleştirmesi için HMI Dokunmatik TFT LCD ekran kullanılarak bir arayüz tasarlanacaktır. Arayüzün bulunduğu konsolun sisteme katacağı avantaj, herhangi bir operatörün hızlı bir şekilde robotu kullanmayı öğrenebilecek olması ve gerekli girdileri bu ekrandan yapabilecek olmasıdır.

Robot kolun hareket uzayı içerisinde bir çalışma senaryosu oluşturulacak. Oluşturulan bu senaryo ile robot kol bir otomasyon sistemi gibi davranırılıp aynı işi herhangi bir komut verilmediği sürece tekrar ettirilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma robotun kinematik denklemleri çıkartılarak gerçekleştirilecektir.

Malzemelerin Şekil 3.'de gösterilen devre şemasına göre çalışma prensibi şöyledir: Robotun kontrol ünitesi olan HMI Dokunmatik TFT ekran programlanır ve kontrol ara yüzü oluşturulur. Bu kontrol ünitesinin kontrol kartı ile olan bağlantısı aracılığı ile haberleşme gerçekleşir. Kontrol kartına bağlantısı yapılan Pcb kart üzerinde motor sürücü devreleri bulunmaktadır. Bu devreden motorlara bağlantılar yapılır. Step motorlar manipulatörlerdeki hareket için servo motor ise gripperin açılıp kapanması için kullanılacaktır. Ana program kontrol kartında işlenmektedir. Kontrol ünitesinden (HMI Dokunmatik ekran) verilen komutlar seri haberleşme ile kontrol kartına iletilir ve motorların bağlı olduğu manipulatörler çalışma uzayını %100 verimle kullanarak hareketlerini gerçekleştirmiş olur.



6 EKSENLİ ENDÜSTRİYEL ROBOT KOL

Şekil 3. Sistemin Çalışma Şeması

5. Proje İş-Zaman Planı

Görev Aşaması	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süreç (Gün)
Tasarım ve Analiz	31.10.2017	31.12.2017	62
Malzeme Temini	01.01.2018	31.01.2018	31
İmalat ve Montaj	01.02.2018	31.03.2018	59
Elektronik Montaj ve Programlama	01.04.2018	31.05.2018	61
Testler	01.06.2018	30.06.2018	30
Proje Çıktılarının Değerlendirilmesi	01.07.2018	22.07.2018	22

