



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GÖRÜNTÜ İŞLEME METODU İLE ROBOTİK BESLEMELİ ÇOK AMAÇLI MULTİEKSEN CNC TEZGAH TASARIMI VE UYGULAMASI

ZEYNEP SEZEN ARSEVEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mekatronik Anabilim Dalı
Mekatronik Programı

DANIŞMAN
Doç. Dr. Haluk KÜÇÜK

İSTANBUL,2013



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GÖRÜNTÜ İŞLEME METODU İLE ROBOTİK BESLEMELİ ÇOK AMAÇLI MULTİEKSEN CNC TEZGAH TASARIMI VE UYGULAMASI

ZEYNEP SEZEN ARSEVEN

(526208008)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mekatronik Anabilim Dalı
Mekatronik Programı

DANIŞMAN
Doç. Dr. Haluk KÜÇÜK

İSTANBUL, 2013

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

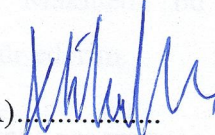
Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Zeynep Sezen ARSEVEN'in "Görüntü İşleme Metodu İle Robotik Beslemeli Çok Amaçlı Multieksen CNC Tezgah Tasarımı ve Uygulaması" başlıklı tez çalışması, 03 Aralık 2013 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

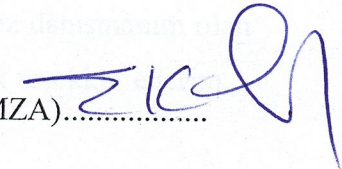
Doç.Dr. Haluk Küçük (Danışman)

Marmara Üniversitesi(İMZA) 

Prof.Dr. Nihat Akkuş (Üye)

Marmara Üniversitesi(İMZA) 

Yrd.Doç.Dr. Erkan Kaplanoğlu (Üye)

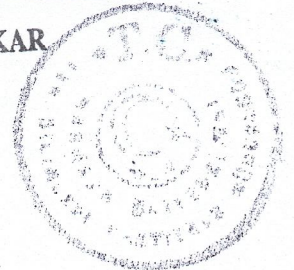
Marmara Üniversitesi(İMZA) 

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 25.12.13 tarih ve 2013/34-13 sayılı kararı ile Zeynep Sezen ARSEVEN'in Mekatronik Anabilim Dalı Mekatronik Programında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Abdülkerim KAR
Prof. Dr. Müdür



TEŞEKKÜR

İlk olarak bu güne kadar beni her konuda destekleyen ve her zaman yanımda olan annem Neriman Arseven ve babam M. Rüştü Arseven'e çok teşekkür ederim.

Bana tezi tamamlamam için her zaman moral ve motivasyon vermiş olan kardeşlerim Kerem Arseven, Koray Arseven'e ve arkadaşım Melike Adalı'ya teşekkür ederim.

Bu tezin yazımı sırasında saatlerce benimle birlikte çalışan teyzem ve tez yazım süresince hocam Sn. Doç. Dr. Nigar Merdan'a desteğinden dolayı teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yapılmasını mümkün kılan TTM Makine San ve Tic. Ltd. Şti. firmasının genel müdürü Sayın Fatih Kestek'e firmanın tüm imkanlarını sunmasından ve tüm içtenliğiyle benim eksik olduğum kısımlarda benimle birlikte çalışarak tezin tamamlanmasını sağlamasından dolayı çok teşekkür ederim. TTM Makinede bu makinenin üretilmesinde emeği geçen tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak, bana inanarak Marmara Üniversitesi Mekatronik Yüksek Lisans programına beni kabul eden ve derslerinde değerli bilgilerini aktaran özellikle tez danışmanım olan Sayın Doç. Dr. Haluk Küçük hocam olmak üzere tüm hocalarıma çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
KISALTMALAR	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xiv
TABLO LİSTESİ	xxi
BÖLÜM I GİRİŞ VE AMAÇ	1
I.1. Giriş ve Amaç	1
I.2. Mekatronik ve Endüstri	2
I.3. Üretim ve Üretim Sistemleri Kavramları	3
I.4. Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC) Sistemleri	3
I.4.1. Bilgisayarlı nümerik kontrol (CNC) tanımı	3
I.4.2. CNC ve CNC makineleri için ekonomik öngörüler	4
I.4.3. CNC Tezgahların tarihçesi.....	4
I.4.4. CNC tezgahların avantaj ve dezavantajları.....	5
I.4.5. Endüstride kullanılan CNC makineler	7
I.4.5.1. CNC matkap makinesi	7
I.4.5.2. CNC torna makinesi	7
I.4.5.3. CNC freze makinesi	8

