

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**ALTI SERBESTLİK DERECELİ ROBOT KOLU TASARIM, MODELLEME
VE İMALATI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Usame AZİZİ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Makine Mühendisliği Programı

AĞUSTOS 2020

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ALTI SERBESTLİK DERECELİ ROBOT KOLU TASARIM, MODELLEME
VE İMALATI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Usame AZİZİ

(Y1813.080010)

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Makine Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Rıza İLHAN

AĞUSTOS 2020

ONAY BELGESİ

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans olarak sunduğum “ALTI SERBESTLİK DERECELİ ROBOT KOLU TASARIM, MODELLEME VE İMALATI” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (25/08/2020)

Usame AZİZİ

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli ve danışman hoca statüsünü hakkıyla yerine getiren Dr. Öğr. Üyesi *RIZA İLHAN*'na teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Teşekkürlerin az kalacağı diğer üniversite hocalarımdan da bana üniversite hayatım boyunca kazandırdıkları her şey için ve beni gelecekte söz sahibi yapacak bilgilerle donattıkları için hepsine teker teker teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen arkadaşım *Müh. Omar QASSEM*'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ve son olarak çalışmamda desteğini ve beni bu günlere sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek getiren ve benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen bu hayattaki en büyük şansım olan değerli sevgili eşime *Müh. Aya GHAZAL*'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
YEMİN METNİ	v
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
ÇİZELGE LİSTESİ	xv
KISALTMALAR	xiii
ÖZET	xxi
ABSTRACT	xxiii
1. GİRİŞ	1
2. ROBOTLAR VE UYGULAMALARI	3
2.1 Robot Nedir?	3
2.1.1 Robot genel tanım	3
2.1.2 Robotik tarihi	3
2.1.3 Robot önemi ve avantajları	4
2.1.4 Robot dezavantajları.....	7
2.2 Robotların Sınıflandırılması.....	7
2.2.1 Mekanizmasına göre sınıflandırılması	8
2.2.2 Koordinat sistemine göre sınıflandırılması.....	9
2.2.3 Tiplerine göre sınıflandırılması:.....	11
2.2.4 Sektörel amaca göre sınıflandırma:.....	13
2.2.5 Hareket durumuna göre sınıflandırma: [9].....	17
2.2.6 Kontrol durumuna göre sınıflandırılması: [9].....	17
2.2.7 Yeteneklerine göre sınıflandırılması: [9]	17
2.2.8 Güç kaynaklarına göre sınıflandırılması: [9]	18

3. Endüstriyel Robotlar.....	19
3.1 Genel Tanım	19
3.1.1 Endüstriyel robot kavramı	19
3.1.2 Sanayi robotu kavramı	19
3.2 Çalışma Alanı.....	19
3.3 Endüstriyel Robotlarının Sınıflandırılması	20
3.3.1 Kartezyen robot	20
3.3.2 Silindirik robot kolları.....	21
3.3.3 Küresel robot kolları.....	21
3.3.4 Scara robot.....	22
3.3.5 Kol robotu	23
3.4 Robotların Endüstriyel Uygulamaları	24
3.4.1 Makinelerin beslenmesi:	24
3.4.2 Ambalajıma ve paketleme:	25
3.4.3 Daldırma parçaları ve galvanizleme ile yüzey işlemi:	25
3.4.4 Nokta kaynağı (punta kaynağı):	26
3.4.5 Ark kaynağı:.....	27
3.4.6 Boya spreyi, yüzey işleme ve boya işleri:	27
3.4.7 Delme işlemleri:.....	27
3.4.8 Kaldırma ve paletleri indirme işlemleri	28
3.4.9 Bağlama ve sabitleme:	28
3.4.10 Plastik kalıplama:.....	29
3.4.11 Muayene:	29
3.4.12 Metal kesme:	29
3.4.13 Basım işi:.....	30
3.4.14 Montaj:	30
3.4.15 Makine aletleri taşınması:	30
3.4.16 Demircilik:	30
3.4.17 Finişler:.....	30

4. Gözlüklerin Şimdiki Üretim Hattı:	33
4.1 Gözlüğün Kaynak İşlemlerinin Aşamaları.....	33
4.1.1 Üreteceğimiz modeli belirleme	33
4.1.2 1157 Model Gözlüğünü Oluşturan Parçaları Seçme:.....	34
4.1.3 Gözlüğün Çerçevesini Oluşturan Parçaları Kaynatma Aşamaları:	36
4.2 Kullanılan Kalıp ve Mekanizmalar	37
4.2.1 Çerçeveyi boruyla kaynatma işlemi	37
4.2.2 Burunluğu kaynatma işlemi	38
4.2.3 Kancayı kaynatma işlemi	38
4.2.4 Sap kaynatma işlemi	39
4.3 Şimdiki Yöntemin Avantajları ve Dezavantajları	39
4.3.1 Avantajları:.....	39
4.3.2 Dezavantajları:	39
5. ROBOT TASARIMI.....	41
5.1 İstenilen Robot	41
5.1.1 Robottan beklenen çalışmalar	41
5.1.2 İstenilen robotun özellikleri	42
5.2 Robotun Tasarımı.....	44
5.2.1 Ön tasarım	44
5.2.2 Robotun üretiminde kullanılan malzemeler	48
5.3 Analitik Hesaplamalar.....	49
5.3.1 Robot kol tork genel hesaplama	49
5.3.2 Robotu etkileyen tork.....	51
5.3.3 Motorların seçimi	53
5.4 Robotun Son Tasarım Hali.....	56
5.4.1 Robotun ön tasarımının değerlendirilmesi:.....	56
5.4.2 Robot parçalarının son tasarım hali.....	56
5.4.3 Robot Eklemlerinin Son Tasarım Hali	60
5.4.4 Robotun son tasarım hali.....	63
5.5 Robotun Çalışma Alanı	64
5.6 Robotun Statik Analizi	65
5.6.1 Metod	65

5.6.2 Robota mesh atılması:	66
5.6.3 Robotta yer değiştirmeler (Deformasyon) analizi:	66
5.6.4 Robotun Von Mises gerilme analizi	67
6. ROBOTUN PARÇALARI İMALATI.....	69
6.1 İmalat Teknik Dosyaları.....	69
6.2 Robotun Maddeleri.....	69
6.3 Parçaların İmalatı	70
6.4 Robotun Parçalarını Montajı	72
6.5 Elektronik Kontrol Devresini Robota Bağlama	72
6.5.1 Her motorun bağlantısı.....	73
6.5.2 Her motorun kodunu yazma	76
6.5.3 Motorların robota bağlanması	79
6.5.4 Robotun programlanması	80
7. SONUÇ VE TARTIşMA.....	81
7.1. Uygulamaları Kaynak İşlemini Gerçekleştirmek	81
7.2. Araştırmanın Olumlu ve Olumsuz Yönleri	81
7.3. Sonuç ve Öneriler.....	82
KAYNAKLAR.....	85
EKLER.....	89
ÖZGEÇMİş.....	99

KISALTMALAR

CAD	:Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CAM	:Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli İmalat)
CNC	:Computer Numerical Control (Bilgisayar Sayılımlı Yönetim)
Arduino	:Açık Kaynak Kodlu Bir Mikro Denetleyicidir
AC	:Alternatif Akım
DC	:Doğru Akım
3D /3B	:Three-Dimensional Space (Üç Boyutlu Uzay)
DOF	:Degrees of Freedom / Serbestlik Derecesi
Kg	:Kilogram
F	:Kuvvet
RPM	:Dakikadaki Devir Sayısı
SCARA	:Selective Compliance Assembly Robotic Arm
σ	:Von Misess Akma Kriteri
τ	:Tork (kg.cm = 10000 gr.mm)

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4-1: gözlüğün parçaları:.....	35
Çizelge 4-2: gözlüğün parçaları.....	36
Çizelge 5-1: parçaların hammaddesi ve özelliği:.....	48
Çizelge 5-2: seçilmiş motorları ve özellikleri:.....	54
Çizelge 5-3: Rulman 61902 Özellikleri:.....	60
Çizelge 5-4: rulman 61902 özellikleri:.....	61
Çizelge 6-1: robot parçaları lazım olan malzemesi ve ebatları:	69

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2-1: Paralel Robotlar [9]	8
Şekil 2-2: Seri Robotlar [9].....	9
Şekil 2-3: Kartezyen Koordinat Sistemi [9]	9
Şekil 2-4: Silindirik Koordinat Sistemi [9].....	10
Şekil 2-5: Küresel Koordinat Sistemi [9]	10
Şekil 2-6: Döner Koordinat Sistemi [9].....	11
Şekil 2-7: Kartezyen Robotlar [9].....	11
Şekil 2-8: Scara Robotlar [9]	12
Şekil 2-9: Mafsallı Robotlar [9].....	13
Şekil 2-10: Endüstriyel Robotlar [9]	14
Şekil 2-11: Tıp Ve Sağlık Robotları [9]	14
Şekil 2-12: Askeri Amaçlı Kullanılan Robotlar [9].....	15
Şekil 2-13: Tarım Endüstrisinde Kullanılan Robotlar [9]	15
Şekil 2-14: Eğitim, Eğlence Ve Araştırma Robotları [9]	16
Şekil 2-15: Robotun Diğer Uygulamaları [9]	16
Şekil 3-1: Kartezyen Robot Kolun Çalışma Alanı [13].....	20
Şekil 3-2: Silindirik Robot Kolun Çalışma Alanı [14]	21
Şekil 3-3: Küresel Robot Kolun Çalışma Alanı [15].....	22
Şekil 3-4: Scara Robot Kolun Hareket Alanı [16].....	22
Şekil 3-5: Robot Kol Ve Eksen Hareketleri [17].....	23
Şekil 3-6: Mafsallı Robotun X-X Arası Hareket Alanı [17]	24
Şekil 4-1: Gözlüğün Modeli 1157	33
Şekil 4-2: Gözlüğün Birlesen Parçaları	34
Şekil 4-3: Çerçeve-Boru Kaynak İşlemi.....	37
Şekil 4-4: Burunluk Kaynak İşlemi	38
Şekil 4-5: Kanca Kaynağı İşlemi	38
Şekil 4-6: Sap Kaynağı İşlemi	39

Şekil 5-1: İnsan Kolu İle Mafsallı Robotu Arasındaki Benzerlik [33]	43
Şekil 5-2: Robotun Temel Robot Parçaları [33]	44
Şekil 5-3: Robotun Ön Tasarımı	44
Şekil 5-4: Birinci Parça (Ana Gövde).....	45
Şekil 5-5: İkinci Parça (Omuz)	46
Şekil 5-6: Üçüncü Parça (Kol).....	46
Şekil 5-7: Dördüncü Parça (Dirsek).....	47
Şekil 5-8: Beşinci Parça (Önkol)	47
Şekil 5-9: Yedinci Parça (Bilek).....	48
Şekil 5-10: Kola Etki Eden Torku [34].....	49
Şekil 5-11: Kol Dönerken Etkiyen Tork [34]	50
Şekil 5-12: Robot Kol Tork Genel Hesaplama [34]	51
Şekil 5-13: Robot Kolu Tork Hesaplaması	52
Şekil 5-14: Birinci Parça (Ana Gövde) Son Tasarımı	56
Şekil 5-15: İkinci Parça (Omuz) Son Tasarımı.....	57
Şekil 5-16: Üçüncü Parça (Kol) Son Tasarımı	57
Şekil 5-17: Dördüncü Parça (Dirsek) Son Tasarımı	58
Şekil 5-18: Beşinci Parça (Önkol) Son Tasarımı.....	58
Şekil 5-19: Altıncı Parça (Bilek) Son Tasarımı	59
Şekil 5-20: Yedinci Ve Son Parça (Tutucu) Son Tasarımı	59
Şekil 5-21: Birinci Eklem Q1	60
Şekil 5-22: İkinci Ve Üçüncü Eklem Q2	61
Şekil 5-23: Dördüncü Eklem Q4	62
Şekil 5-24: Beşinci Eklem Q5	62
Şekil 5-25: Robotun Son Tasarım Hali	63
Şekil 5-26: Tasarlanmış Robotun Çalışma Alanı	64
Şekil 5-27: Robotun Şematik Gösterimi	65
Şekil 5-28: Analitik Hesaplama	66
Şekil 5-29: Robota Atılan Mesh	66
Şekil 5-30: Toplam Yer Değiştirme (Total Deformation).....	67
Şekil 5-31: Von Mises Gerilme Dağılımı	67
Şekil 6-1: Nx Progamında Cam İşlemleri.....	70
Şekil 6-2: Robotun Ana Gövde İmalatı	71

Şekil 6-3: Robot Parçaları Ürettikten Sonra İlk Toplama	72
Şekil 6-4: Arduino Mega Devresi.....	73
Şekil 6-5: Servo Motor Kontrol Devresi (<i>Tower_Pro_Sg90</i>) Ve (<i>Mg-945</i>) [35].....	73
Şekil 6-6: Step Motor Kontrol Devresi (<i>Byj-4828</i>) [36]	74
Şekil 6-7: Step Motor Kontrol Devresi (<i>Nema_17</i>) [39].....	75
Şekil 6-8: Robot Tüm Ekipmanları İle Toplu Hali.....	79

ALTI SERBESTLİK DERECELİ ROBOT KOLU

TASARIM, MODELLEME, VE İMALATI

ÖZET

Bu çalışmada altı serbestlik dereceye sahip bir kaynak kol robotu tasarlanmıştır. Robot ince imalattaki kaynak işlemlerinde kullanmak amacıyla, otomobil endüstridaki kullanılan kaynak kol robotuna benzer bir robot tasarlanmıştır. Altı serbestlik derecesinden oluşan bir robot olduğu için altı farklı eksenle dönebilmiştir. Ayrıca bu robot yedi parçadan oluşur, birbirine altı bağlantıyla bağlanmıştır. İki tane bağlantılarından step motor tarafından kontrol ederek dikey dairesel hareketi sağlar, diğer bağlantıları ise servo motorlar tarafından kontrol ederek yatay dairesel hareketi sağlamıştır. Bu bağlantıların her biri bir motora bağlanmıştır. Bilgisayar, robotu bu motorlar üzerinden kontrol etmiştir. Kontrol ünitesi Arduino devresi kullanılmış ve tüm motorları, kabloları, devresi vs. ona göre alınmıştır. Hafiflik ve dayanıklılık elde etmek için robotun parçalarını etkileyen gerilme kuvvetlerinin analizini yapıp alüminyum ve kestemitten robotun parçaları üretilmiştir. Arduino devresi ile montaj ve programlama yapılmıştır. Türkiye'de bir gözlük fabrikası ile iş birliği içinde kaynak testleri yapılmıştır. Şirketin en çok ürettiği model üzerinde bir çalışma yürütülmüştür. Robotu üretim hattına eklenmiştir. Tüm olumlu ve olumsuz notları tespit edilmiştir. Bir gözlük çerçevesini kaynak işlemini simüle edilmiştir. Bu çalışmada, mevcut teknolojilere göre yenilikçi ve uygulanabilir yöntemler sunmaktadır. Robot kolu hassas üretimde kullanma sağlanması planlanmaktadır. Projenin temel çıktısı, yeni bir robot kolu tasarlanması ve ince üretim alanında çalışması şeklinde olacaktır.

Anahtar kelimeler: *Robot, gözlük imalatı, kaynak, otomasyon*

DESIGN AND MANUFACTURING OF SIX DEGREES OF FREEDOM ROBOTIC ARM

ABSTRACT

In this study, a six-axis welding arm robot was designed. A robot similar to the welding arm robot used in the automobile industry has been designed to use the robot in fine manufacturing welding processes. Since it is a robot with six degrees of freedom, it can rotate in six different axes. In addition, this robot consists of seven parts, connected to each other by six links. It provides vertical circular motion by controlling two connections by step motor, while other connections are controlled by servo motors and provide horizontal circular motion. Each of these links is connected to a motor. The computer controlled the robot through these motors. The control unit Arduino circuit is used and all motors, cables, circuit etc. taken by him. In order to obtain lightness and durability, the parts of the robot were produced from aluminum and cut tile by analyzing the tensile forces affecting the parts of the robot. Installation and programming is done with Arduino circuit. Source testing conducted in collaboration with a glasses fabrikaka in Turkey. A study was carried out on the most produced model of the company. Its robot has been added to the production line. All positive and negative ratings have been identified. The process of welding an eyeglass frame is simulated. In this study, it offers innovative and applicable methods according to existing technologies. The robot arm is planned to be used in precision production. The main output of the project will be designing a new robot arm and working in the fine production area.

Key Words: *robot kolu, Altı serbestlik derecesi, hassas endüstriyel, servo, step, motor, solidworks, arduino.*

1. GİRİŞ

Robotik bilimi son yıllarda inanılmaz ilerleme kaydetti, aynı zamanda benzersiz bir gelişme ve büyümeye tanıklık ediyor, yakın gelecekte işgücü piyasasında en gerekli uzmanlıklardan biri olması beklenmektedir. Bu bilim ve teknolojinin geri kalan alanlarındaki belirgin gelişmeden kaynaklanmaktadır, Büyük veri biliminin ortaya çıkması, robotik sistemlere geçmişte erişilemeyen yüksek verimlilik sağlamaya yardımcı oldu. Ayrıca, modern sensör türlerinin icadı ve çeşitli cihazları bir ağda birbirine bağlayan şeylerin İnternet'in ortaya çıkması, toplanan bilgilere dayanarak tüm çevre koşullarını ve yanıtı izleyebilir, her zamankinden daha karmaşık bir robot nesli inşa etmeye yol açtı ve endüstri, sağlık, güvenlik ve insan yardımı gibi yaşamın her alanında kullanımı. Böylece robotik ve yapay zekâ uzmanları, robotların önümüzdeki birkaç yıl içinde insan toplumu için günlük kaynaklardan biri olmasını bekliyorlar.

Robot teknolojisi şimdi umut verici bir küresel endüstri haline geldi ve geliştirme seviyesi sanayileşmiş bir ülkenin gücünü ölçmek için bir standart haline geldi. Sadece bu değil, Robotik bilimi aynı zamanda yapay zekaya müdahale ederken, kendi içinde bağımsız ve ayrı birimler olarak, robotlar artık kendi zekalarına sahip varlıklar olarak görülüyor, ancak gelecekte bilim kurgu filmlerini gerçeğe dönüştüren korkutucu bir gelişmeye tanık olacaklar.

İnsanlar robot teknolojisine gittikçe daha fazla ilgi duyuyor, özellikle yaşamın birçok alanında robotlara girdikten sonra, akıllı ev aletlerinden uzay ve derin denizde olduğu kadar savunma ve sağlıkta da robotlara kadar.

Robotik teknolojiyi yaşamın farklı alanlarında benimsemeye artan ilgiyi artıran bazı faktörler vardır, bunlar arasında daha rekabetçi bir küresel ortamda verimliliği artırmak, bireylerin yaşam kalitesini iyileştirmek, insanları tehlikeli ve zorlu işler yapmanın tehlikelerini korumak, önümüzdeki birkaç yıl içinde robotlar, özellikle de robotlar Sosyal ve insan benzeri görünüşler, tutum ve davranışlar hayatımızda çok daha yüksek rol oynayacak. Bu yeni konu birçok ciddi ekonomik, sosyal, hukuki ve etik sorunları ve zorlukları ortaya çıkarmakta ve robotların sosyal kabulü, insanlar ve

robotlar arasında nasıl iletişim kurulacağı ve etkileşime gireceği, emniyet ve güvenlik konuları ile bunların robotlarla ilgili boyutlar ve robotlar aracılığıyla veri toplama ile ilgili gizlilik sorunları.

Gelişmiş ülkelerin robot bilimi alanındaki ilgisi, robotik ve yapay zekâ ve diğer ilgili bilimlerle ilgilenmektir; nanoteknoloji ve mikroelektronik gibi, ayrıca robotik araştırmalarında birçok ileri bilimsel ve araştırma merkezinin kurulması ve robotik geliştirme araştırmalarına artan harcama. Şimdi gözlemlediğimiz, şirketlerin ve önemli uluslararası fabrikaların robot teknolojisine yatırım yapma konusunda cesaretlendirilmesi ve robotik teknolojisi ve gelecek vaat eden umutları konusunda artan uluslararası bilimsel konferanslar düzenlemenin yanı sıra müfredat ve bilimsel farkındalık programları aracılığıyla robot kültürü bilgisini teşvik etmektir. Bu teknolojinin diğer ilgi alanlarına göre, uluslararası gazetelerin ve haber ajanslarının bizi her gün gördüğü robotik icatların ve gelişmelerin çoğunun gelişmiş ülkelere gelmesi şaşırtıcı değildir.

2. ROBOTLAR VE UYGULAMALARI

2.1 Robot Nedir?

2.1.1 Robot genel tanım

Yeniden programlanabilen mekanik aksamlara **Robot** denir. Robotik kavramı ise makine mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, elektrik mühendisliği ve kontrol mühendisliğinin ortak çalışma alanını tanımlar. Mikroçip teknolojisinin zamanla gelişmesi ile robotik kavramı da yaygınlaşmaya başlamıştır. [1]

Robotlar sadece bir makine adlandıramayız, tipik bir makineden daha çok özelliğe sahiptirler. Makineler gibi robotlar farklı zorlu işleri kolayca gerçekleştirebilir, ancak kendi başlarına hareket edebilirler. Programlanmış robotlar gerekli görevleri tam olarak aynı şekilde tekrar tekrar gerçekleştirebilirler.

Bir robotun modern tanımı, belirli işleri yapmak için bir dizi talimatı izleyen bir elektro-mekanik cihaz olabilir, fakat tam anlamıyla robot bir “köle” anlamına gelir. Robotlar endüstrilerde geniş bir uygulama bulurlar ve bu nedenle endüstriyel robotlar olarak adlandırılırlar. [2]

2.1.2 Robotik tarihi

Sibernetik biliminin kurucusu ve robot yapan ilk bilgin olarak bilinen *Ebul İz El Cezeri*'yi unutmamak lazım, su saatleri, mum saatleri, el yıkama ve abdest alma makinesi, otonom müzik aletleri, su pompalarını çalıştıran makineler, çeşitli robotlar, sürekli kaval sesi çıkaran aletler yapmıştır. Eserlerini Artuklu hükümdarı isteği üzerine 1206 yılında kitaplaştırmıştır.

“**Robot**” kelimesi ilk olarak Çek oyun yazarı Karel Kapek tarafından Çek dilindeki hizmet eden kelimesine karşılık gelen “robota” dan türetildi ve Türkçeye Halid Fahri tarafından R.U.R. – Alemşumul Suni Adamlar Fabrikası adıyla çevrilip, Osmanlıca olarak 1927 yılında Devlet Matbaası tarafından da yayınlanan) eserinde yer almıştır.

robot 1. Belirli bir işi yerine getirmek için manyetizma ile kendisine çeşitli işler yaptırılabilen otomatik araç. 2. Başkasının buyruğu ile iş yapan, kendi akıl ve iradesini kullanmayan kimse. [2]

Farklı robot türlerine, şekillerine ve kullanım alanlarına rağmen, her türlü için bulunması gereken üç temel bileşeni paylaşırlar: [3]

- 1- Mekanik yapı:** tüm robot türleri, bu robota emanet edilen göreve uyacak şekilde tasarlanmış belirli bir yapıya veya yapıya sahiptir.
- 2- Elektrikli bileşen:** veya daha genel olarak enerji bileşeni, robotu güçlendiren ve kontrol eder.
- 3- Programlı bileşen:** Tüm robot türleri, bu robotun belirli bir karar vermesini veya belirli bir görevi gerçekleştirmesini sağlayan bir tür programlamaya sahip olmalıdır.

2.1.3 Robot önemi ve avantajları

Aşağıda, bazı avantajları özetliyoruz: [4]

- 1- Uzaktan yönetilebilirler.
- 2- Tehlikeli durumlarda inisiyatif alarak koruma sağlayabilirler.
- 3- İnsanlarla mantıklı iletişim kurarak sosyalleşme açıklarını kapatabilirler.
- 4- Eğitici ve eğlendirici olabilirler.
- 5- Normalde çok zaman alan basit işleri hızlıca yaparak zaman tasarrufu sağlarlar.
- 6- İnsanlardan beklenmeyecek zorluktaki veya büyüklükteki işleri yapabilirler.
- 7- Tehlikeli veya elverişsiz koşullarda da çalışabilirler.
- 8- Rutin işlemlerde standart oluşturarak her ürünü aynı şekilde verirler.
- 9- Geribildirim olmaksızın mekanik olarak çalışmaya devam edebilirler.
- 10- Yorulmazlar.
- 11- Yapım ve bakım maliyetlerine rağmen en ucuz işgücüdür.

Dünyadaki bazı şirketler, dev bir robotun faydalarını ve birçok kişinin korkusuna rağmen, otomatik inovasyon alanında önemli ilerlemelerin olduğu mekanik ve diğerleri de dahil olmak üzere tıpın birçok alanında robotların kullanılmasına

başlamışlardır. Yayılmasının işçilerin işini devralıp işsizliği yayacağını, ancak bazılarının bu konuşmanın doğruluğundan yoksun olduğuna inanıyor, çünkü bu insanlar bu robotların misyonunun çalışma koşullarını iyileştirmek ve onları işçiler için kolaylaştırmakla sınırlı olduğunu ve çalmayacaklarını düşünüyor ancak onların enerjilerini diğer daha üretken görevlerde kullanmalarına izin verecek.

Destekçisi ve diğer rakip arasında, sadece robot kullanımının çalışma alanında birçok fayda sağlayacağını kabul edebiliriz, bunların en önemlileri bu makalede belirtilecektir:

1. Kamu güvenliği için robot faydaları

İşçilerin güvenliğini sağlamak, işgücü piyasasında robot kullanımının en önemli özelliklerinden biridir, çünkü ağır makinelerin ve yüksek sıcaklıklarda çalışanların keskin makinelere ek olarak, bu görevleri robota atayarak önlenebilir. Bu da robotların işçilerin yaralanmasına ilişkin tıbbi raporlara ve davalara harcamak yerine parçalarını korumak için para ödeyecek, kuşkusuz, bu tehlikeli işlerde çalışanlar koruyabilecekleri potansiyel tehlikeler için bu robotlara minnettar olacaklar.

2. Hız

Robotlar yerinden edilemez veya dikkati dağıtamaz! Aynı şekilde, erken saatlerde sağlık izni veya izni gerektirmeyecek ve çalışma sırasında insanlar ve şirketler için olduğu gibi yavaş performansa neden olabilecek stresden etkilenmeyecek, periyodik olarak çalışanlar toplantısı yapmak zorunda kalmayacak. Veya uzmanlıklarını tartmak ve geliştirmek için eğitim oturumları. Ayrıca, tüm bu şirketler çalışanlarına çok fazla yorgunluk atacak ve bu nedenle çabalarını her biri için çıkarına olacak ve müşterileri ile belirtilen sürelerle gecikmeden tamamlanmasına yol açacak diğer konularda yatırım yapacaklar. [5]

3. Robotun tasarruf açısından faydaları

Bu nokta işçilerin yararına olmasa da, robotları kullanarak daha hızlı bir şekilde daha fazla sayıda iş gerçekleştirebilecek şirket yöneticileri için ne kadar önemli olduğu yadsınamaz, alternatifi ise ücretleri daha az olmayan işçileri istihdam etmeyi, arıza durumunda bu robotları tamir etme maliyeti.