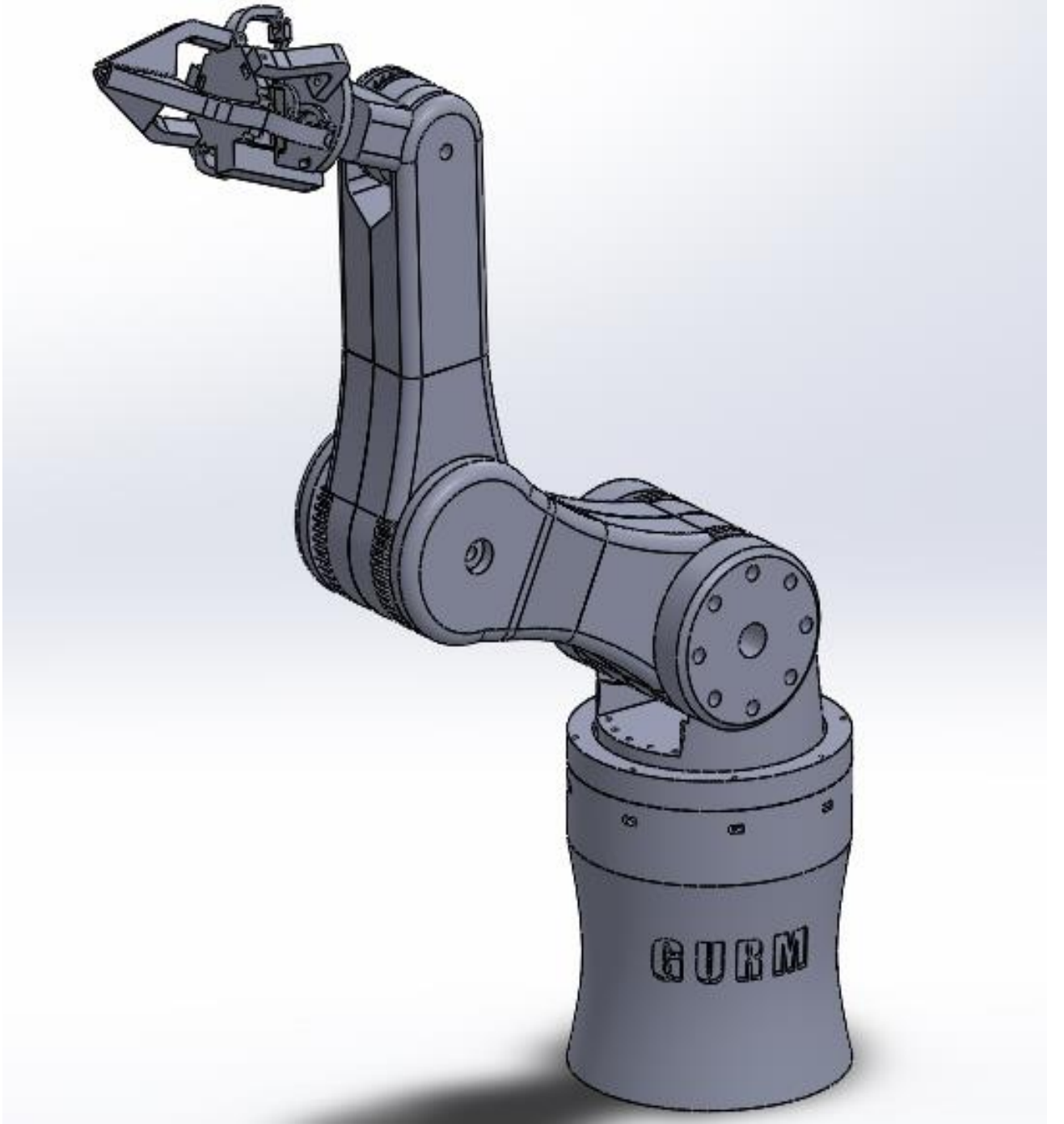
6. Sonuç

Sanayi teknolojileri üzerinde adım adım ilerlemekte olan ülkemizin sadece belirli sektörlerde değil her sektör de söz sahibi bir ülke olması gerektiğinin bilincindeyiz. Dünyada Endüstri 4.0 devrimi yaşanmakta olup bu sektörde belirli firmaların ürettiği Robot Kollar kullanılmaktadır. Bu firmalardan başlıcaları Kuka , Fanuc, Yaskawa, ABB gibi şirketlerdir. Üretimde kalite, hız, güvenlik gibi faktörlerin artırılması için ülkemizde de robotik sistemlerin üzerinde çalışmalara daha fazla ağırlık verilmeli ve uygulama yelpazesinin genişletilmesi gerekmektedir.

18. ve 19. Yüzyıllarda Avrupa'nın buhar gücünün sanayide kullanmasıyla bir sanayi devrimi yaşanmış ve buhar ile çalışan makineler, makineleşmiş endüstriyi doğurmuştur. Sanayide yaşanan bu devrim ile teknolojinin ve üretimin kalbi Avrupa ve bu teknolojiyi kullanan ülkeler olmuştur. Bahsetmiş olduğum bu tarihi olaya benzer sıçrayışları içinde bulunduğumuz anda dünyamız her gün farklı sektörlerde yaşamaktadır. Bizim yapmamız gereken ise dünyadan uzak kalmayıp teknolojileri takip edip, onlar üzerine çalışıp, iyileştirmelerde bulunup dünya piyasasına sunmaktır.

Projede yerli olarak tasarlanıp üretilmek istenen sistem, kendi kategorisindeki robot kollardan çalışma alanı ve hareket kabiliyeti olarak üstün olması hedeflenmektedir. Çalışma uzayı arttırılmış sistemi, çalışılan bir işteki işçi/çalışan sayısını arttırmak olarak ifade edebiliriz. Bu şekilde üretilen robot kolu kullanan firmada iş gücü, verim ve üretim hızı artacaktır.

Üretilen prototip ile araştırma-geliştirme süreci devam ettirilecek ve bu alanda yerli imkanlarla gelişen teknoloji ile endüstri de olduğundan daha fazla söz sahibi bir Türkiye'ye zemin oluşturulacaktır

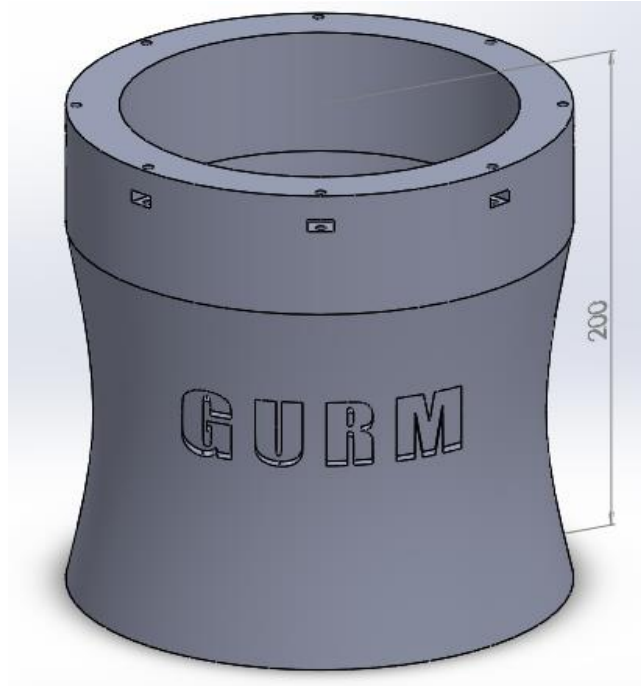


TASARIM MONTAJ GÖRÜNTÜSÜ

Robot Kol Parçaları İşlev ve Görünüřleri

1.Base

Bu bölüm robot kolun gövdesi olarak da isimlendirebileceğimiz zemine sabit olup manipülatörlerin bu gövde üzerinde hareketini gerçekleştireceği, içerisine programlama kartı, güç kaynağı ve diğer ekipmanların muhafaza edileceği bölümdür.