İÇİNDEKİLER (Devam)	SAYFA
I.4.5.4. CNC işleme merkezi makinesi	8
I.4.5.5. CNC döner başlıklı basım makinesi	9
I.4.5.6. CNCabkant makinesi	10
I.4.5.7. CNCpunta kaynak makinesi	10
I.4.5.8. CNC elektrodeşarj makinesi	10
I.4.5.9. CNC elektron ışın kaynak makinesi	11
I.4.5.10. CNC lazer kesme makinesi	11
I.4.5.11. CNC koordinat ölçme makinesi	11
I.4.6. CNC makine elemanları	12
I.5. CNC Transfer Makinesi	13
I.5.1. CNC transfer makineleri ile CNC makineleri arasındaki farklar	15
I.5.2. Makine gövdesi	16
I.5.3. Tambur	17
I.5.3.1. Tambur genel tanımı	17
I.5.3.2. Tambur tahrik sistemleri	18
I.5.3.3. Tambur kilitleme sistemleri	19
I.5.3.4. Tambur yataklama sistemleri	21
I.5.4. Aynalar ve çeneler	21
I.5.4.1. Ayna ve çenelerin genel tanımı	21

İÇİNDEKİLER (Devam)	SAYFA
I.5.4.2. Ayna grubu tipleri.....	23
I.5.4.3. Aynalarda tahrik sistemleri	23
I.5.5. Üniteler	23
I.5.5.1. Matkap Ünitesi	24
I.5.5.2. Dış çekme ünitesi	24
I.5.5.3. Açar kafa ünitesi	25
I.5.5.4. İşleme merkezi ünitesi	26
I.5.5.5. Pozisyon çevirme ünitesi.....	26
I.6. Malzeme Besleme Ünitesi	27
I.6.1. Malzeme besleme ünitesi genel tanımı	27
I.7. Endüstriyel Otomasyon	28
I.7.1. Endüstriyel Otomasyona Genel Bakış.....	28
I.7.2. Programlanabilir mantıksal denetleyiciler PLC	29
I.7.3. Hareket ve eksen kontrolü	30
I.8. Endüstriyel Robotlar Ve Robot Teknolojisi.....	30
I.8.1. Robotun tanımı	30
I.8.2. Endüstriyel robotlar	31
I.8.3. Endüstriyel robotların tarihsel gelişimi	32

İÇİNDEKİLER (Devam)	SAYFA
I.8.4. Endüstriyel robotların kullanım amaçları	32
I.8.5. Endüstriyel robotların alım oranı ile ilgili bir araştırma	33
I.8.6. Endüstriyel robotların kullanıldığı alanlar	33
I.8.6.1. Kaynak robotu	35
I.8.6.2. Montaj robotu	35
I.8.6.3. Döküm robotu	36
I.8.6.4. Malzeme taşıma robotu	37
I.8.6.5. Paletleme, paketleme robotu	37
I.8.6.6. Makineye yükleme boşaltma robotu	38
I.8.6.7. Yüzey kaplama robotu	38
I.8.6.8. Lazer kesme robotu	39
I.8.6.9. Taşlama, parlatma robotu	40
I.8.6.10. Boyama robotu	40
I.8.7. Tahrik mekanizmalarına göre robotlarının sınıflandırılması..	41
I.8.7.1. Elektrik tahrikli robotlar	41
I.8.7.2. Hidrolik tahrikli robotlar	41
I.8.7.3. Pnömatik tahrikli robotlar	41
I.8.8. Koordinat sistemlerine göre robotların sınıflandırılması	41
I.8.8.1. Kartezyen robotlar	42