4. Hassas

Hiç şüphe yok ki, robotlar işyerinde yüksek bir hassasiyete sahiptir, gün boyunca aynı hızda çalışırlar ve canlılıkları asla daha az ve yorgun değildir. Ayrıca, görevler aynı gün aynı kalite ve uygunlukla çok sayıda tekrarlanabilir. Hazırlandıkları göz önüne alındığında, doğru ve tekrarlayan hareketler yapmak için, hataların yapılması daha az olasıdır, bu da bizi ideal bir kusursuz ürüne götürecektir. [6]

5. Güvenli olmayan ortamlarda çalışma becerisi

İnsanlarla doğrudan etkileşimin sağlıkları için tehlikeli olduğu tehlikeli ortamlar veya hastaneler ve nükleer tesisler gibi radyoaktif maddelerin varlığı nedeniyle çevredeki çalışma alanlarının insan işçiler için güvenli olmadığı birçok sanayi vardır. bu nedenle bu alanlarda robotların sonuçlara yol açacaktır Etkili ve işçileri potansiyel felaket kazalarından koruyacaktır.

6. Robotun işgücü verimliliği üzerindeki faydaları

Robotlar durmaksızın sürekli çalışma yeteneğine sahip olduğundan, gündemleri hastalık izni ve istirahati olmayan işçilerin aksine, bu robotları endüstriyel uygulamalarda kullanmak verimliliği önemli ölçüde artıracak ve bu da karda bir artışa neden olacaktır.

7. Sıkıcı rutinler işleri yapmak

Birçok üretken kurumda, yapılacak iş çok monoton bir görevdir ve tekrarlayan periyodik bir şekilde yapılır, çünkü bu, çalışanların sıkıntı ve ihmeline yol açacaktır, bu da kullanılan makinelerde kaza veya arıza olasılığını artıracaktır, Hangi robotların bu görevleri yerine getirmek için kullanıldığını açıkça önleyebiliriz. [7]

8. Robotun hijyene göre faydaları

Şirketler, robotları kullanarak ürünlerinin kalitesini önemli ölçüde ve müşterilerin talep ettiği standartlara göre artırdığından, Buna ek olarak, bazı hatalardan ve düşük iş kalitesinden kaynaklanan atık ve atık miktarını azaltacaktır ve bu şeylere birlikte baktığımızda robotların daha az atık ve dolayısıyla daha yüksek getiri elde edeceğini göreceğiz.

9. Yerden tasarruf

Daha az sayıda robot, daha fazla işçinin yerini alabileceğinden, çalışma alanında iyi bir alan sağlayacaktır, buna ek olarak, bazı robotlar formlarını kontrol ederek sınırlı

alanlarda çalışmaya adapte olacak şekilde programlanabilir ve bu da alanınızı kaybetmez diğer konularda değerli olabilecek önemli zemin. [8]

Bu robotların faydaları ve dünyamızdaki teknolojinin yaygınlığı göz önüne alındığında, geleceğin bize işin büyük bir bölümünü işgal edecek bu akıllı cihazların daha fazla kullanılmasını garanti edeceğini görebiliriz ve bilim adamları onlarca yıl önce tahmin etmişlerdi

2.1.4 Robot dezavantajları

Aşağıda bazı dezavantajları özetliyoruz: [9]

- 1- İşgücünü çok ucuzlattıkları için insanların işsiz kalmalarına neden olabilirler.
- 2- Az geribildirimle çalışırken hata olursa, hatanın geri bildirimini yavaş olur.
- 3- Rutin işlemlerde yanlış veri varsa sürekli yanlış ürünü verirler.
- 4- Yanlış programlandıklarında insanlar için tehlikeli sonuçlara yol açabilirler.
- 5- Sıkıcı olabilirler.
- 6- Bireysel sosyalleşme ihtiyacını doyurduğu için toplumsal sosyalleşmeyi çökertebilir.
- 7- Fazla bakım istemektedirler.

2.2 Robotların Sınıflandırılması

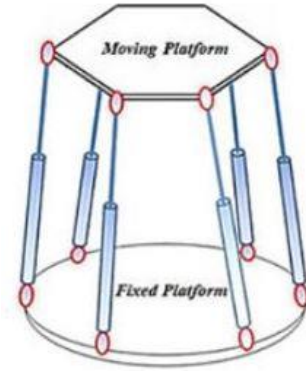
Robotlar birçok farklı şekillerde ve amaçlar içi üretilebilirler. Çok çeşitli ve tipte olabilen robotları aşağıdaki çeşitlilikte gruplayabiliriz. [9]

- 1- Mekanizma
- 2- Koordinat Sistemleri
- 3- Tip
- 4- Sektörel Amaç
- 5- Hareket Durumu
- 6- Kontrol Yöntemi
- 7- Yetenekleri
- 8- Güç Kaynakları

2.2.1 Mekanizmasına göre sınıflandırılması

2.2.1.1 Paralel robotlar [9]

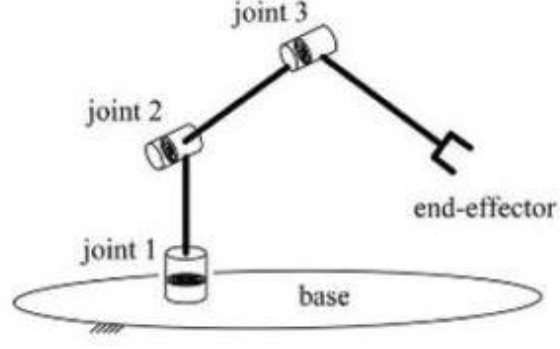
- Birkaç uzvun paralel olarak bir platforma bağlanmasıyla oluşur.
- Hareket simülasyonlarında, yakala ve yerleştir uygulamalarında kullanılır.
- Hızları çok yüksektir. Hassasiyeti yüksektir.
- Yük kaldırma kapasitesi azdır.
- Kapalı döngü kinematik sistemine sahiptir çözümlenmesi zordur.
- Kalibrasyonu zordur.



Şekil 2-1: Paralel Robotlar [9]

2.2.1.2 Seri robotlar [9]

- Birkaç uzvun birbirine seri olarak bağlanmasıyla oluşur.
- Yavaştır. Hassasiyeti düşüktür. Hatayı biriktirebilir.
- Kaldırma kapasiteleri yüksektir.
- Açık kinematik sistemine sahiptir.
- Kalibrasyonu basittir.

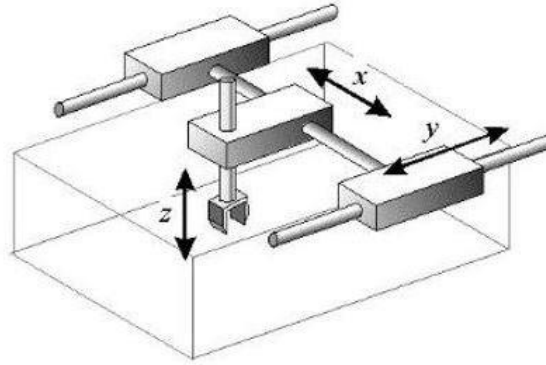


Şekil 2-2: Seri Robotlar [9]

2.2.2 Koordinat sistemine göre sınıflandırılması

2.2.2.1 Kartezyen koordinat sistemi [9]

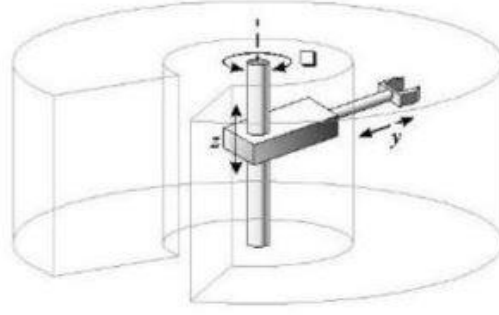
Bu robot kollarının üç eklemi de prizmatik yapı tasarlanır. Tanımlanan çalışma uzayı içerisinde X, Y ve Z koordinatlarına göre hareket ederler. Bu tip manipülatörler tasarlanan çalışma uzayına uygun büyüklükte, boyutlarda ve ağırlıklardaki nesnelere taşımak için idealdirler.



Şekil 2-3: Kartezyen Koordinat Sistemi [9]

2.2.2.2 Silindirik koordinat sistemi [9]

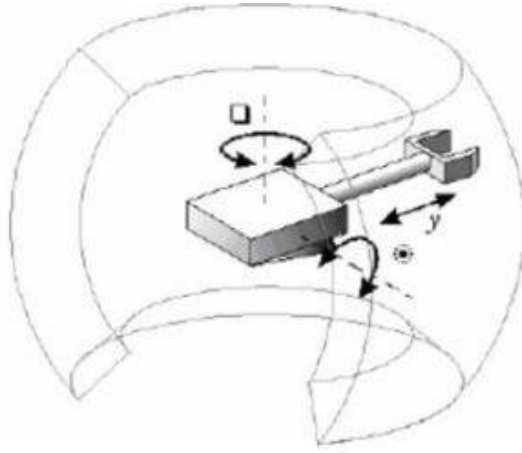
Bu tip robotlar temel bir yatak etrafında dönebilir ve diğer uzuvları taşıyan ana gövdeye sahip özelliktedir. Hareket düşeyde ve ana gövde eksen kabul edildiğinde radyal olarak sağlanır. Dolayısıyla çalışma hacmi içerisinde robotun erişemeyeceği, ana gövdenin hacmi kadar bir bölge oluşur. Ayrıca genellikle, mekanik özelliklerden dolayı gövde tam olarak 360° dönemez.



Şekil 2-4: Silindirik Koordinat Sistemi [9]

2.2.2.3 Küresel koordinat sistemi [9]

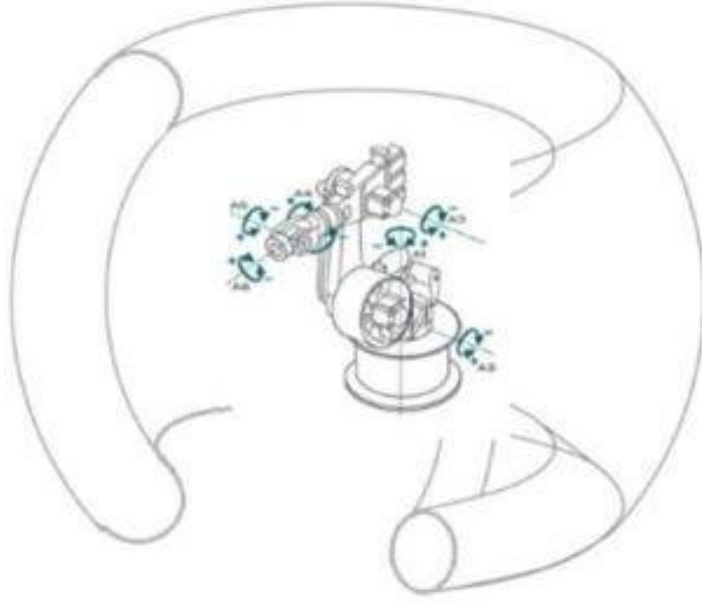
Üç eksen yapısı bulunur. Birinci eksen kendi etrafına dönebilir, ikinci eksen dirsek görevini görür ve döner hareket yapar. Üçüncü eksen doğrusal hareket yapar. Tanımlanan çalışma uzayı içerisindeki noktalara ulaşabilme bakımından yetenekli robotlardır. Robotikte küresel koordinat sistemi en eski koordinat sistemlerinden biridir. Oldukça çok işlevli, birçok uygulama alanına sahip özelliğinin yanında, yapım ve montaj açısından da oldukça kolaylık sağlamaktadır.



Şekil 2-5: Küresel Koordinat Sistemi [9]

2.2.2.4 Döner koordinat sistemi [9]

Eğer bir robot herhangi bir iş yaparken kolu dairesel hareketli bağlarla oluşturuyorsa, bu tip robotlara Döner koordinat sistemli robotlar denir. Robot kolunun bağlantıları gövde üzerine, etrafında dönecek şekilde monte edilmiştir ve dayanak noktaları birbirine benzeyen iki ayrı bölümü taşır. Döner parçalar yatay ve dikey monte edilebilir.



Şekil 2-6: Döner Koordinat Sistemi [9]

2.2.3 Tiplerine göre sınıflandırılması:

2.2.3.1 Kartezyen robotlar [9]

Kartezyen robot 3 eksen üzerinde lineer hareket eden robot tipidir. Eyleyici yapıları dönel olsa da eksen hareketleri doğrusaldır. Bu robotların avantajları 3 eksende çalıştıkları için daha az hata payı olması ve yüksek hassasiyetlere sahip olabilmeleridir. Bu nedenle CNC ve 3 boyutlu yazıcı gibi hassasiyetin önem taşıdığı uygulamalarda sıklıkla kullanılırlar. Bu uygulamalar dışında sağlam yapıları sayesinde büyük yükleri taşımak için de tercih edilebilirler.



Şekil 2-7: Kartezyen Robotlar [9]

2.2.3.2 Scara robotlar [9]

Scara, (Seçilebilir uyumlu montaj robot kolu “Selective Compliant Assembly Robot Arm”) veya (Seçilebilir uyumlu eklemlı robot kolu “Selective Compliant Articulated Robot Arm”) tanımlarının kısaltmasıdır. Çok yüksek hızlara, en iyi tekrarlıma kabiliyetine, yüksek hassasiyet ve doğruluk oranlarına sahiptir. Elektronik devre elemanlarının baskılı devre üzerine yerleştirilmesinde, elektromekanik olarak çalışan küçük cihazların ve bilgisayar disk sürücülerinin montajında bu robotlardan faydalanılmaktadır.



Şekil 2-8: Scara Robotlar [9]

2.2.3.3 Mafsallı robotlar [9]

İnsan kolunun hareketlerini taklit etmeye en yakın robot kol dur. Endüstriyel robot deyince ilk akla gelen robottur. Kol üzerinde bulunan eklemlerden bazıları yatayda dairesel hareket yaparken bazıları dikey ekseninde dairesel hareket yapabilmektedir. Diğer robot türlerine göre karmaşık bir yapıya sahip olup, kinematik hesaplamalarının zorluğundan dolayı programlanması da diğerlerine göre zordur. Ağır ve karmaşık kaynak, montaj ve boya uygulamalarında tercih edilmektedir.



Şekil 2-9: Mafsallı Robotlar [9]

2.2.4 Sektörel amaca göre sınıflandırma:

2.2.4.1 Endüstriyel robotlar [9]

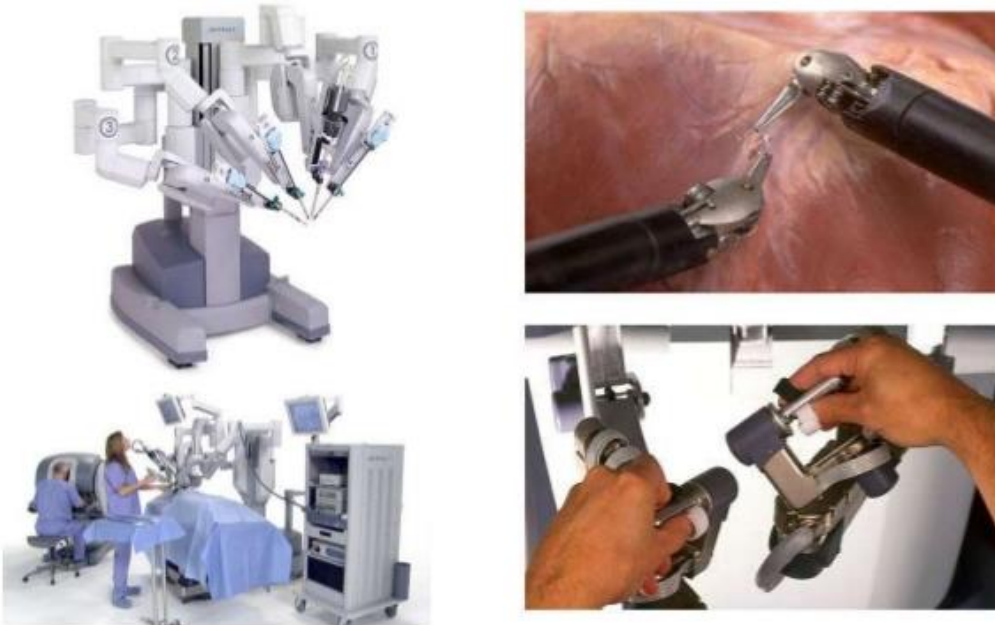
- Otomatik üretim tezgâhları ve hatlar
- Kaynak robotları
- Boyama robotları
- Montaj robotları
- Makina sağlığı izleme
- Çevre koşullarını izleme robotları
- Kalite kontrol robotları
- Bakım robotları
- Malzeme taşıma robotları
- Depolama robotları



Şekil 2-10: Endüstriyel Robotlar [9]

2.2.4.2 Tıp ve sağlık robotları [9]

- Teşhise yardımcı cihazlar
- Protezler
- Tedaviye yardımcı robotlar



Şekil 2-11: Tıp Ve Sağlık Robotları [9]

2.2.4.3 Askeri amaçlı kullanılan robotlar [9]

- Patlayıcı taşıyan robot
- Silah nitelikli robotlar
- Gözlem robotları
- İmha robotları



Şekil 2-12: Askeri Amaçlı Kullanılan Robotlar [9]

2.2.4.4 Tarım endüstrisinde kullanılan robotlar [9]

- Hasat robotları
- Tarım ürünlerini işleme robot ve makinaları
- Ürün sınıflandırma sistemleri
- Kalite denetleme sistemleri



Şekil 2-13: Tarım Endüstrisinde Kullanılan Robotlar [9]

2.2.4.5 Eğitim, eğlence ve araştırma robotları [9]

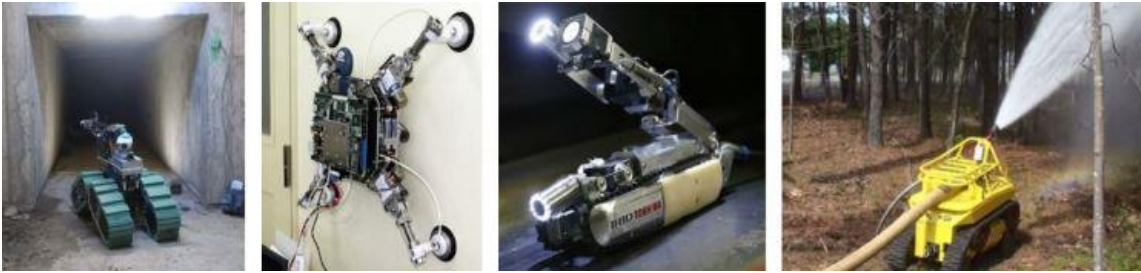
- Eğitim robotları
- Çizgi İzleyen, Labirent çözen, sumo robotlar vs.
- Araştırma robotları
- Eğlence sistemleri



Şekil 2-14: Eğitim, Eğlence Ve Araştırma Robotları [9]

2.2.4.6 Diğer uygulamalar [9]

- Kurtarma robotları
- Yangın söndürme robotları
- Tırmanan robotlar (yangın, boyama, kaynak, gözlem vb. İşler için)
- Su altı robotları (gözlem, arkeoloji, kurtarma, tamir, bakım, boyama vb. işler)
- Maden kazaları ve deprem sonrası kurtarma robotları
- Radyoaktif ve zehirli ortamlarda çalışan robot
- Yük taşımaya yardımcı giyilebilir robotlar



Şekil 2-15: Robotun Diğer Uygulamaları [9]

2.2.5 Hareket durumuna göre sınıflandırma: [9]

1- Sabit robotlar

Sabit bir kaide üzerinde çalışan robotlardır. Sabit kaide çevresinde robotun uzanabildiği tüm alanlar çalışma uzayı olarak tanımlanır ve robot bu uzay içerisinde üzerine düşen görevi yerine getirir. Endüstriyel ve Tıbbi yardımcı robotlar bu türdendir.

2- Mobil robotlar

Tekerlek üzerinde, ray üzerinde, pervaneli, uçabilen ya da yüzebilen hareketli robotlardır. Eğitim, eğlence, arama kurtarma, savunma, su altı araştırma, havadan gözlem ve taşımacılık robotları bu türdendir.

2.2.6 Kontrol durumuna göre sınıflandırılması: [9]

1- Noktadan noktaya kontrol edilen robotlar

Genellikle bir nesneyi bir yerden alıp başka bir yere götüren robotlardır. Bu robotlar yol durumunu hesaplamazlar. Mekanizmalarına göre en kısa yoldan hedef konuma giderler.

2- Sürekli yörünge kontrollü robotlar

Belirli bir yörünge izlemek üzere programlanan robotlardır. Kaynak veya boya yapan robotlar buna en uygun örnektir.

2.2.7 Yeteneklerine göre sınıflandırılması: [9]

1- Ardışıl kontrollü robotlar

Önceden tanımlanan bir dizi görevi sırasıyla yerine getirir. Örneğin çamaşır makinesi gibi. Tüm program önceden bellidir ve bir defa başlatıldığında çalışmaya devam eder.

2- Playback robotlar

Bir seri hareket dizisi, gideceği koordinatlar öğretilerek bunları hafızaya kaydeder ve çalışma boyunca öğretilen hareketleri tekrarlar.

3- Kontrollü yörünge izleyen robotlar

İki nokta arasında gideceği yörünge programlanabilir.

4- Adaptif robot

Bilgisayar kontrollü ve geri beslemeli robotlardır. Çevre değişimlerini algılayarak çalışmasını kendi kendine düzenler.

5- Zeki robot

Çevreyi algılayıp öğrenebilen, yapay zekâ tabanlı robotlardır.

2.2.8 Güç kaynaklarına göre sınıflandırılması: [9]

1- Elektrik – servo/step motorları kullananlar

Pnömatik ya da hidrolik güce ihtiyaç duymadan çalışan robotlardır. Güçlerini AC ya da DC servo veya step motorlardan alırlar.

2- Pnömatik robot

Basınçlı hava ile çalışan robotlardır. Özellikle doğrusal hareketlerin kolayca uygulanabildiği basit hareketler için uygundur. Ancak basınçlı hava için bir kompresör gerektirmektedir.

3- Hidrolik Robot

Daha çok ağır endüstride yüksek güç gerektiren uygulamalarda kullanılır. Hidrolik tankına ve hidrolik pompasına ihtiyaç duyar.

3. ENDÜSTRİYEL ROBOTLAR

3.1 Genel Tanım

Yeniden programlanabilen mekanik aksamlara **Robot** denir. Robotik kavramı ise makine mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, elektrik mühendisliği ve kontrol mühendisliğinin ortak çalışma alanını tanımlar. Mikroçip teknolojisinin zamanla gelişmesi ile robotik kavramı da yaygınlaşmaya başlamıştır. [10]

3.1.1 Endüstriyel robot kavramı

Materyal veya hareketli iş parçaları, ekipmanlar veya özel aletlerin işlenmesi amacıyla kullanılan çeşitli görevler için programlanabilir, çok fonksiyonlu bir aygıttır.

3.1.2 Sanayi robotu kavramı

Endüstriyel uygulamalarda kullanılan, üç veya daha fazla programlanabilir eksenli olan, otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir, çok amaçlı, bir yerde sabit duran veya hareket edebilen manipülatördür.

3.2 Çalışma Alanı

Robot Teknolojisinin Kullanım Alanları: [11]

- Mekanik Üretimde: Parça seçme, sıralama, yerleştirme, tezgâha yöneltme,
- Parçaların montajında,
- Takım ve iş parçası bağlama, sökme ve değiştirme,
- Çapak temizleme ve parlatma,
- Sıcak parçaların (dövme döküm gibi) tezgâha yüklenmesi ve boşaltılması (ısıl işlemler),
- Bitmiş parçaların ölçü ve kontrolü,
- Stoklama işlemlerinde, Parçaların yükleme, transfer ve paketleme işlemlerinde, takım tezgâhları, plastik parça imalatı, pres işleri, pres döküm, hassas döküm, dövme, fırınların doldurulup boşaltılmasında kullanılır.

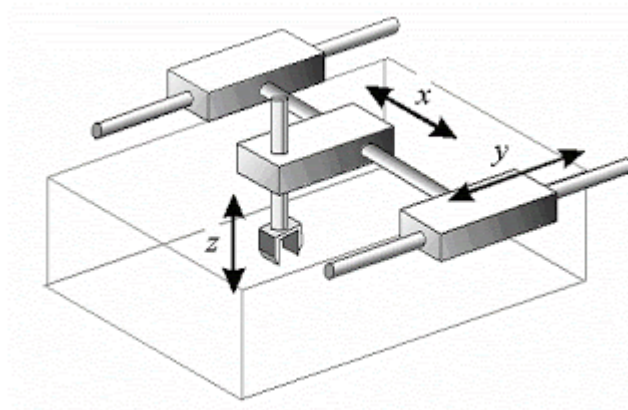
3.3 Endüstriyel Robotlarının Sınıflandırılması

Bu fıkrada özellikle endüstriyel robotları ayrıntılı olarak inceliyoruz: [12]

3.3.1 Kartezyen robot

Bu robot, sadece tutarak ve taşıyarak X, Y ve Z eksenlerinde doğrusal olarak hareket edebilir. Basit yapısı matematiksel planlamayı çok kolaylaştırır. Bu tür robotlar için robot parçalarının bu noktada son konumu eklem konumudur, bu nedenle konum hesaplaması çok kolaydır.

