

**T.C.
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ**



RENK HASSASİYETLİ ROBOT KOL

BİTİRME TEZİ

Hazırlayanlar

Emrullah OLAM	2011010226020
İlyas KARAASLAN	2011010226053

Tez Danışmanı

Doç.Dr. Ahmet DEMİR

KARABÜK-2016

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	1
KABUL VE ONAY.....	3
ÖNSÖZ.....	4
GİRİŞ.....	5
1. ROBOT KOLU NEDİR? NASIL ÇALIŞIR?.....	6
2. ROBOT KOL ÇEŞİTLERİ.....	6
2.1. Scara Robot Kolu.....	6
2.2. Kartezyen Robot Kolu.....	7
2.3. Silindirik Robot Kolu.....	8
2.4. Küresel Robot Kolu.....	9
2.5. Eklemlı Robot Kolu.....	10
3. ROBOT KOL'UN KULLANIM ALANLARI.....	11
4. KONVEYÖR BANT.....	12
4.1. Bantlı Konveyörlerin Elemanları.....	13
4.2. Bantlı Konveyörlerin Yükleme Sistemleri.....	14
4.3. Konveyör Bandının Özellikleri Ve Seçimi.....	15
4.4. Konveyör Bant Çeşitleri.....	16
4.5. Konveyör Bant Tasarım Parçaları.....	18
5. PROJEDE KULLANILAN MALZEMELER HAKKINDA TEMEL BİLGİLER.....	20
5.1. Arduino.....	20
5.1.1. Arduino Mega 2560.....	20
5.1.2. Arduino Mega 2560 Özellikleri.....	21
5.1.3. Arduino Mega 2560 Güç Özellikleri.....	21
5.1.4. Arduino Mega 2560 Giriş Çıkışları.....	22
5.1.5. Arduino Mega 2560 Programlaması.....	23

5.2. Servo Motor.....	23
5.2.1. Servo Motor Temel Fonksiyonları.....	23
5.2.2. Tower Pro MG996R RC Servo Motor.....	23
5.2.3. Servo Motor Özellikleri.....	24
5.3. TCS3200 Renk Sensörü Kartı.....	25
5.3.1. TCS3200 Renk Sensörü Kartı Özellikleri.....	25
6. PROJEDE KULLANILAN MALZEMELER.....	26
7. TASARIM.....	26
8. MONTAJ VE BAĞLANTILAR.....	28
9. PROJE ÇALIŞMA PRENSİBİ VE ÇALIŞMA DÜZENİ.....	30
10. KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜMLERİ.....	31
10.1. Robot Kol Sorunları Ve Çözümleri.....	31
10.2. Renk Sensörü Sorunları Ve Çözümleri.....	31
11. ROBOT KOL PROGRAMI.....	32
12. RENK SENSÖRÜ PROGRAMI.....	43
KAYNAKÇA.....	47

KABUL VE ONAY

İlyas KARAASLAN, Emrullah OLAM tarafından hazırlanan " RENK HASSASİYETLİ
ROBOT KOL " başlıklı bu tezin Lisans Bitirme Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.
25/07/2016

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Ahmet DEMİR 7.



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Mekatronik Mühendisliği
Anabilim Dalında Lisans Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir. 25/07/2016

Tez Jürisi

Başkan: Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU

Üye : Doç. Dr. Ahmet DEMİR 7.

Üye : A. G. R. Ramazan ÖZMEN



KBÜ Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Mezuniyet Komisyonu ve Bölüm
Başkanlığı bu tezi Lisans Bitirme Tezi olarak onamıştır. 25/07/2016

Yrd.Doç.Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU

Mekatronik Müh. Bölüm Bşk.



ÖNSÖZ

Robot kol teknolojisi birçok sektörde ihtiyaç duyulan ve bu ihtiyacın giderek arttığı bir teknolojidir. Günümüzde insanın fiziksel gücüne duyulan ihtiyaç giderek azalmaktadır. Bu noktada robot kolu devreye girer. Robot kol teknolojisi kullanılarak hem verimin artması hem de hata oranının en aza indirilmesi sağlanabilir.

Bitirme çalışmamıza danışmanlık yapan ve proje süresince bizlere büyük desteği bulunan Sayın Doç. Dr. Ahmet Demir hocamıza teşekkürlerimizi sunarız. Projemizin gerçekleşmesinde her türlü olanağı sağlayan Bölüm Başkanlığına ve desteklerinden ötürü Mühendislik Fakültesi Dekanlığına teşekkürlerimizi sunarız. Eğitim hayatımız boyunca maddi ve manevi desteklerini bizlerden esirgemeyen, bugünlere gelmemizde en büyük pay sahibi olan ailelerimize sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Emrullah OLAM

İlyas KARAASLAN

GİRİŞ

Savunma ve Endüstriyel sanayide yaşanan gelişmeler, insan gücü maliyetlerinin düşürülmesi ve kalite artırılmasının amaçlanması, insanları robot teknolojilerini kullanmaya zorunlu bırakmıştır. Robotlar günümüz teknolojisinin en güçlü elemanlarıdır. Robot sistemlerin çok geniş kullanım alanları olduğundan dolayı tanımlanmalarında bazı ufak ayrıntılar önem kazanmıştır. Robot sistemlerin en yaygın kullanım alanlarından biri de endüstri sahalarıdır. İngiliz Robot Birliği (BRA) ve Japon Endüstriyel Robot Birliği (JIRA) gibi ulusal robotik birliklerinin yayınladığı resmi robot tanımları, çoğunlukla endüstriyel robotların tanımıdır. Robot sistemlerin endüstri alanlarında kullanılmalarıyla ilgili olarak robot tanımı, Amerikan Robot Enstitüsü (RIA) tarafından şu şekilde yapılmıştır. "Robot, çeşitli görevleri yapmak amacıyla değişik şekillerde programlanmış hareketlerle; nesnelerin, gereçlerin ya da özel düzeneklerin taşınması için tasarlanmış çok işlevli bir manipulatördür (Candemir 2007, Craig 2005).

Robot sistemlerin kontrollerinde ya da programlarında meydana gelebilecek yanlışlıklar, ilgili alt sistemlerin çalışmasında büyük hatalara sebep olabilir. Örneğin, robot kol sistemine ait pnömatik piston tipindeki bir sürücü hassas kontrol edilememesinden dolayı, meydana gelen hata neticesinde hem çevresine zarar verebilir, hem de kullanılmaz duruma gelebilir. Bu nedenle, robot sistemler içerisinde kullanılan bütün sürücüler ve alt sistemlerin en hassas biçimde kontrolleri sağlanmalıdır. Zamanla sistemdeki mekanik aşınmalar ve sürücü hatalarından meydana gelecek aksaklıklar, robot sistemin pozisyonunu kontrol eden denetleyicilerle, konum hatası sınır toleransları içerisinde tutulmalıdır. Robot teknolojilerinin en popüler alt sınıflarından biride robot kollarıdır. Günümüzde hemen hemen her fabrikanın üretim bandında, robot kollar insanların yerini almıştır ve almaya da devam edecektir. İşte bu çalışmaların ve analizlerin ışığında bu tez çalışmasında beş eksenli robot kolları teorik olarak incelenmiş kinematik çözümleri hesaplanmıştır. Teorik çalışma grafik ara yüzü destekleyen yazılım ortamlarında uygulama olarak geliştirilip teorik bilgiler uygulama ortamında test edilmiştir. Bu robot kol bu tip bir tez çalışması için en uygun robot kol olarak belirlenmiştir. Gerek hızı gerekse hassasiyeti, uygulamalar için yeterli verimi sağlamaktadır.

1.ROBOT KOLU NEDİR? NASIL ÇALIŞIR?

Günümüzde, Robot Kolları endüstriyel üretim tesislerinin temel taşı haline gelmiştir. Hidrolik, pnömatik ve elektrikli, çeşitli motor sistemleriyle üretilen bu sistem, endüstrinin birçok alanında kullanılmaktadır. Bu yazımızda, Robot Kolu nedir? Robot Kolu'nun Çeşitleri Nelerdir? Robot Kolu'nun Uygulama Alanları Nelerdir? Gibi sorulara cevap aranmaktadır.

Robotik kol, programlanabilir, mekanik parçaların bütünü ya da kompleks bir robotun bir parçası olarak nitelendirebilir. Günümüzde robotik kollar endüstrinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. İnsan gücünü en aza indirerek, hata payı oranını azaltıp üretim miktarını üst seviyelere getirerek, günümüz teknolojisine önemli derecede katkı sağlamaktadır.

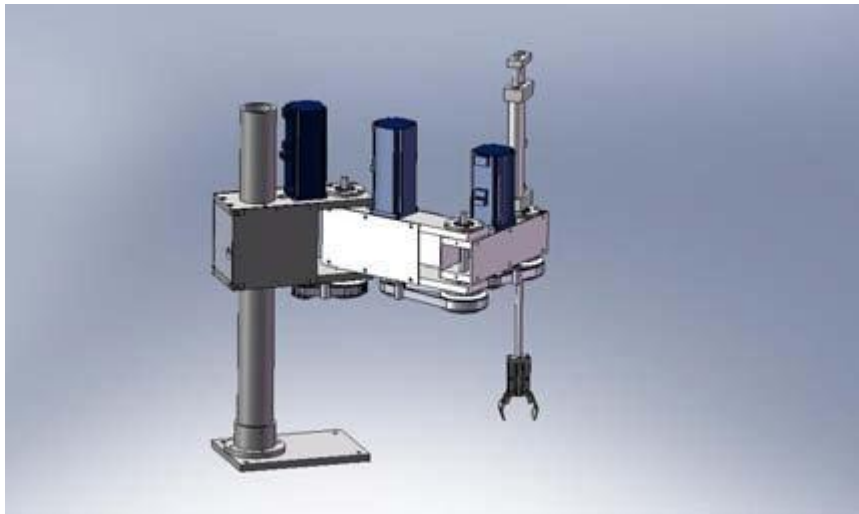
2.ROBOT KOL ÇEŞİTLERİ

Temel olarak beş farklı robot kol çeşidi vardır.