İÇİNDEKİLER (Devam)	SAYFA
I.8.8.2. Silindirik robot kolları	43
I.8.8.3. Küresel robot kolları	43
I.8.8.4. Scara robot kolları	44
I.8.8.5. Mafsallı robot kolları	45
I.8.8.6. Paralel robotlar	47
I.8.9. Uç elemanları	48
I.8.9.1. Tutucular	48
I.8.10. Çevre birimleri	48
I.8.10.1. Konveyörler	48
I.8.10.2. Algılayıcılar	49
I.8.10.3. Vibrasyon kazanları	50
I.8.11. CNC transfer makinelerinde yükleme boşaltma yapan endüstriyel robot sistemleri	50
I.8.11.1. CNC transfer makinelerinde yükleme boşaltma yapan endüstriyel robotlarda aranan özellikler	50
I.8.11.2. CNC transfer makinelerinde yükleme boşaltma yapan robotik sistemler	51
I.9. Görüntü İşleme Ve Görüntü İşleme Uygulamaları	55
I.9.1. Görüntü işleme teknolojisi	55

İÇİNDEKİLER (Devam)	SAYFA
I.9.2. Görüntü işlemenin tarihçesi	56
I.9.3. Hata tanıma ve endüstride görüntü işleme teknolojisi unsurları	57
I.9.4. Bilgisayarla görme sisteminin bileşenleri	57
I.9.4.1. Kamera	57
I.9.4.2. Lens	58
I.9.4.3. Aydınlatma	58
BÖLÜM II MATERYAL VE YÖNTEM.....	59
II.1. Üretimi Gerçekleştirilecek Sistem Tasarımı	59
II.1.1. CNC Transfer Makinesi Tasarımı	59
II.1.1.1. Makine gövdesi tasarımı	62
II.1.1.2. Tambur tasarımı	63
II.1.1.3. Çene ve ayna tasarımları	63
II.1.1.4. Ünitelerin tasarımı	65
II.1.1.5. Bor yağı tankı tasarımı	69
II.1.2. Malzeme Besleme Ünitesi Tasarımı	70
II.1.2.1. Malzeme besleme ünitesi tasarımına genel bakış	70
II.1.2.2. Asansör kabini tasarımı	71
II.1.2.3. Düşme hunisi tasarımı	71

İÇİNDEKİLER (Devam)	SAYFA
II.1.2.4. Dış kova tasarımı	72
II.1.2.5. Perde tasarımları	73
II.1.2.6. Palet tasarımları	75
II.1.2.7. Devirme iskeleti tasarımı	76
II.1.2.8. Vibratöre dökme kaydıracağı tasarımı	77
II.1.2.9. Alt plaka tasarımı	78
II.1.2.10. Vibratör sehpası tasarımı	78
II.1.3. Robotik Sistemi Tasarımı	79
II.1.3.1. Robot sistemine genel bakış	79
II.1.3.2. Robot parmakları tasarımı	82
II.1.3.3. Görüntü işleme için ışık tasarımı	83
II.1.3.4. Vibrasyon kutusu ve konveyör tasarımı	84
II.2. Üretimi Gerçekleştirilecek Sistem Algoritması	85
II.2.1. CNC Transfer Makinesi PLC Konfigürasyonu.....	85
II.2.2. Malzeme besleme ünitesi otomasyonu algoritması	86
II.2.3. Robotik otomasyon algoritması	86
II.2.3.1. Algoritmaya genel bakış	86
II.2.3.2. Makine giriş çıkış sinyalleri	87
II.2.3.3. Ana program algoritması	89
II.2.3.4. Konveyör programı algoritması	91

İÇİNDEKİLER (Devam)	SAYFA
II.2.3.5. Kamera programı algoritması	92
II.2.3.6. Vibrasyon kazanı algoritması	93
BÖLÜM III BULGULAR VE TARTIŞMA	94
III.1. Üretimin Gerçekleştirilmesi	94
III.1.1. CNC transfer makinesi üretimi	94
III.1.1.1. Gövde üretimi	94
III.1.1.2. Tambur üretimi	94
III.1.1.3. Ünitelerin üretimi	96
III.1.1.4. Çene ve aynaların üretimi	100
III.1.2. Malzeme besleme ünitesinin üretimi	102
III.1.3. Robotik aparatlarının üretimi	103
III.1.3.1. Robot tutucu parmaklarının üretimi	103
III.1.3.2. Bağlantı flanşı üretimi	104
III.1.3.3. Işık sistemi üretimi	104
III.1.3.4. Vibrasyon kovanı aparatları ve konveyör üretimi	105
III.2. Sistemin Devreye Alınması	106
III.2.1. CNC transfer makinesinin devreye alınması	106
III.2.2. Malzeme besleme ünitesinin devreye alınması	107
III.2.3. Robotik otomasyonun devreye alınması	108