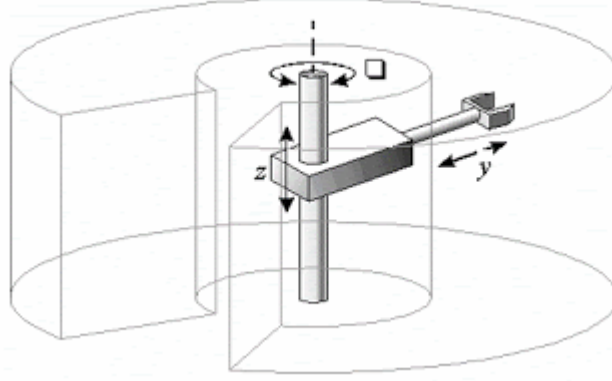
Şekil 3-1'de gösterildiği gibi, çalışma alanı bir robotun gövdesinden daha küçüktür. Bükülemez veya yuvarlanamaz. Çalışma alanı kare veya dikdörtgen prizma şeklinde olacaktır. Diğer robot türlerine göre daha dayanıklıdır. Bir kişinin taşıma kapasitesini aşan bagajları taşımak için kullanılır. Bu nedenle yük araçlarında, yükleme ve boşaltma projelerinde ve fabrikalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ağır cisimleri taşımak için fabrika yüzeyine monte edilerek ıslak çalışma ortamında kullanılabilir. Küçük anten sistemine sahiptir. Büyük miktarda güç gerekiyorsa, hidrolik sürücülü bir Kartezyen koordinasyon robotu kullanılır. Kritik hijyen ortamlarında yağ sızıntısı probleminden dolayı pnömomatik motorlar tercih edilmektedir. Pnömomatik tip robot, pnömomatik ve hava kontrolü gerektirdiğinden yatırım maliyeti düşük ve işletme maliyeti düşüktür. Ağır bir dikey koordinat robotununun tahrik sistemi, bir elektrik motoru veya bir hidrolik tahrik sistemi ile sağlanır. [13]



Şekil 3-1: Kartezyen Robot Kolun Çalışma Alanı [13]

3.3.2 Silindirik robot kolları

Silindirik robot kolu, kendi kendine dönen bir eklemden ve üzerindeki X, Y ve Z düzlemlerinde doğrusal olarak hareket edebilen bir koldan oluşur. **Şekil 3-2**'de gösterildiği gibi, elastik olmayan silindirik bir koordinat şekline sahiptirler. Kartezyen robot kolundan daha iyi hareket kabiliyetine sahiptir. Taşınabilir çalışma alanı çok iyi. Düşük hareket kabiliyeti nedeniyle programlanması kolaydır. Manipülatör çalışma alanı, silindirik koordinat sistemindeki iki hareketli kolun uzunluğuna göre değişir. Robotun uygulama alanı ve taşıma kapasitesine bağlı olarak hidrolik, pnömatik veya elektrikli tahrikli olarak kullanılabilir. Silindirik manipülatörler ıslak, nemli ve tozlu ortamlarda, su altı araçlarında, uzay gözetleme ve punta kaynaklarında yaygın olarak kullanılmaktadır. [14]

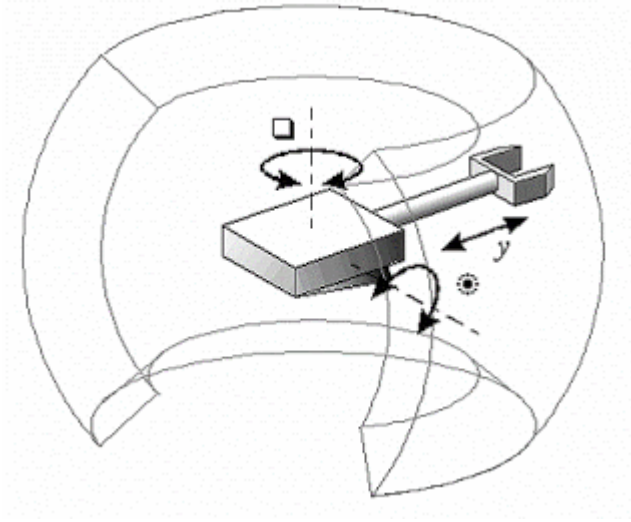


Şekil 3-2: Silindirik Robot Kolun Çalışma Alanı [14]

3.3.3 Küresel robot kolları

Yapısı kalça, omuz ve dirsek eklemlerinden oluşur. Kalça ve omuz eklemleri başın etrafında dönebilirken, dirsek eklemleri kolları uzatır ve kısaltır. Matematiksel alan, **Şekil 3-3**'de gösterildiği gibi silindirik bir koordinat şekline sahiptir. Bunlar, kollarla gösterilen bir robotun kollarından farklıdır. Kinematik yapısı, Kartezyen ve silindirik robotik kollara göre daha karmaşıktır. Nasıl çalışacağını görselleştirmek zor olduğu için programlamak ve kontrol etmek de zordur. [15]

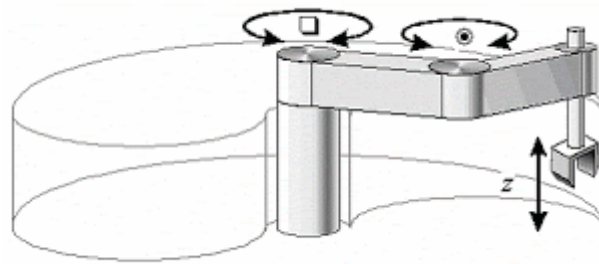
Farklı eylemlerin boyutları, silahın boyutuna bağlıdır. Top robot kolları, bükme, bükme ve kamera izleme görevleri için hidrolik tahrik sistemleri ile birlikte kullanılır. Ayrıca bu robotlar kısa sürede hareket etmeye devam edebildiği gibi kaynak ve birleştirme robotları olarak da kullanılabilir.



Şekil 3-3: Küresel Robot Kolun Çalışma Alanı [15]

3.3.4 Scara robot

İki ortak motor ve yukarı ve aşağı hareket edebilen bir pnömatik koldan oluşur. Elektrikli menteşe motoru, milin bağımsız olarak dönmesini sağlar. Kol, bağlantı portu boyunca pnömatik olarak sürülür ve Z ekseninde hareket etme kabiliyetine sahiptir, bu da robot kolunun esnek bir şekilde hareket etmesini sağlar. Mükemmel alan hızı ve performansı nedeniyle, robot kolu elektronik endüstrisinde elektronik kartlar için malzeme toplamak için ağırlıklı olarak kullanılır. Ucuz ve programlanması kolay olduğu için günümüzde sektörde en çok kullanılan robottur. Parçaları kolun altına takmak için robot kolunu kullanın. Çalışma alanı **Şekil 3-4**'da gösterilmiştir. [16]

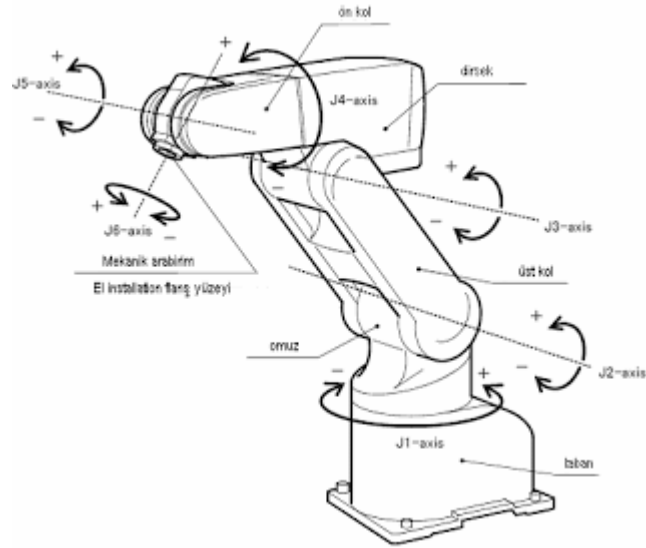


Şekil 3-4: Scara Robot Kolun Hareket Alanı [16]

3.3.5 Kol robotu

Robot kolu, insan kolunun hareketini taklit eden bir robottur. Üretim sistemindeki diğer silahların sınırlı hareketinden dolayı 5 veya 6 eklemlilik bir robot kol gereklidir. Bu tip manipülatör, her eklem için ayrı ayrı kontrol edilen bir servo motor içerir. Motor bağlantı voltajı 12 ila 24 voltur. Robot kolu en fazla hareket esnekliğine sahiptir. Şekil 5'te görüldüğü gibi her bir kolun eklemleri X, Y ve Z eksenlerinde üç boyutlu hareketler gerçekleştirebilir, bu da tarama alanında belirli bir noktaya daha hızlı ve daha hızlı ulaşmanızı sağlar. X, Y ve Z koordinat yönlerinde eklem hareketi veya düz çizgi hareketi, robotun hedef konuma yaklaşmasını sağlar. Diğer robot türleriyle karşılaştırıldığında, diğer robot türlerinden daha karmaşık ve programlanması daha zordur.

Her mafsallık Şekil 3-5'de gösterildiği gibi, her bir eklem programın belirli, sınırlı bir alanında hareket edebilir. Bu, robotun güvenli bir çalışma ortamında diğer parçalara çarpmasını ve zarar vermesini engelleyerek robotun hedef noktaya daha kısa sürede ulaşmasını sağlar. [17]



Şekil 3-5: Robot Kol Ve Eksen Hareketleri [17]

Çalıştırdığımız uygulamanın yapısına bağlı olarak, önce işlemcinin hub numarasını belirlemelisiniz. Üç eksenli bir robot kolu, daha basit işlemler gerçekleştirmek için yeterlidir, ancak üç eksenli bir robot kolu, daha karmaşık ve çok işlevli uygulamalar için yeterli değildir. Başvuru süreci daha karmaşık hale geldikçe, bağlantı sayısı artmalıdır. Eklem sayısı artırılarak robotun hareket kabiliyeti iyileştirilecektir.

- 2- Boyutlar tolerans alanındaysa, robot ilk makinede işlenen aleti otomatik bir seçim merkezine taşır ve daha sonra robot aleti yeni bir işleme merkezine taşır.
- 3- Bitmiş alet ikinci makineden alınır ve işlenmiş alet ikinci makineye test edilen ilk makinede sunulur.
- 4- Robot bitmiş aleti ikinci makineden alır ve otomatik bir test merkezine gönderir. Eğer boyutları tolerans alanı içinde bulunuyorsa, kayışın üzerine yerleştirilir. Ardından robot ikinci bir görev döngüsüne hazırdır.

3.4.2 Ambalajıma ve paketleme:

Paketleme genellikle iki işlemin birleşimidir, malzeme nakledip sonra toplar, bu nedenle robotun genellikle paketlenen şeyleri toplaması ve daha sonra dolgu pedini (malzemenin hasar görmesini ve sallanmasını önlemek için dolgu olan) koyması ve ardından ambalaj kutularını kapatması gerekir. Ancak çoğunlukla makineler bu amaçla kullanılır ve robotun işlevi sadece ayırıcıları yerleştirmek ve daha sonra bu kutuları mühürlemektir. Bu gibi işlevler kolay değildir, çünkü robotun bu görevi yerine getirmek için dönen ve kemerli hareketler gibi çeşitli hareket türleri yapması gerekebilir ve bu hareketler farklı türlerde, boyutlarda ve şekillerde farklılık gösterdiğinden. Ayrıca, bir paketteki malzemelerin fiziksel özelliklerindeki fark, gerekli aşınmaların karmaşıklığına ve takımların ve gereksinimlerin karmaşıklığına yol açar. debriyaj, birkaç işlevi yerine getirmek üzere tasarlanabilir ve başka bir işlevi yerine getirmek için başka bir elemanla değiştirilmek üzere tasarlanabilir. [20]

3.4.3 Daldırma parçaları ve galvanizleme ile yüzey işlemi:

Birçok işlem, parçaların ve yüzeylerinin, işleme sıvılarına daldırılarak veya koruyucu ve koruyucu maddelerle çevrelenerek işlenmesi üzerinde hassas kontrol gerektirir. Ve en ünlü şeylerden biri: dökülen nar: balmumu deseninin termal kil ve kumla kaplandığı, erimiş balmumu boşaltılır ve metal yerine dökülür, yani dağınık bir balmumu yöntemiyle dökülür. Tabii ki, işlenecek malzeme bir kalıp oluşturacak ve daha sonra balmumu boşaltılacak ve erimiş metal dökülecektir, ancak hassas işlem, robotun gerçekleştirdiği ve balmumunun şeklini bozmak ve balmumu şeklini bozmak için yüksek hassasiyetle gerçekleştirdiği gizemli harekettir. [21]

3.4.4 Nokta kaynağı (punta kaynağı):

Nokta kaynağı, özellikle otomotiv endüstrisinde en yaygın endüstriyel robot uygulamalarından biridir. Nokta kaynağı, temas noktalarında yüksek mukavemetli bir elektrik akımı geçirerek konsantre noktalarda iki metal parçası arasındaki füzyondur. Kaynak işlemi, iki metali bir araya getiren ve akımı temas noktasından geçiren bir tür iz ile gerçekleştirilir. Tipik bir yol çifti, son bir etki olarak robotun bileğine kolayca takılabilmesi için özel bir şekle sahiptir: Robot nokta kaynağını aşağıdaki sırayla gerçekleştirir:

- kaynak bireyin (elektrot çifti birlikte) iki metal parçası üzerinde istenen konuma yerleştirilir. İki elektrodu iki metal çubuğa sıkıca bastırın.
- İki metalin temas noktasında erimesine ve yüksek sıcaklık nedeniyle birleşmesine neden olan uygun akım geçişi.
- Pistlerin kaldırıldığı ve bir sonraki kaynak noktasından önce pistlerin soğumasını sağlayacak kadar beklediği ve soğutmayı hızlandırmak için genellikle pistlerden su geçirildiği soğutma. Bu dizi ile bir PTP robotunun tipik çalışması olur.

Otomatik robotik punta kaynak hattının bir örneği, 1980'lerde Amerikan otomobil üreticisi DOOGE tarafından donatılmış makinelerdir. Perçinlerin kaynağı, kapılar etrafında nokta kaynağı sağlayan 8 unimate robot ve 4 unimate4000 robot gerçekleştirir. Bu bölümden sonra, otomatik gövdeler, 24 robotla 700'den fazla kaynak noktasının tamamlandığı yeniden kaynak hattına geçer. Fabrikada, otomatik gövde montajını tamamlamak için 36 punto kaynak robotu bulunuyor ve günde 1750 araba üretmeye hazır. Bu görevleri yerine getirmek için bir robotun seçimi haklıdır, çünkü robotun gösterdiği beceri yüksek derecede olmuştur ve bu doğruluk, kaynak bireyin büyüklüğü ve ağırlığı ve tutma zorluğu nedeniyle insanlarda mevcut olmayabilir, bu da 200 kilo ağırlığa ulaşabilir, Robotun doğruluğu, değişmeden belirli ve spesifik bir kaynak döngüsüne alışkın olması ve aynı yolu izlemesi ve dolayısıyla robotun kaynak yaptığı sürenin standart olması ve bir dakikadan daha azına ulaşması gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Ne yazık ki, programlanmış bir robot yeni bir robotla değiştirildiğinde, robotun üretim hattına yerleştirilmesi saatler ve günler alacaktır, çünkü ona çalışmayı ve gereksinimlere göre programlamayı öğretmesi zaman alacaktır. [22]

3.4.5 Ark kaynağı:

Ark kaynağı, elektrotlar ve kaynaklı metal parçalar arasındaki arkın neden olduğu yüksek ısıyı kullanan metalleri birbirine bağlama işlemidir. Kaynak noktası ve ark genellikle en yaygın endüstriyel robot kullanımlarıdır. Ve robotların yayılması, bu tür operasyonları gerektirdiği çaba ve kaynak ve gürültünün neden olduğu zehirli dumanlara ek olarak ultraviyole ışınları ve gözlere büyük ölçüde zarar veren görünür radyasyon gibi tehlikeleri ve hasarları nedeniyle gerçekleştirmiştir. Ark kaynağının başarısı için gerekli olan en önemli şeylerden biri, metal perforasyonda ilerlemenin artmasına neden olabilecek kaynak alevinin ilerleme miktarıdır ve ilerleme gecikmesi, arkın kesilmesine yol açacaktır, böylece robot, ilerlemesini incelemek ve belirli bir süre boyunca devam edecek şekilde programlanmıştır elektrik arkını korur. [23]

3.4.6 Boya spreysi, yüzey işleme ve boya işleri:

Farklı hedefler ve amaçlar için endüstriyel robot kullanımının geniş alanlarından biridir ve doğruluk açısından en önemlisidir ve insan sağlığı üzerindeki zararlı ve toksik etkisi nedeniyle çoğu boya malzemesi patlayıcı ve yanıcıdır ve bu nedenle robotlardır Bu tür işleri yapmak için kullanıldığında, bu tehlikelere karşı tasarımlarınız ve devreleriniz olmalıdır. Boyayı uygulamak için, buharlaştırıcı robotik kol yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu robotlarda, hassas gereksinimler kaynak robotlarına göre daha düşüktür, hıza gelince, işini daha hızlı yürütür. Bu işlemler, bir sonraki işgal edilen işin haciminin ve boyutlarının ve kaplamanın gerçekleşmesi gereken yerin belirlendiği teknik hassasiyet sistemleri ve devreleri yardımıyla gerçekleştirilir. Ve elektrik alanında boyanın uygulanmasını içeren başka bir durum veya alternatif bir yöntem var, bu yöntem yüksek bir boya kalitesi sağlar ve ekonomiktir, ancak yüksek voltaj (onlarca kilovolt) patlama için daha uygundur ve bu, bu tür atomizer ile boyamak için endüstriyel robotların alanlarını sınırlar. Robotun işi sadece boya ve kaplama ile sınırlı değildir, aynı zamanda kum temizliği, yüzey işleme, parçaların fazla parçalarını kesmek ve boyutlarını izlemek de içerir. Bu resimde, Volvo otomobiller için bir hatta boya yapan robotik bir kol görüyoruz. [24]

3.4.7 Delme işlemleri:

Delme işlemleri hassas mekanik işlemlerdir ve çoğu robot dönen delme eksenlerini yeterli kuvvetle taşıyamaz ve bu döner eksenler üzerindeki reaksiyon kuvvetlerinin

üstesinden gelemes ve çoğu robot delme işlemini beslerken (yani delmeyi takiben) doğru düz hareketle hareket edemez. Delme robotları, diğer robotların uçlarından farklı olan özel mekanik uçlar kullanan robotlardır, çünkü bilek ve kol hareket etmeye itaat etmelidir ve bu aletlerin stabil çalışması için yüksek ciddiyetle karakterize edilmelidir. Delmede kullanılan robotik uçlar dönen elektrik motorlarına sahiptir ve delme eksenini besleme mekanizması özel bir kontrol devresi tarafından kontrol edilir. Bu nedenlerden ötürü, robotların delme işlemlerine katkısı, delme aletlerinin taşınması ve sonuna kadar sabitlenmesi gibi bir dizi işlemle sınırlıydı, aksine, hassas delme işlemlerinde robotların kullanılması (yani uçak yapılarında küçük deliklerin delinmesi). Genel olarak, endüstriyel delme işlemleri küçük delme mekanizmaları nedeniyle çok başarılıydı ve Kazı ve delme işlemlerinde karşılaşılan en büyük sorunlardan biri büyük boyutlu delme makineleri ve bu nedenle işte denge ve hassasiyet sağlamak için kocaman ve büyük robotların kullanılmasını gerektiriyordu [25]

3.4.8 Kaldırma ve paletleri indirme işlemleri

Çoğu mal ve ürün kutulara yerleştirilir ve daha sonra sevk edilene kadar gemilere taşınması için palet adı verilen paletlere yerleştirilir. Ve robotların mal ve kutuların yükleme platformuna taşınmasında ve bu platformların mallardan boşaltılmasında kullanımı iyi bilinmektedir, çünkü bu robotlar bu kutuları düzenlenmiş bir formatta veya üst üste katmanlar şeklinde düzenlemek için programlanabilir, ancak genel olarak robotlar Yüksekliği beş metreden fazla olmayan ve ağırlığı 100 libre'den fazla olmayan malların ve kutuların yüklenmesi ve bu kutuların daha yüksek yükseklik ve ağırlıkta olması durumunda, robotlara bu alıcılara daha fazla dayanıklılık kazandırmak için bir servo mekanizması eklenmesini gerektirir. [26]

3.4.9 Bağlama ve sabitleme:

Robotun başarılı kullanımlarından biri, mekanik endüstrilerdeki sabitleme ve sabitleme operasyonları, özellikle parçaların ve kesmelerin otomobil ve uçak yapılarına sabitlenmesi ve küçük elektrik elemanlarının elektrik panellerine montajı ve bu panellerin elektrikli parçaların yapılarına kurulmasıydı. Bazıları tarafından, sabitleme ve cıvatalama ve perçinlemenin kolay ve basit bir süreç olduğu düşünülebilir, ancak gerçekte hassas bir süreç olabilir, çünkü bazı parçalarda aşırı

gerdirme ve ek sabitleme, sabitleme parçalarının montaj noktasında kırılmasına veya hasar görmesine neden olabilir. Parçaların yeterince monte edilmemesi durumunda bir sorun vardır ve bu nedenle robotun bu alanda kullanımı, robotun parçaları ve parçaları gerekli değerlerde sıkma ve takma yeteneğinin iyi ve uygun bir şekilde kullanılmasını ve bu, bu robotları programlayarak ve her biri için izin verilen gerilme değerlerini girerek yapılır, Perçinler ve vidalar. [27]

3.4.10 Plastik kalıplama:

Robotlar bu alanda enjeksiyon kalıplama kalıplarını doldurmak ve boşaltmak veya bazı kalıpları düzeltmek için kullanılır. Bu işlemler, en hızlı iş temposu ve insan üretiminden en iyi ürünler açısından ekonomik gerekçelere sahiptir. [28]

3.4.11 Muayene:

Muayene robotları karşılaştırmalar, ölçümler ve kontroller yapmak için parçalar ve sensörler içerir. Bu robotlarda kullanılan sensörler: Kimyasal Dedektörler. Bilgisayar izleme sistemleri. Kızılötesi tarayıcılar. Sonar ve lazer radar. Radyolojik muayene uzmanları. Kapasitif sensörler. X-ray kameralar ve foton tarayıcılar. Kontroller her zaman karşılaştırmalı bir veri sistemine göre yapılır, böylece robot açılarının gerçek değerlerinden sapma miktarını ve temas noktalarının boş koordinatlara göre orijinal konumlarından yer değiştirmesini kontrol edebilir ve robot 0.001 inç'e kadar konumdaki hataları tespit edebilir. Aşağıdaki resimde karmaşık bir montajın ilk taramasını yapan bir robot gösterilmektedir. [29]

3.4.12 Metal kesme:

Mühendislik malzemelerinin çoğu levha veya plaka şeklinde üretilir ve bu nedenle üretim sürecini tamamlamak için, bu levhaların kesme işlemleri farklı şekillerde ve çoklu boyutlarda yapılmalıdır ve kesme işlemleri bir robot kullanılarak ve aşağıdaki süreçler ve aletler yardımıyla yapılabilir: [30]

- a) **Lazer:** kesilecek yere aşırı keskin ışınlar veya ışık yönlendirerek sıcaklığı yükselterek metali eriterek. Bu yöntem, 0,05 inçten fazla olmayan metal parçalar için kullanılır.
- b) **Su jeti:** Bir genleşme deliğinden büyük bir su basıncından geçen yüksek hızlı bir su jeti olup, bu yüksek kesim suyunun kesme ile çarpışması sonucu

bu metal parçaların kesilmesine yol açar ve bu şekilde kesilen parçaların kalınlığı arasında değişir (0.04 - 0.008) inç. Diğer metal olmayan parçalar da kesilebilir. Robotun kesme işlemlerinde kullanabileceği başka yöntemler de vardır, örneğin: plazma arkı, merkezi açıklık veya eğirme projektörü. Ve önceki resim lazer ışını kesimini yapan bir robotu gösteriyor.

3.4.13 Basım işi:

Bu alandaki robotlar çoğunlukla otomotiv sektöründe şasi plakalarının damgalanması olarak kullanılır. Ana hususlardan biri, sızdırmazlık ve delme işlemi sırasında işçi güvenliğini arttırmaktır.

3.4.14 Montaj:

Robotun gerçekleştirdiği montaj işlemlerinden bazıları şunlardır: eserleri sıkma, yönlendirme ve montaj. Aşağıdaki görüntü, bir araç üretim hattında montaj yapan bir robotu göstermektedir. [31]

3.4.15 Makine aletleri taşınması:

Bu alanda robotların daha önceki tasarımlarla kullanılması, sayısal kontrol makinelerini ve robotları dijital kontrol tezgahlarına bağlamak için nispeten kolay bir görevi teşvik etti.

3.4.16 Demircilik:

Robotlar genellikle bu alanda sadece sıcak metal parçaların işlenmesi veya yüksek sıcaklıkların olduğu yerlerde çalışmak için kullanılır. Robotların kullanımı, nispeten düşük seviyelerde kantitatif üretim ve bazı parçaların karmaşıklıkları nedeniyle sınırlıdır. [32]

3.4.17 Finişler:

Birçok şekil ve metal ürün, finişe ihtiyaç duyulmadan üretilir, ancak karşılığında bazı kenarlar ve ekstra uçlar bırakan bazı makineler vardır. Uçak kanatlarında, uçağın metalindeki stres konsantrasyonlarını önlemek için operasyondaki hassasiyeti nedeniyle küçük ve hassas son operasyonlar robota bırakılır.

Mevcut endüstriyel uygulamalar listesinden, robotik manipölasyonların geliştirilmesi ve kullanımının, radyoaktif materyalleri tedavi etmek için 1947'de ARGONNE Ulusal Laboratuvarı'nda geliştirilen bir tele manipölator olarak mütevazi başlangıcından büyük adımlar attığı açıktır.

4. GÖZLÜKLERİN ŞİMDİKİ ÜRETİM HATTI

4.1 Gözlüğün Kaynak İşlemlerinin Aşamaları

4.1.1 Üreteceğimiz modeli belirleme

Şirketin ürettiği gözlük modellerine göz attıktan sonra, birçok modelin piyasada rağbet görmesinden dolayı diğer modellere göre fazla üretildiğini gördük. Buna dayanarak ve üretimden sorumlu bölümlerle yaptığımız istişareler sonrasında bu araştırmamızda **Şekil 4-1**'de gösterilen 1157 modelin üretimiyle ilgili araştırmamızı yapmaya karar verdik. Bu modeli seçmemizin nedenlerini aşağıda sıraladık:

- 1- Piyasadaki talebinin yüksek olmasından dolayı şirketin en çok üretilen modellerden olması.
- 2- Bu modelden alt modellerin türetilbileceği standart modellerden olması.
- 3- Bu modelin üretimiyle ilgili çalışmamız başarılı olduğu takdirde, bu araştırmamızın sonuçlarını diğer modellere de uygulamak kolay olacaktır.
- 4- Bu modelin çoğu tasarımlarının parça ve bölümlerinin kolay bulunur olması.
- 5- Bu modelin şirkette tamamıyla üretiliyor olması. Dolayısıyla sair kalıp, sabitleyici ve gereçler elimizde hazır şekilde olacaktır.



Şekil 4-1: Gözlüğün Modeli 1157

Bu araştırmamızda bu modelin üretimine odaklanacağız. Bu standart modelden birçok alt model türetilmektedir.

Araştırmamızın bu modele seçmesiyle, yapacağımız olan çalışmamızdan sonra bu modeli üretme imkânı sağlanacaktır. Bu modelin en çok üretilen modellerden olması, bu çalışmamızı birçok farklı alt modellere uygulama imkanımızın olması gibi nedenlerle bu araştırmamızı üretimin büyük bölümüne uygulayabileceğimizi söyleyebiliriz.

Aynı zamanda şuna dikkat çekmek gerekir ki, kaynak işleminde kullanılan robot ve kalıplar çeşitli modellerin kaynak işlemlerinde gerekli kalıp, robot ayarlama ve kontrol işlemlerinin yapılmasından sonra kullanılacaktır.