2.1. Scara Robot Kolu

Dolgu uygulamaları ve montaj uygulamaları gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır. Özellikle yüksek hız ve iş kapasitesi ile dikkat çekmektedir. Eklem yerlerinde bulunan elektrik motorları, kolun kendi ekseninde dönmesini sağlar. Ağız kısmında ise pnömatik motor bulunur. Bu motor kolun esneklik kazanmasını sağlar.

Örnek Şekil ;

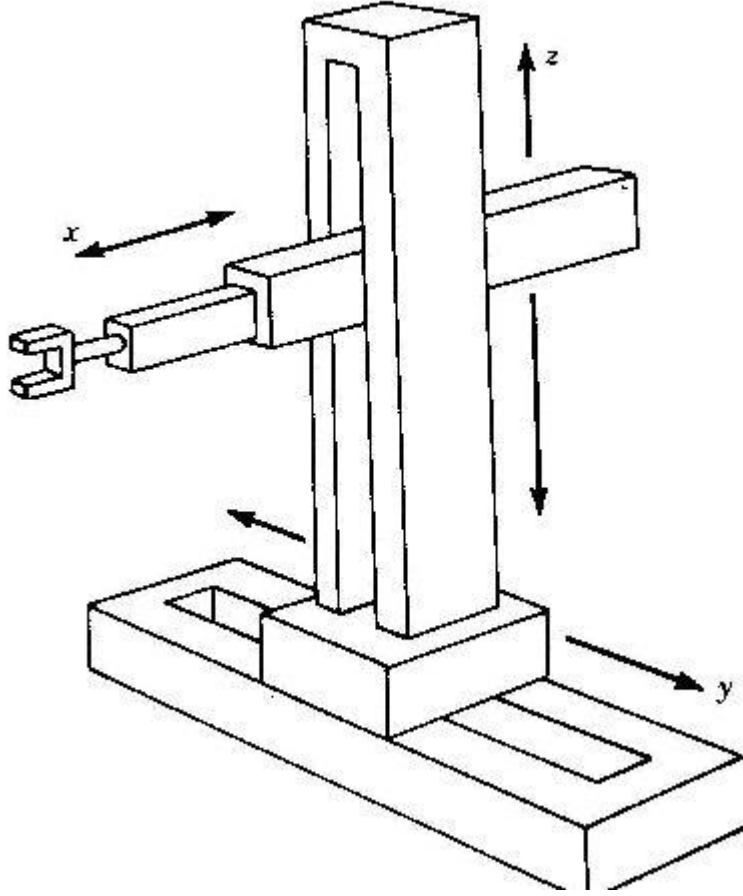


Şekil 1: Scara Robot Kolu

2.2. Kartezyen Robot Kolu

X ,Y, Z eksenlerinde doğrusal olarak hareket eder. Tutma ve taşıma yeteneğine sahiptir. Sınırlanan alanda, belirli noktalara ulaşması çok basittir fakat bir o kadar da kısıtlı hareket eder. Mekanik yönden güçlü olduğu için ağır yüklü ve büyük boyutlu cisimleri taşımak için ideal robot kolları arasındadır.

Örnek Şekil:

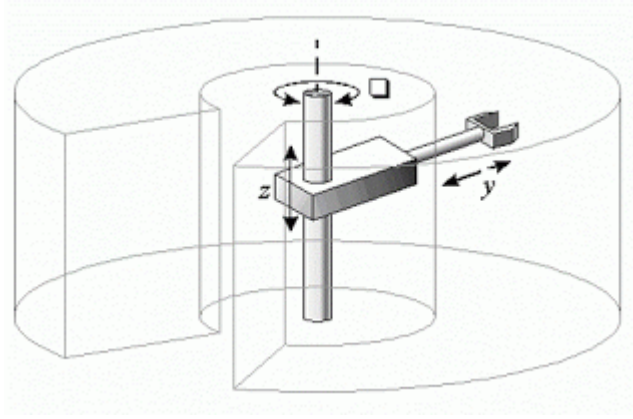


Şekil 2: Kartezyen Robot Kolu

2.3. Silindirik Robot Kolu

Silindirik robot kolları, yüksek dönüş kabiliyetleri sayesinde kartezyen robot koluna göre hareket etme kapasitesi daha yüksektir. Silindirik çalışma alanı içerisinde tut ve taşı görevini yerine getirir. Koordinat sistemleri silindirik olmadığından dolayı esnek bir kullanıma sahip değildir. Hidrolik, pnömatik ve elektrik motorlu çeşitleri bulunmaktadır.

Örnek Şekil:

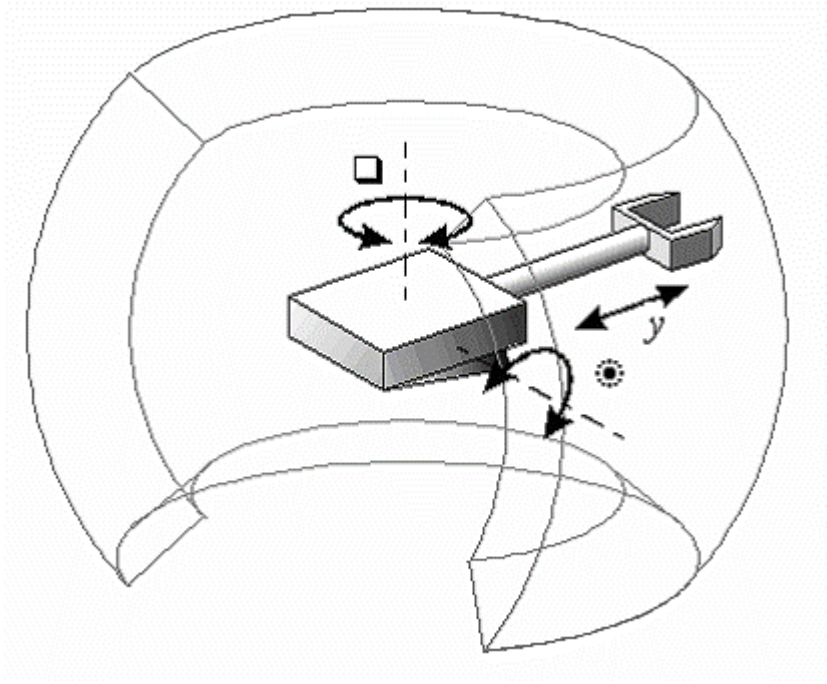


Şekil 3: Silindirik Robot Kolu

2.4. Küresel Robot Kolu

Polar koordinatlı robot kolu olarak da adlandırılır. Küresel alışma şekline sahip olduğu için programlanabilmesi zordur. Küresel robotların hareket alanı kollarının byklğu ile kısıtlanır. Bu nedenle hareket alanını bytmek için daha büyük kollar kullanılır. Pres döküm, kaynak, eğme, bükme ve yapıştırma gibi işlemlerde kullanılır.

rnek şekil:

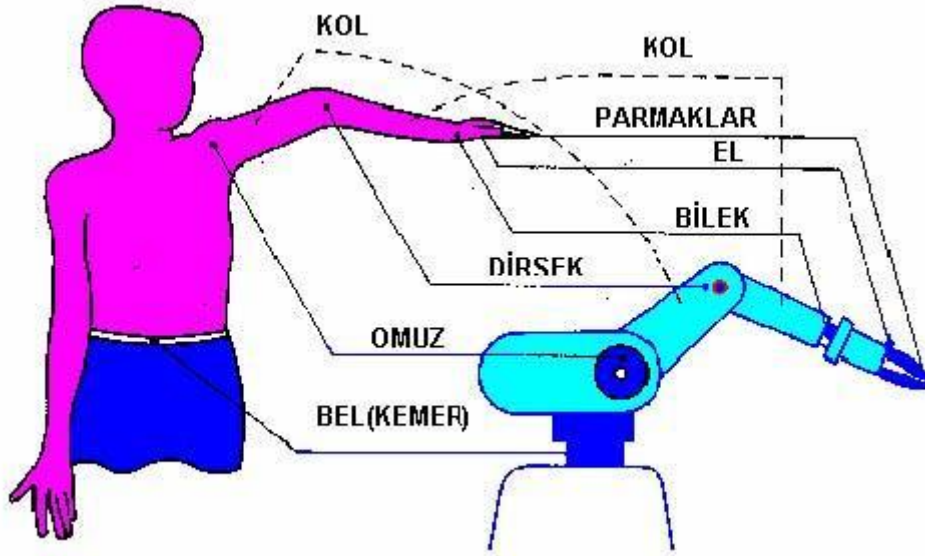


şekil 4: Küresel Robot Kolu

2.5. Eklemlı Robot Kolu

En az üç döner eklemi olan robot koludur. Bu tip robotlar gaz kaynağı, ark kaynağı, püskürme makineleri gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılır. Robotun hareket serbestliği eklem sayısı ile doğru orantılıdır. Her eklem ayrı servo motora bağıdır. Hareket alanları yazılan programa göre değışiklik gösterir.