İÇİNDEKİLER (Devam)	SAYFA
III.2.3.1. Tutucuların ve parmakların boyutlarının robota tanıtılması ..	108
III.2.3.2. Kamera sisteminin devreye alınması	109
III.2.3.3. Parça tutuş pozisyonunun belirlenmesi	113
III.2.3.4. Vibratör ve konveyör programlarının çalıştırılması	114
III.2.3.5. Robot pozisyonlarının belirlenmesi	114
BÖLÜM IV SONUÇLAR VE TARTIŞMA	115
IV.1. Sonuçlar	115
IV.2. Son Değerlendirme	117
KAYNAKLAR	119
EKLER	123
ÖZGEÇMİŞ	153

ÖZET

Metal sektöründe yüksek adetli seri üretim yapan firmalar arasında artan rekabet, firmaların daha kaliteli üretimi daha az maliyette ve daha kısa zamanda yapmalarını zorunlu kılmıştır. Bu amaçla sektör içinde yaygın olarak kullanılan üniversal CNC makinelerine alternatif olarak yüksek hızlarda çalışabilen, yalnızca yüksek adette işlenecek olan ve biçimsel olarak birbirine benzeyen sınırlı sayıdaki malzemeye özel olarak üretilen CNC transfer makinelerine olan talebi arttırmıştır. Ayrıca, bu makinelerin yüksek hızlarda çalışmaları, robotik otomasyon ile besleme sistemlerini kullanma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bir vardiya zamanında binlerce malzemenin işlendiği düşünüldüğünde ham malzemelerin robot alanına getirilmesinin sağlanması da oldukça önemli bir iştir. Bu işin otomatikleştirilmesi amacıyla uzun süre malzeme temini sağlayan malzeme besleme ünitesi sistemleri yine bu uygulama tipinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında üç tip musluk malzemesinin tüm talaş kaldırma işlemlerini gerekli işleme toleransları içinde kalarak 8s ile 11s aralığında çevrim sürelerinde tamamlayabilen CNC transfer makinesinin tasarımı ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca makineye adapte edilen kameralı robotik otomasyon uygulaması ve malzeme besleme ünitesi ile sistemin insansız şekilde çalışması sağlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde endüstride kullanılmakta olan CNC makineler, malzeme besleme üniteleri sistemleri ve endüstriyel robotlar hakkında genel bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde üretimi gerçekleştirilecek sistemin tasarım süreçleri ve otomasyonun çalışma algoritması konularına değinilmiştir. Üçüncü bölümde üretimin gerçekleştirilmesi ve sistemin devreye alınması işlemleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ise sonuçlar verilmiş, son değerlendirmeler yapılmıştır.

ABSTRACT

Because of the increasing competition between the firms which make mass production in metal sector, firms have to make their production in high quality, in less time and cheaper. For his purpose, as an alternative to universal CNC machines using in widespread, demand of CNC transfer machines which can work in high speed and producing special for limited number of similar size mass production parts, increased. Besides because of these machines working in high speed, loading machines with robotic automation need appeared. If we consider thousands of parts will machining in a shift, transporting parts to robot working area is an important job. Part feeding units which can provide working parts in a long time using usually to making this job automatically.

In this work, CNC transfer machine which can finish three type tap parts' all working process in the needed working tolerances and in 8 to 11 second cycle time, designed and produced. Besides with adapting robotic automation and part feeding unit to the machine, system is worked without human.

In the project's first part include general informations about using CNC machine in industry, part feeding unit and industrial robot. In the second part, system design steps and automation algorithms are described. In the third part, realizing production and operating the system are explained. Fourth part include conclusion and last appraise.