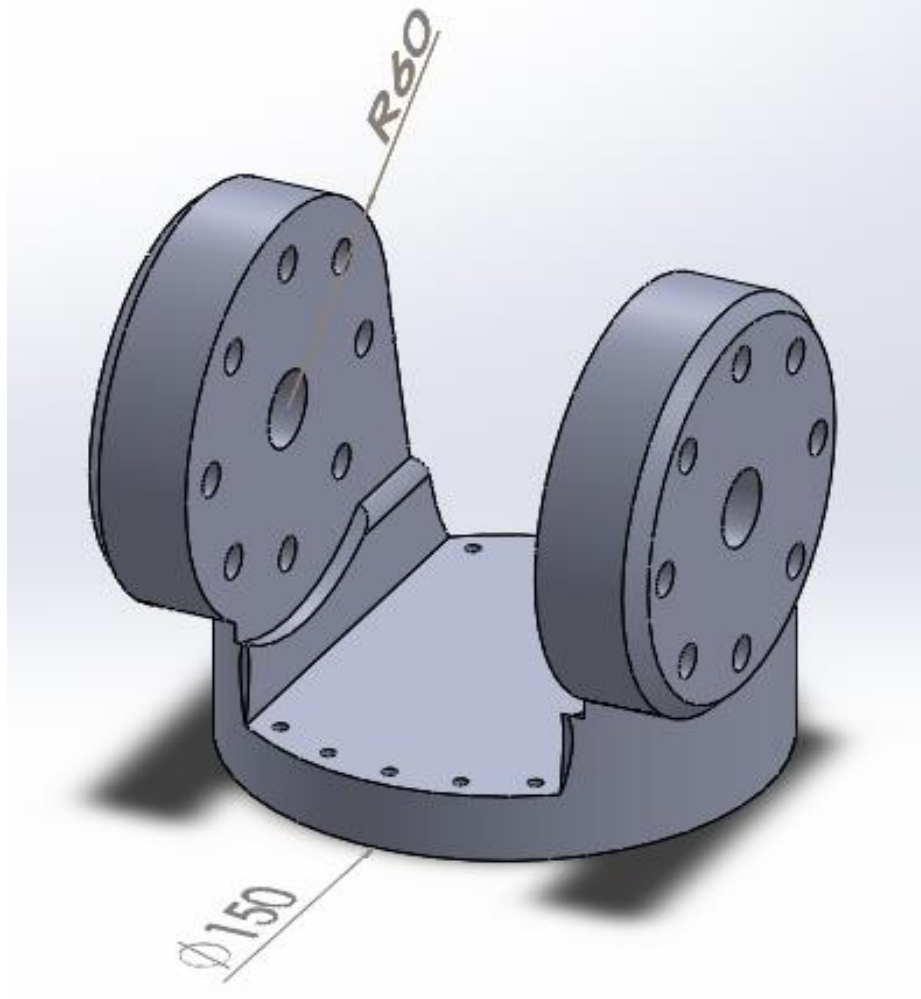


2.Omuz

Bu bölüm robot kolun gövdesine bağlı olarak hareketini gerçekleştirecek olan ilk eksenidir. Projenin amaçlarında birisi çalışma alanını arttırmaktı ve bu iyileştirmeyi omuz kısmında yapılacak olan hareket ile çalışma uzayını 360 derecelik bir alana çıkartılacaktır.

Omuz hareketini gövde kısmına bağlı olan bir motordan tahrik olarak omuz kısmına ek tasarlanmış parçaya (İç dişli) gücü aktarması ile hareketinin gerçekleştirmesi beklenmektedir.

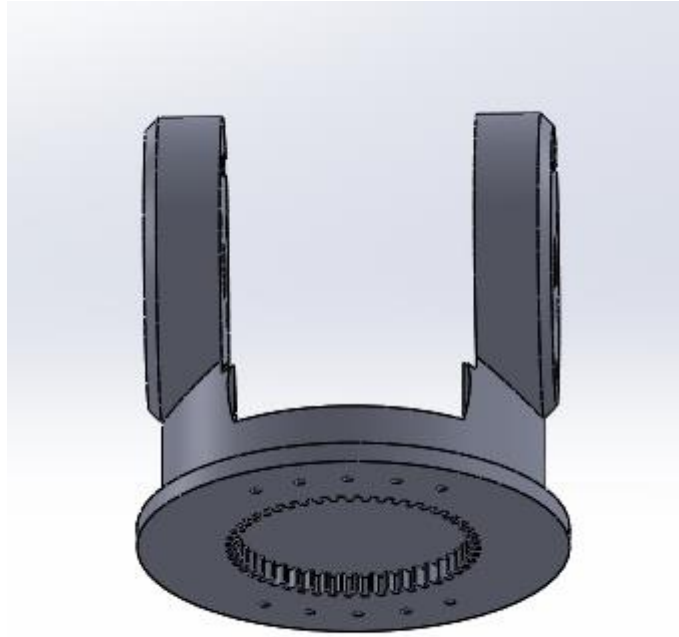
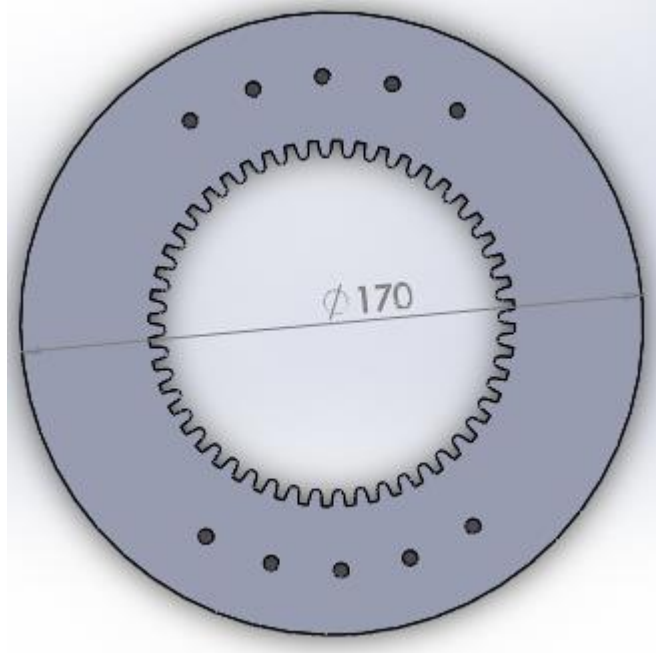
Omuz kısmına ek 2 motor bağlanacaktır bu motorlar Manipülatör 1 in hareketini gerçekleştirmesini sağlayacaktır. Bađlanacak olan Step motorların ölçüleri değişiklik göstereceğinden yuvaları açılmamıştır.