Örnek Şekil:



Şekil 5: Eklemlı Robot Kolu

3.ROBOT KOL’UN KULLANIM ALANLARI

1. Ark Kaynağı
2. Nokta Kaynağı
3. Malzeme Taşıma
4. Otomasyonlu Makine Desteğı
5. Boyama
6. Toplama, Paketleme
7. Montaj
8. Mekanik Kesme, Rodaj, Çapak Alma, Cilalama
9. Tutkallama, Yapıştırma, Contalama ve Püskürtme

gibi birçok alanda robot kolları sanayi hayatını kolaylaştırmaktadır.

4.KONVEYÖR BANT

Büyük kapasitede yığma malzemenin sürekli olarak uzun mesafelere yatay veya az meyille iletimi söz konusu olduğu zaman, genellikle bantlı konveyörler en uygun çözüm olmaktadır. Bu tip konveyörlerle kuru veya ıslak her türlü malzeme taşıyabilmektedirler. Bantlı konveyörler günümüzde özellikle maden cevherleri, kömür, kum ve tahıl gibi yığma malzemelerin iletiminde başarılı bir uygulama alanı bulmuştur. İletilecek malzeme bir veya birkaç tambur tarafından hareket ettirilen bant tarafından taşınır.

Bantlı konveyörün malzeme naklindeki sağladığı avantajları şu örneklerle açıklayabiliriz: M.Ö. 2 800 yıllarında inşa edilen Gize Piramidinin inşaatında yaklaşık olarak 100 000 işçi 30 yıl çalışmıştır. Bu piramidin hacmi kadar toprak (2 600 000 m³) bugün 3 m genişliğinde bir bantlı konveyörle 130 saatte (20,000 t/h) taşınabilirdi. Bantlı konveyörlerin başlıca kullanım alanları:

1. Maden ocakları
2. Cevher hazırlama tesisleri
3. Dökümhanelerde kum hazırlama tesisleri
4. Termik santraller
5. Liman yükleme ve boşaltma tesisleri
6. Büyük inşaat şantiyeleri
7. Hafriyat ve beton hazırlama tesislerinde
8. Kimya, kağıt, çimento ve şeker sanayinde
9. Tahıl silolarında

4.1.BANTLI KONVEYÖRLERİN ELEMANLARI

Bir bantlı konveyörün ana elamanları genel olarak şunlardır;

1. Malzemeyi nakleden bant
2. Taşıyıcı ve dönüş makaraları
3. Baş, kuyruk, gergi ve saptırma tamburları
4. Tahrik düzeni
5. Gergi düzeni
6. Şasi
7. Yükleme düzeni
8. Boşaltma düzeni
9. Bant temizleme düzeni
10. Diğer teçhizat

4.2.BANTLI KONVEYÖRLERİN YÜKLEME SİSTEMLERİ

Bir bantlı konveyörün iyi bir şekilde çalışabilmesi için, aşağıdaki iki şartın gerçekleşmesi şarttır:

1. Bantlı konveyör iyi bir şekilde yüklenmelidir.
2. Bantlı konveyör iyi bir şekilde boşaltılmalıdır.

Bantlı konveyör konstrüksiyonu bu iki hususa en büyük dikkati vermelidir. Bantlı konveyörlere malzeme genellikle bir oluk vasıtası ile verilir. Oluk malzemenin etrafa yayılmasını ve dökülmesini önleyerek, muntazam bir şekilde banda verilmesini sağlar. Malzemenin banda yüklemesinde bilhassa üç noktaya dikkat edilmelidir:

1. Bant düzgün bir şekilde ve bant eksenine göre simetrik olarak yüklenmelidir.
2. Banda gelen darbe ve aşınma tesirleri asgariye indirilmelidir.
3. Malzemenin bant yönündeki hızı, bant hızına eşit olmalıdır.

Bant düzgün bir şekilde yüklenmez ise, bandın kapasitesinden tam olarak faydalanılamaz ve bant kenarından malzemenin dökülmesi ihtimali artar. Bu durum özellikle yüklemenin bant eksenine dik doğrultuda olması halinde görülür. Bandın en çok tahribe uğradığı yer yükleme bölgesidir. Zira ne gibi tedbir alınırsa alınsın, yüklenme bölgesinde malzeme banda daima yüksekte dökülür ve bu dökülmenin banda dik tesiri banda darbe şeklindeki bir zorlama yapar. Dökülme hızının banda paralel bileşeni ise, bandın aşınmasına sebep olur. Aşınma tesirini azaltmak için, malzeme bandın hareket yönüne dökülmelidir. Malzeme hızı aynı değilse, yükleme noktasında hız farkı yüzünden bir malzeme türbülansı oluşur.

4.3.KONVEYÖR BANDININ ÖZELLİKLERİ VE SEÇİMİ

Dökme ve parça malzemeleri bir bant üzerinden bir yerden diğer bir yere ileten sürekli Bantlı konveyörler, endüstrinin hemen hemen tüm kollarında geniş bir uygulama alanı vardır. Taşınan malzemeler kuru veya ıslak olabilir, pülverize hububatta olduğu gibi tane veya kömürde olduğu gibi parça halinde olabilir. Çalışma sıcaklığı normal bantlı konveyörlerde 100 - 150 °C, özel sentetik bantlı konveyörlerde 150 °C kadardır. İşte bu çeşitlilik konveyör sistemlerinde değişik yapıda bantların geliştirilmesini ve kullanılmasını gerektirmiştir. Konveyör bandı, malzemenin nakledilmesine ilaveten hareket için gerekli olan çekme kuvvetine, malzemenin mekanik ve korozyon aşındırma tesirine, rutubete ve sıcaklığa dayanıklı olmalıdır. Konveyör bandı ayrıca malzemenin yüklenme bölgesinde darbe tesirine, rulolara yaslanmasından ve kasnaklara sarılmasından ötürü eğilmeye ve santrifüj kuvvete de maruzdur. Orta kısmında mukavemeti temin eden pamuk veya naylon vb sentetik malzemedan yapılmış birkaç tabakalı bir dokuma bulunan lastik bantlar, yukarıdaki şartları en iyi şekilde sağladıklarından dolayı geniş bir uygulama alanı bulmuşlardır. Arızasız bir çalışma için bir konveyör bandının aşağıdaki özelliklere sahip olması istenir:

1. Az nem çekme
2. Yüksek mukavemet
3. Düşük özgül ağırlık
4. Az uzama
5. Tamburlara sarılma ve oluklaşmadan dolayı hasıl olan eğilme tesirlerine mukavemet
6. Eğrilik değişmelerinden hasıl olan alternatif gerilmelere mukavemet
7. Malzemenin aşındırıcı tesirlerine mukavemet ve uzun ömür
8. Darbeye yüksek dayanım
9. Düşük ağırlıkta ve uzamada, enine ve boyuna yüksek elastisite
10. Kimyasal bileşenlerden etkilenmeme.

4.4.KONVEYÖR BANT ÇEŞİTLERİ

Konveyörlerde kullanılan bantlar karkas yapılarına göre iki genel gruba ayrılmıştır. Bunlar dokuma örgülü bantlar ve çelik kortlu bantlardır. TS547 Konveyör Kayışları Standardı'ndan kullanılan malzemelerle ilgili özellikler bulunabilir. Karkas pamuk veya sentetik malzemeden dokunmuş olabileceği gibi iplik kortlu, çelik kortlu veya çelik sac olabilir. Günümüzde konveyör bantlarında kapron, naylon, lavsan ve diğer sentetik elyaflar yüksek dayanımları nedeniyle kullanılırlar. Karkaslarda kullanılan çeşitli malzemelerin özellikleri Tablo 1' de verilmiştir. Sentetik ipliklerin çekme mukavemeti yüksek olmasına rağmen, uzamalarının fazla oluşu yalnız başlarına kullanılmalarına engel teşkil eder. Bu bakımdan polyester dışındaki sentetik malzemeler genellikle pamukla birlikte kullanılır. Pamuk - rayon, pamuk - naylon kombinezonları genelde kullanılır.

Malzeme	Piyasa Adı	İplik Çapı [mm]	Kopma Muk. [N/mm]	Uzama [%]	Yoğunluk [gr/cm ³]
Pamuk		0,02	4 - 6	3 - 7	1,54
Suni İpek	Rayon Viskon	0,01 - 0,038	4 - 6	9 - 20	1,50
Polyamide	Naylon Perlon	> 0,007	7 - 9	16 - 28	1,10
Polyester	Dacron Diolen Treviro Terylen Vesten	> 0,007	7,5 - 9,5	11 - 13	1,18
Polyvinyl	Kuralon Vinyol	> 0,007	4 - 8	20 - 25	1,30
Cam iplik		0,007 - 0,01	14,5	2 - 3	2,50
Çelik kord		1 - 5	25	1 - 2	7,80