4.1.2 1157 Model Gözlüğünü Oluşturan Parçaları Seçme:

Gözlükler genellikle çeşitli parçalardan oluşmaktadırlar. Bu parçalar birbirine kaynatılıp gözlüğün çerçevesini oluştururlar. Optik veya güneş gözlüklerinde olsun gözlüklerin çeşitli model ve şekilleri bulunmaktadır. Genellikle optik gözlükler temel 5 parçadan oluşmaktadır. Araştırmamızın konusu olan 1157 model gözlüğün çerçevesinde temel 5 parça vardır, ve **Şekil 4-2**'de gösterilmiştir. Bu gözlüğün birleşen parçaları aşağıdaki gibidir:

- Çerçeve (2 tane adet)
- Boru (iki tane adet)
- Borunluk (1 tane adet)
- Kanca (2 tane adet)
- Sap (2 tane adet)



Şekil 4-2: Gözlüğün Birleşen Parçaları

1157 model gözlüğün parçalarının sayısı 5 temel parça ile toplam olarak 9 parçadır. Gözlüğün parçaları aşağıdaki şekilde sunulmuştur:







Çizelge 4-1: gözlüğün parçaları:

Sağ ve Sol Çerçeve	
Sağ ve Sol Boru	
Burunluk	
Kanca	
Sağ ve Sol Şap	

4.1.3 Gözlüğün Çerçevesini Oluşturan Parçaları Kaynatma Aşamaları:

Bu parçaları birbirine kaynatma işlemi, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi ardışık aşamalarla gerçekleştirilmektedir:

Çizelge 4-2: gözlüğün parçaları

1	Gözlüğün çerçeve ve borusunu hazırlayalım		7	Bir önceki kaynak işleminden sonra elde edilen parçayı ve sağ ve sol sapı hazır edelim.	
2	İlk kaynak işlemini gerçekleştiririm: Çerçeveyi bağlama (boru) parçasıyla kaynatma		8	Üçüncü kaynak işlemini gerçekleştiririm: sağ ve sol sap parçalarının kaynak işlemini yapalım.	
3	Sağ ve sol çerçeveleri ile burunluğu hazırlayalım				
4	İkinci kaynak işlemini gerçekleştiririm: sağ ve sol çerçeveyi burunla kaynatalım				
5	Kaynak işleminden sonra elde edilen parçayı ve iki kancayla birlikte hazır edelim				
6	Üçüncü kaynak işlemini gerçekleştiririm: sağ ve sol parçaya kancalara kaynatalım				

Daha önce belirttiğimiz gibi bu aşamalar ardı ardına gerçekleştirilmektedir. Her bir aşamanın üstüne parçaların sabitlendiği özel bir kalıbı vardır. Kaynak işlemi manuel

olarak personel tarafından gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla gözlüğün kalitesi ve üretim hızı personele dayanmaktadır.

4.2 Kullanılan Kalıp ve Mekanizmalar

1157 model gözlüğün çerçevesi birbirine kaynatılmış 5 parçadan oluştuğunu söylemiştir. Şimdiki üretim işlemi 4 aşamayla gerçekleştirilmektedir. Bu aşamaların her birisinde belirli bir sabitleme kalıbı kullanılmaktadır. Bu kalıplar gözlük çerçevesini oluşturan parçalarını personel aracılığıyla manuel kaynatmada yardımcı olmaktadır.

Bu bölümde şimdiki üretimde kullanılan kalıpları anlatacağız.

4.2.1 Çerçeveyi boruyla kaynatma işlemi

Sabitleyici aparat yoluyla çerçevenin her iki tarafı bir parçayla sabitlenir. Daha sonra kaynağın yapılacağı bölgeyi ısıtan bakır aparat aracılığıyla yüksek elektrik akımı verilir. Ardından personel kaynak kablosunu yakınlaraştırarak kaynatıcı maddeyi ısıtılan çerçevenin üzerine eriterek kaynak işlemini gerçekleştirir. Bu işlem sadece bir tarafta yani sağ tarafta yapılmaktadır. Ardından aynı işlem sol tarafta yapılır. Görüldüğü gibi her iki tarafta kaynak işlemi bağımsız gerçekleştirilir.

Şekil 4-3'de manuel kaynak işlemi gösterilmiştir. Aynı zamanda personelin nasıl yüksek ısıya maruz kaldığını görmekteyiz.



Şekil 4-3: Çerçeve-Boru Kaynak İşlemi

4.2.2 Burunluğu kaynatma işleml

Çerçevenin kaynak işleml bittikten sonra burunluk kaynatılır. Bir önceki aşamada kaynatılan gözlüğün sağ ve sol çerçeveleri yeni bir kalıpta sabitleştirilir. Her iki çerçevenin arasını bağlayacak şekilde burunluğun kaynatma işleml yapılır. Gördüğümüz gibi kaynak işleml manuel gerçekleştirilmektedir. Çerçevenin burunla temas eden bölümü ısıtılır, ardından personel kaynak maddeyi ilgili bölüme eriterek kaynak işlemlini gerçekleştirir. Bu aşamada personel iki kaynak işlemlini gerçekleştirir (sağ ve sol taraflar).

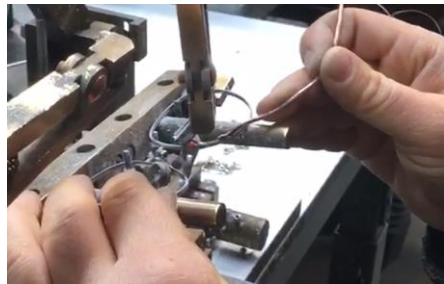
Şekil 4-4 burunluğun nasıl manuel kaynatıldığı gösterilmiştir. Aynı zamanda personel şekilde görüldüğü gibi ince kaynak işlemlinde iki elini kullanmaktadır.



Şekil 4-4: Burunluk Kaynak İşleml

4.2.3 Kancayı kaynatma işleml

Burunluk kaynatıldıktan sonra çok küçük bir parça olan kanca çerçevenin üstüne belirli bir açıya sabitleştirilmelidir. Bu işleml personel yoluyla manuel gerçekleştirilmektedir. Daha sonra temas bölgesi ısıtılarak personel ısıtılan bölgenin üzerine kaynak işlemlini gerçekleştirir. **Şekil 4-5**'da personelin manuel olarak kancayı kaynatma işlemlini göstermektedir.



Şekil 4-5: Kanca Kaynağı İşleml

4.2.4 Sap kaynatma işlemi

Şekil 4-6’indeki gibi 3 aşamayı tamamladıktan sonra gördüğümüz üzere personel çerçeve ve sap sabitleme aparatına sabitlemiştir. Bundan sonra temas bölgesini ısıtacak ve üzerine kaynak maddeyi eritecektir.



Şekil 4-6: Sap Kaynağı İşlemi

4.3 Şimdiki Yöntemin Avantajları ve Dezavantajları

4.3.1 Avantajları:

- 1- Bu metodun en önemli avantajı basit bir metot olmasıdır. Kalıbın ayarlanması zaman alsa da personel manuel olarak bunu gerçekleştirebilmektedir.
- 2- Aynı zamanda bir diğer avantajı birçok model için tek bir kalıbın kullanılabilmesi. Kalıp üretilecek olan ürünün modeline göre ayarlanabilmektedir.
- 3- Son olarak bu metotla standart özelliklere sahip parçaların tersine bu metotta tolerans tanıyan parçalarla çalışılmaktadır.

4.3.2 Dezavantajları:

Şimdiki üretim metodunun en önemli dezavantajları aşağıdaki gibidir:

- 1- Düşük kalite
- 2- Birinci derecede personelin bilgi ve birikimine dayanmak.
- 3- Kalıbı ayarlama veya üretim işleminin yavaş ve uzun süreli olması.
- 4- Kalıbı ayarlama ardından kaynak işlemine hazırlamak için parçaları bağlama işleminin uzun sürmesi.
- 5- Eski ve ilkel bir üretim yöntemidir.

5. ROBOT TASARIMI

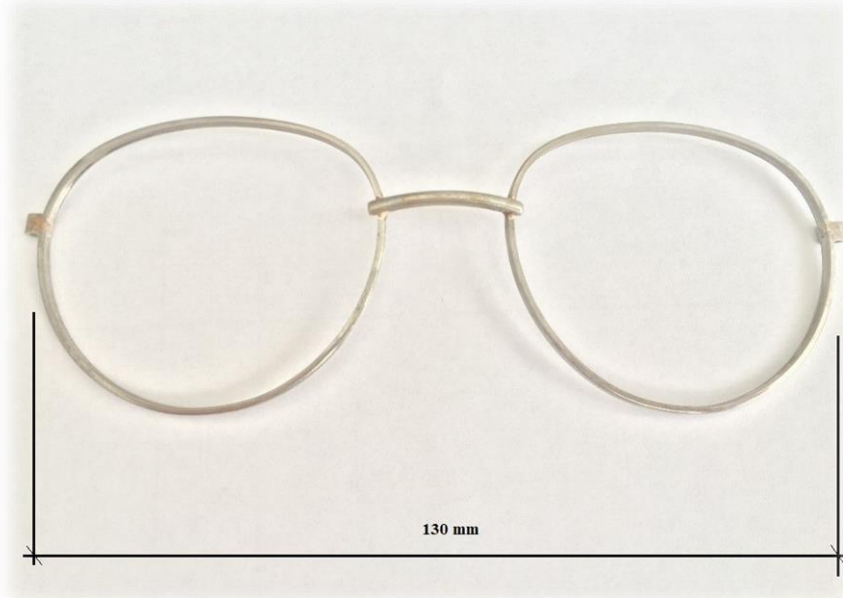
5.1 İstenilen Robot

Bu fıkrada, araştırma konusu olan kol robotunda, robottan beklenen hedeflere dayanılarak mevcut üretim süreci ve geliştirilmesi için önerilen yöntemlerin bulunması kapsamında gereken temel noktaları belirleyeceğiz.

5.1.1 Robottan beklenen çalışmalar

Öncelikle kulak lehim sap kaynağı aşamasında robotu uygulamaya başlayacağız. Uygulama başarılı olur ise birden çok aşamayı tek lehim kaynak aşamasına birleştirip robotu diğer işlemlerde uygulayacağız...

Mevcut üretim işlemiyle ilgili araştırmamızın sonucuna baktığımızda istenilen lehim kaynak noktaları net bir şekilde belirlenmiş olup Aşağıdaki gibidir:



Şekil 5-1: İki Kulak Lehim Sap Kaynağı Noktaları Arasındaki Uzaklığı

Şekilde görüldüğü üzere iki lehim noktaları arasındaki mesafe 130 mm'dir. Temas bölgesi otomatik olarak ısıtılacaktır. Ardından robot lehim kaynak maddesini üstüne eritecektir.

Şunu söylemek gerekir robot tasarımında ısıtma telleri doğrudan gözlüklerin altına monte edilmektedir. Bunun anlamı lehim kaynak işlemi gözlüğün üst tarafında gerçekleşecektir. Dolayısıyla lehim kablosu kaynak teli ve bu kabloyu kontrol eden robotun hareket alanı üst tarafta olacaktır.

5.1.2 İstenilen robotun özellikleri

Robottan beklenen özellikler bu şekildedir; robottan istenilen performans, robotun kolunu lehim kaynak noktaları arasında özgürce hareket ettirmesi, istenilen lehim kaynak açıları, gözlüğün açıları her tarafın 6 seviyesine yüzeyine göre değişkenlik gösterir dolayısıyla gözlüğün iki tarafına göre 6 seviyeye yüzeyine dayalı açılar olmalı. Buna istinaden 6 eksenli hareket özgürlüğü altı serbestlik dereceli olan robotu seçtik. Yani robotun kolunda 6 eklem olacaktır. Her bir eklemden daha hareket özgürlüğü serbestliği sağlayacaktır. Bu robot araştırmanın konusu olacaktır. Sonraki bölümlerde bu robot ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

Robotun 6 eklemine bakıldığında iki eklem hareketi dikey dairesel olup, diğer 4 eklem hareketi ise yatay dairesel olduğunu göreceğiz. Servo motorları ve step motorlar hem dikey hem de yatay dairesel hareketleri sağlamaktadır.

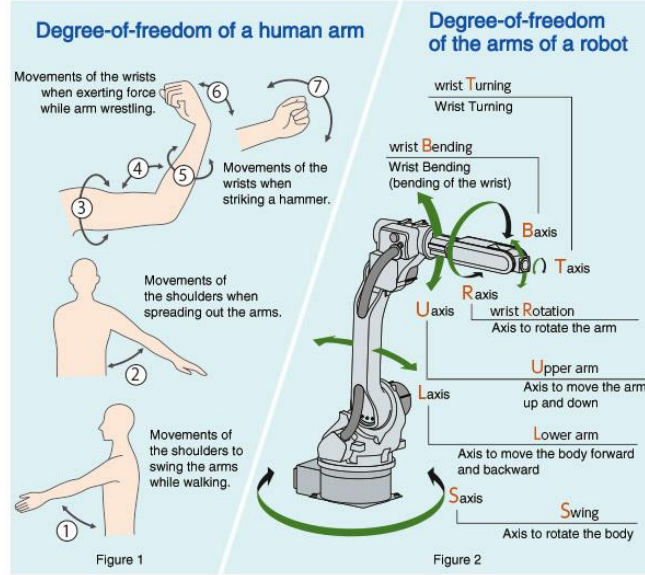
İki kaynak noktası arası 130 mm'lik mesafe ve sabitleme aparatının 210 mm yüksekliği sonucunda anlaşılan şu ki robotun serbest hareketi sağlaması için mesafe ve yüksekliğin iki katını kaplamalıdır.

Bu robot altı bağlantısı insan kolu ile çok benziyor, işte o omuz, dirsek ve bilekten oluşuyor, **Şekil 5-1**'e bakın. Omuz genellikle sabit bir zemine sabitlenmiş olur ve altı farklı eksenle dönebileceği anlamına gelen robot altı derece serbest hareket ediyor. Robot bazı işler insandan daha yüksek doğrulukta ve hızda daha verimli yapabilir. Bu nedenle, temel içeriğindeki projemiz, üretim verimliliğini sağlamak, çalışma koşullarını iyileştirmek, verimliliği artırmak ve işçi sayısını azaltmak için robot kolu üretimine dayanacaktır.

Endüstride kullanılan endüstriyel robot insan koluna benzer, aynı sayıda serbestlik derecesine sahiptir. [33]

- Hareket 1, L hareketine karşılık gelir
- Hareket 4, U hareketine karşılık gelir.
- Hareket 3, S hareketine karşılık gelir.

- Hareket 5, R hareketine karşılık gelir.
- Hareket 6, B hareketine karşılık gelir.
- Hareket 7, T hareketine karşılık gelir.

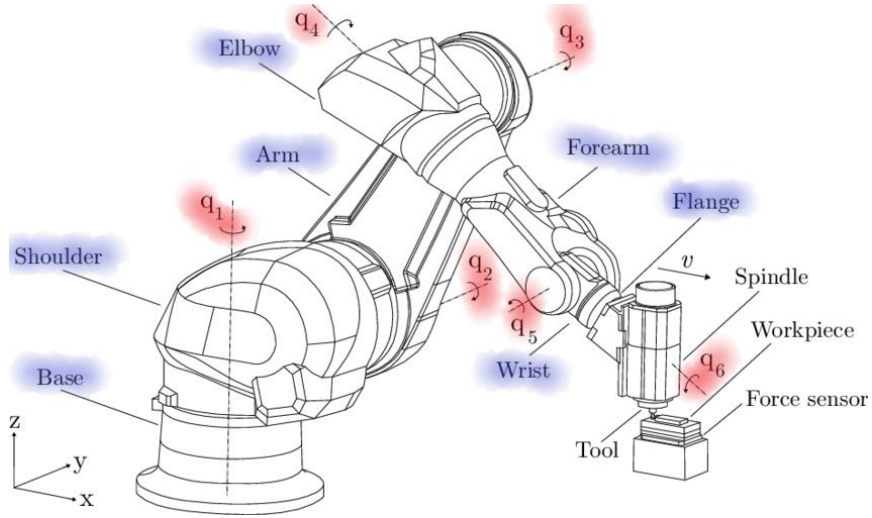


Şekil 5-1: İnsan Kolu İle Mafsallı Robotu Arasındaki Benzerlik [33]

Tasarımda araba gibi kaynaklarında kullanılan dev yapay robotların simülasyonunu gerçekleştireceğiz. Bu yönde kolu tasarlayacağız.

Bağlanan her iki parça arasında, bu hareketli eklemin eklemlenmesi, robot için bir serbestlik derecesi oluşturur, **Şekil 5-2**, robotun temel robot parçalarını göstermektedir

- 1- BASE - ANA GÖVDE
- 2- SHOULDER - OMUZ
- 3- ARM - KOL
- 4- ELBOW - DİRSEK
- 5- FOREARM - ÖNKOL
- 6- WRİST - BİLEK
- 7- FLANGE – TUTUCU

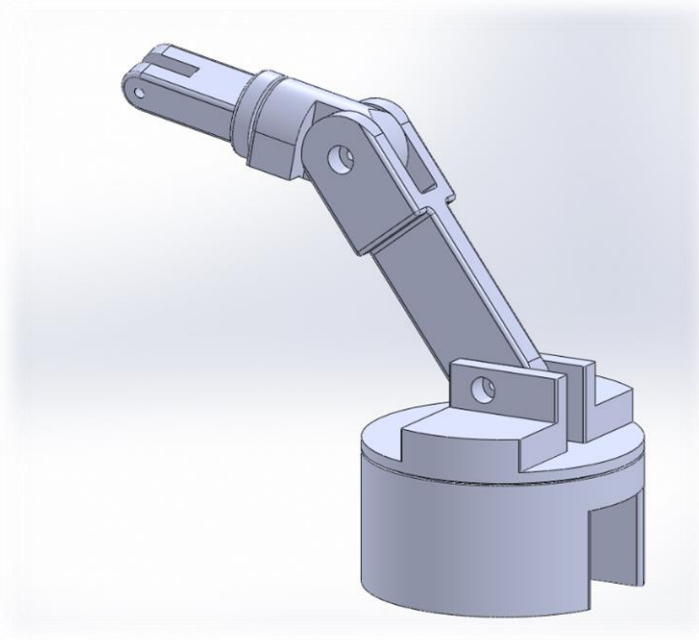


Şekil 5-2: Robotun Temel Robot Parçaları [33]

5.2 Robotun Tasarımı

5.2.1 Ön tasarım

Bir önceki bölümlerde en doğru haliyle belirtilen özelliklere istinaden robotun ön tasarımını istenilen verilere göre tasarladık. Tasarım bu şekilde oldu:

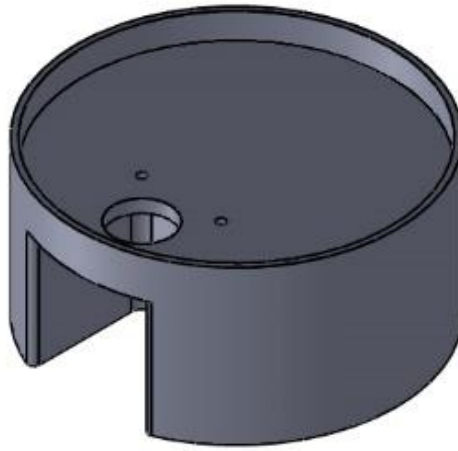


Şekil 5-3: Robotun Ön Tasarımı

Her parçayı nokta sayısına göre tasarladık. Noktaları aşağıda detaylıca anlatacağız:

1- Birinci parçayı (Ana Gövde) aşağıdaki hususlara göre tasarladık:

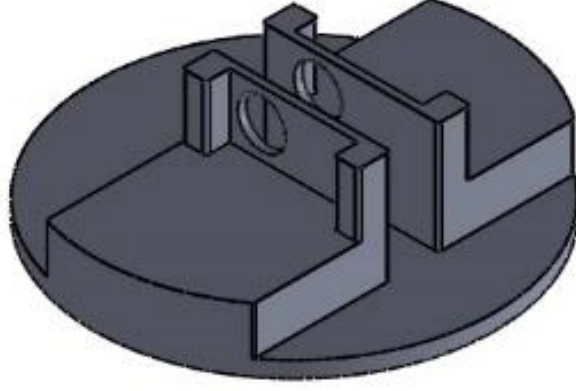
- Robotun ağırlığını ve çeşitli hareketlerini kaldıracak sert ve sabit olmalıdır.
- Robota engelsiz döner bir hareket sağlaması. Buna istinaden dairesel bir şekil seçilerek parçanın ortasında ikinci parçanın yerleştirileceği eksen açıldı.
- Robota döner hareketi q1 sağlayan servo motorun ana gövdenin içinde sabitleştirilmiş olması. Buna istinaden hareket dişlilerin yoluyla gerçekleşecektir. Birinci servo motorun eksenine yerleştirilecek, ikincisi ise ikinci parçanın eksenine yerleştirilecektir.
- İkinci parçayı (omuz) iyice sabitleyebilmesi ve kolaylıkla hareket etmesini sağlaması.



Şekil 5-4: Birinci Parça (Ana Gövde)

2- İkinci parçanın (Omuz) tasarımında aşağıdaki noktalara riayet ettik:

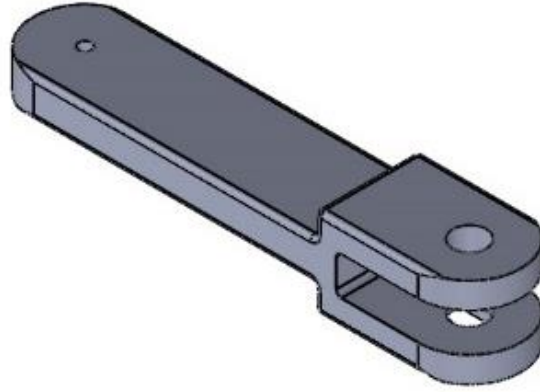
- Birinci parçaya (ana gövde) kolayca monte edilebilmesi dolayısıyla yerleşme ekseninin olması. Aynı zamanda hareketi sağlayacak dişlinin olması.
- Üçüncü parçayla doğru bir şekilde (kol) bağlama imkanını sunması.
- Üçüncü parçayı –kolu- hareket ettirmek için gerekli motorların sabitleştirileceği yerlerin belirlenmesi.
- Her iki dönme merkezi arası mesafe 30 mm'dir.



Şekil 5-5: İkinci Parça (Omuz)

3- Üçüncü parçanın (Kol) tasarımında aşağıdaki hususlara riayet ettik:

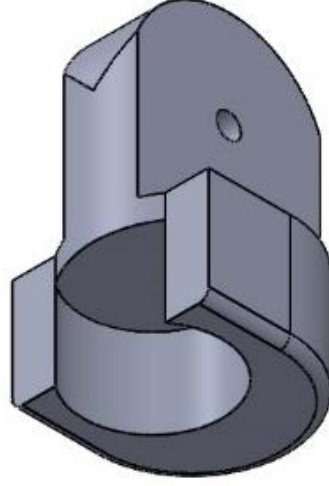
- Parçanın iki tarafını bir tarafının ikinci parçayla (omuz) diğer tarafının dördüncü parçayla (dirsek) bağlanabilecek şekilde tasarlanması.
- Robotun en uzun parçasıdır. Dolayısıyla ağırlığının hafif olması gerekir.
- Her iki dönme merkezi arası mesafe 150 mm'dir.



Şekil 5-6: Üçüncü Parça (Kol)

4- Dördüncü parçanın (Dirsek) tasarımında aşağıdaki hususlara riayet ettik:

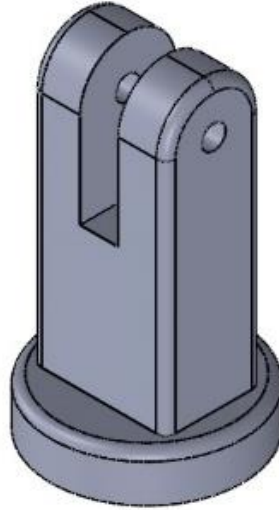
- Parçanın üçüncü parçayla (kol) bağlandığında yatay döner hareketi q3 sağlayabileceği şekilde tasarlanması.
- Aynı zamanda beşinci parçayla (önkol) ikinci taraftan bağlandığında dikey döner hareketi q4 sağlayabileceği şekilde tasarlanması.
- Bu parçada ikinci step motor bağlanacaktır. Dolayısıyla parçaların tasarımı parçanın içerisinde motorun yerleşeceği yerlerin açılması.
- Her iki dönme merkezi arası mesafe 45 mm'dir.



Şekil 5-7: Dördüncü Parça (Dirsek)

5- Beşinci parçanın Tasarımında (Önkol) aşağıdaki hususlara riayet ettik:

- Dördüncü parçayla dikey döner hareketi sağlayacağı şekilde tasarlandı.
- Aynı zamanda altıncı parçayla bağlandığında yatay döner q_5 hareketi sağlayacaktır.
- Bu parçanın tasarımı üçüncü parçanın tasarımına büyük derecede benzemektedir. Ancak bu parça kısa ve hafiftir.
- Her iki dönme merkezi arası mesafe 61 mm.'dir.

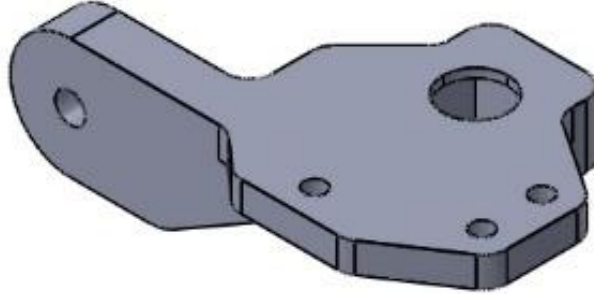


Şekil 5-8: Beşinci Parça (Önkol)

6- Son olarak altıncı ve yedinci parçanın tasarımları (tutucu ve bilek)

gerekli kaynak malzemesini tutabileceği şekilde tasarladık.

- Her iki dönme merkezi arası mesafe 41 mm.'dir.