3.İç Dişli

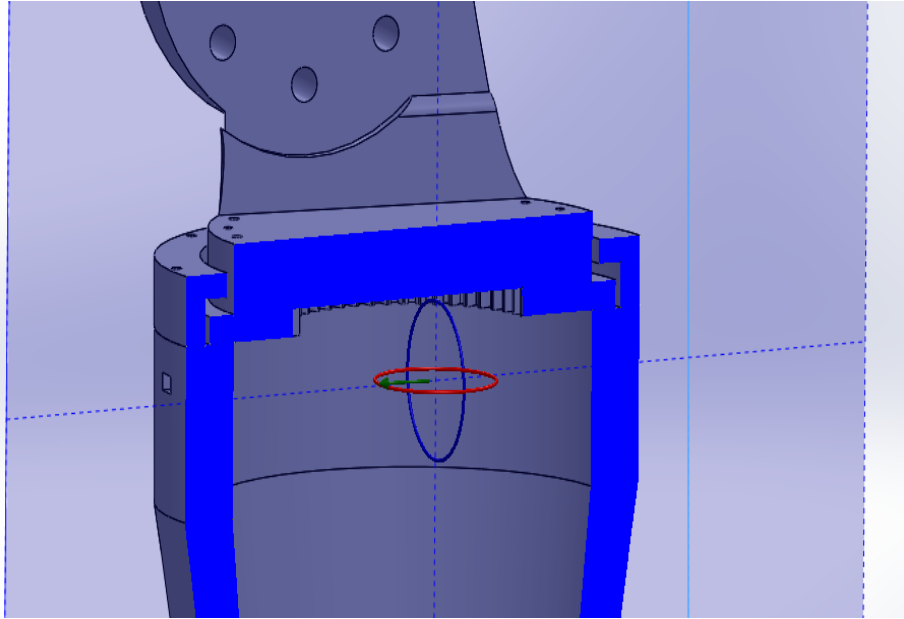
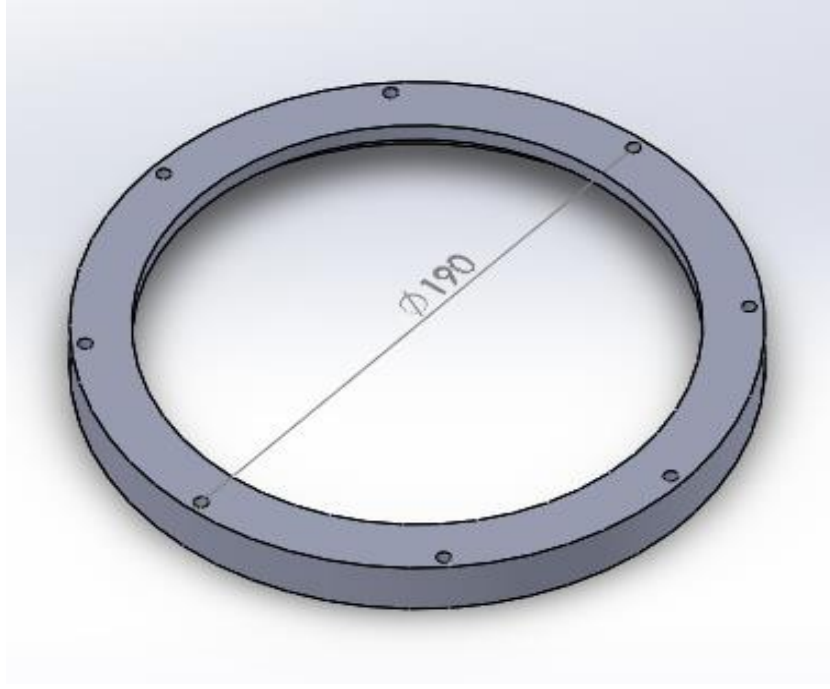
İç dişli omuza monte edilerek gövdeye bağlı olan motordan tahrik alacak ve gücü Omuza aktarır hareketi gerçekleştirecek olan parçadır.

Parçaların montajı 10 adet metrik 4x40 vida ve somunlar ile yapılacaktır.