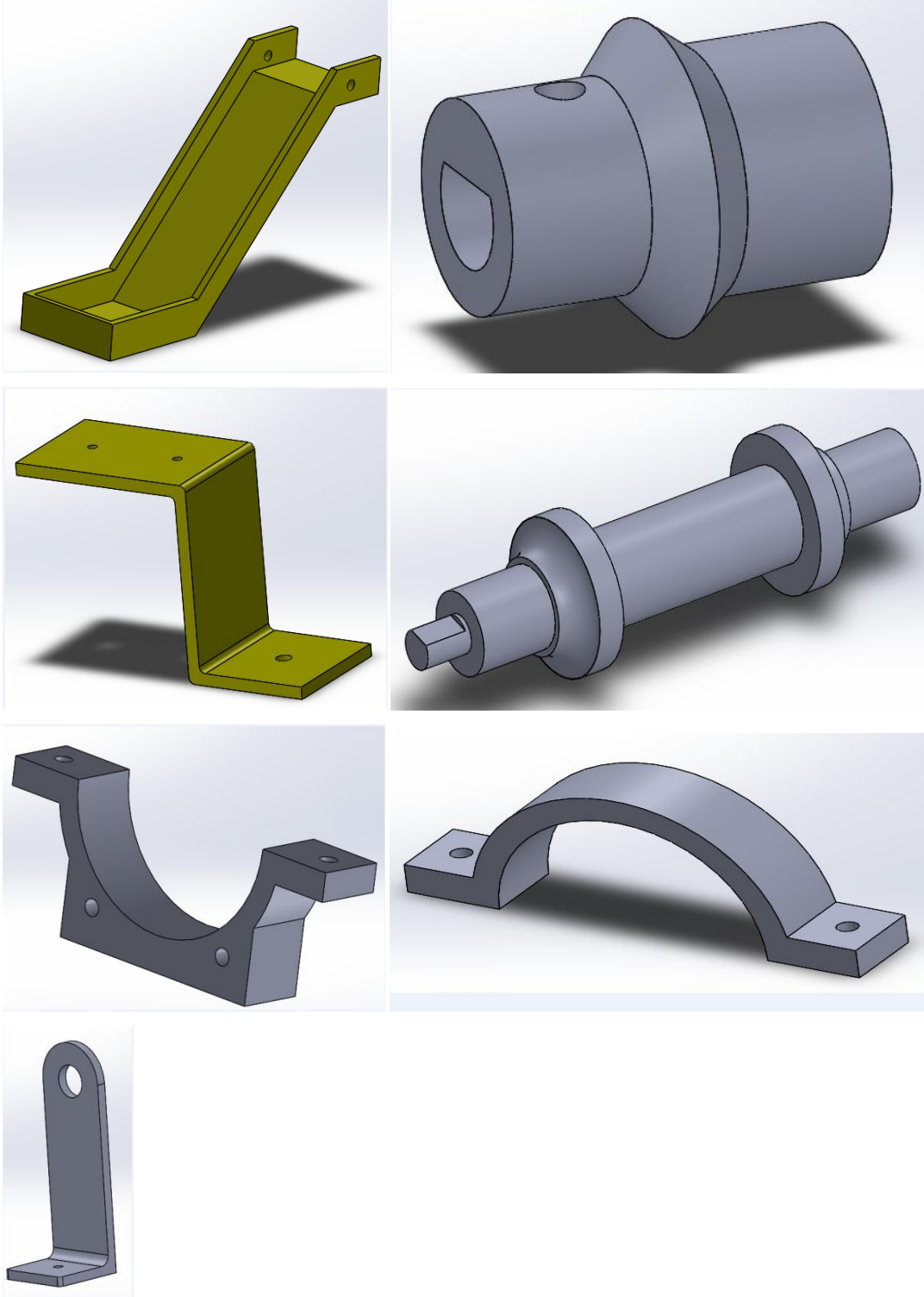
Tablo 1: Malzemelerin Özellikleri

Bant yapımında yaygın olarak kullanılan dokuma malzemeleri aşağıda verilmiştir.

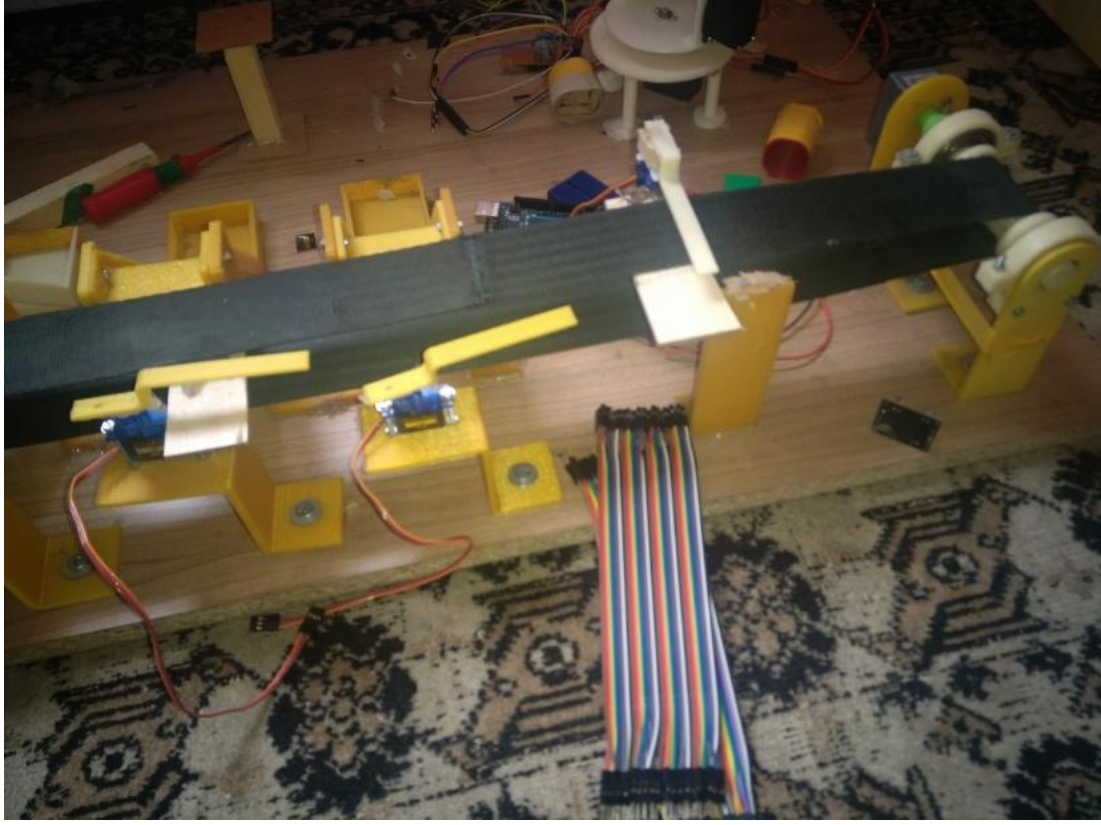
- Doğal pamuk: Uzun zamandır bant imalinde kullanılmaktadır. Islandığında dayanımının artması, yüksek nem çekmesi, ancak düşük boyutsal stabilitesi ve küften etkilenmesi özellikleri arasındadır.
- Rayon: Pamuktan bir miktar daha dayanıklıdır fakat ıslanmasıyla çekme dayanımı düşer. Kimyasal dayanımı pamuk ile aynıdır. Yüksek nem çekmesi, ancak düşük boyutsal stabilitesi ve küften etkilenmesi özellikleri arasındadır. Artık günümüz konveyör bantı imalatında kullanılmaz.

- c) Cam yünü: Rayona göre oldukça dayanıklıdır. Düşük uzaması, yüksek sıcaklığa maruz yerlerde kullanılabilmesi bant imalinde sınırlı kullanımına neden olmuştur.
- d) Naylon-Polyamid: Yüksek dayanım, yüksek uzama, aşınmaya, yorulmaya ve darbeye dayanımı özellikleri arasındadır. Ağırlığının % 10 kadar nemi absorbe edebilir. Buna karşın düşük boyutsal stabilite ve küfe karşı yüksek dayanım sergiler. Günümüz bantlarında % 20 oranında kullanılmaktadır.
- e) Polyester: Yüksek dayanım, aşınmaya ve yorulmaya dayanım sergiler. Oldukça düşük nem çekme ancak yüksek boyutsal stabilitesi vardır. Küften etkilenmez. 1960lar dan itibaren bant dokuması olarak tercih edilir. Bugün polyester % 75 oranında bant imalinde kullanılır.
- f) Çelik: Yüksek dayanım ve düşük uzamanın istendiği yerlerde kullanılır. Çok az oranda kullanılmaktadır. Yerini çelik kortlu karkasa bırakmıştır.
- g) KevlarAramid: Çelikten iki kat dayanıklı ve çelik ile polyester arası uzama karakteristiği sergiler. Çelikten daha hafiftir ve paslanmaz.

4.5.KONVEYÖR BANT TASARIM PARÇALARI



Şekil 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12: (Konveyör bant tasarımında 3D printer da çıktıları alınan, Solidworks de tasarlanan parçalar)



Şekil 13: Konveyör Bant

5. PROJEDE KULLANILAN MALZEMELER HAKKINDA TEMEL BİLGİLER

5.1. Arduino

Arduino bir G/Ç kartı ve Processing/Wiring dilinin bir uygulamasını içeren geliştirme ortamından oluşan bir fiziksel programlama platformudur. Arduino kartlarının donanımında bir adet Atmel AVR mikrodenetleyici (ATmega328, ATmega2560, ATmega32u4 gibi) ve programlama ve diğer devrelere bağlantı için gerekli yan elemanlar bulunur. Her Arduino kartında en azından bir 5 voltluk regüleentegresi ve bir 16MHz kristal osilatör (bazılarında seramik rezonatör) vardır. Arduino kartlarında programlama için harici bir programlayıcıya ihtiyaç duyulmaz, çünkü karttaki mikrodenetleyiciye önceden bir bootloader programı yazılıdır.

5.1.1 Arduino Mega 2560

Atmega2560 ([datasheet](#)) tabanlı bir Arduino kartıdır. 54 dijital I/O pini vardır. Bunların 14 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. 16 analog girişi, 4 UART (serial port), 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, adaptör girişi, ICSP çıkışı ve bir reset butonu vardır. ArduinoDuemilanove ve Diecimila için tasarlanmış tüm eklentilere(shield) uyumludur.