Şekil 5-9: Yedinci Parça (Bilek)

5.2.2 Robotun üretiminde kullanılan malzemeler

Hem hafif hem de dayanıklı olması adına robotun parçalarını oluşturan maddeleri belirledik. Alüminyum ve kestamit gibi hafif maddeler seçtik. Öncelikle maddeleri seçeceğimiz daha sonra etkileyen tork ve kuvvetler hesaplanacaktır. Sonuçlara istinaden son tasarımı elde edeceğiz. Parçaların hammaddesi ve özelliği aşağıdaki gibidir:

Çizelge 5-1: parçaların hammaddesi ve özelliği:

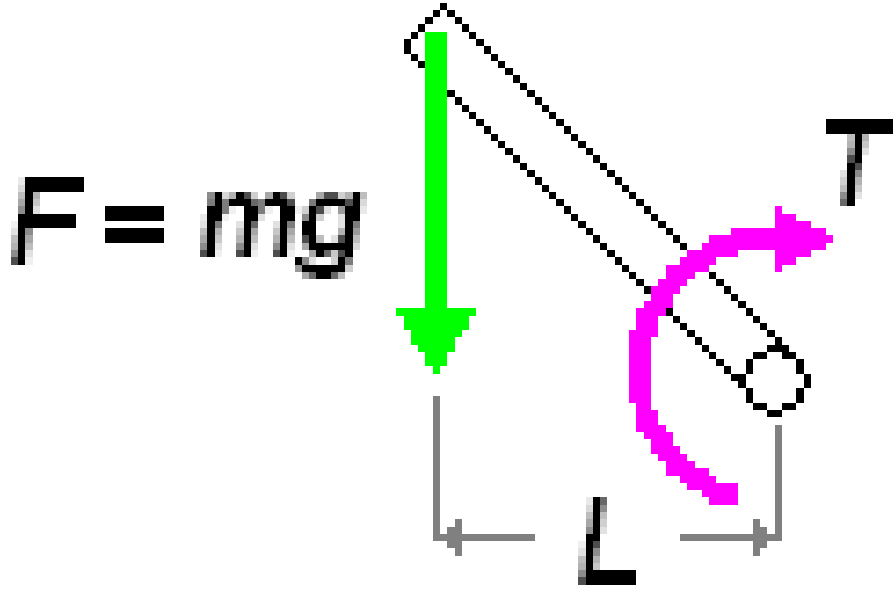
	Parça	Hammadde	Ağırlık (g)	Merkez arası mesafe (mm)
1	Ana gövde	Alüminyum	-	-
2	Omuz	Alüminyum	-	90 mm
3	Kol	Plastik	101 gr	200 mm
4	Dirsek	Plastik	41 gr	45 mm
5	Önkol	Plastik	17 gr	60 mm
6	Bilek	Plastik	13 gr	42 mm
7	Tutucu	Plastik	26 gr	90 mm

5.3 Analitik Hesaplamalar

5.3.1 Robot kol tork genel hesaplama

Bir robotik koldaki herhangi bir kaldırma eklemine (kolu dikey olarak kaldırarak) gereken torku belirlemek için hesap makinesinde kullanılan denklemler burada sunulmuştur. "Aktüatör" teriminin motor yerine kullanıldığına dikkat edin, çünkü tüm robotik kollar mutlaka servo motorlar kullanmaz (bazıları pnömatik, hidrolik vb. Kullanabilir). [34]

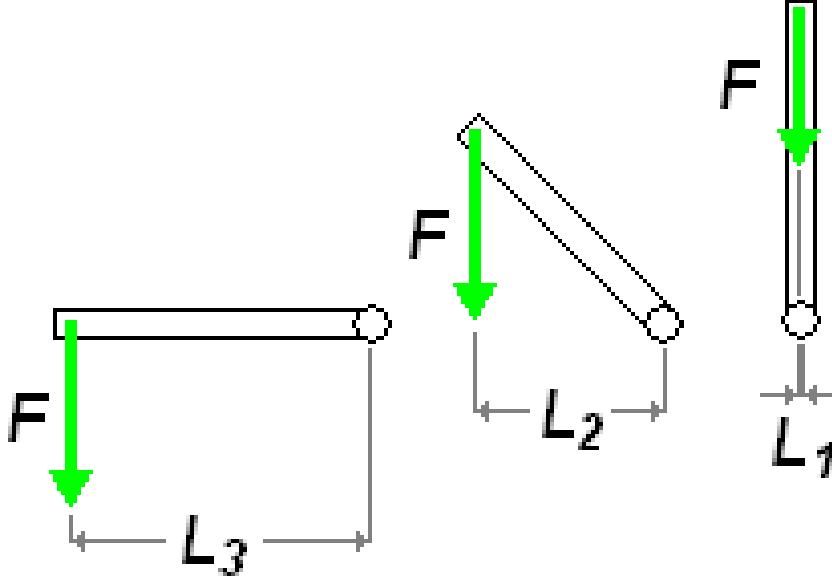
Tork (T), bir dönme veya burulma "kuvveti" olarak tanımlanır ve aşağıdaki ilişki kullanılarak hesaplanır: $T = F * L$ Kuvvet (F), bir pivot noktasından bir uzunlukta (L) etki eder. Dikey düzlemde, bir nesneye etki eden (düşmesine neden olan) kuvvet, yerçekimine bağlı ivmenin ($g = 9.81m / s^2$) kütlesi ile çarpımıdır: $F = m * g$ Yukarıdaki kuvvet aynı zamanda nesnenin ağırlığı (W) olarak kabul edilir. $W = m * g$ Bu nedenle, bir milden belirli bir mesafede bir kütleyi tutmak için gereken tork şöyledir: $T = (m * g) * L$ Bu, bir nokta etrafında bir tork dengesi yaparak benzer şekilde bulunabilir. L uzunluğunun, pivottan kuvvete kadar DİKEY uzunluk olduğuna dikkat edin.



Şekil 5-10: Kola Etki Eden Torku [34]

$\sum T = 0 = F * L - T$ Bu nedenle, F'yi $m * g$ ile değiştirirsek, yukarıda aynı denklemi buluruz. Bu yöntem, tork bulmanın daha doğru bir yoludur (bir tork dengesi

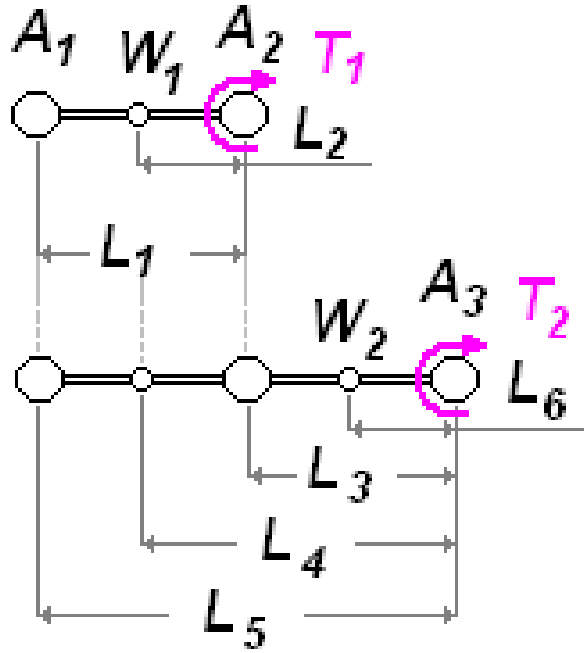
kullanarak). $m \cdot g \cdot L = T_A$ Her bir bağlantıda gerekli torku tahmin etmek için, en kötü senaryoyu seçmeliyiz.



Şekil 5-11: Kol Dönerken Etkiyen Tork [34]

Yukarıdaki görüntüde, L uzunluğunda bir bağlantı saat yönünde döndürülmüştür. Yalnızca mil ve kuvvet arasındaki dikey uzunluk bileşeni hesaba katılır. Bu mesafenin L3'ten L1'e (L1 sıfırdır) düştüğünü gözlemliyoruz. Tork denklemi uzunluk (veya mesafe) çarpı kuvvet olduğundan, en büyük değer L3 kullanılarak elde edilecektir, çünkü F değişmez. Bağlantıyı benzer şekilde saat yönünün tersine döndürebilir ve aynı etkiyi gözlemleyebilirsiniz. Koldaki aktüatörlerin, kol yatay olarak gerildiğinde en yüksek torka maruz kalacağını varsaymak güvenli olabilir. Robotunuz bu senaryoyla asla karşılaşacak şekilde tasarlanmamış olsa da, yatay olarak yük olmadan gerilirse kendi ağırlığı altında başarısız olmamalıdır. Tutulan nesnenin (şemada A1) ağırlığı ("yük"), kütle merkezi ile pivot arasındaki mesafe ile çarpıldığında, pivotta gereken torku verir. Araç, bağlantıların önemli bir ağırlığa (W1, W2 ..) sahip olabileceğini dikkate alır ve kütle merkezinin kabaca uzunluğunun merkezinde olduğunu varsayar. Bu farklı kütlelerin neden olduğu torklar eklenmelidir: $T1 = L1 \cdot A1 + \frac{1}{2} L1 \cdot W1$ Not: "A"yı (aktüatörün veya yükün ağırlığı) "a" (hızlanma) ile karıştırmayın. Aşağıdaki şemada gösterildiği gibi aktüatör ağırlığı A2'nin bu noktadaki torku hesaplarken dahil edilmediğini not edebilirsiniz. Bunun nedeni, kütle merkezi ile pivot noktası arasındaki uzunluğun sıfır olmasıdır. Benzer şekilde, A3 aktüatörünün gerektirdiği torku hesaplarken, kendi kütlesi dikkate alınmaz. İkinci bağlantıda gereken tork,

aşağıda gösterildiği gibi yeni uzunluklarla yeniden hesaplanmalıdır (uygulanan tork pembe olarak gösterilmiştir):



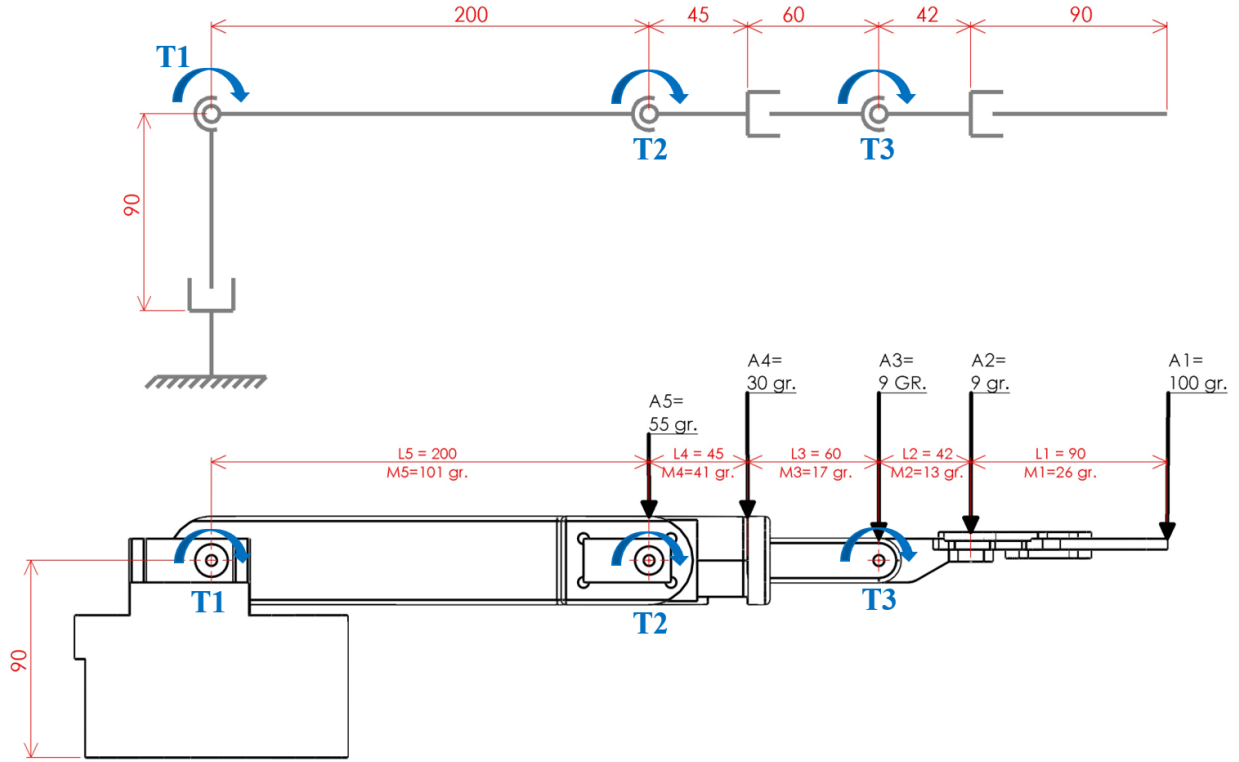
Şekil 5-12: Robot Kol Tork Genel Hesaplama [34]

$T_2 = L_5 * A_1 + L_4 * W_1 + L_3 * A_2 + L_6 * W_2$ Bağlantı ağırlığının (W1, W2) uzunlukların ortasında (ortasında) bulunduğunu ve aktüatörler arasındaki mesafeyi (yukarıdaki şemada olduğu gibi L1 ve L3) bildiğimizde denklemi şu şekilde yeniden yazıyoruz: $T_2 = (L_1 + L_3) * A_1 + (\frac{1}{2}L_1 + L_3) * W_1 + (L_3) * A_2 + (\frac{1}{2}L_3) * W_2$ Araç sadece şunu gerektirir: kullanıcı, yukarıdaki L1 ve L3 olacak şekilde her bir bağlantının uzunluklarını girer, böylece denklem buna göre gösterilir. Her bir sonraki eklemdaki torklar, her bir ağırlık ve her yeni pivot noktası arasındaki uzunlukları yeniden hesaplayarak benzer şekilde bulunabilir. Not: Bağlantılardan herhangi birinin iki veya daha fazla motoru varsa, gerekli torku eşit olarak paylaşırlar. Kolun tabanı en yüksek torka maruz kaldığından, genellikle bir yerine iki aktüatör kullanılır. [34]

5.3.2 Robotu etkileyen tork

Bir önceki paragraftaki çalışmaya göre, robotun eklemlerine uygulanan torkları hesaplayacağız. Robota etki eden kuvvetleri aşağıdaki şekilde olduğu gibi analiz edebiliriz:

- **L:** pivottan pivota uzunluk.
- **M:** bağlantı kütlesi
- **A:** Aktüatör (servo veya diğer) kütle. Not: Bağlantı kütleleri ile aynı birimler.
- **A1:** kaldırılan yükü temsil edebilir.



Şekil 5-13: Robot Kolu Tork Hesaplaması

T3 torkunun hesaplanması:

3. noktada hem A1 ve A2 hemde kollarının ağırlığı M1 ve M2 etkiler, ona göre T3 torkunu aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz:

$$\tau_3 = A_1(L_1 + L_2) + A_2(L_2) + M_1\left(\frac{L_1}{2} + L_2\right) + M_2\left(\frac{L_2}{2}\right)$$

$$\tau_3 = 100(90 + 42) + 9(42) + 26\left(\frac{90}{2} + 42\right) + 13\left(\frac{42}{2}\right)$$

$$\tau_3 = 16113 \text{ gr.mm} = 1,6 \text{ kg.cm}$$

T2 torkunun hesaplanması:

$$\tau_2 = A_1(L_1 + L_2 + L_3 + L_4) + A_2(L_2 + L_3 + L_4) + A_3(L_3 + L_4) + A_4(L_4) + M_1\left(\frac{L_1}{2} + L_2 + L_3 + L_4\right) + M_2\left(\frac{L_2}{2} + L_3 + L_4\right) + M_3\left(\frac{L_3}{2} + L_4\right) + M_4\left(\frac{L_4}{2}\right)$$

$$\tau_2 = 100(90 + 42 + 60 + 45) + 9(42 + 60 + 45) + 9(60 + 45) + 30(45) + 26\left(\frac{90}{2} + 42 + 60 + 45\right) + 13\left(\frac{42}{2} + 60 + 45\right) + 17\left(\frac{60}{2} + 45\right) + 41\left(\frac{45}{2}\right)$$

$$\tau_2 = 36145,5 \text{ gr.mm} = 3,6 \text{ kg.cm}$$

T1 torkunun hesaplanması:

$$\tau_1 = A_1(L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5) + A_2(L_2 + L_3 + L_4 + L_5) + A_3(L_3 + L_4 + L_5) + A_4(L_4 + L_5) + A_5(L_5) + M_1\left(\frac{L_1}{2} + L_2 + L_3 + L_4 + L_5\right) + M_2\left(\frac{L_2}{2} + L_3 + L_4 + L_5\right) + M_3\left(\frac{L_3}{2} + L_4 + L_5\right) + M_4\left(\frac{L_4}{2} + L_5\right) + M_5\left(\frac{L_5}{2}\right)$$

$$\tau_1 = 100(90 + 42 + 60 + 45 + 200) + 9(42 + 60 + 45 + 200) + 9(60 + 45 + 200) + 30(45 + 200) + 55(200) + 26\left(\frac{90}{2} + 42 + 60 + 45 + 200\right) + 13\left(\frac{42}{2} + 60 + 45 + 200\right) + 17\left(\frac{60}{2} + 45 + 200\right) + 41\left(\frac{45}{2} + 200\right) + 101\left(\frac{200}{2}\right)$$




$$\tau_1 = 67918 \text{ gr.mm} = 6,7918 \text{ kg.cm}$$




5.3.3 Motorların seçimi

Servoların kaldırabileceği yük tork gücü üzerinden ifade edilir. Servo motorların torku, motor miline bağlı 1 cm uzunluğundaki çubuğun kaldırabileceği maksimum yük olarak tarif edilir. Örneği bir servo motor 1,4 kgf.cm torca sahiptir. Bu da demek oluyor ki, motor milinize bağlı 1 cm uzunluğunda bir çubuk varsa ve bu çubuğun ucuna bağlı yük 1,4 kilogramdan fazlaysa motorunuzun gücü mili döndürmeye yetmez. Eğer çubuğun uzunluğu 10 cm ise en fazla 140 gram kaldırabilirsiniz. [35]

Robotun tasarımı, eklemlerde oluşan tork ve kuvvetlerin hesaplamalarına istinaden aşağıdaki şekilde gösterilen motorlar seçilecektir, çünkü bu motorların torku kabul edilebilir aralıkta:

Çizelge 5-2: seçilmiş motorları ve özellikleri:

	Motor Türü	Motor modeli	Torque	Motor Resmi
1. mafsalsal (q1)	Step Motor	nema_17_step_motor	Tutunma torku (N.cm) 48	
2. mafsalsal (q2)	Servo Motor	MG-945	12 Kg.cm (6V)	
3. mafsalsal (q3)	Servo Motor	MG-945	12 Kg.cm (6V)	

4. mafsal (q4)	Step Motor	28BYJ-48	34.3 mN.m (120Hz)	
5. mafsal (q5)	Servo Motor	Tower_Pro_SG90	2.5kg.cm (6V)	
6. mafsal (q6)	Servo Motor	Tower_Pro_SG90	2.5kg.cm (6V)	

5.4 Robotun Son Tasarım Hali

5.4.1 Robotun ön tasarımının değerlendirilmesi:

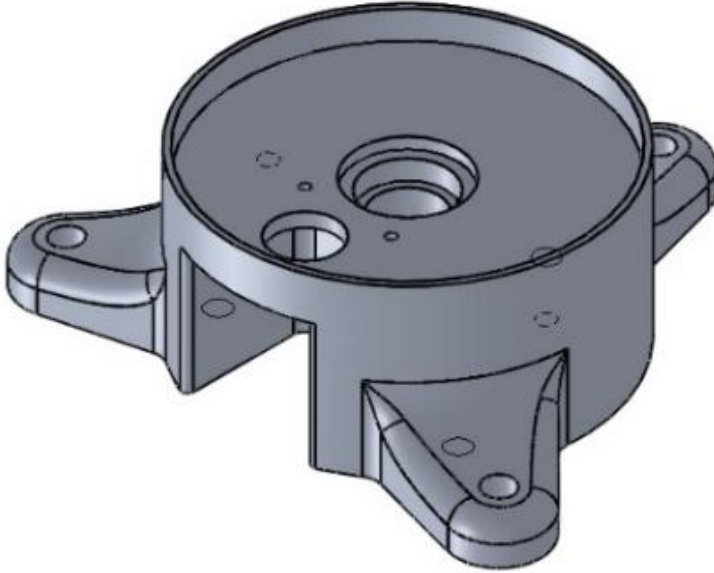
Robot tasarımının ön tasarımı araştırıldıktan sonra parçalar arası eklemlerde sürtüşmenin büyük sorun oluşturacağına vardık. Bu durum hareketin akıcılığında ve yerleşme hassasiyetinde büyük sorun teşkil edecektir. Bu sorunla baş edebilmek için tasarımda değişiklikler yaptık. Değişikliklerle eklemlere yeni rulman ekleyeceğiz. Böylece hareketin akıcılığı ve yerleşme hassasiyeti sağlanacaktır. Buna istinaden bu değişikliklere uygun şekilde parçaları yeniden tasarlama ihtiyacı doğdu. Aşağıdaki şekilde bazı değişiklikleri sunacağız.

5.4.2 Robot parçalarının son tasarım hali

Eklemlerin daha akışkan ve daha az sürtüşen olması, motorları birbirine daha kolay bağlayabilme amacıyla parçalarda değişiklikler yapacağız.

1- Birinci parça (Ana gövde) son tasarımı:

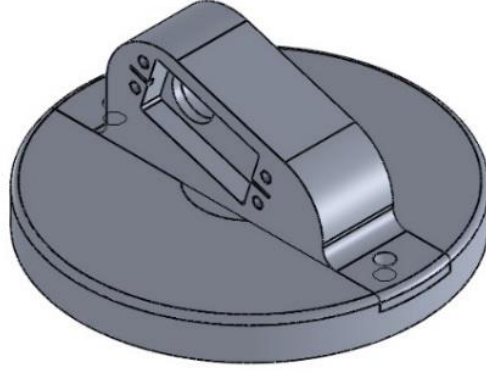
- Ana gövdeyi sabitlemek için 3 ayak eklenecektir.
- Aynı zamanda rulman yatağı eklenecek böylece iletim eksenine ikinci parçayla arasında akışkan bir döner hareket sağlanacaktır.



Şekil 5-14: Birinci Parça (Ana Gövde) Son Tasarımı

2- İkinci parça (Omuz) son tasarımı:

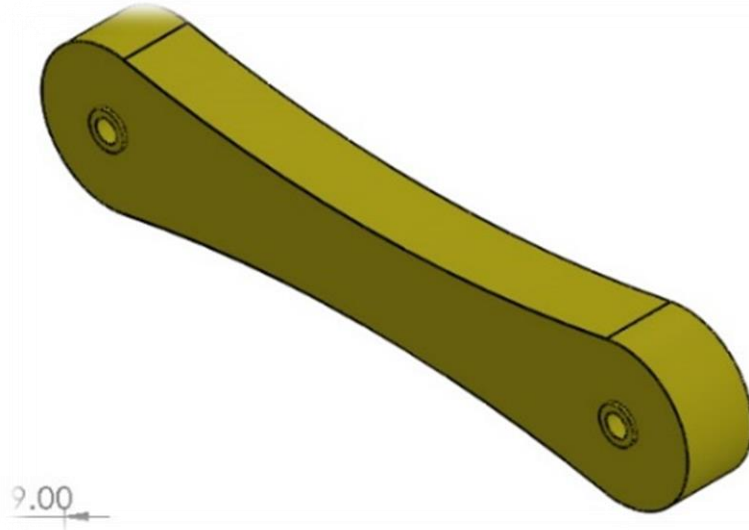
- Ana gövdede hareket iletimi eksenine bağlanacağı şekilde parça düzeltilenektir.
- Üçüncü parçaya bağlayan eklem konumu düzeltilenektir. Tek bir servo motorun bağlanması yeterli olacaktır. Bu eklem robotun aksnel doğrusunda olacaktır.



Şekil 5-15: İkinci Parça (Omuz) Son Tasarımı

3- Üçüncü Parça (kol) son tasarımı:

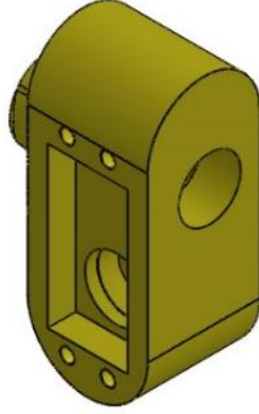
- Bu parçada basit tasarım yapılacaktır. Dayanıklı, hafif ve kolay monte edilebilen bir tasarım olacaktır.
- Her iki tarafa yer açılacaktır. Bu şekilde servo motora bağlı iletim aksenleriyle her iki taraftan bağlanacaktır.



Şekil 5-16: Üçüncü Parça (Kol) Son Tasarımı

4- Dördüncü parça (Dirsek) son tasarımı:

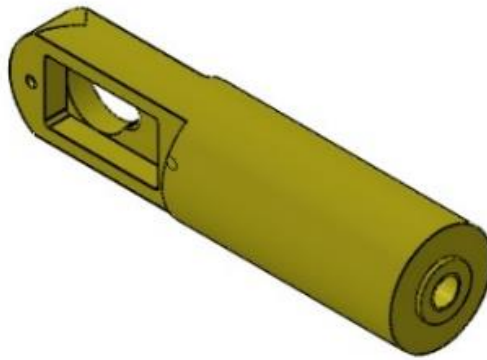
- Robotun bu eklem parçası step motoru servo motorla bağlayacak şekilde tasarlanacaktır.
- Birbirlerine dikey olan bu motorların birbirlerine zıt düşmeyecek şekilde parça tasarlanmıştır.



Şekil 5-17: Dördüncü Parça (Dirsek) Son Tasarımı

5- Beşinci parça (Önkol) son tasarımı:

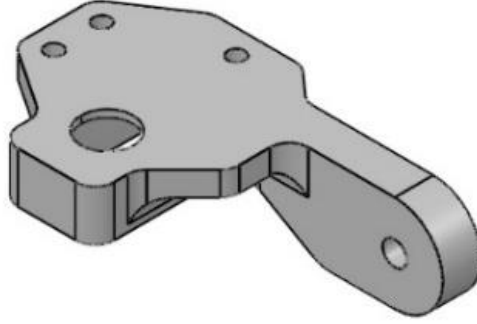
- Bu parça dairesel olarak tasarlanmıştır. Dairesel şekil daha metin ve daha hafiftir.
- Diğer taraftan servo motor bağlatılacaktır.



Şekil 5-18: Beşinci Parça (Önkol) Son Tasarımı

6- Altıncı parça (Bilek) son tasarımı:

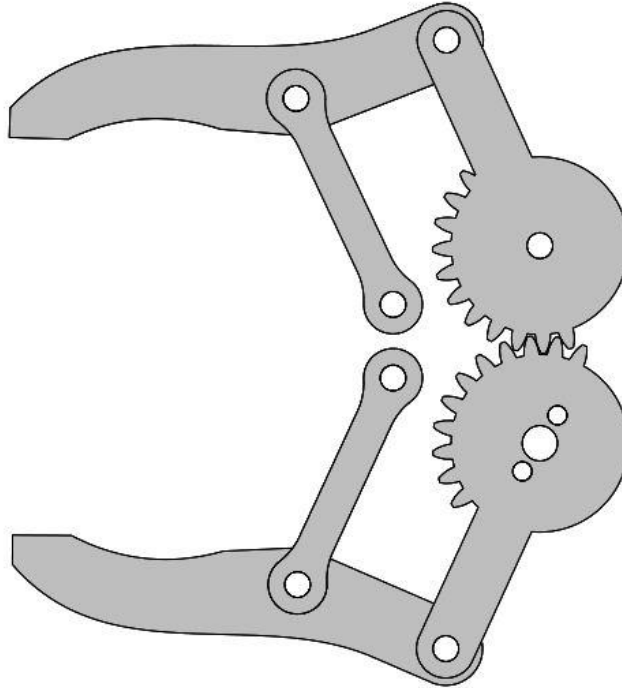
- Bir önceki parçada olan servo motordan iletim eksenine bağlanabileceğimiz şekilde tasarladık.
- Tutucunun ona bağlanabileceği şekilde parça tasarlandı. Bununla birlikte servo motorun tutucuya bağlanmasını sağlayacaktır.