KISALTMALAR

CNC : Bilgisayarlı Nümerik Kontrol

PLC : Programlanabilir Mantıksal Denetleyici

SCARA : Robotik Sistemi İçin Seçici Uyumlu Kol

LED : Işık Yayan Diyot

Motion Kontrol : Hareket Kontrol

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA

Şekil I.1	Mekatroniğin Üretim Sistemlerine Etkisi	2
Şekil I.2	Günümüze Kadar Referans İş Paradigmaları	3
Şekil I.3	Uluslararası CNC Pazarı.....	4
Şekil I.4	Matkap İşlemi İçin Derinliğin Dengelenmesi.....	7
Şekil I.5	İki Eksen ve Üç Eksen Torna	8
Şekil I.6	Beş Eksen CNC Frezeleme Makinesi	8
Şekil I.7	4 ve 5 Eksen CNC İşleme Merkezi	9
Şekil I.8	Zımbalanmış Metal Tabaka.....	9
Şekil I.9	CNC Döner Başlıklı Basım Makinesi.....	9
Şekil I.10	CNC Abkant Makinesi.....	10
Şekil I.11	CNC Elektro Deşarj Makinesi.....	10
Şekil I.12	Karmaşık Şekillerdeki İş Parçaları	10
Şekil I.13	Lazer Kesme Makinesi	11
Şekil I.14	Lazer Kesme Kullanılarak Kesilmiş İş Parçaları	11
Şekil I.15	CNC Koordinat Ölçme Makinesi	12
Şekil I.16	CNC Makine Kaynakları	12
Şekil I.17	CNC Transfer Makinesi	13
Şekil I.18	CNC Transfer Makinelerinde Üretimi Gerçekleştirilebilecek Bazı Malzemeler	14

ŞEKİL LİSTESİ (Devam)	SAYFA
Şekil I.19 Transfer Makinesi Elemanları	15
Şekil I.20 Tambur	17
Şekil I.21 Tambur Döndürme Teşkilatı Algılayıcı Sistemi	19
Şekil I.22 Tutucu Grubu Elemanları	22
Şekil I.23 Tambur, Çene ve Aynalar	22
Şekil I.24 Malzeme Besleme Ünitesi	27
Şekil I.25 Geçmişten Günümüze Endüstriyel Otomasyon Süreçleri .	28
Şekil I.26 Üretim Süreçleri Otomasyonu	29
Şekil I.27 CincinnatiMilacron T3 Robot Fiyatının Değişim Oranları	33
Şekil I.28 Robotların Sektörlere Göre Dağılımı	34
Şekil I.29 Robotların Yaptıkları İşe Göre Dağılımı	34
Şekil I.30 Kaynak Robotu	35
Şekil I.31 Montaj Robotu	36
Şekil I.32 Döküm Robotu	36
Şekil I.33 Malzeme Taşıma Robotu	37
Şekil I.34 Paketleme İşlemi	37
Şekil I.35 Paketleme Robotu	38
Şekil I.36 Makinede İşleme Robotu	38
Şekil I.37 Yüzey Kaplama Robotu	39

ŞEKİL LİSTESİ (Devam)	SAYFA
Şekil I.38 Lazer Kesme Robotu	39
Şekil I.39 Parlatma Robotu	40
Şekil I.40 Boyama robotu	40
Şekil I.41 Kartezyen Robot	42
Şekil I.42 Silindirik Robot Kolları	43
Şekil I.43 Küresel Robot Kolları	44
Şekil I.44 Scara Robot Kolları	45
Şekil I.45 Mafsallı Robot Kollar	46
Şekil I.46 Hareket Eksenleri	46
Şekil I.47 Paralel Robotlar	47
Şekil I.48 Sabit Noktadan Alınan Parçayı Yükleme Boşaltma Sistemi	51
Şekil I.49 Kayar Tablalı Sistemden Alınan Parçayı Yükleme Boşaltma Sistemi	53
Şekil I.50 Kameralı Sistem Şeması	54
Şekil I.51 Kameralı Sistem ile Alınan Parçayı Besleme Sistemi	54
Şekil I.52 Görüntü Sistemleri İlişkisi ve Uygulama Alanları	56
Şekil II.1 Çamaşır Musluğu	59

ŞEKİL LİSTESİ (Devam)	SAYFA
Şekil II.2 Uzun Musluk	59
Şekil II.3 Taharet Musluğu	59
Şekil II.4 10 İstasyonlu CNC Transfer Makinesi	62
Şekil II.5 Tasarlanmış Olan Gövde Çizimleri	63
Şekil II.6 Tambur Tasarımı	63
Şekil II.7 Musluk Parçaları, Tasarlanmış Olan Çene ve Montaj Halindeki Çene ve Aynalar	64
Şekil II.8 Çamaşır Musluğu Parçasının Çene ve Aynalarının Tambura Montajlanmış Görüntüsü	65
Şekil II.9 Matkap Ünitesi	66
Şekil II.10 Matkap Ünitesinin İç Yapısı	66
Şekil II.11 İşleme Merkezi Matkap Ünitesi	67
Şekil II.12 İşleme Merkezi Diş Çekme Ünitesi	68
Şekil II.13 Açar Kafa Ünitesi	68
Şekil II.14 Açar Kafanın Kafa Bölümü	68
Şekil II.15 Pozisyon Değiştirme Ünitesi	69
Şekil II.16 Malzeme Besleme Ünitesi Tasarımı	70
Şekil II.17 Asansör Kabini Tasarımı	71
Şekil II.18 Düşme Hunisi Tasarımı	72