Arduino Mega 2560 ArduinoMega'nın yerini alan gelişmiş versiyonudur.



Şekil 14: Arduino Mega 2560

5.1.2 Arduino Mega 2560 Özellikleri

Mikrodenetleyici	ATmega2560
Çalışma Gerilimi	5V
Besleme Voltajı (Önerilen)	7-12V
Besleme Voltajı (Limit)	6-20V
Dijital I/O Pinleri	54 (14ü PWM çıkışı)
Analog Giriş Pinleri	16
I/O Pinlerinin Akımı	40 mA
3.3V Pini Akımı	50 mA
Flash Bellek	256 KB (8kB'ını bootloader kullanıyor)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Frekansı	16 MHz

Tablo 2: Arduino Mega 2560 Özellikleri

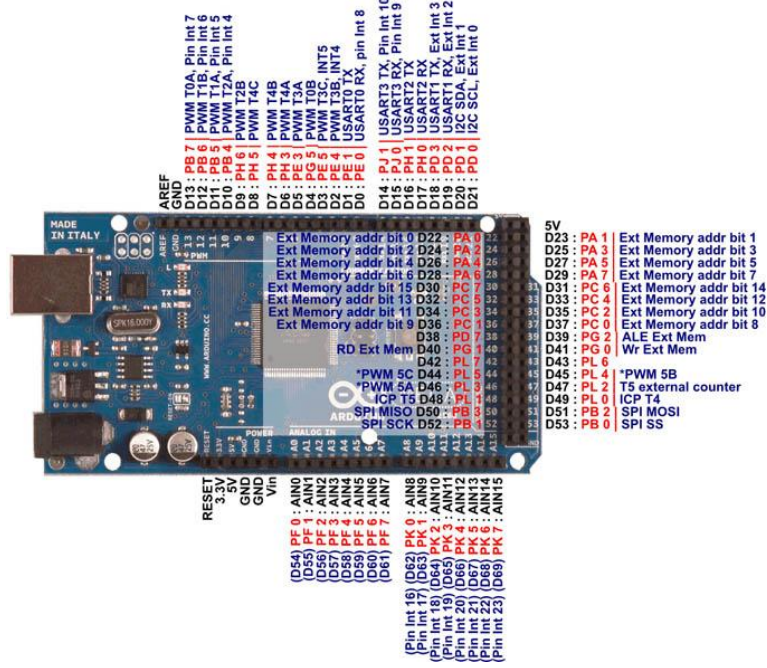
5.1.3 Arduino Mega 2560 Güç Özellikleri

Arduino Mega 2560 USB 'den ve harici bir adaptör veya batarya ile beslenebilir. Güç kaynağı otomatik olarak seçilir.

Kart 6-20V arasında bir harici kaynaktan beslenebilir. Eğer 7Vun aşağısında besleme kullanılırsa 5V çıkış pini 5V veremez ve kart dengesiz çalışabilir. 12V'tan yukarı bir harici güç kaynağı kullanılırsa voltaj regülatörü fazla ısınıp karta zarar verebilir. Dolayısıyla 7 ila 12 Volt kullanılması önerilir.

Arduino Mega2560 'ın diğer kartlardan farkı FTDI USB-to-serial sürücü entegresi kullanılmamış olmasıdır. USB-to-serial entegresi yerine ATmega16U2 USB-to-serial dönüştürücü olarak programlanmıştır.

5.1.4 Arduino Mega 2560 Giriş Çıkışları



Şekil 15: Arduino Mega 2560 Giriş Çıkışları

54 dijital giriş çıkış pinlerinin hepsi pinMode(), digitalWrite(), ve digitalRead() fonksiyonları kullanılarak giriş veya çıkış olarak kullanılabilir. 5 voltta çalışırlar ve her pin maksimum 40mA giriş veya çıkış sağlar. Pinlerde 20-50 kOhmpull-up dirençleri (normalde bağlantısız) vardır. Bu pinlerin haricinde özel görevi olan pinler de mevcuttur:

1. Seri: 0 (RX) ve 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) ve 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) ve 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) ve 14 (TX). Seri data almak (RX) ve göndermek (TX) için kullanılır. 0 ve 1 pinleri aynı zamanda ATmega16U2 USB-to-TTL seri entegresinin (bkz. bir üst başlık) alakalı pinlerine bağlıdır.
2. Harici Kesme: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), ve 21 (interrupt 2). Bu pinler harici kesmeler için kullanılır, düşen kenar, yükselen kenar kesmeleri gibi
3. PWM: 0 to 13. 8-bit PWM çıkış verir. analogWrite() fonksiyonu kullanılır.
4. SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Bu pinler SPI_kütüphanesi kullanılarak SPI iletişim kurulmasını sağlar. SPI pinleri aynı zamanda ICSP headerdan da kullanılır.
5. LED: 13. 13 nolu pinde bir LED bulunmaktadır. Çıkış High edildiğinde LED yanar, LOW edildiğinde söner.
6. TWI: 20 (SDA) and 21 (SCL). Wire kütüphanesi kullanılarak TWI iletişim sağlayabilir.
7. Mega2560'ın her biri 10 bit çözünürlükte 16 analog girişi bulunur. Default olarak 0-5V aralığında çalışırlar ama AREF pini ve analogReference() fonksiyonuyla referans gerilim aralığı değiştirilebilir.

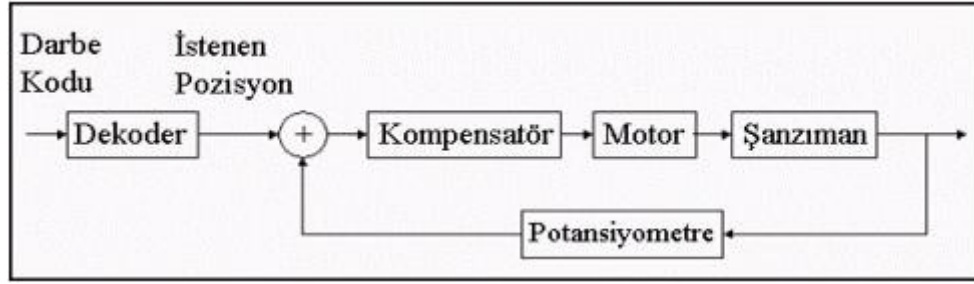
5.1.5 Arduino Mega 2560 Programlaması

ArduinoIDE’ si üzerinden programlanır. Bootloader(karta yazılım yüklemeye yarayan kod parçası)’ı üzerinde gelir. İsterseniz bootloader’ ı atlayıp kendiniz ICSP üzerinden direkt olarak mikrodnetleyiciyi programlayabilirsiniz.

5.2. Servo Motor

5.2.1. Servo Motor Temel Fonksiyonları

Servo motorun çalışma prensibi, gelen darbe koduna göre konum değiştirmektir. Aşağıda verilen blok diyagramı, servo motorun gerçekleştirdiği temel fonksiyonu çok iyi açıklamaktadır. İstenen konum ile servonun şaftının pozisyonu karşılaştırılır. Kompensatör ise gelen bu bilgiyi düzenler ve servo motora giriş işareti olarak ayarlar. Motorun şanzımana bağlı olmasından dolayı çıkışta düşük hızda bile yüksek tork gücü elde edilir. Şafta bağlı olan potansiyometrenin görevi ise geri besleme sinyalini sağlamaktır.



Şekil 16: Servo motorun çalışma şeması

5.2.2. Tower Pro MG996R RC Servo Motor

Tower Pro MG996R güçlü mekanizmalarınız için ideal bir servo motordur. Futaba kumandalarla tam uyumludur ve RC araçlarınızda kullanabilirsiniz. Bunun yanı sıra birçok mikrodnetleyiciden alabileceğiniz PWM sinyali ile kendi yaptığınız robot projelerinizde de kolaylıkla kullanabilirsiniz.

Tüm dişlileri metaldir. Servohornları ve diğer parçaları ile birlikte gönderilir.

5.2.3. Servo Motor Özellikler

Boyut	4 x 2 x 3.6 cm.
Ağırlık	55 gr.
Hız @ 4.8V.	0.15 sn/60°
Hız @ 6V.	0.13 sn/60°
Zorlanma Torku @ 4.8V	13 kg·cm.
Zorlanma Torku @ 6V	15 kg·cm.
Kablo Uzunluğu	28 cm.