Şekil 5-19: Altıncı Parça (Bilek) Son Tasarımı

7- Yedinci ve son parça (Tutucu) son tasarımı:

Gerekli olan kaynak aletini tutacak olan son parçanın tasarımı aşağıdadır:



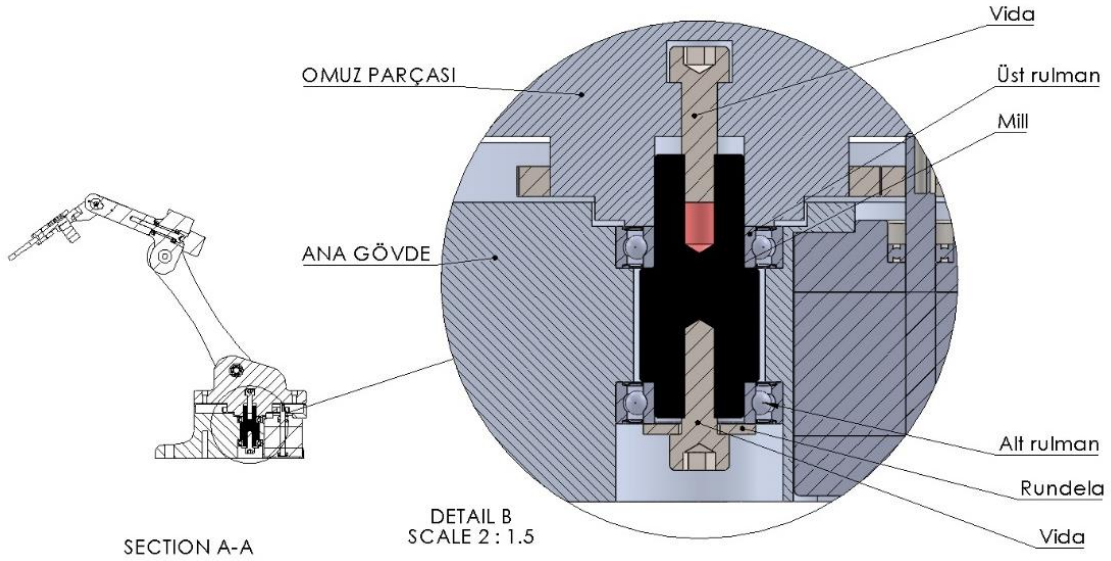
Şekil 5-20: Yedinci Ve Son Parça (Tutucu) Son Tasarımı

5.4.3 Robot Eklemlerinin Son Tasarım Hali

Robotun 7 parça arasını ayıran 6 eklemlerinin son tasarım çalışması aşağıdaki gibidir:

1- Birinci eklem q1:

Ana gövde ile omuz arasını bağlayan birinci eklemi tasarlayacağız. Bu şekilde eklemin merkezi duruşunu, gücünü ve sertliğini koruyacaktır. Buna istinaden iletim için bilye ve eğilim ekledik. Rulman kodu 61902, eğilimin çapı ve şekli ise bu şekildedir:



Şekil 5-21: birinci eklem q1

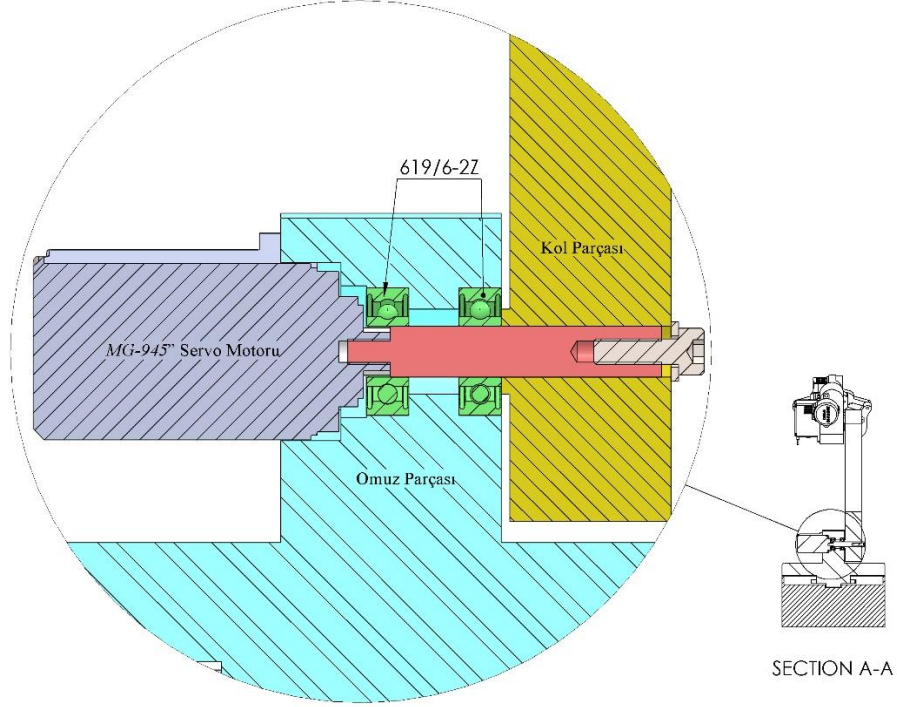
Kullanıldığı rulman 61902 özellikleri aşağıda tablodaki gibidir [36]:

Çizelge 5-3: Rulman 61902 Özellikleri:

	d	15 mm
	D	28 mm
	B	7 mm
	d1	18.8 mm
	D2	25.3 mm
	r _{1,2}	0,3 mm

2- İkinci Eklem q2 ve Üçüncü Eklem q3:

İkinci ve üçüncü eklemleri aynı şekilde tasarlayacağız. Bu iki eklem hareketi “MG-945” servo motoruyla almaktadırlar. Eğilim direkt motorun eksenine bağlanacaktır. Eğilimin diğer tarafı ise bir sonraki parçaya bağlama vidasıyla bağlanacaktır.



Şekil 5-22: İkinci Ve Üçüncü Eklem Q2

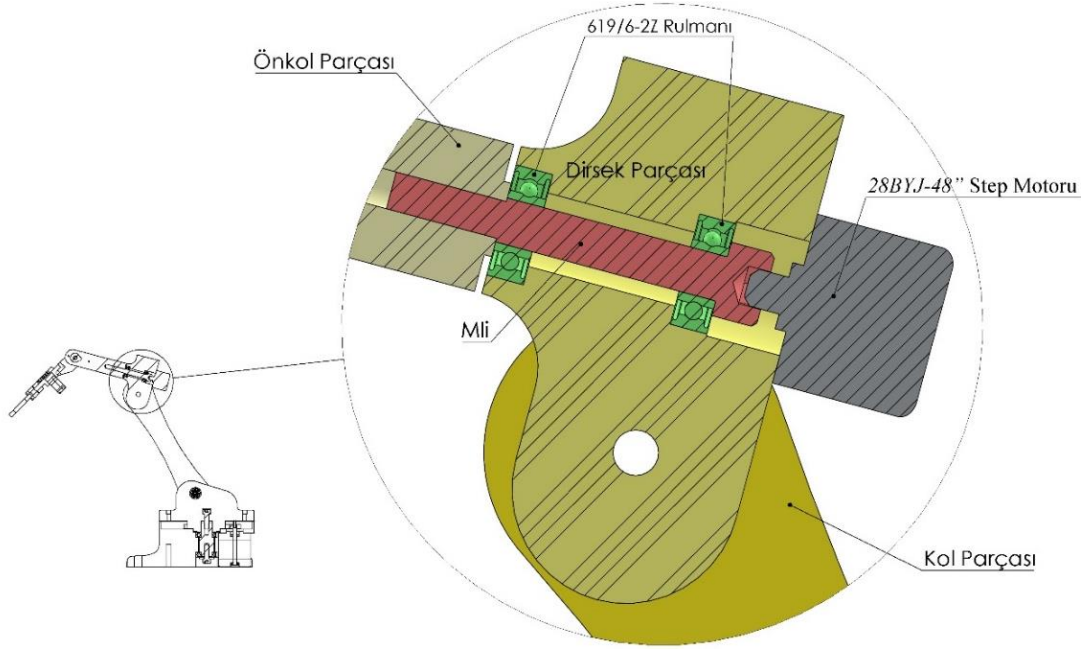
Kullanıldığı rulman 61902 özellikleri aşağıda tablodaki gibidir: [37]

Çizelge 5-4: Rulman 61902 Özellikleri:

	d	6 mm
	D	15 mm
	B	5 mm
	d1	8,2 mm
	D2	13 mm
	r _{1,2}	0,2 mm

3- Dördüncü Eklem q4:

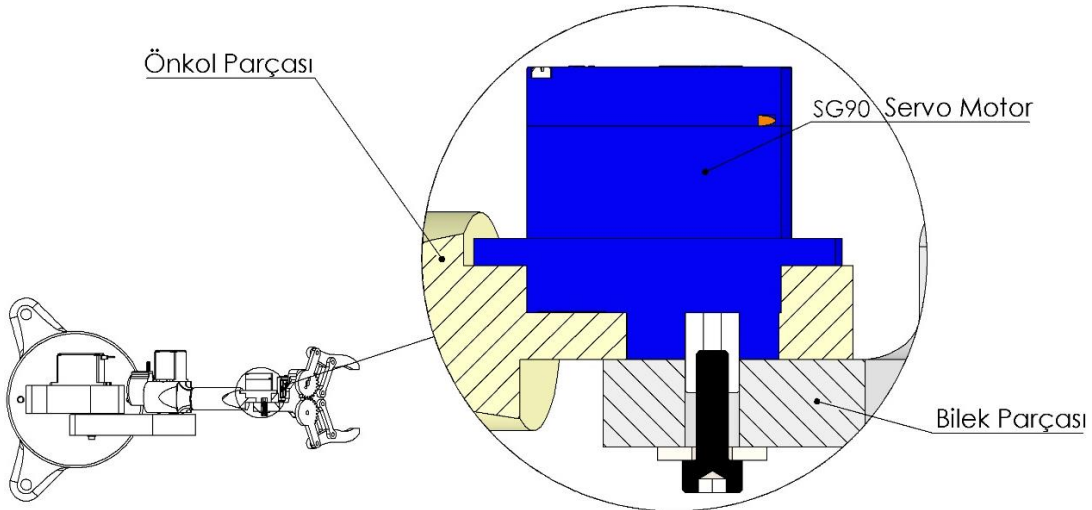
“28BYJ-48” Step motorla hareket ettirilen eklemdir. Eklem hareket iletim eğilime bağlatılacaktır. Bir taraftan motorun eksenine diğer taraftan beşinci parçayla bağlanacaktır.



Şekil 5-23: Dördüncü Eklem Q4

4- Beşinci Eklem q5 ve Altıncı Eklem q6:

Hareketli parça motorun eksenine ara vida yoluyla direkt bağlanacaktır.



Şekil 5-24: Beşinci Eklem Q5

5.4.4 Robotun son tasarım hali

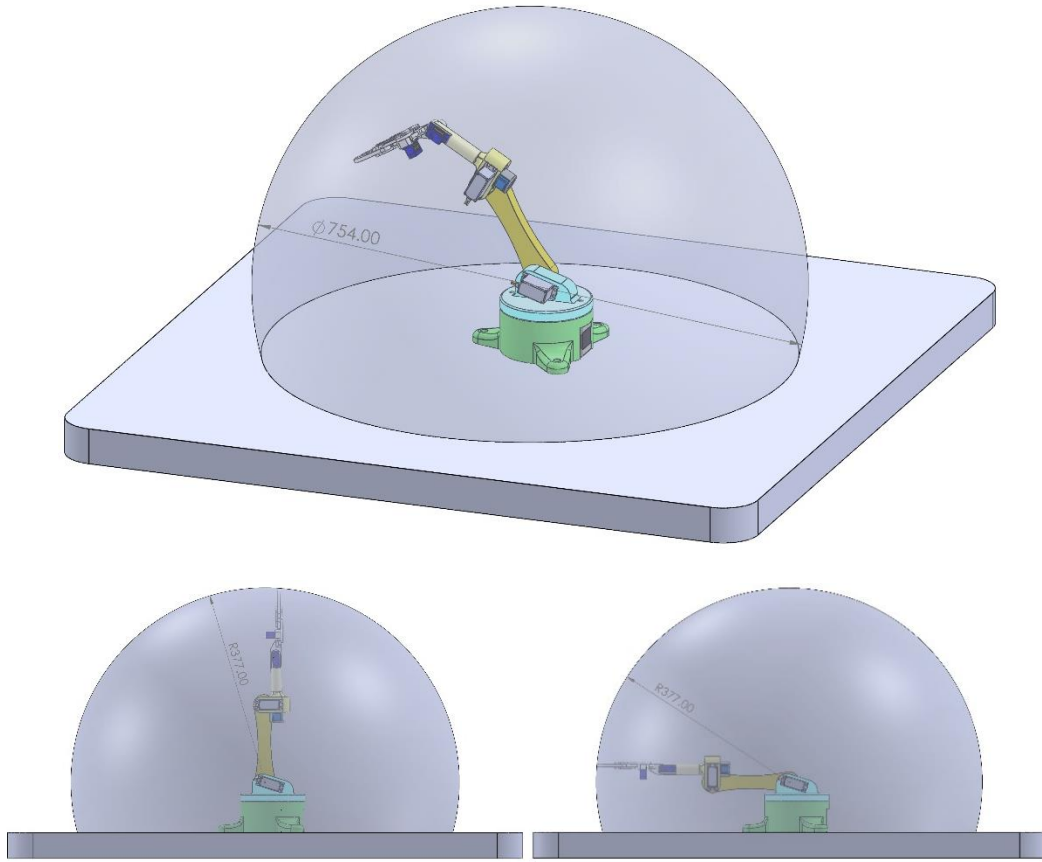
Yukarıda bahsettiğimiz eklemleri ön tasarıma ekleyip bazı parçaları bu eklemlerin parçalar arasına monte edilmesine uygun olacak şekilde düzelttiğimizde son tasarımın halini aşağıdaki gibi elde ettik:



Şekil 5-25: Robotun Son Tasarım Hali

5.5 Robotun Çalışma Alanı

Robotun çalışma alanı internetten hazır bir program kullanılarak belirlendi. Robotun verileri, robotu oluşturan parçaları, eklem adedi, türü ve hareket açıları girildi. Buna istinaden robotun çalışma alanı hesaplandı. Robotun çalışma alanıyla kolun başı belirlenen alanda özgürce hareket edebilecek ve belirlenen iki nokta arasında gidip gelecektir. Sonuç **Şekil 5-26** olmuştur:



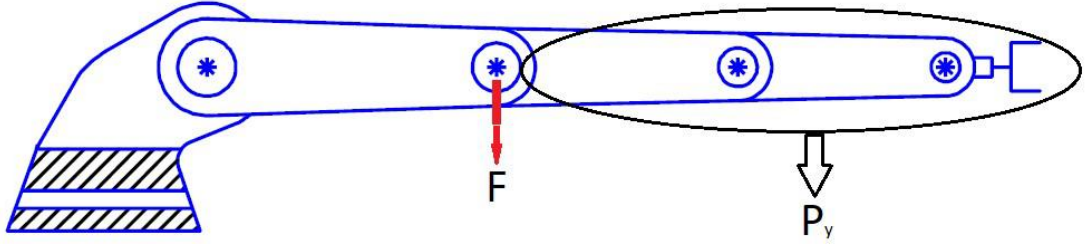
Şekil 5-26: Tasarlanmış Robotun Çalışma Alanı

5.6 Robotun Statik Analizi

5.6.1 Metod

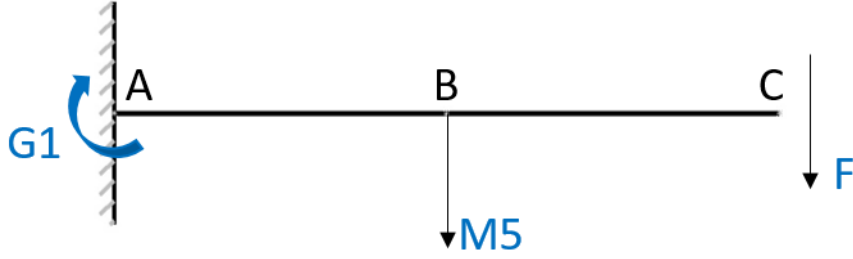
Doğru bir robot tasarlayabilmek amacıyla 3D modeli Solidworks paket programı ile elde edilmiştir. Devamında şu yöntem izlenmiştir:

- 1- Taşıyabilecekleri maksimum yük altıncı eksene uygulanmıştır.
- 2- Yapılacak işlemlerin daha kolay hale gelebilmesi için robot kolunun üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı eksenlerin ağırlığı ile robot kolun kaldırabileceği maksimum yük bileşke kuvvete karşılık gelen tek bir "P" kuvvetine dönüştürülmüştür (robot kolun taşıyabileceği maksimum yük altıncı eksene uygulanmıştır).
- 3- Bu "P" kuvveti **Şekil 5-27**'de görüldüğü gibi gerekli statik hesaplamalar sonucu robot kolunun ikinci eksenine "F" kuvveti olarak taşınmıştır (Analizler yapılırken, kuvvet taşınması sonucu oluşan momentlerde hesaba katılmıştır).



Şekil 5-27: Robotun Şematik Gösterimi

Robot kolun statik analizi SolidWorks 2019 programı ile yapılmıştır. Analizin daha sağlıklı ve kolay yapılabilmesi için altı eksenli robot kolunun üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı eksenlerin ağırlıkları ve robot kolun kaldırabileceği maksimum ağırlığın hepsi bir kuvvete dönüştürülmüştür. Dönüştürülen bu kuvvet gerekli statik hesaplamalar sonucu ikinci eksene taşınmış ve analizler bu şekilde yapılmıştır. Taşınan kuvvetin analitik hesaplaması aşağıda verilmiştir (**Şekil 5-28**).

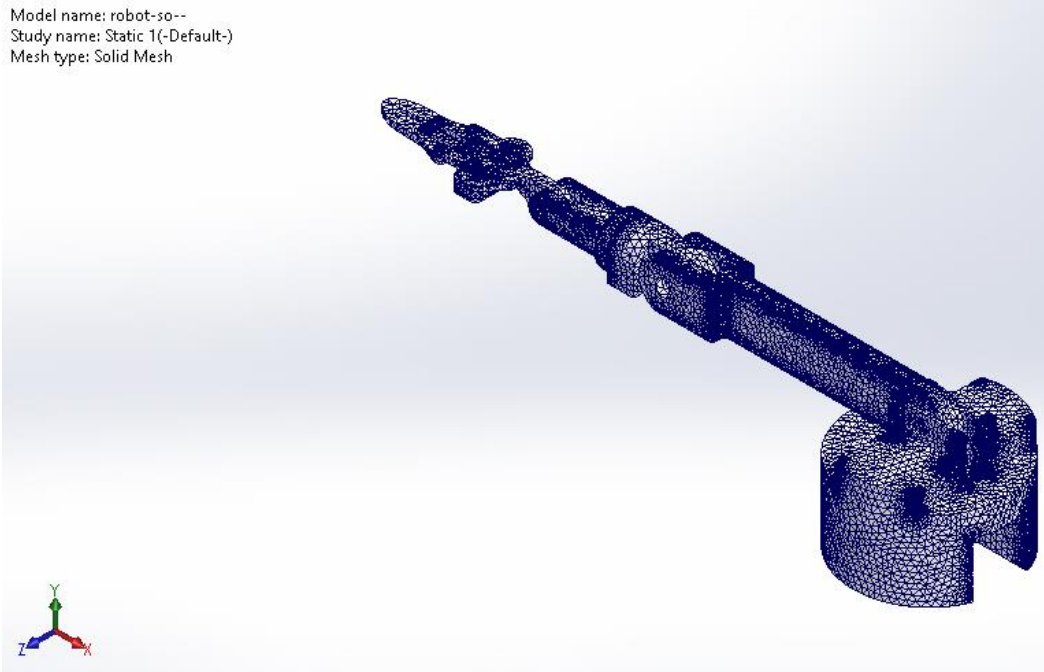


Şekil 5-28: Analitik Hesaplama

5.6.2 Robota mesh atılması:

Robota mesh atılırken daha hassas değerler ölçebilmek için “element size” değeri 10 mm girilmiştir. Robotun üzerinde oluşan üçgen eleman tipi 359752 olurken, düğüm sayısı ise 234742 olmuştur. Şekil 5-29'de robotun atılan mesh ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

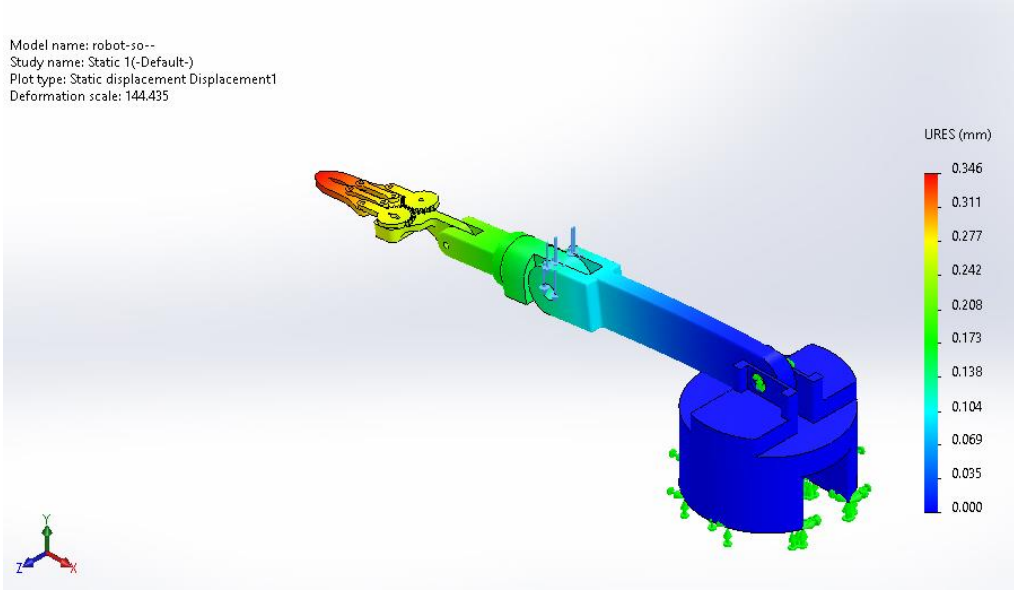
Model name: robot-so--
Study name: Static 1(-Default-)
Mesh type: Solid Mesh



Şekil 5-29: Robota Atılan Mesh

5.6.3 Robotta yer değiştirmeler (Deformasyon) analizi:

Robot zeminle bağlantısının olduğu kısımdan sabitlenmiştir. Malzeme olarak ise Alüminyum seçilmiştir. Analizde yapıda meydana gelen yer değiştirmeler (Deformasyon) ve Von Mises gerilme değerleri ölçülmüştür. Şekil 5-30'de toplam yer değiştirme (Total Deformation) miktarları gösterilmiştir.

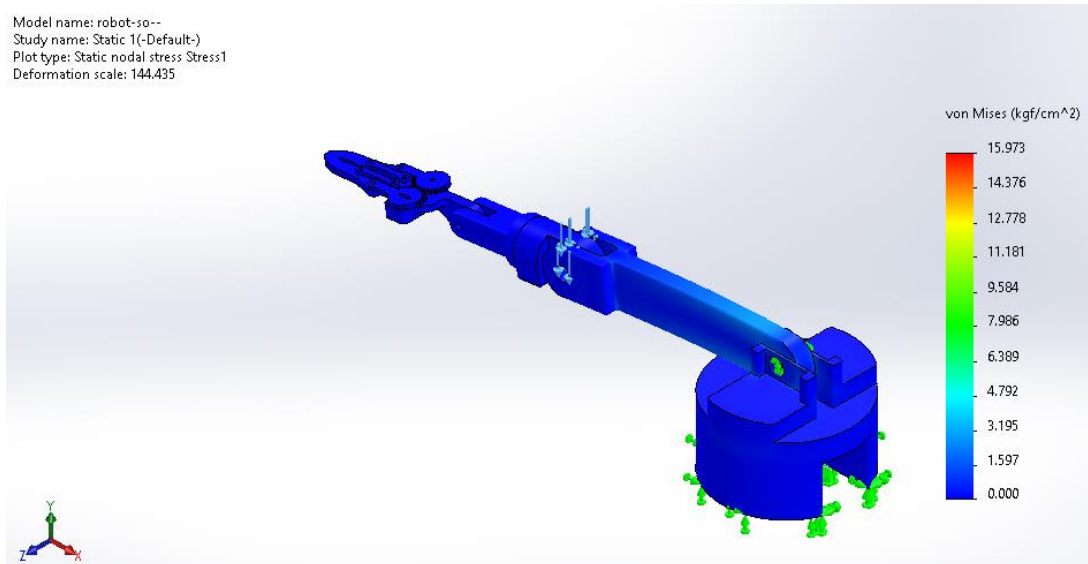


Şekil 5-30: Toplam Yer Değişirme (Total Deformation)

Analiz sonucu maksimum 0.346 mm'lik bir yer değişirme robotun uç kısmında meydana gelmiştir. Bu sonuç ileride yapılacak olan optimizasyon çalışmasıyla daha ideal hale getirilecektir. Bu değeri de kabul edilmektedir.

5.6.4 Robotun Von Mises gerilme analizi

Şekil 5-31'da Von Mises Gerilme dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 5-31: Von Mises Gerilme Dağılımı

Analiz sonucu maksimum gerilme değeri 15.973kgf/cm² çıkmıştır. Bulunan gerilme kullanılan malzemenin akma değerinden büyük olmaması gerekmektedir. Büyük

olması durumunda malzemede oluşan deformasyon değerleri artacaktır. Bu değeri da kabul edilmektedir.

6. ROBOTUN PARÇALARI İMALATI

İmalat süreci aşağıdaki sıraya göre gerçekleştirildi:

- 1- İmalat teknik dosyalarının hazırlandı.
- 2- Sonra parçaların malzemelerinin ve boyutlarının belirlendi.
- 3- İmalatı.
- 4- Montaj.
- 5- Elektrik devresini bağlandı.
- 6- Robot programlandı.

6.1 İmalat Teknik Dosyaları

Hazırlanmış imalat parçaların teknik dosyaları ek_1 olarak eklenmiştir.

6.2 Robotun Maddeleri

Üretim aşamasına başlamak için öncelikle robotu şekillendiren bütün parçaların gerekli olan maddelerini belirleyeceğiz. Tasarlama aşamasında yaptıklarımıza istinaden parçaların hammaddeleri aşağıdaki şekilde olduğu gibi belirleyeceğiz.