4.Omuz Dişli Kapak

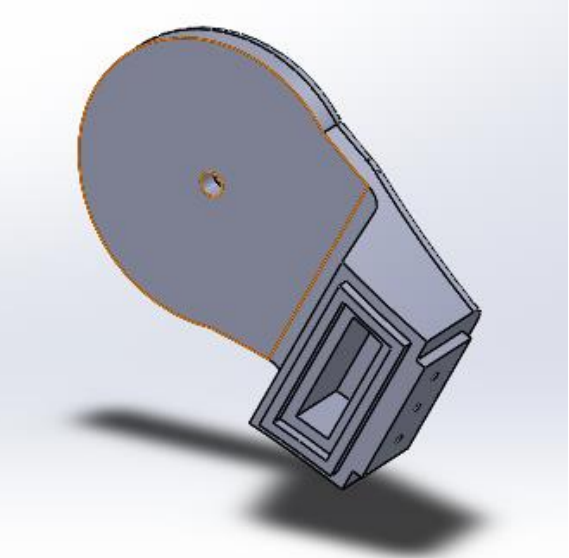
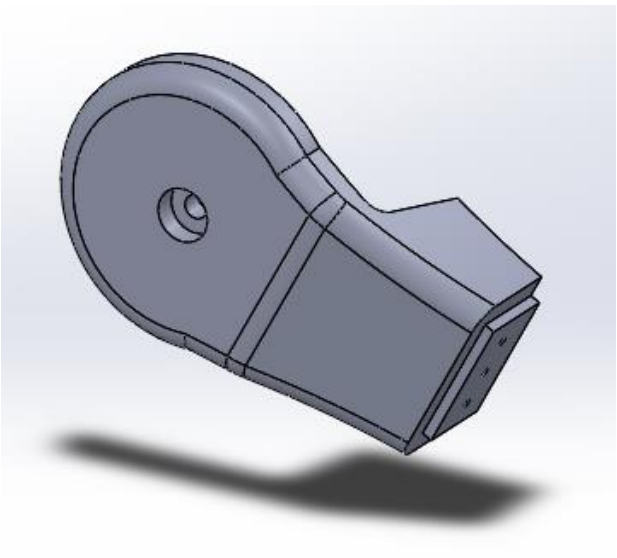
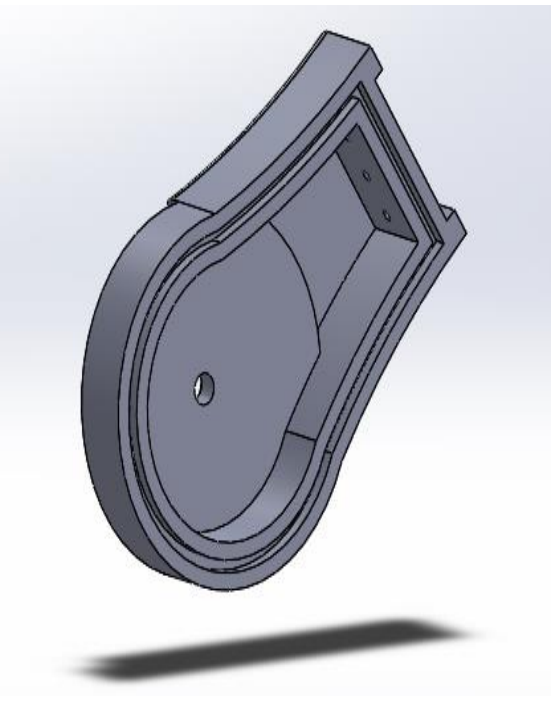
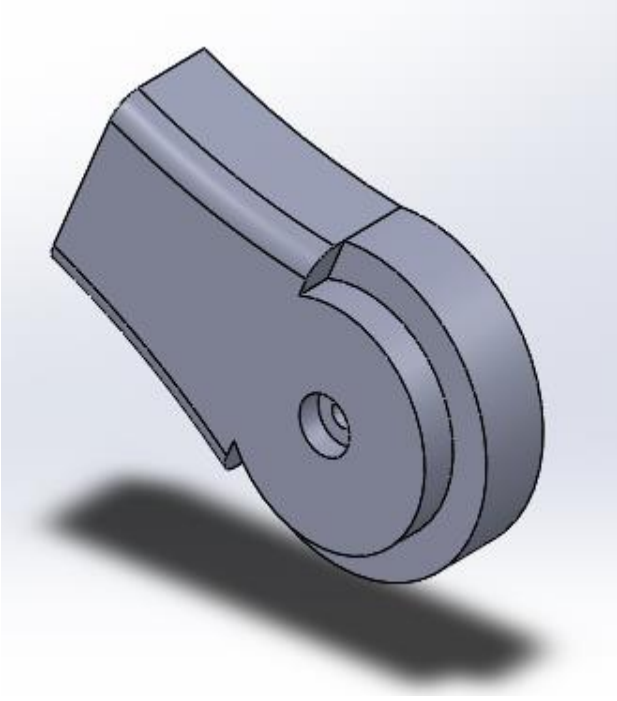
Bu kapak yardımı ile omuza monte edilen dişliyi gövde üzerinde bulunan rulman bilyeleri üzerine oturtup sabitleme işlemi gerçekleştirilecektir.