Tablo 3: Servo Motor Özellikler



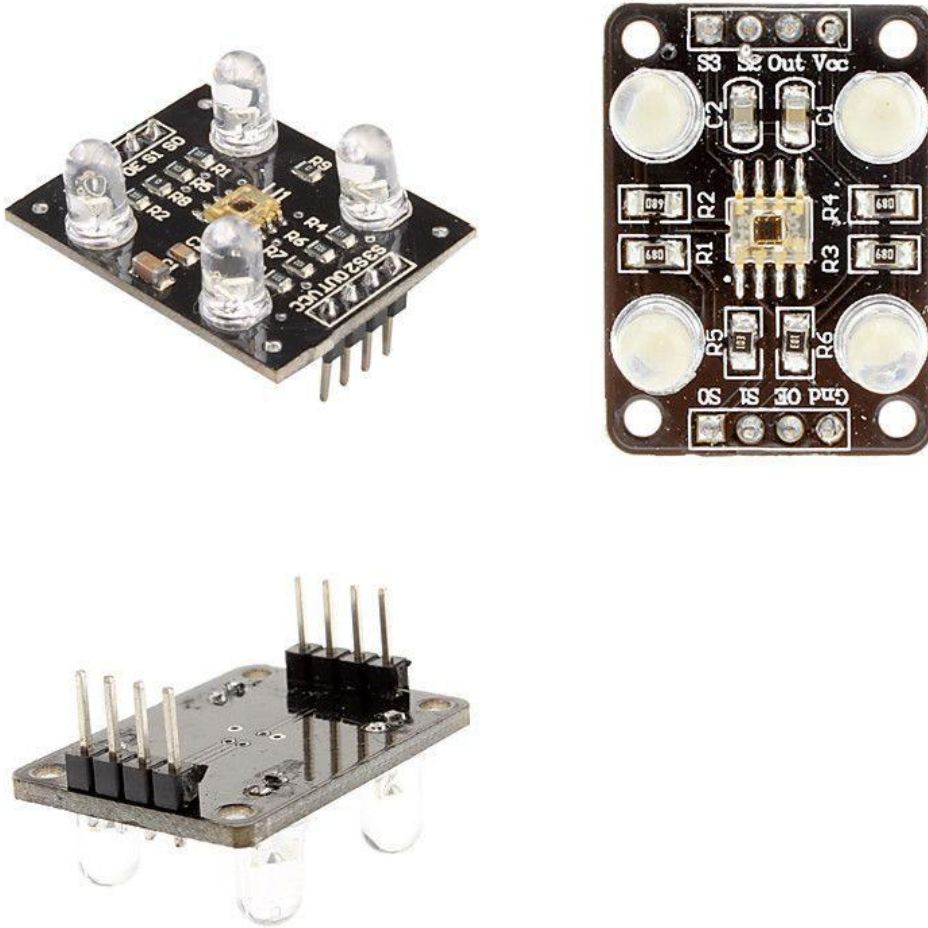
Şekil 17: Tower Pro MG996R RC Servo Motor

5.3.TCS3200 Renk Sensörü Kartı

TCS3200 Renk Sensörü, TAOS TCS3200 sensör çipi ve 4 beyaz led de dahil olmak üzere tam bir renk dedektörüdür. TCS3200 ile neredeyse tüm görünür renkleri tanıyabilir. Test şeridi okuma, renge göre sıralama, ortam ışığı algılama, kalibrasyon ve renk uyumu gibi uygulamalarda kullanılabilir.

5.3.1 TCS3200 Renk Sensörü Kartı Özellikleri

1. Giriş voltajı : 2.7 V-5 V
2. Arayüz : Dijital TTL
3. Programlanabilir ve tam ölçekli çıkış frekansı
4. Mikrodenetleyiciler ile doğrudan iletişim kurar.
5. Boyutları : 28.4x28.4mm



Şekil 18, 19, 20: TCS3200 Renk Sensörü Kartı

6. PROJEDE KULLANILAN MALZEMELER

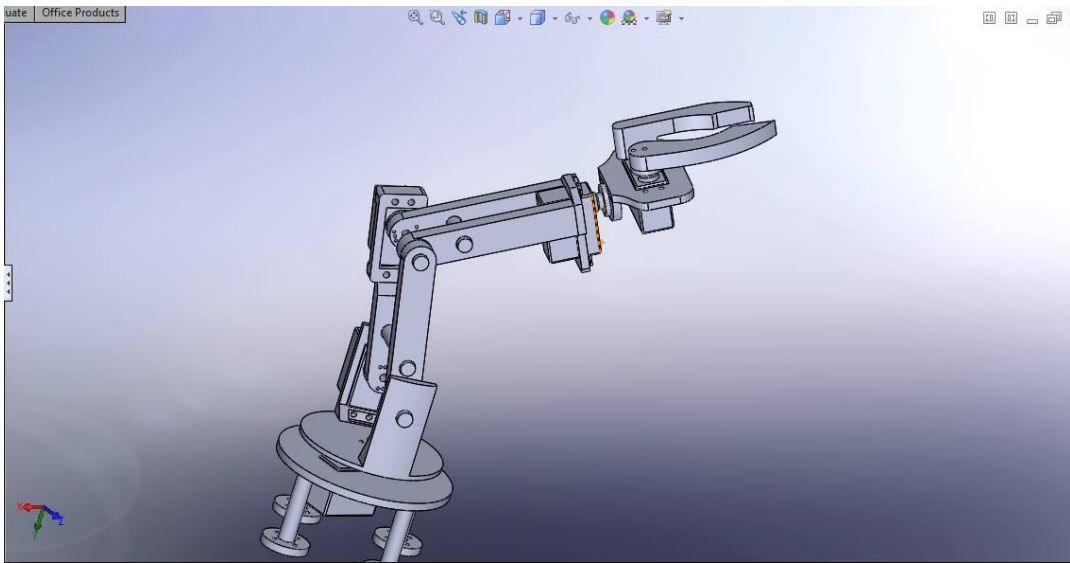
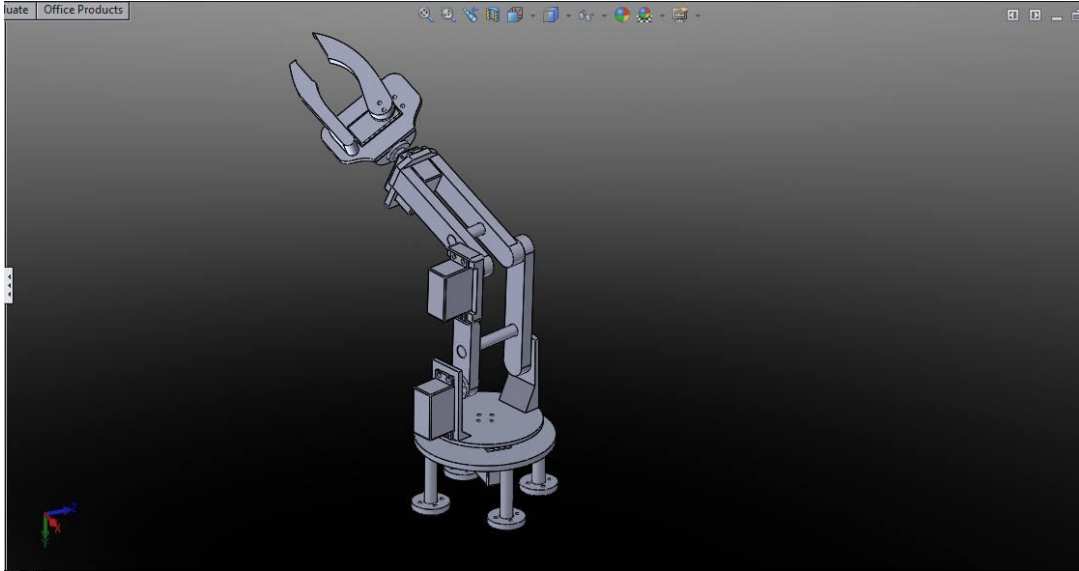
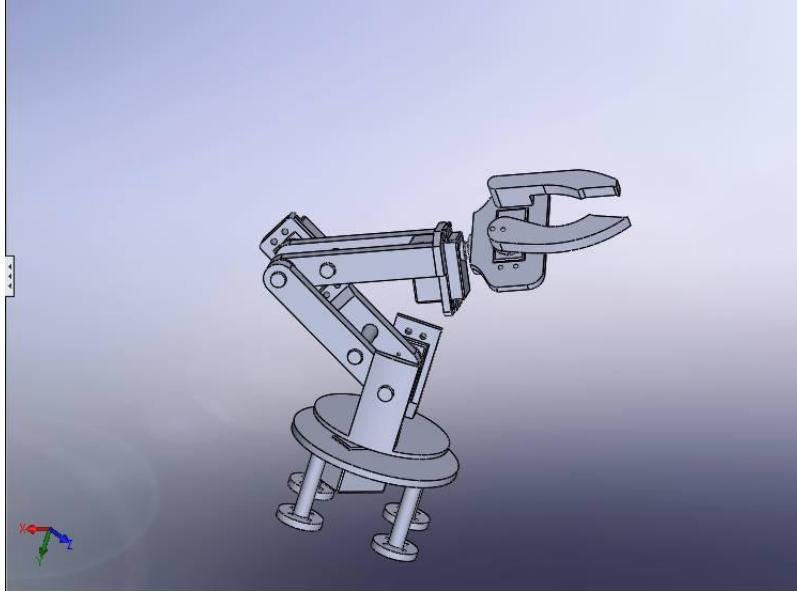
1. 2 adet Arduino Mega 2560
2. 5 adet servo motor
3. 4 adet Arduino microservo motor (SG90)
4. 5 adet rulman
5. 1 adet potansiyometre
6. 1 adet DC motor
7. Bağlantılar için jumper kablolar
8. Konveyör bant
9. Tasarımın oluşturulması için 3D yazıcıdan çıkarılan parçalar
10. TCS3200 Renk Sensörü Kartı
11. Montaj için kullanılan diğer bağlantı elemanları

7. TASARIM

Tasarım da kullanılacak malzemeler solidworks de çizilerek, çizimde özellikle tasarım güzelliği ve hareket kabiliyeti dikkate alınarak çizim oluşturulmuştur. Robot kol tasarımı 360 derece dönme ve her yönde hareket üzerine çizilmiştir. Griper tasarlanırken tutulacak parça veya malzemenin şeklide dikkate alınarak, tasarım oluşturulmuştur. Çizilen elemanlar parçalar halinde montaj yapıp 3D printer da çıktılar haline dönüştürülmüştür. Çıkarılan parçalar civata somun yapıştırıcı vb. yardımıyla robot kol bağlantıları yapılmış ve 1. Servo motor ve 2. Servo motor arasına rulman montajı ilave ederek hareket kolaylığı ve sağlamlığı sağlanmıştır.