ŞEKİL LİSTESİ (Devam)	SAYFA
Şekil II.19 Dış Kova Tasarımı	73
Şekil II.20 Perde Tasarımları	74
Şekil II.21 Perde	74
Şekil II.22 Perde Kazan	75
Şekil II.23 Palet Tasarımları	76
Şekil II.24 Devirme İskeleti Tasarımı	77
Şekil II.25 Vibratöre Dökme Kaydıracağı Tasarımı	77
Şekil II.26 Alt Plaka Tasarımı	78
Şekil II.27 Vibratör Sehpa Tasarımı	79
Şekil II.28 Robot	80
Şekil II.29 Robotun Teknik Özellikleri	80
Şekil II.30 Mitsubishi Firması'na ait Olan RT Toolbox 2 Ara Yüz Programı	80
Şekil II.31 Kamera	81
Şekil II.32 Kameranın Teknik Özellikleri	81
Şekil II.33 InSight Explorer 4.7.3. Programı (Cognex)	81
Şekil II.34 Muslukta Robot Parmakları Tasarımı	83
Şekil II.35 Konveyör Bant ve Ayak Tasarımları	84
Şekil II.36 PLC Sistem Konfigürasyonu	85
Şekil II.37 Tüm Programlar İçin Genel Çalışma Algoritması	90

ŞEKİL LİSTESİ (Devam)**SAYFA**

Şekil II.38	Robot Programı	91
Şekil II.39	Konveyör Programı	92
Şekil II.40	Kamera Programı	93
Şekil III.1	Borverg Makinesine Bağlanarak Üretilen Gövdenin Resmi	94
Şekil III.2	İşlenmiş Tamburun Resmi	95
Şekil III.3	Matkap Ünitesi Üretimi	97
Şekil III.4	İşleme Merkezi Matkap ve Diş Çekme Üniteleri Üretimi.....	98
Şekil III.5	Açar Kafa Ünitesi Üretimi	99
Şekil III.6	Aynalar	101
Şekil III.7	Çamaşır Musluğu Çene Resimleri	101
Şekil III.8	Uzun Musluk Çene Resimleri	102
Şekil III.9	Taharet Musluğu Çene Resimleri	102
Şekil III.10	Robot Parmaklarının Resimleri	104
Şekil III.11	Konveyör Bant Sistemi	105

ŞEKİL LİSTESİ (Devam)	SAYFA
Şekil III.12 Konveyör Bant Üzerindeki İtici Aparatlar	106
Şekil III.13 Üretimi Gerçekleştirilen CNC Transfer Makinesi	107
Şekil III.14 Üretilmiş ve Devreye Alınmış Malzeme Besleme Ünitesi.....	108
Şekil III.15 Tutucuların ve Parmakların Boyutlarının Robota Tanıtılması	109
Şekil III.16 Kalibrasyon Kağıdı	110
Şekil III.17 Programda Alınması Uygun Bulunan Parça Resmi	110
Şekil III.18 Tutucunun Girebileceği Bir Alanın Olmadığı Görüntü .	111
Şekil III.19 Tutucu Boyutlarının İstenen Alan İçinde Kaldığı Durum	112
Şekil III.20 Malzemenin Doğru Şekilde Tutulduğu Durum	113
Şekil IV.1 Üstten Aydınlatmalı Bir Işıklandırma Sistemi	116
Şekil IV.2 Alttan Aydınlatmalı Bir Işıklandırma Sistemi	116
Şekil IV.3 Üretimi Gerçekleştirilen CNC Transfer Makinesi	117
Şekil IV.4 Projedeki Çamaşır Musluğunu İşleyen Hidrolik Bir Transfer Makinesi	118

TABLÖLAR LİSTESİ	SAYFA
Tablo I.1 CNC Makinelerin Avantaj ve Dezavantajları	6
Tablo I.2 Kontrol Sistemlerin Avantajlarının Karşılaştırılması	30
Tablo II.1 Üretimi Gerçekleştirilecek Makinenin Ünite Diyagramı...	61

BÖLÜM I

I.1. Giriş ve Amaç

Son yıllarda gittikçe hızlanan teknolojik gelişmeler ve teknolojik gelişmelerin üreticiler için ulaşılabilir hale gelmesi hem Türkiye’de hem de Dünya’nın pek çok ülkesinde son teknoloji donanım ve yazılıma sahip, yüksek hız ve hassasiyette üretim yapabilen seri imalat makinelerine olan talebi arttırmıştır.