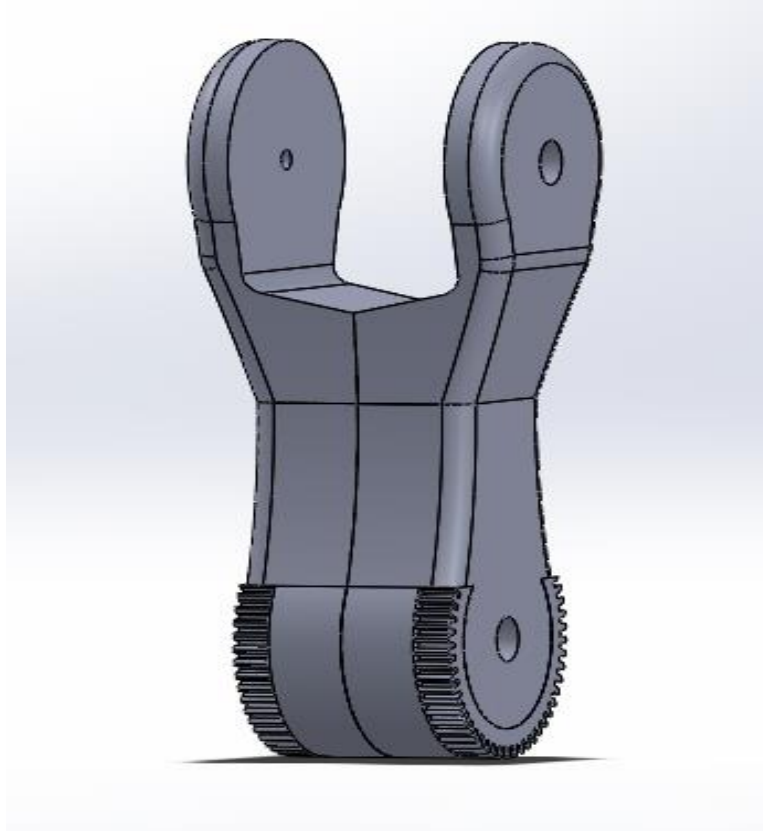


Montaj Kesit Görüntüsü

5. 1. Manipülâtör

Bu bölüm 6 adet parçanın montajı ile oluşmaktadır. 2 taraftan motor ile hareketini gerçekleştirmektedir. Bu hareket dişli kasnak sistemi ile sağlanmaktadır. Motor olarak yine Step motor kullanılacaktır. Kolun iki ucu arası ölçüsü 360 mm dir.