Konveyör bant tasarımı da solidworks de oluşturulup 3D printer da çıktılar haline dönüştürülmüştür. Tasarım oluşturulurken sağlamlık, kolay taşınabilirlik, hareket kolaylığı ve parçaların kolayca renkleri halinde ayrılması esas alınmıştır. Servolar üzerine konveyör bant da parçaların geçişini kapatmak için kapılar konulmuştur.

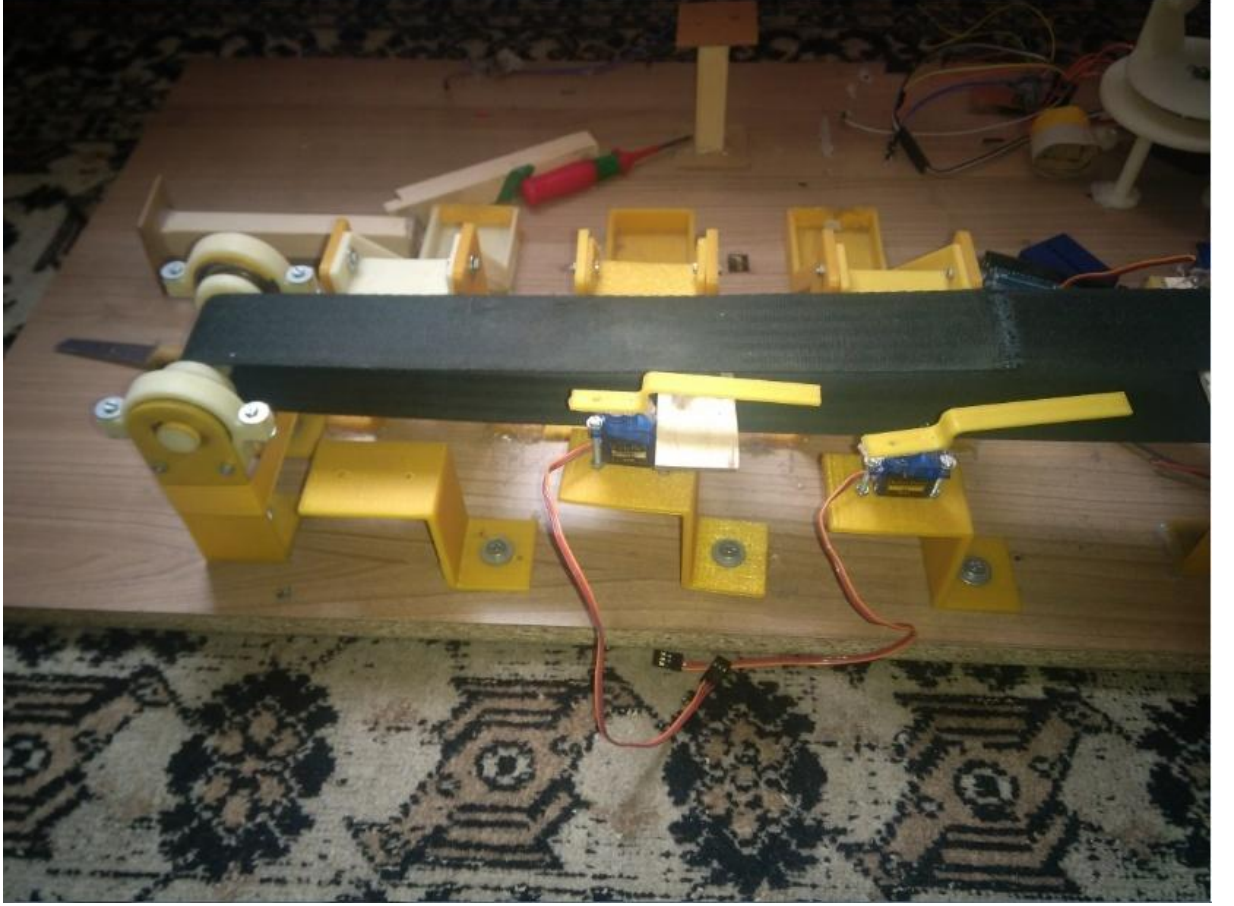
Tüm tasarım birleştirilirken 50x100 cm lik tahta kullanılmıştır. Ayrıca tahta üzerine robot kolun alıp konveyör bant üzerine yerleştireceği parçaları alabilmesi için direkler konmuştur.



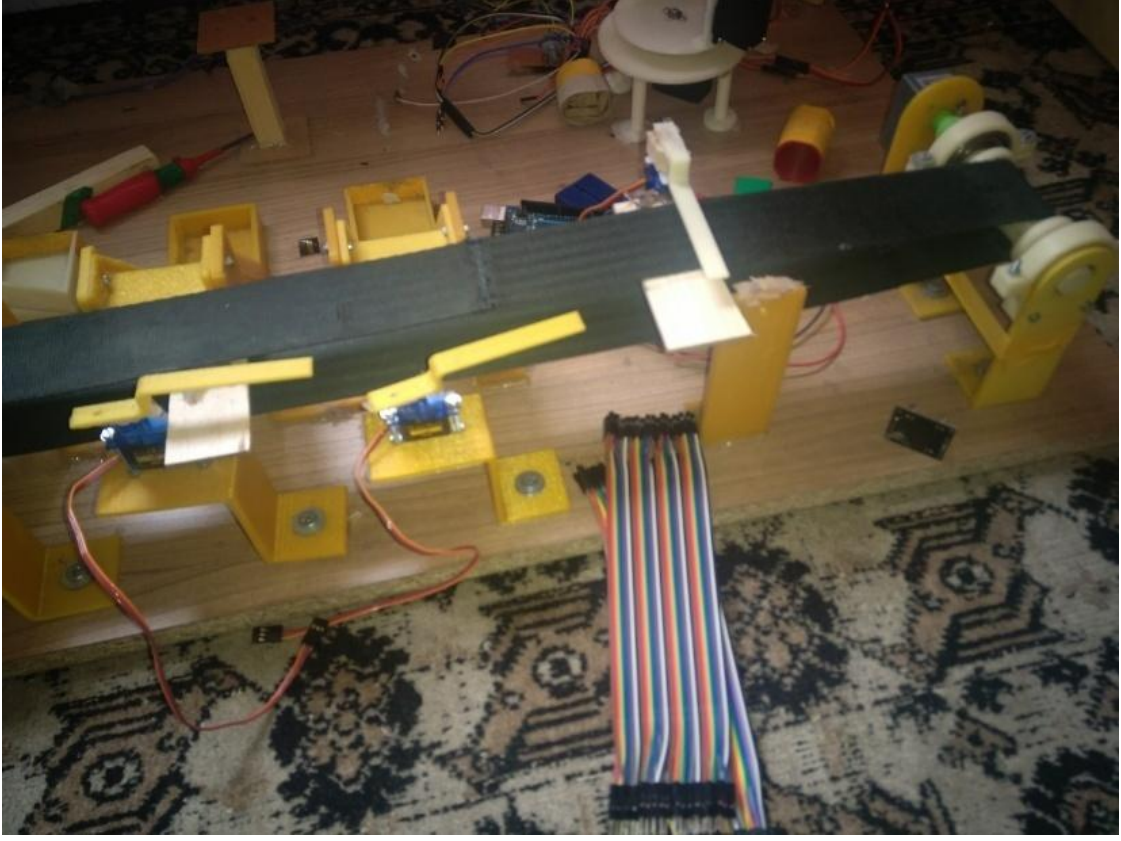
Şekil 21, 22, 23: Robot Kol Solidworks Çizimi

8. MONTAJ ve BAĞLANTILAR

Arduino ile servo motor ve renk sensörü arasındaki bağlantılar yaklaşık 40 adet erkek-erkek ve 40 adet erkek-dişi jumper kabloyla sağlanmıştır. 3D yazıcı çıktıların montajı ise genel olarak cıvata ve somunla, az miktarda ise yapıştırıcı ile sağlanmıştır.



Şekil 24: Konveyör Bant Montajı



Şekil 25, 26: Konveyör Bant, Robot Kol

9. PROJE ÇALIŞMA PRENSBİ VE ÇALIŞMA DÜZENİ

Bu projede 3 renk ayırt etme, geri kalan renkte cisimlerin ise hatalılar kutusuna ayırt edilmesi sağlanmıştır. Yazılan arduino programı sayesinde robot kol programlanmış, konveyör bant hareketi sağlanmış ve %95 başarı sağlanmıştır. Servo açıları hareket serbestliği amaçlanarak ayarlanmıştır.

Robot kol ilk olarak uzunluk olarak daha kısa olan tahta parçasının üzerindeki parçayı alarak, gerekli hareketi yaptıktan sonra parçayı konveyör bant üzerine bırakmaktadır. Daha sonra ise hareketine devam ederek daha uzun olan 2. tahta parçası üzerindeki cismi alarak konveyör bant üzerine bırakmaktadır. Konveyör bant üzerinde hareket eden cisim 1. Servo önünde durdurulup renk sensörü sayesinde hangi renge sahip olduğu belirlenmektedir. Renk belirleme işlemi gerçekleştirildikten sonra, 1. Servo kapağı açılır ve parça bant üzerinde hareket etmeye başlamaktadır. Daha sonra rengine göre parça;

1. Eğer kırmızı ise; 2. Servo kapağı kapatıyor.
2. Eğer mavi ise; 3. Servo kapağı kapatıyor.
3. Eğer yeşil ise; 4. Servo kapağı kapatılıyor.

Böylece konveyör bant üzerinde hareket eden cisim rengine göre kapatılan servoya göre kutulara düşer ve ayırma işlemi gerçekleşir.