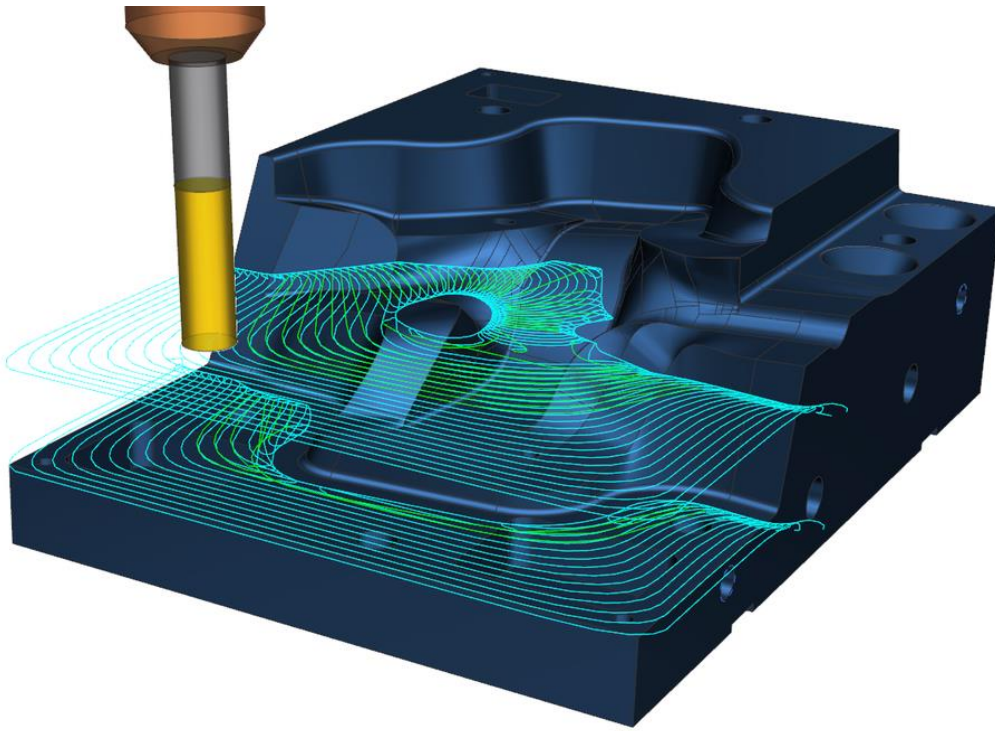
Çizelge 6-1: Robot Parçaları Lazım Olan Malzemesi Ve Ebatları:

	Parça	Malzeme	Ebatlar (mm)	Ağırlık (Gr)
1	Ana gövdenin parçası	Alüminyum	φ220 x 70	2533.20 grams
2	Omuz parçası	Alüminyum	φ130 x 70	884.53 grams
3	Kol parçası	Kestamit	200 x 60 x 70	223.92 grams
4	Dirsek parçası	Kestamit	70 x 40 x 30	78.37 grams
5	Önkol parçası	Kestamit	φ20 x 80	23.45 grams
6	Bilek parçası	Kestamit	80 x 50 x 25	93.30 grams

6.3 Parçaların İmalatı

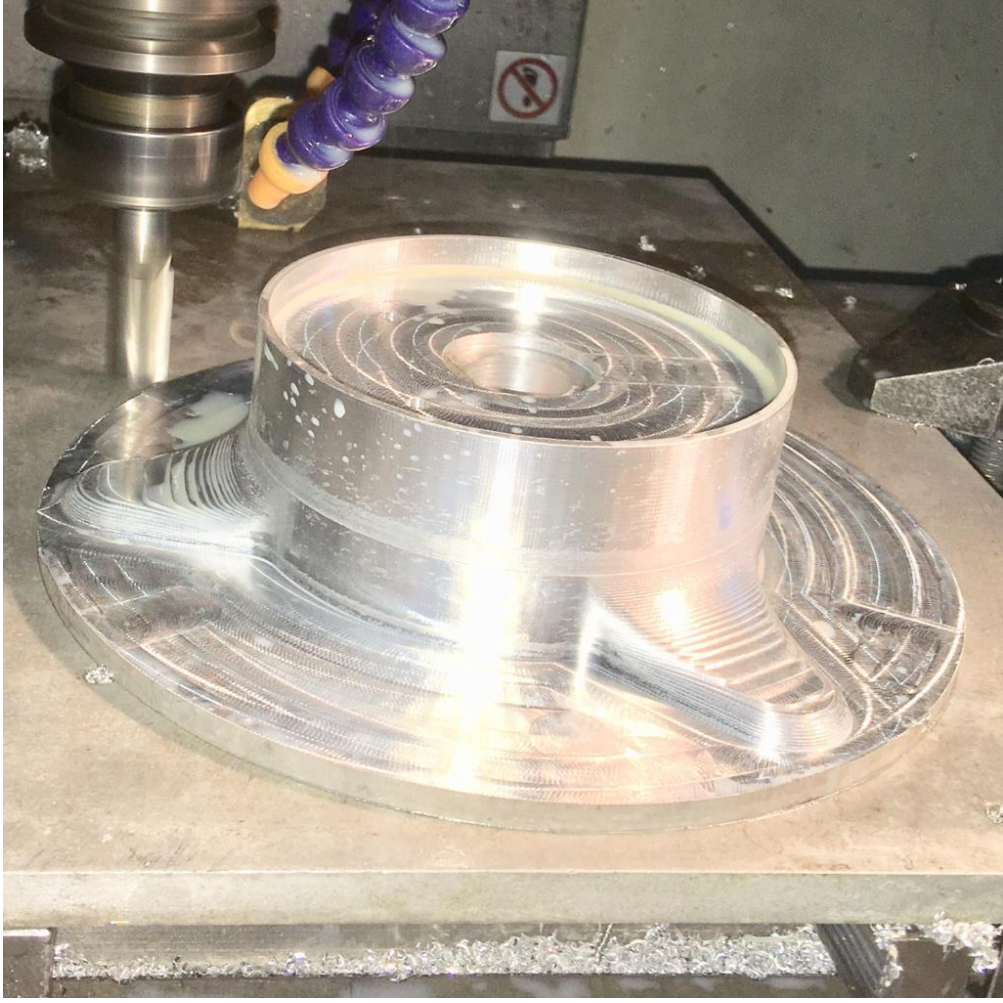
Robotun parçalarını tasarladıktan ve her parçayı oluşturan maddeleri belirledikten sonra imalat aşamasına geçtik. İmalatta CNC makinesi atölyede bulunan manuel ayırıcı, manuel torna, manuel matkap ve diğer finişleme ve tesviye makinelerini kullandık.

Aynı zamanda CNC makinelerini çalıştırma ve parça üretiminde Siemens NX Unigraphics programını kullandık.



Şekil 6-1: NX Progamında CAM İşlemleri

Öncelikle robotun temel ana gövdesi olan birinci parçanın üretimine başladık. Bu parça alüminyum maddesindedir. Parçayı kalına bağladık ve kalıbı CNC makinasına bağladık. Ardından bitirme işlemleri ve bilye merkezleriyle birlikte tek hamleyle makineyi çalıştırdık. Aşağıdaki şekilde verilmiştir:

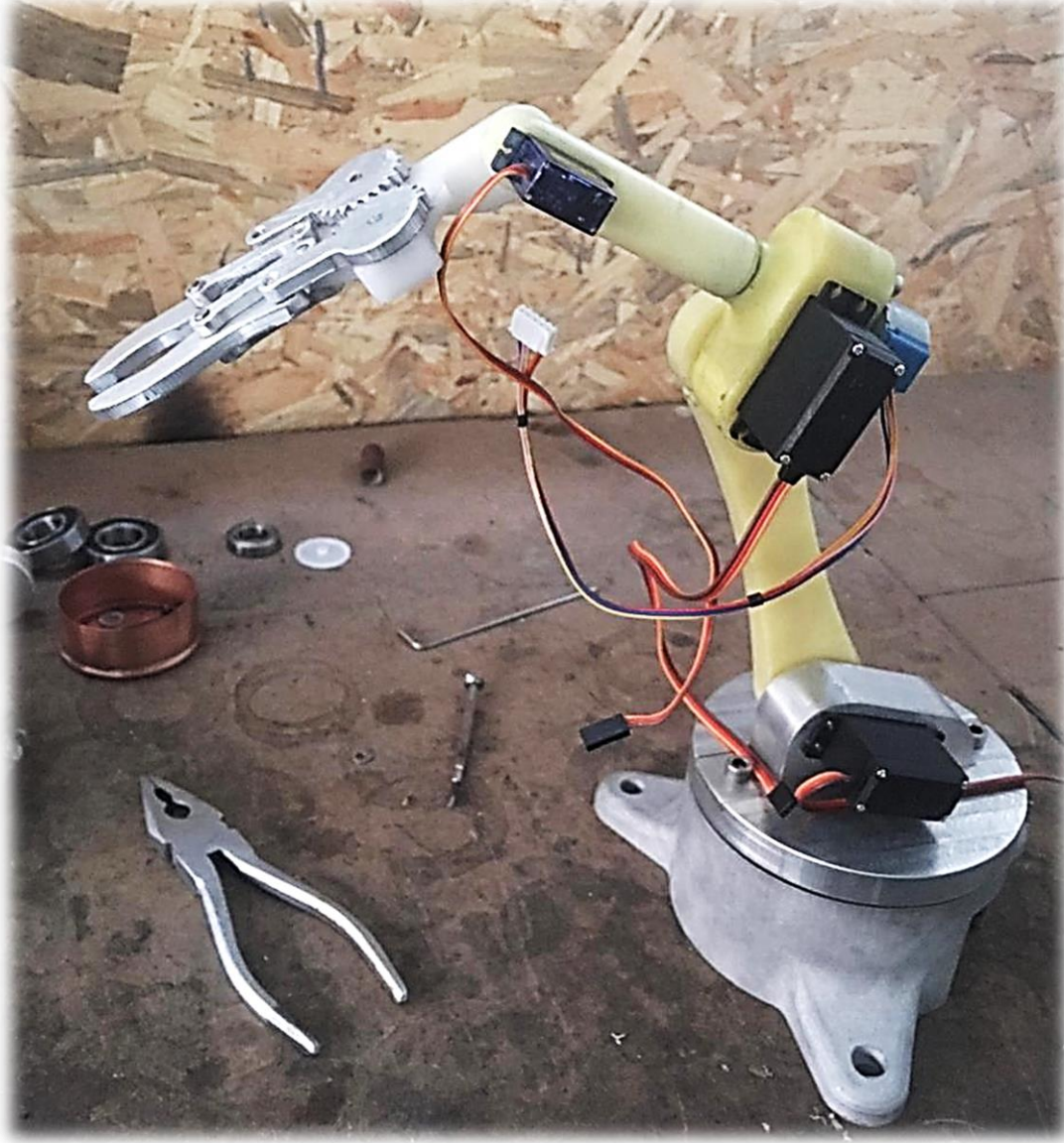


Şekil 6-2: Robotun Ana Gövde İmalatı

Ondan sonra bu şekilde tüm robot parçalarını ürettik. İşlenmiş parçaları elde edilmiş olup montajı yapıldı.

6.4 Robotun Parçalarını Montajı

Parçaları ürettikten sonra onları toplayarak aşağıdaki robotu elde ettik:



Şekil 6-3: Robot Parçaları Ürettikten Sonra İlk Toplama

6.5 Elektronik Kontrol Devresini Robota Bağlama

Robot parçalarını topladıktan sonra kontrol devresini bağladık. Araştırmanın başında belirttiğimiz gibi kullanılan kontrol devresi arduino olup “*arduino mega*” bordunu kullandık. Bu bordta birden çok çıkışlar bulunmaktadır. Böylece altı motoru bir anda bağlamak mümkün olacaktır.



Şekil 6-4: Arduino Mega Devresi

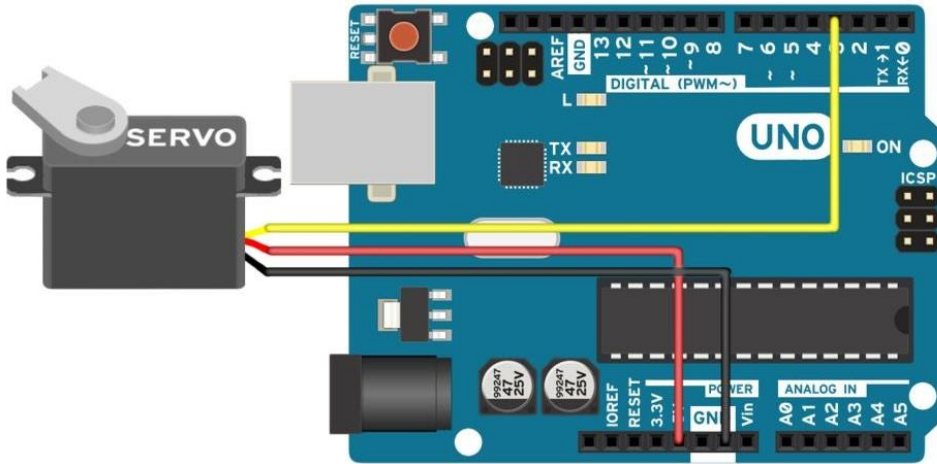
Devreyi robota bağlama işlemi çeşitli aşamalardan geçmiştir. Aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

6.5.1 Her motorun bağlantısı

Öncelikle 6 motorun hepsini teker teker arduino devresiyle robota bağladık. Daha sonra her motorun devresini denedik. Sonuç bu şekilde meydana gelmiştir:

1- Servo motor (Tower_Pro_SG90) ve (MG-945):

Servo motorun üç adet bağlantı kablosu bulunmaktadır. Bu kablolar genellikle kırmızı, turuncu (bazen sarı) ve siyah (bazen kahverengi) olmaktadır. Bu renkler kabloların görevini göstermektedir. Kırmızı renk besleme (genellikle 5 volt) bağlantısını, siyah veya kahverengi renk de toprak bağlantısını göstermektedir. Geriye kalan turuncu kablo ise motorun açısını belirleyecek olan veri bağlantısıdır. [35]



Şekil 6-5: Servo Motor Kontrol Devresi (Tower_Pro_SG90) Ve (MG-945) [35]

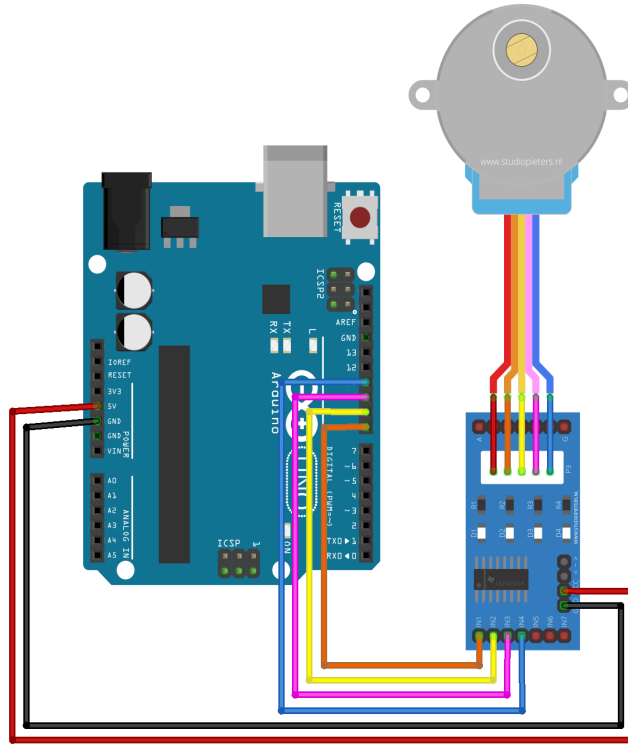
2- Step Motor (BYJ-4828)

Step motorlar adım adım çok hassas dönme hareketi yaparak çalışan motorlardır. Girişlerine uygulanan pals sinyallerine karşı çıkış olarak analog dönme hareketi sağlarlar. Girişlerindeki bu pals sinyalleri ve ürettikleri analog çıkış sinyalleri sürücü devrelerinde kontrol edilir. Motor sürücü devreleri sayesinde hız ve yön kontrolleri sağlanmış olur. [36]

O yüzden arduino ile step motor kontrol etmek için “*uln2003a*” serisi motor sürücü entegre kullanmamız gerekmektedir. [37]

“*Arduino uno*” ile “*uln2003a step motor sürücü*” arasında gerekli bağlantıları aşağıda verilmiş bağlantı şeması gibi yapılmış: [38]

- IN1 pini Arduino'nun 8 nolu dijital pinine
- IN2 pini Arduino'nun 9 nolu dijital pinine
- IN3 pini Arduino'nun 10 nolu dijital pinine
- IN4 pini Arduino'nun 11 nolu dijital pinine
- VCC pini Arduino'nun 5V pinine
- GND pini Arduino'nun GND pinine

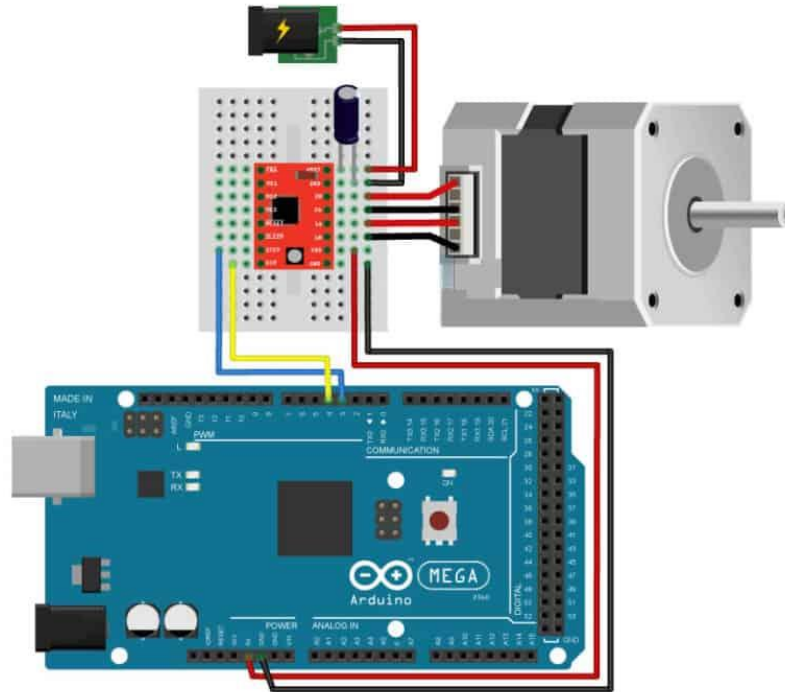


Şekil 6-6: Step Motor Kontrol Devresi (BYJ-4828) [36]

3- Step Motor (nema_17_step_motor)

Arduino ile Nema 17 step motorunu kontrol etmek için devre şeması aşağıdaki resimde verilmiştir. Basamak pimi, basamakları kontrol etmek için kullanılırken, yön pimi yönü kontrol etmek için kullanılır. Step motor 12V güç kaynağı kullanılarak çalıştırılır ve A4988 modülü Arduino üzerinden çalıştırılır. Potansiyometre, motorun yönünü kontrol etmek için kullanılır. [39]

S.NO.	A4988 Pin	Bağlantı
1	VMOT	Besleme +
2	GND	Besleme –
3	VDD	Arduino 5v pini
4	GND	Arduino GND pini
5	STP	3 No’lu Pin
6	DIR	2 No’lu Pin
7	1A, 1B, 2A, 2B	Step Motora



Şekil 6-7: Step Motor Kontrol Devresi (Nema_17) [39]

6.5.2 Her motorun kodunu yazma

Motorlar ayrı ayrı bağlandıktan sonra her motora birer kod yazılarak üzerinde denemeler gerçekleştirildi. Kodlar aşağıdaki şekildedir:

Step Motor Kodu (**nema_17_step_motor**) için gerekli olan program ise bu şekildeydi:

```
#include <Stepper.h>

  /*  Simple Stepper Motor Control Exaple Code
  *
  *   by Dejan Nedelkovski, www.HowToMechatronics.com
  *
  */
//  defines pins numbers
const int stepPin = 3 ;
const int dirPin = 4 ;

void setup() {
//  Sets the two pins as Outputs
  pinMode(stepPin,OUTPUT) ;
  pinMode(dirPin,OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(dirPin,HIGH); // Enables the motor to move in a particular direction
//  Makes 200 pulses for making one full cycle rotation
  for(int x = 0; x < 200; x++){
    digitalWrite(stepPin,HIGH) ;
    delayMicroseconds (500)
    digitalWrite(stepPin,LOW) ;
    delayMicroseconds (500)
  }
  delay(1000); // One second delay

  digitalWrite(dirPin,LOW); //Changes the rotations direction
//  Makes 400 pulses for making two full cycle rotation
  for(int x = 0; x < -200; x--){
    digitalWrite(stepPin,HIGH);
    delayMicroseconds(500)
    digitalWrite(stepPin,LOW);
    delayMicroseconds(500)
  }
  delay;(1000)
}
```

Step Motor Kodu (**BYJ-4828**) için gerekli olan program ise bu şekildeydi:

```
// Include the AccelStepper library:
#include <AccelStepper.h>
// Motor pin definitions:
#define motorPin1 8 // IN1 on the ULN2003 driver
#define motorPin2 9 // IN2 on the ULN2003 driver
#define motorPin3 10 // IN3 on the ULN2003 driver
#define motorPin4 11 // IN4 on the ULN2003 driver
// Define the AccelStepper interface type; 4 wire motor in half step mode:
#define MotorInterfaceType 8
// Initialize with pin sequence IN1-IN3-IN2-IN4 for using the AccelStepper
library with 28BYJ-48 stepper motor:
AccelStepper stepper = AccelStepper(MotorInterfaceType, motorPin1,
motorPin3, motorPin2, motorPin4);
void setup() {
// Set the maximum steps per second:
stepper.setMaxSpeed(1000);
}
void loop() {
// Set the current position to 0:
stepper.setCurrentPosition(0);
// Run the motor forward at 500 steps/second until the motor reaches 4096 steps
(1 revolution):
while (stepper.currentPosition() != 4096) {
stepper.setSpeed(500);
stepper.runSpeed();
}
delay(1000);
// Reset the position to 0:
stepper.setCurrentPosition(0);
// Run the motor backwards at 1000 steps/second until the motor reaches -4096
steps (1 revolution):
while (stepper.currentPosition() != -4096) {
stepper.setSpeed(-1000);
stepper.runSpeed();
}
delay(1000);
// Reset the position to 0:
stepper.setCurrentPosition(0);
// Run the motor forward at 1000 steps/second until the motor reaches 8192 steps
(2 revolutions):
while (stepper.currentPosition() != 8192) {
stepper.setSpeed(1000);
stepper.runSpeed();
}
}
```

Servo Motor Kodu gerekli olan program ise bu şekildeydi:

```
#include <Servo.h> //add '<' and '>' before and after servo.h
int servoPin = 4;
Servo servo;
int servoAngle = 0; // servo position in degrees

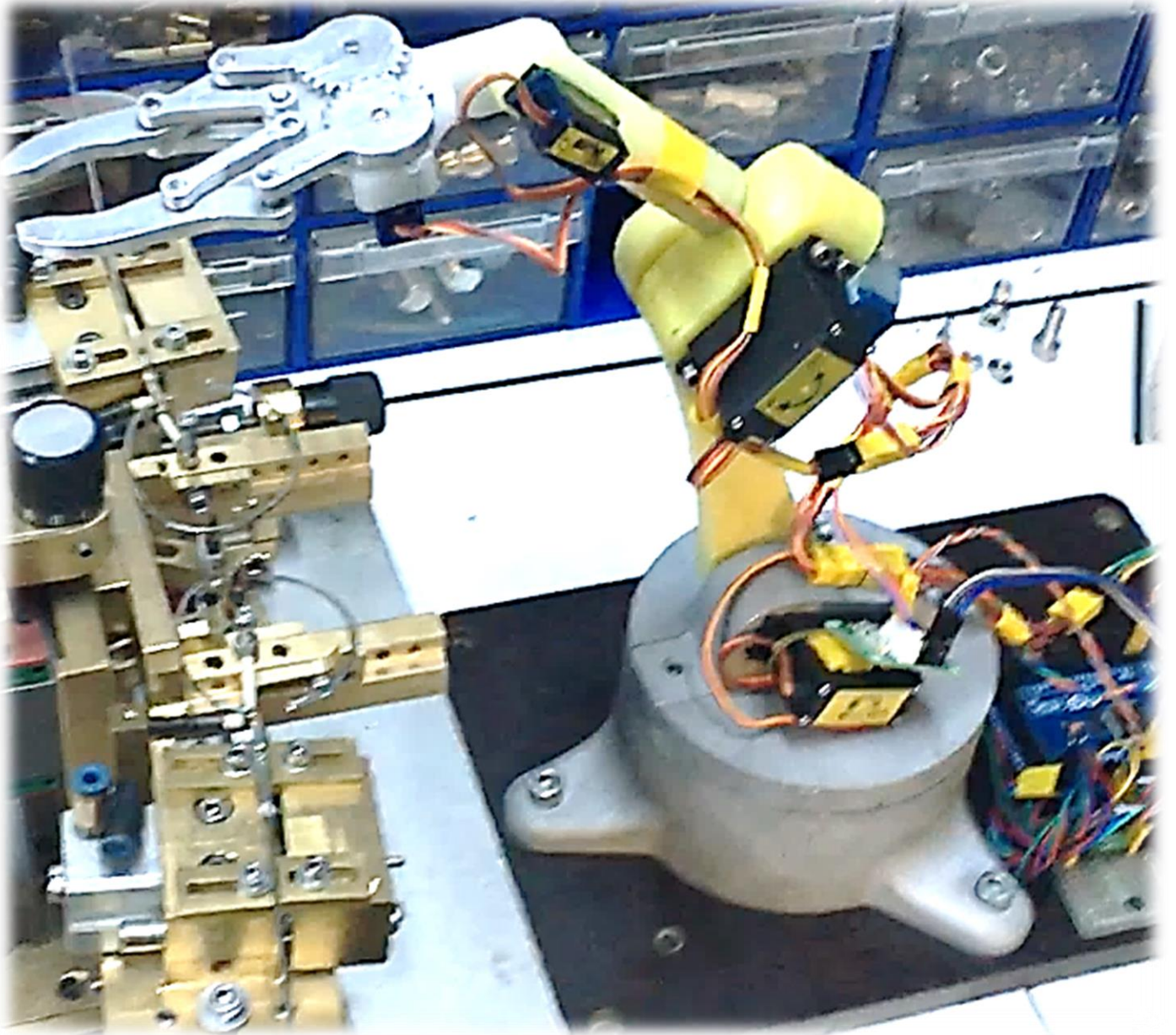
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  servo.attach(servoPin);
}
void loop()
{
  //control the servo's direction and the position of the motor
  servo.write(30); // Turn SG90 servo Left to 45 degrees
  delay(1000); // Wait 1 second
  servo.write(45); // Turn SG90 servo back to 90 degrees (center position)
  delay(1000); // Wait 1 second
  servo.write(60); // Turn SG90 servo Right to 135 degrees
  delay(1000); // Wait 1 second
  servo.write(90); // Turn SG90 servo back to 90 degrees (center position)
  delay(1000);
  servo.write(0); // Turn SG90 servo back to 90 degrees (center position)
  delay(1000);

  //end control the servo's direction and the position of the motor

  //control the servo's speed
  //if you change the delay value (from example change 50 to 10), the speed of the
  servo changes
  /*for(servoAngle = 0; servoAngle < 180; servoAngle++) //move the micro servo
  from 0 degrees to 180 degrees
  {
    servo.write(servoAngle);
    delay(1000);
  }
  for(servoAngle = 180; servoAngle > 0; servoAngle--) //now move back the micro
  servo from 0 degrees to 180 degrees
  {
    servo.write(servoAngle);
    delay(10);
  }*/
  //end control the servo's speed
}
```


6.5.3 Motorların robota bağlanması

Son olarak motorlar robotun bölümlerine bağlandı. Daha sonra bütün motorlar arduino devresine bağlandı. Motorlar robota bağlandıktan sonra mutlaka robotu bağlama ana gövde ve kontrol devresi eklenmeliydi. Ana gövde bu şekilde olmuştur:



Şekil 6-8: Robot Tüm Ekipmanları İle Toplu Hali

6.5.4 Robotun programlanması

Şu an robot artık hazır. Robotun üzerinde gerekli motorların hepsi mevcut ve arduino devresine bağlı. Daha sonra robotu programlama işlemine geçerek gerekli denemeleri yaptık. Böylece istenilen kaynak işlemini gerçekleştirebilmek için gerekli olan koda ulaştık. Program bu şekildeydi Denemelerde Kullandığımız Program Kodu tezin eklerinde **Ek-2** olarak bulunmaktadır.

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

7.1. Uygulamaları Kaynak İşlemini Gerçekleştirmek

Kaynak işlemini gerçekleştirmek için robotu gözlük çerçevesi kaynağının masasına monte ettik. Daha sonra kaynağın yapılması gereken noktaları belirleyerek kaynak işlemini başlattık.

Kaynak işlemini başarıyla gerçekleştirildi.

Kaynak işlemini araştırma tezinin ekinde video şeklinde sunulmuştur. Araştırmamızdan sorumlu öğretim üyesi bu denemeye televideo ile canlı olarak katıldı.

7.2. Araştırmanın Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Olumlu yönleri:

- 1- Yerel robot tasarlama ve üretme olan araştırmanın gaye ve amacına ulaşılması.
- 2- Daha önemli husus ise robotun üretim işleminde kullanılabilmesi.