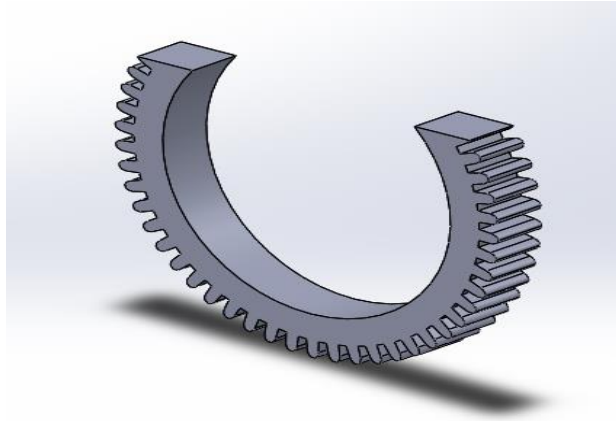




Montaj Görüntüsü

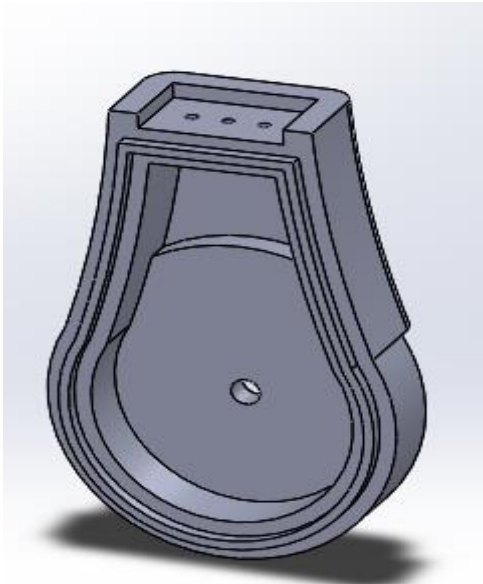
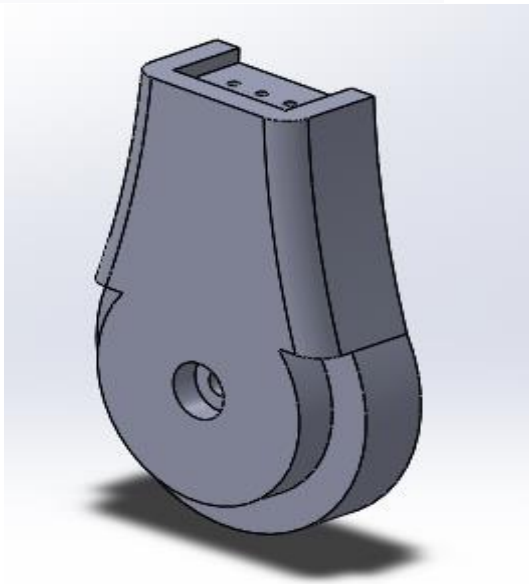
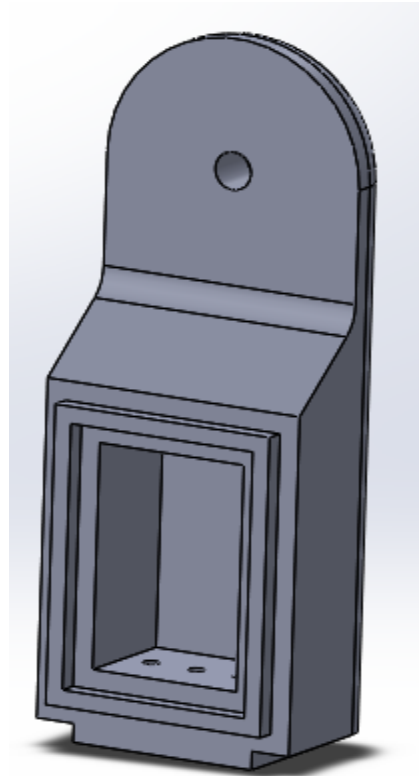
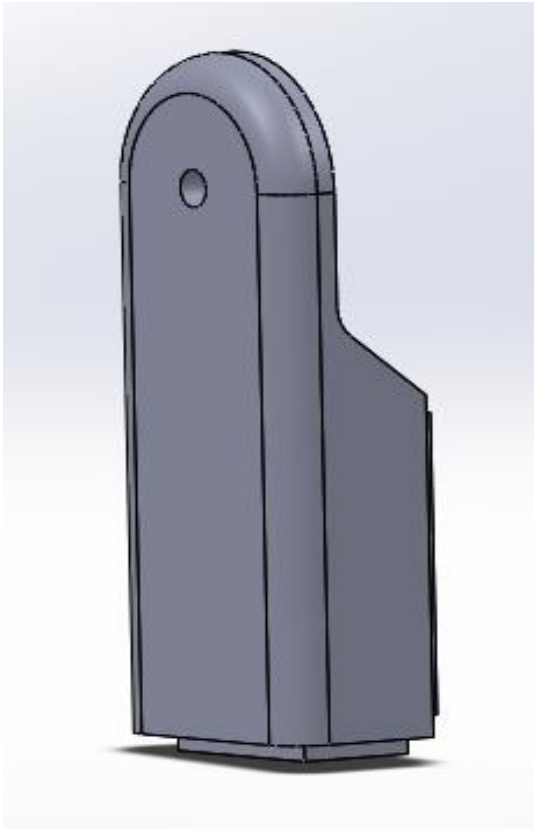
6.Dişli (Gear)

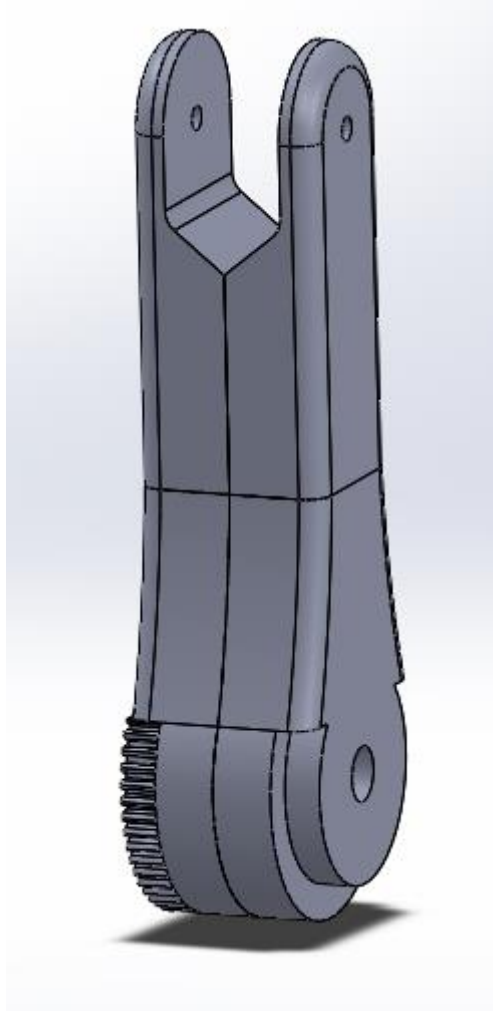
Motorlardan alınan gücü manipülatörlere aktarmak için kullanılan ara elemandır.



7. 2. Manipülâtör

Bu bölüm 5 adet parçanın montajı ile oluşmaktadır.1 taraftan motor ile hareketini gerçekleştirmektedir. Bu hareket dişli kasa sistemi ile sağlanmaktadır. Motor olarak yine Step motor kullanılacaktır. Kolun iki ucu arası ölçüsü 312,5 mm dir.