Artan rekabet ortamında, üretici firmaların daha kaliteli üretimi, daha kısa zamanda ve daha ekonomik metotlarla gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda CNC transfer makineleri de imalat sektöründe kritik hale gelmiş ve imalatın geliştirilebilmesinde önemli bir faktör olmuştur.

CNC transfer makineleri, yüksek kapasitede üretimler için tasarlanan, döner bir tambur üzerine eşit açılarla parçaların bağlandığı, her istasyonda ayrı bir operasyonun gerçekleşmesiyle, delik delme, frezeleme, diş çekme, iç ve dış kanal açma, raybalama gibi operasyonları yapılabilen, programlanabilir mantıksal denetleyici (Plc) sistemi ve hareket kontrolü (motion kontrolör) ile kumanda edilen hassas talaş kaldırma makineleridir.

Yüksek lisans tezi olarak bu konunun tarafımdan seçilmesinin en önemli nedeni, yüksek seviyede mekanik tasarım içeren, oldukça hassas işleme metotları ile üretimi gerçekleştiren ve robotik yazılım konusunda da yüksek mühendislik gerektiren bu makinenin, gaz armatürleri, sıhhi tesisat ekipmanları, otomotiv parçaları, mobilya aksesuarları üretimi gibi hemen hemen tüm yüksek adetli üretim yapan seri imalatçıların ihtiyaçlarına karşılık verecek özelliklere sahip olmasıdır.

Bu çalışmanın konusu ve amacı seri imalat yapan firmalar için geliştirilmiş olan son teknoloji kullanılarak üretilen CNC transfer makinesinin, besleme grubunun ve robotik otomasyonunun, tasarım üretim ve yazılım aşamalarındaki tüm yenilikçi yönlerini gözlemlemek, hali hazırda kullanılmakta olan sistemlere göre alternatif geliştirilen yönlerini ortaya çıkarmaktır.

Projede üç adet musluk tipinin tüm işlemlerini tek bağlamada tamamlayacak oldukça yüksek hız ve hassasiyette çalışacak bir CNC transfer makinesinin üretimini gerçekleştirmek hedeflenmektedir. Ayrıca makinenin 0,75 m³ alanı bulunan, yaklaşık 2000 adet malzeme alabilen, 8 saat boyunca müdahaleye gerek duymadan robotik besleme alanına parça yükleyen bir malzeme besleme ünitesine ve kamera ile görüntü işleme metodu kullanarak hem makineye malzeme besleyen hem de malzemenin kalite kontrolünü gerçekleştiren bir robotik otomasyon sistemine sahip olması proje kapsamındadır.

I.2. Mekatronik ve Endüstri

Mekatronik alanında yaşanan gelişmeler, birçok disiplinde yakından takip edilmekte ve uygulanmaktadır. Mekanik elektronik ve bilgisayarla kontrol sistemlerinin tümünün ortak çalışabildiği pek çok sistem mekatronik alanında ortaya çıkarılmış ilerlemelerin ürünleridir. Tahmin edilebileceği gibi bu sistemlerin önemli bir bölümünü endüstri alanında ortaya çıkan gelişmeler oluşturmaktadır.