Olumsuz Yönleri:

- 1- En önemli olumsuz husus elektronik devreyle alakalı olup aynı zamanda projenin olumsuz yönlerini iyileştirmek için gerekli maddi desteğin olmaması.
- 2- Arduino devresi basit bir devre olduğundan sınırlı bir elektronik devredir. Kolu hareket ettirebilmemiz için gerekli motorları hepsi bir arada değil ardı ardına hareket ettirmemiz gerekiyordu. Bu sorunu aşabilmek için daha gelişmiş bir devre kullanılabilirdi.
- 3- Robotta geri besleme sisteminin olmaması. Robotun hareketini kontrol edebilmek için sensör kullanmamız gerekiyordu. Ancak bunu yapamadık çünkü arduino devresi projeyi geliştirme imkanını engellemektedir.
- 4- Robotun titremesi. Daha güçlü ve daha sabit motorlar kullanmamız gerekirdi.

7.3. Sonuç ve Öneriler

Robot kollar, birçok alanda geliştirilebilmektedir. Robot kolların ortaya çıkmasından dolayı birçok işin yapımı kolaylaşmakta ve ortaya çıkabilecek hatalar en aza indirgenmiştir. Sanayide kullanılan kaynak robotları, taşıma robotları, bu projede gerçekleştirilen robot kolun geliştirilmiş halidir. Robot kollarının kullanım alanları oldukça fazladır.

Gerçekleştirilen robot kol prototip niteliği taşımakta olup kapsamlı bir robot sistemleri için geliştirilebilir bir niteliği bulunmaktadır. Tasarlanan projenin amacı 6 eksenli hareket kabiliyeti sağlayan robot kol tasarımı ve bu robot kol için uygun microcontroller ile bilgisayar aracılığı ile kontrolünün sağlanmasıdır. Bu amaçla gerekli olan teorik ve pratik bilgiler edinilmiş ve projenin yapımı için gerekli duyulan altyapı oluşturulmuştur. Tasarımın gerçekleştirilmesi ve geliştirilmesi istenilen amaca uygun olarak yapılmıştır.

Gerçekleştirilen bu robot kol, bir nesneyi tanımlı olan bir bölgeden alarak başka bir bölgeye nakil işlemi yapmaktadır. Bu işlem Arduino Mega microcontroller yardımıyla bilgisayarda tasarlanan bir ara yüz ile yapılmıştır. Robot kol parçaları teknik resimleri solidworks programı vasıtasıyla çizildikten sonra CNC makineleri ile imalatı yapılmış ve bir araya getirilerek montajı yapılmıştır. Yazılım işlemleri tamamlandıktan sonra, güç besleme kablosu da monte edilerek robot kol fonksiyon testlerine tâbi tutulmuştur.

Deneyler olarak, başlangıç konumuna gelme, ürünü alma konumuna gelme, ürünü yakalama, ürünü hedefe ulaştırma ve sorunsuzca bırakma, başlangıç konumuna geri dönerek aynı hareketleri periyodik ve otomatik olarak tekrar yapma deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmanın devamında tasarlanan robot kolu geliştirilerek her bir motoru ayrı ayrı hareket ettirmek yerine, insan kolunda olduğu gibi bütün bir parça olarak hareketini sağlamak istenilen işlemi hem daha hızlı hemde daha doğru bir şekilde çalışmasına neden olacaktır. Robot kol istenilen işlemde ürüne doğru hareket ettiğinde eksenlerin her birinin aynı anda hareketini gerçekleştirilmesi için ise fuzzy logic kuralları kullanılması gerekmektedir.

Yapılan çalışmada fuzzy logic kullanıldığında eksen hareketlerine bütünlük kazandırılmış ve motorların çalışmasında ki ani durma ve kalkma işlemleri ortadan kaldırılarak seri bir hareket kazandırılmış olur.

Bu proje bilgisayar ortamında mekatronik kontrolün nasıl sağlanacağı konusunda bilgi almamızı sağladı. Aynı zamanda yapay robotların çalışma yapıları ve robotun üretim parçalarını öğrendik. Bununla birlikte uygulayarak programlama dillerini öğrendik. Yapay bir aleti çalıştırmak için kontrol programı oluşturmayı öğrendik. Aynı zamanda örneğimizi gerçekleştirdiğimiz atölyeye defalarca yaptığımız ziyaretlerle bu alanın mesleki yönünün temellerini öğrendik.

Bu projeden çıkardıklarımıza istinaden anlaşılıyor ki: robot dünyası eskiden sandığımız gibi aslında gizli bir dünya değildir. Gelişmiş ülkelerde kullanılan robotlardan farksız bir robot yapmak için biraz bilgi, deneyim ve yüksek becerilere sahip olmamız gerekir.

Bu projeye benzer bir proje uygulamak isteyen öğrenci arkadaşlarımıza olan tavsiyemiz: zaman ve emek tasarrufu sağlamak adına eski öğrencilerin deneyimlerinden faydalanmaları, aynı zamanda yeni bir fikri uygulamadan önce bu alanla ilgili her türlü yeniliği takip etmeleri.

Mekatronik sistemlerde eklenen parçaların önemini vurgulamak gerekir. Bu parçaların görevlerini bilmek gerekir. Robotlarda kullanılan ve özellikle son unsurdaki sensörler son derece önemlidir (kaynak kalitesini ölçme sensörleri, boya kalınlığını ölçme sensörleri, boya kalite ve rengini ölçme sensörleri gibi)

Son olarak günümüzün sistemlerinde yaşanan gelişim yapay zekâ, programlanabilen kontrol panelleri, Mikro ve nano robotların kullanılmasıdır.

KAYNAKLAR

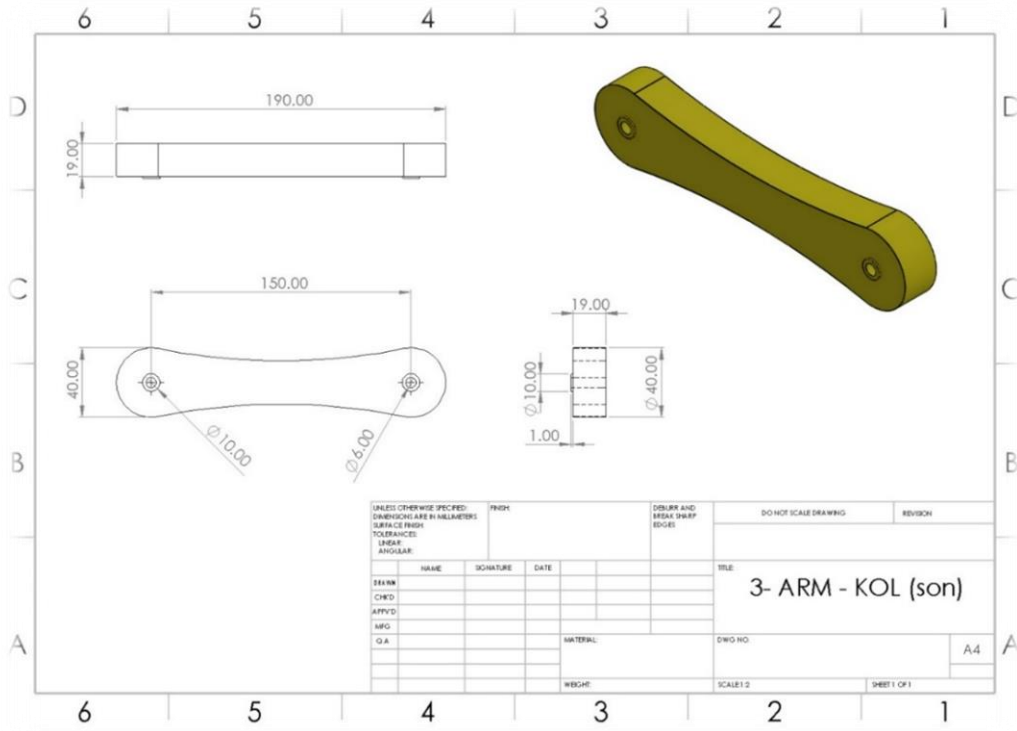
- [1] **S. Özdemir**, «Robotik Nedir» 26 11 2018.
<https://www.muhendisbeyinler.net/robotik-nedir/>.
- [2] **R. Şahinoğlu**, «Robot Nedir» 8 Ocak 2018.
<https://www.kaizen40.com/robot-nedir/>.
- [3] **Wikipedia**, «Robotic Aspects» Feb 2019.
https://en.wikipedia.org/wiki/Robotics#Robotic_aspects.
- [4] «endüstriyel-robotlar-ve-programlama,»
<https://www.mekatronikmuhendisligi.com/endustriyel-robotlar-ve-programlama.html>.
- [5] **R. Salama**, «7 Advantages of Robots in the Workplace» 08 08 2019.
<https://www.roboticstomorrow.com/story/2018/08/7-advantages-of-robots-in-the-workplace/12342/>.
- [6] **P. Dialani**, «Top 7 Benefits of Robots in the Workplace» 04 January 2019.
<https://www.analyticsinsight.net/top-7-benefits-of-robots-in-the-workplace/>.
- [7] **B. H. Engineering**, «What Are the Benefits of Using Robots?» 26 04 2009.
<https://www.brighthubengineering.com/robotics/33043-benefits-of-robots/>.
- [8] **S. Automation**, «10 Good Reasons to Invest in Robots» 10 May 2017.
<https://www.scottautomation.com/news/articles/10-good-reasons-to-invest-in-robots/>.
- [9] **Dr. Öğr. Üyesi Ümit Bozoklu ve Doç.Dr. Dilek Kurt**, «Robot Ekonomisinin Yükselişi» İstanbul Gedik Üniversitesi, 2019.
- [10] **S.Dilibal ve H.Şahin**, «İşbirlikçi Endüstriyel Robotlar Ve Dijital Endüstri» İstanbul Gedik Üniversitesi, 2018.
- [11] **G. Gürgüze**, «Kullanım Alanlarına Göre Robot Sistemlerinin Sınıflandırılması» Fırat Üniversitesi, 2018.

- [12] **A. Hasanoglu**, «Endüstriyel Robot Kollar» 28 Aralık 2011. Fırat Üniversitesi, 2018.
- [13] **S. UZUNER**, «5 Eksenli Manipülâtörün Hareket Planlanması Vekontrol Programının Oluşturulması» Marmara Üniversitesi, 2012, p. 126.
- [14] **B. YALIM**, «Görüntü İşleme Tabanlı 4+1 Eksenrobot Kol Tasarımı» Sakarya , Sakarya Üniversitesi, 2016, p. 128.
- [15] **Ö. SANTUR**, «Otomatik Pizza Makinesinin Silindirik Robotunun Tasarımı Ve İmalatı» *Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir, Balıkesir Üniversitesi, 2016, P. 88.
- [16] **E. SARIALTIN**, «5 Eksenli Endüstriyel Robot Kol» *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, İstanbul Gelişim Üniversitesi, 2017, p. 89.
- [17] **E. YAŞAR**, «Yılan Tipi Robottasarımı, Prototipi Ve Yörünge Analizi» *Doktora Tezi*, Kayseri, Erciyes Üniversitesi, 2016, p. 154.
- [18] **E. OZAN ve S. Prof.Dr.AKSOY**, «Robotlar Ve Uygulamaları», Batman Üniversitesi, 2019.
- [19] **E. Hultman**, «Robotics and Computer-Integrated Manufacturing» Mats Leijon - Sweden, Division for Electricity, Uppsala University, February 2013, p. 256.
- [20] **ABB**, «Robots for packaging industry» Singapore , 2019, p. 8.
https://library.e.abb.com/public/90cbaf37724492a4c1257b6700492591/Robots%20for%20packaging%20industry_robotics_Discrete%20automation%20and%20motion%20division_ABB.pdf.
- [21] **L. Bai, C. F. Yue ve D. J. Li**, «Application Research of Slag-removing Robotfor Zinc pot on Hot-dip Galvanizing Line» Beijing - China, Beijing Cisri-nmt Engineering Technology Co., Ltd, 2019.
- [22] **H. R. Singh ve Shyamjith Uralath**, «Selection and Applications of Automatic Spot Welding Methods» Manipal University Jaipur, India, Conference: IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 2014.
- [23] **Beom-Sahng Ryuh ve Gordon R. Pennock**, «Arc Welding Robot Automation Systems» *Industrial Robotics: Programming, Simulation and Applications*, Indiana, 47907-1288, USA, Purdue University, 2006.
- [24] **K. V. Chidhambara ve B Latha shankar**, «Optimization of Robotic Spray Painting process Parameters» *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, karnataka, India, Siddaganga Institute of Technology, 2018.

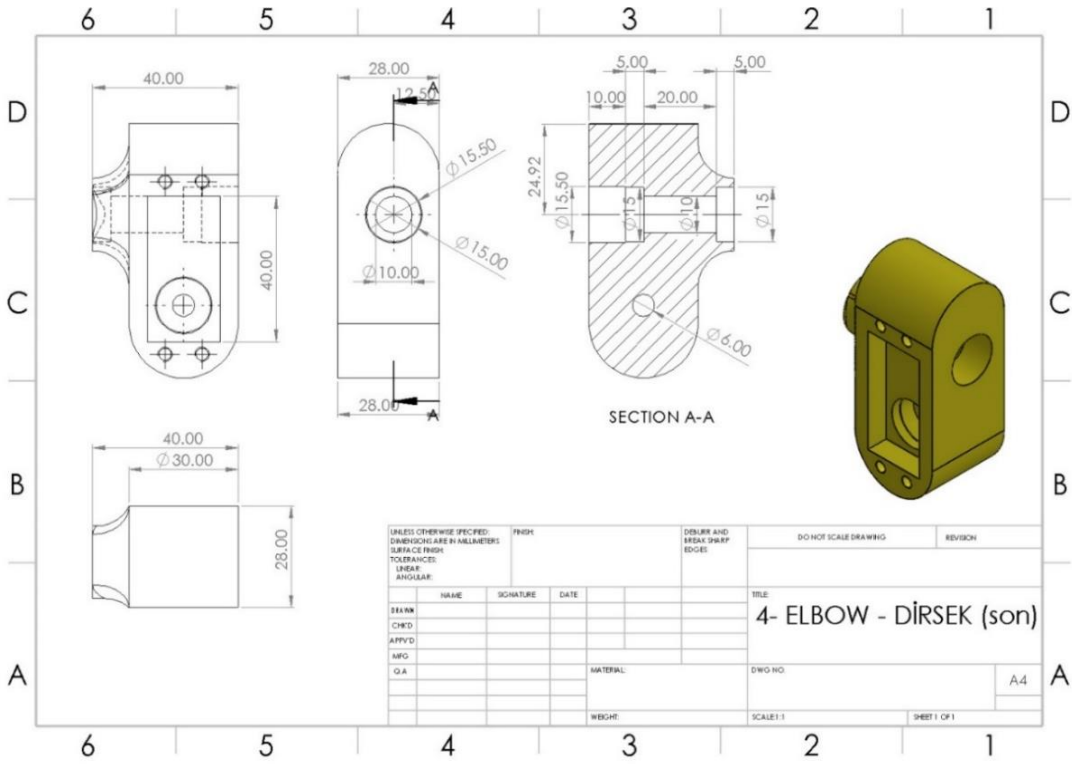
- [25] **S. Garnier, K. Subrin ve K. Waiyagan**, «Modelling of Robotic Drilling» *Procedia CIRP*, 16th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations , 2017, pp. Pages 416-421.
- [26] **Todor Stoyanov, Christian A. Mueller, Narunas Vaskevicius ve Tobias Fromm**, «No More Heavy Lifting: Robotic Solutions to the Container Unloading Problem» *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 2016.
- [27] **Karthick Dharmaraj, Radmehr Monfared, Phil Ogun ve Michael R. Jackson**, «International Journal of Advanced Manufacturing Technology» *Robotic assembly of threaded fasteners in a non-structured environment*, Springer Verlag, September 2018.
- [28] **Milind Dawande, H.Neil Geismar, Suresh P. Sethi Ve Chelliah Sriskandarajah**, «Sequencing And Scheduling In Robotic Cells» Netherlands, *Journal of Scheduling* 8, 2005, p. 387–426.
- [29] **C. Michał, Buratowski Tomasz, Giergiel Mariusz, Kurc Krzysztof ve Malka Piotr**, «Mobile Inspection Robot» *Applied Mechanics and Materials* , Switzerland, Trans Tech Publications, 2013, p. 319.385.
- [30] **B. ERGENE ve Çağın BOLAT**, «A Review On The Recent Investigation Trends In Abrasive Waterjet Cutting And Turning Of Hybrid Composites» *Sigma J Eng & Nat Sci* 37 (3), İstanbul, Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, 2019, pp. 989-1016.
- [31] **Ronald Wilcox, Stefanos Nikolaidis ve Julie Shah**, «Optimization of Temporal Dynamics for Adaptive Human-Robot Interaction in Assembly Manufacturing» *Robotics: Science and Systems* , Cambridge, Massachusetts 02139, Massachusetts Institute of Technology, 2012, p. 8.
- [32] **L. Drew**, «Metamorphic Manufacturing – Robotic Blacksmithing And The 3rd Wave Of Digital Manufacturing» , Colorado, Center for Advanced Non-Ferrous Structural Alloys (CANFSA), 2019, p. Poster 3.
- [33] **O. E. ALP**, «Genel Amaçlı Robot Kolu Tasarımı» *Yüksek Lisans Tezi* , İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2012 .
- [34] **Cbenson**, «Robot Arm Torque Calculator» 17 09 2018 .
<https://www.robotshop.com/community/tutorials/show/robot-arm-torque-calculator>.
- [35] **G. Y. Ekibi**, «Servo Motor» 12 09 2019 .
<https://gelecegiyazanlar.turkcell.com.tr/konu/arduino/egitim/arduino-301/servo-motor>.

- [36] **T. Y. Semiz**, «Arduino İle Step Motor Kontrolü» 11 Temmuz 2019.
<https://maker.robotistan.com/arduino-dersleri-15-step-motor-kontrolu/>.
- [37] **M. Duran**, «Arduino Step Motor Kontrolü» 13 Kasım 2015.
<https://www.projehocam.com/arduino-step-motor-kontrolu/>.
- [38] **E. Erdoğan**, «Step Motor Nasıl Kullanılır? Arduino İle Nasıl Çalışır?» 15 02 2019.
<https://www.robimek.com/step-motor-nasil-kullanilir-arduino-ile-nasil-calisir/>.
- [39] **S. Kaya**, «Arduino ile Nema 17 Step Motor Kontrolü» 14 Kasım 2019.
<https://bilinti.com/arduino-projeleri/arduino-ile-nema-17-step-motor-kontrolu/.html/>.

c) Üçüncü Parça (kol) Teknik Çizimi:



d) Dördüncü parça (Dirsek) Teknik Çizimi:



Ek-2: Denemelerde Kullandığımız Arduino Program Kodu:

```
#include <AccelStepper.h>
#include <Stepper.h>
#include <Servo.h>

Servo b_1_servo; // first black servo
Servo b_2_sservo; // second blak servo
const int b_1_servo_pin = 4;
const int b_2_servo_pin = 5;

Servo p1_servo; // first blue servo
Servo p2_servo; // second blue servo
const int p1_servo_pin = 6;
const int p2_servo_pin = 7;

#define dirPin 2
#define stepPin 3
#define motorInterfaceType 1
// initialize the AccelStepper library on dirPin 2 stepPin 3 and motorInterfaceType
1:
AccelStepper stepper = AccelStepper(motorInterfaceType, stepPin, dirPin);

const int stepsPerRevolution = 2048; // change this to fit the number of steps per
revolution
// initialize the stepper library on pins 8 through 11:
Stepper myStepper = Stepper(stepsPerRevolution, 8, 10, 9, 11);
int total_uln_steps = 0;

#define button_pin 12

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(button_pin, INPUT);
  // set the MAX speed of NEMA17 at 1000 rpm:
  stepper.setMaxSpeed(1000);
  // set the speed of ULN2003 at 60 rpm:
  myStepper.setSpeed(5);
  //setup the servo objects
  b_1_servo.attach(b_1_servo_pin);
  b_2_sservo.attach(b_2_servo_pin);
  p1_servo.attach(p1_servo_pin);
  p2_servo.attach(p2_servo_pin);
  resetMotors();
}

void loop() {
  buttonControl();
}
```

```

//servoControl(50,30,p1_servo_pin);
//servoControl(60,45,b_1_servo_pin);
//buttonControl();
//servoControl(45,0,b_1_servo_pin);
//buttonControl();

nemaControl(42,80);

servoControl(55,26,b_2_servo_pin);
servoControl(50,80,p1_servo_pin);

servoControl(150,133,p2_servo_pin);
delay(2000);
servoControl(133,140,p2_servo_pin);
nemaControl(-42,-80);
servoControl(140,132,p2_servo_pin);
delay(2000);
servoControl(132,150,p2_servo_pin);
nemaControl(0,80);

resetMotors();

/*buttonControl();

ulnControl(-150,60);
servoControl(0,60,b_1_servo_pin);
resetMotors();
*/
buttonControl();

}
//*****
*****
//*****                               Button                               Monitoring
*****
//*****
*****

void buttonControl(){
  int pressed;
  pressed = digitalRead(button_pin);
  while(pressed != false){
    pressed = digitalRead(button_pin);
    Serial.println(pressed);
    if(pressed == false)
      break;
  }
}

```

```

}
delay(1000);
}

//*****
*****
//*****          Cntrol          Nema17          Stepper
*****
//*****
*****

// distance is the steps stepper should move and the nema_speed is obviously the
speed and + & - control the directoin.
// like nema_distance = 600 nema_speed = 400 OR distance = -600 nema_speed =
-400.

void nemaControl(int nema_distance, int nema_speed){
//stepper.setCurrentPosition(0);
while(stepper.currentPosition() != nema_distance)
{
Serial.println("NEMA17 Moving...");
stepper.setSpeed(nema_speed);
stepper.runSpeed();
}
delay(500);
}

//*****
*****
//*****          Cntrol          ULN2003          Stepper
*****
//*****
*****

// distance is the steps stepper should move and the nema_speed is obviously the
speed and + & - control the directoin.
// like uln_distance = 600 OR uln_distance = -600 but speed is isolated here
uln_speed = 60.

void ulnControl(int uln_steps, int uln_speed){
Serial.println("ULN2003 Moving...");
myStepper.setSpeed(uln_speed);
myStepper.step(uln_steps);
total_uln_steps = total_uln_steps + uln_steps;
Serial.println(total_uln_steps);
delay(500);
}

//*****
*****

```



```

//*****          Cntrol      The      four      servo      Motors
//*****
//*****
//*****
// from_pos is pos to start, to_pos is goal pos and servo_id the servo you will use

void servoControl(int from_pos, int to_pos, int servo_id){
  int pos = 0;
  switch (servo_id) {

    case 4:
    {
      Serial.println("Servo pin 4 Moving...");
      if(from_pos > to_pos){
        for (pos = from_pos; pos >= to_pos; pos -= 10) { // for ex goes from 60 degrees
to 0 degrees
          b_1_servo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
          delay(25);                      // waits 25ms for the servo to reach the position
        }
      }else{
        for (pos = from_pos; pos <= to_pos; pos += 10) { // for ex goes from 60
degrees to 120 degrees
          // in steps of 1 degree
          b_1_servo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
          delay(25);                      // waits 25ms for the servo to reach the position
        }
      }
    }
    delay(500);
    break;

    case 5:
    {
      Serial.println("Servo pin 5 Moving...");
      if(from_pos > to_pos){
        for (pos = from_pos; pos >= to_pos; pos -= 1) { // for ex goes from 60 degrees
to 0 degrees
          b_2_sservo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
          delay(25);                      // waits 15ms for the servo to reach the position
        }
      }else{
        for (pos = from_pos; pos <= to_pos; pos += 1) { // for ex goes from 60 degrees
to 120 degrees
          // in steps of 1 degree
          b_2_sservo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
          delay(25);                      // waits 15ms for the servo to reach the position
        }
      }
    }
  }
}

```

```

delay(500);
break;

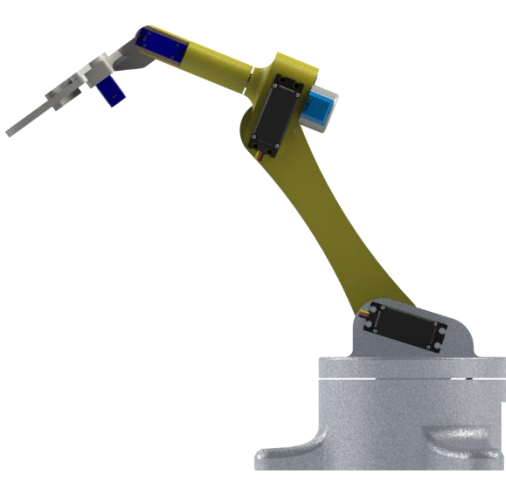
case 6:
{
    Serial.println("Servo pin 6 Moving...");
    if(from_pos > to_pos){
        for (pos = from_pos; pos >= to_pos; pos -= 1) { // for ex goes from 60 degrees
to 0 degrees
            p1_servo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
            delay(25);                    // waits 15ms for the servo to reach the position
        }
    }else{
        for (pos = from_pos; pos <= to_pos; pos += 1) { // for ex goes from 60 degrees
to 120 degrees
            // in steps of 1 degree
            p1_servo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
            delay(25);                    // waits 15ms for the servo to reach the position
        }
    }
}
delay(500);
break;

case 7:
{
    Serial.println("Servo pin 7 Moving...");
    if(from_pos > to_pos){
        for (pos = from_pos; pos >= to_pos; pos -= 1) { // for ex goes from 60 degrees
to 0 degrees
            p2_servo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
            delay(25);                    // waits 15ms for the servo to reach the position
        }
    }else{
        for (pos = from_pos; pos <= to_pos; pos += 1) { // for ex goes from 60 degrees
to 120 degrees
            // in steps of 1 degree
            p2_servo.write(pos);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
            delay(25);                    // waits 15ms for the servo to reach the position
        }
    }
}
delay(500);
break;
}
}

```

```
/**
 *
 * reset to get all motors to 0 condition
 *
 */
void resetMotors(){
  delay(2000);
  Serial.println("Reset...");
  stepper.setCurrentPosition(0);
  b_1_servo.write(0);
  b_2_servo.write(55);
  p1_servo.write(50);
  p2_servo.write(150);
  myStepper.step(-total_uln_steps);
  Serial.println(total_uln_steps);
  total_uln_steps =0;
}
```

Ek-3: Robot Son Tasarım Halı:



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Usame AZİZİ
Doğum Tarihi ve Yeri :1985 Suudi Arabistan
E-posta : mr.osamma@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2010, Halep Üniversitesi, Makine Mühendisliği Fakülte, Üretim Mühendilği Bölümü.
- **Yükseklisans** : 2020, İstanbul Aydın Üniversitesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Makine Mühendisliği Programı.

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- **Proje Mühendisi** : 2020, Tekkan Plastik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Dilovası / Kocaeli.
- **İş Geliştirme Mühendisi** : 2018, Artisan Metal San. ve Tic. Ltd. Şti. Boğazlıyan / Yozgat.
- **Ar-Ge Müdürü** : 2017, Egebant Zımpara ve Polisaj San. ve Tic. AŞ. Çayırova/ Kocaeli.
- **Üretim Müdürü** : 2013, Mertcan metal SAN TİC. LTD. ŞTİ. Maşukiye/ Kocaeli.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Usame AZİZİ, 2019. Altı Serbestlik Dereceli Robot Kolu Tasarım, Modelleme, Ve İmalatı. 2. *International Congress On Engineering And Technology Management*, Ekim 24-25, 2019 Mardin, Turkey.