10. KARŞILAŞILAN SORUNLAR ve ÇÖZÜMLERİ

10.1. Robot Kol Sorunları ve Çözümleri

Proje de ilk önce robot kol oluşturulmuştur. Çizimler solidworks de yapılmıştır ve 3D printer da çıktılar haline dönüştürülmüştür. Robot kolun montajı tamamlandıktan sonra kol uzunluklarının uzun olması nedeniyle, robot kol griper ucu parçayı kavradıktan sonra istenmeyen derecede esneme meydana gelmiştir. Bu sorun robot kolun tabaka parçası ile en alt kısımda 360 derece dönme hareketi yapan, 1. Servo olarak adlandırılan servo motor arasında rulman konularak çözülmüştür.

Robot kol üzerindeki bir diğer sorun ise griper tasarımının tutulacak parçaya göre yanlış olmasıdır. Yeniden bir griper tasarlanmıştır ve bu griper hem hareket kolaylığı hemde sorunsuz parça kavrama gerçekleştirmiştir.

10.2. Renk Sensörü Sorunları ve Çözümleri

Renk sensörü belkide projede en çok sorun teşkil eden elemandır. Renk sensörü her ortama, ışığın geliş açısına, gece ve gündüze göre farklı değerler ürettiği için, tek başına renk sensörü %100 bir başarı sağlanılmamıştır. Bu nedenle renk sensörü parçanın rengini daha kolay algılaması ve daha net değerler üretebilmesi için ilk önce göz kısmı, çapı 2mm ve içi beyaz kağıt ile kaplanmış dairesel bir parçayla kaplanmıştır. Daha sonra renk sensörünün dış çerçevesi şeklinde, dikdörtgen bir parça ile kaplanmıştır. Parçanın içide tamamen beyaz kağıt ile çevrilmiştir. Beyaz kağıt ışığı daha iyi yansıttığı için renk sensöründe üretilen değerlerin hata oranı da minimize edilmiştir.

Renk sensöründe parçanın rengini belirlenirken, parçanın ana renklerden hangi yüzde miktarı ile bulunduğu kontrol edilerek yapılmıştır. Bu yüzdeler ortama göre farklılık gösterdiği için, herhangi bir değişik ortamda renk sensörünün değer aralıkları da yeniden ayarlanmalı ve daha net çıkışlar, daha hızlı sonuçlar elde etmek için renk sensöründe üretilen değerler kısa aralıklı ve çok hassas olmalıdır.

Sonuç olarak, robot kol tasarımı ve renk ayrıştırma işlemi başarı ile gerçekleştirilmiştir. Bu proje endüstride kullanım alanına göre bir çok alanda kullanılabilir durumdadır.

11. ROBOT KOL PROGRAMI

```
#include <Servo.h>

Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;
Servo myservo5;

intval=0;
intpos,g;
intsensorValue=0;
intsensorpin=A0;
voidsetup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(val,INPUT);
  myservo1.attach(10);
  myservo2.attach(9);
  myservo3.attach(8);
  myservo4.attach(7);
  myservo5.attach(6);
}
voidloop(){
  myservo1.write(90);
  delay(200);
  myservo2.write(90);
  delay(200);
  myservo3.write(90);
  delay(200);
  myservo4.write(90);
  delay(200);
  myservo5.write(90);
  delay(200);
```

```
for(pos=90; pos<145; pos+=1)
{
myservo1.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<105; pos+=1)
{
myservo2.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos>50; pos-=1)
{
myservo5.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<150; pos+=1)
{
myservo3.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=50; pos<110; pos+=1)
{
myservo5.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=105; pos>90; pos-=1)
{myservo2.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=150; pos>90; pos-=1)
{
myservo3.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<135; pos+=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=135; pos>45; pos-=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=45; pos<90; pos+=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=145; pos>50; pos-=1)
{
myservo1.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<135; pos+=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=135; pos>45; pos-=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=45; pos<90; pos+=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<110; pos+=1)
{
myservo2.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<160; pos+=1)
{
myservo3.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=110; pos>50; pos-=1)
{
myservo5.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=110; pos>90; pos-=1)
{
myservo2.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=160; pos>90; pos-=1)
{
myservo3.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=50; pos<90; pos+=1)
{
myservo1.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```

for(pos=90; pos<135; pos+=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}

```

```

for(pos=135; pos>45; pos-=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}

```

```

for(pos=45; pos<90; pos+=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}

```

```

for(pos=90; pos>52; pos-=1)
{
myservo1.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}

```

```

for(pos=90; pos<105; pos+=1)
{
myservo2.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}

```

```

for(pos=90; pos<160; pos+=1)
{
myservo3.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}

```

```

for(pos=50; pos<110; pos+=1)
{
myservo5.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}

```

```

for(pos=105; pos>90; pos-=1)
{
myservo2.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}

```



```
for(pos=160; pos>90; pos-=1)
{
myservo3.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=52; pos<90; pos+=1)
{
myservo1.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<135; pos+=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=135; pos>45; pos-=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=45; pos<90; pos+=1)
{
myservo4.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<100; pos+=1)
{
myservo1.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<135; pos+=1)
{
myservo2.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=90; pos<115; pos+=1)
{
myservo3.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=110; pos>50; pos-=1)
{
myservo5.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=135; pos>90; pos-=1)
{
myservo2.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=115; pos>90; pos-=1)
{
myservo3.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
for(pos=100; pos>90; pos-=1)
{
myservo1.write(pos);
sensorValue = analogRead(sensorpin);
g=sensorValue/20;
delay(g+5);
}
```

```
}
```

12. RENK SENSÖRÜ PROGRAMI

```
#include<Servo.h>

Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;
constint s0 = 8;
constint s1 = 9;
constint s2 = 12;
constint s3 = 11;
constintout = 10;

//Pinosdosleds
intpinoledverm = 2;
intpinoledverd = 3;
intpinoledazul = 4;

//Variaveisquearmazenam o valordascores
intred = 0;
intgreen = 0;
intblue = 0;

voidsetup()
{
  myservo1.attach(22);
  myservo2.attach(24);
  myservo3.attach(26);
  myservo4.attach(28);
  pinMode(s0, OUTPUT);
  pinMode(s1, OUTPUT);
  pinMode(s2, OUTPUT);
  pinMode(s3, OUTPUT);
```

```

pinMode(out, INPUT);
pinMode(pinoledverm, OUTPUT);
pinMode(pinoledverd, OUTPUT);
pinMode(pinoledazul, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
digitalWrite(s0, HIGH);
digitalWrite(s1, HIGH);
}

```

```

voidloop()
{
color();
Serial.print("Kirmizi :");
Serial.print(red, DEC);
Serial.print(" Yesil: ");
Serial.print(green, DEC);
Serial.print(" Mavi : ");
Serial.print(blue, DEC);
Serial.println();
myservo1.write(90);
myservo2.write(0);
myservo3.write(0);
myservo4.write(0);

```

```

if (red<=105 &&red>=85 &&green>=115 &&green<=140 &&blue>=105
&&blue<=125 )
{
Serial.println("yok");
digitalWrite(pinoledverm, HIGH);
digitalWrite(pinoledverd, LOW);
digitalWrite(pinoledazul, LOW);
myservo1.write(90);
}

```

```

elseif (red<60 &&red>=35 &&green>=70 &&green<=90 &&blue>=60 &&blue<=80)
{
  Serial.println("Kirmizi");
  digitalWrite(pinoledver, LOW);
  digitalWrite(pinoledverd, LOW);
  digitalWrite(pinoledazul, HIGH);
  myservo1.write(0);
  myservo2.write(100);
  myservo3.write(0);
  myservo4.write(0);
  delay(5000);
}

```

```

elseif (red<=90 &&red>=65 &&green>=50 &&green<=70 &&blue>=22 &&blue<=40)
{
  Serial.println("Mavi");
  digitalWrite(pinoledver, LOW);
  digitalWrite(pinoledverd, HIGH);
  digitalWrite(pinoledazul, LOW);
  myservo1.write(0);
  myservo2.write(0);
  myservo3.write(95);
  myservo4.write(0);
  delay(7000);
}

```

```

elseif (red<=45 &&red>=15 &&green>=35 &&green<=55 &&blue>=40 &&blue<=65)
{
  Serial.println("Sari");
  digitalWrite(pinoledver, LOW);
  digitalWrite(pinoledverd, HIGH);
  digitalWrite(pinoledazul, LOW);

```

```
myservo1.write(0);  
myservo2.write(0);  
myservo3.write(0);  
myservo4.write(90);  
delay(8000);  
}
```

```
Serial.println();
```

```
delay(2000);  
digitalWrite(pinoledverm, LOW);  
digitalWrite(pinoledverd, LOW);  
digitalWrite(pinoledazul, LOW);  
}
```

```
voidcolor()  
{  
digitalWrite(s2, LOW);  
digitalWrite(s3, LOW);
```

```
red = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ?LOW : HIGH);  
digitalWrite(s3, HIGH);
```

```
blue = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ?LOW : HIGH);  
digitalWrite(s2, HIGH);
```

```
green = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ?LOW : HIGH);  
}
```

KAYNAKÇA

<http://transport.itu.edu.tr/PDF/mak546/MAK546-3.pdf>

<http://www.kuka-robotics.com/turkey/tr/>

<http://www.robotistan.com/>

http://www.emo.org.tr/ekler/a10665525774fa2_ek.pdf

<http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/robot-kolu-nedir-nasil-calisir/15043#ad-image-0>

<http://www.kbtkonveyor.com/blog/index.php/konveyor/item/22-konveyor-nedir>