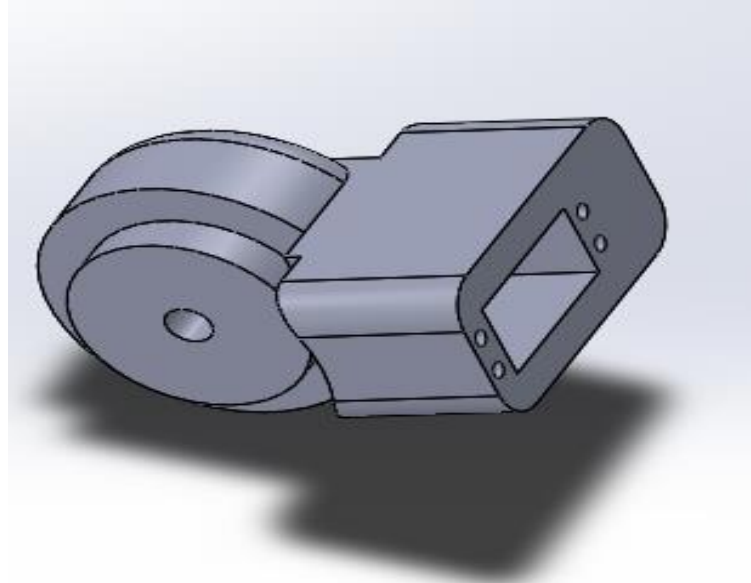


Montaj Görüntüsü

7.3. Manipülâtör

Bu bölüm dişli ve şase olmak üzere iki bölümden oluşur. Kullanılacak olan Gripper' ın (Uç İşlevcisi) sabitleneceği bölümdür. Yapısı ve tasarımında dolayı çeşitli gripper ların robot kolda kullanılmasına izin verir. Hareketini Step motor ile gerçekleştirir.

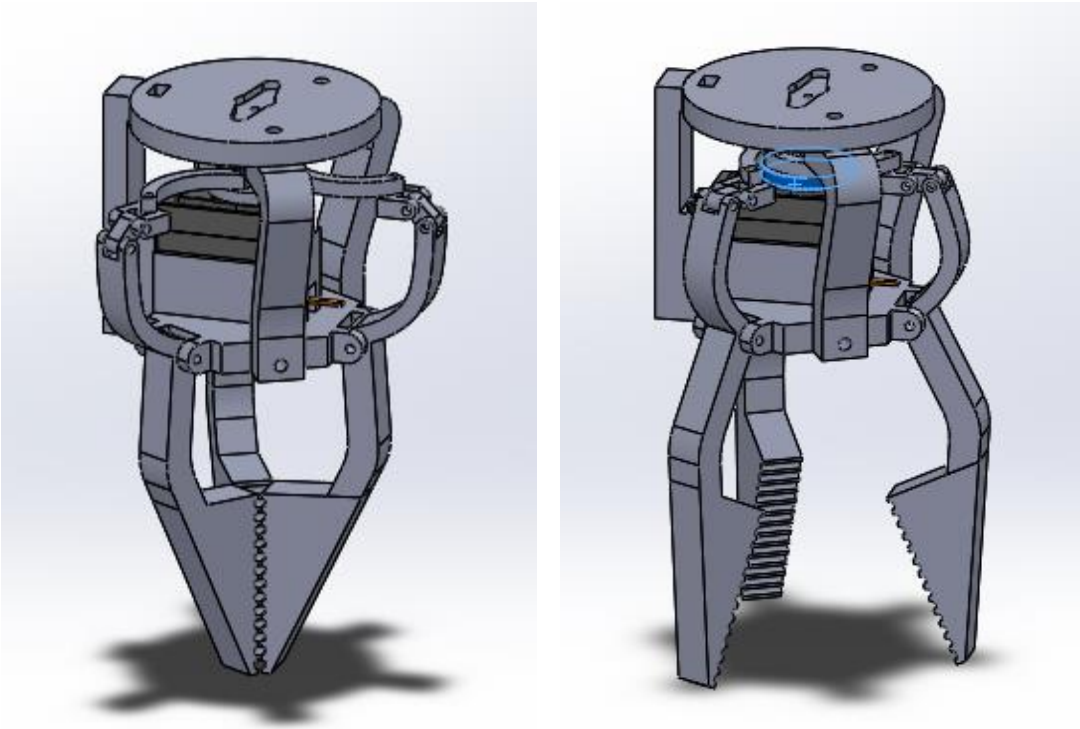
Ekstra olarak bu parçaya MG995 Servo motor gömülür ve gripperin çevresel hareketi gerçekleştirilir.



8. Gripper (Uç İşlevcisi)

Yapmış olduğum tasarım 3 parmak gripper tarzı olarak geçmektedir.3 Adet uzuvun merkezde birleşerek istenilen objeyi güçlü bir şekilde kavramasıyla işlemi gerçekleştirmektedir.Bu sistem 1 adet MG995 Servo motor ile çalışmasını gerçekleştirmektedir.

3. manipülâtörün modüler yapısından ötürü iş çeşitliliğine göre kullanılacak olan gripper ve görevi değiştirilebilir, çok amaçlı bir robot olarak kullanılabilir.



7.Kaynaklar

1. <http://www.makinatek.com.tr/arsiv/yazi/117-endustriyel-robotlar-ve-secimlerindeki-kriterler> *(1. bölümünde giriş)
2. <http://www.elektrikrehberiniz.com/elektrik-motorlari/step-motor-nedir-543/> *(4.bölümde step motor avantajları)
3. <http://malteperobotik.blogspot.com.tr/2011/12/> *(Şekil 1. ve Şekil 2. Görselleri)
4. <http://www.eurasiarobotic.com/tr-TR/> *(2. Bölümde Eurasia Robotic tanıtımı)