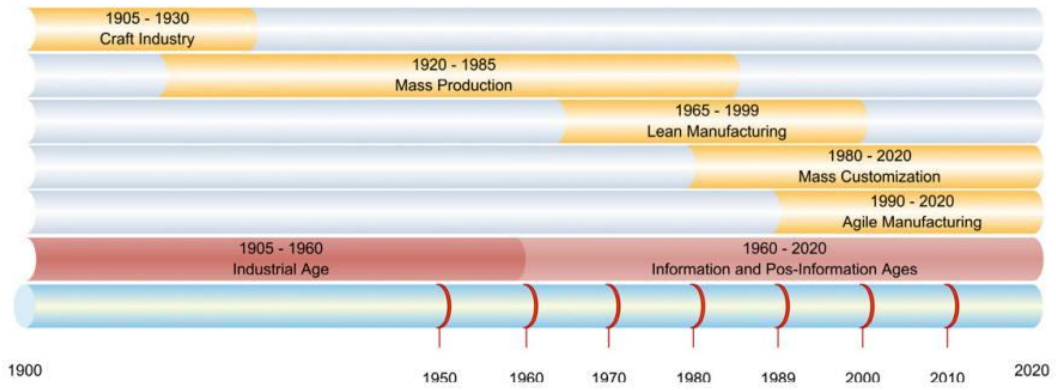
Endüstriyel kuruluşlar açısından bakıldığında mekatronik teknolojiye ihtiyaç duyulan konular arasında daha kısa ürün adaptasyonu sürecinde, daha düşük maliyette, daha yüksek kalitede, daha yüksek güvenilirlikte ve yüksek esneklikte üretim gerçekleştirebilmek bulunmaktadır (Şekil I.1)[1].



Şekil I.1 Mekatroniğin Üretim Sistemlerine Etkisi[2]

I.3. Üretim ve Üretim Sistemleri Kavramları

Üretim hammaddeleri, yarı mamulleri veya herhangi fiziksel varlıkları üzerinde yapılan işlemler sonucuyla ekonomik değeri olan mal ve hizmetlere dönüştürmek olarak tanımlanabilir. Buna ek olarak bir ürüne değer katan bir işlemi gerçekleştirmek de üretim kapsamına girmektedir. Bu anlamda üretim mal ve hizmetlerin ortaya çıkarılması için yapılan faaliyetlerin tümüdür[2]. Şekil I.2’de 1905’ten 2020 yılına kadar olan Dünya’daki üretim akımları görülmektedir.



Şekil I.2 Günümüze Kadar Referans İş Paradigmaları [4]

I.4. Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC) Sistemleri

I.4.1. Bilgisayarlı nümerik kontrol (CNC) tanımı

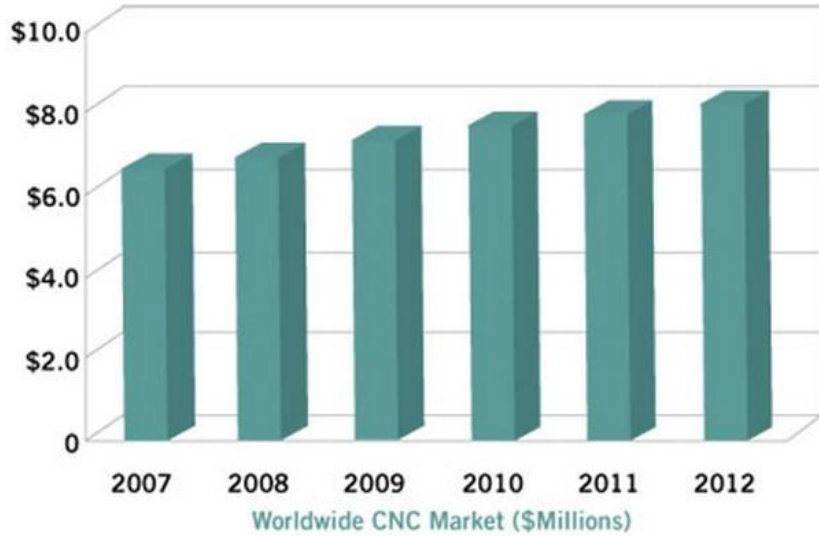
Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC), bilgisayar ile sayısal kontrol demektir. Sayısal kontrol bilgi akışı dizilerini kontrol eden ve kendi bünyesindeki bilgisayar sistemi ile girişlere cevap verebilen sistem olarak tanımlanabilir[5].

Bilgisayarlı nümerik kontrolde tezgahın kontrol ünitesinin bilgisayar ile bütünleştirilmesi sayesinde programlar istenilen zamanda durdurulabilir, değiştirilebilir, devam edilebilir ve saklanabilirler[6].

I.4.2. CNC ve CNC makineleri için ekonomik öngörüler

ARC grup danışman firması tarafından yapılan araştırmada görünen sonuçları inceleyecek olursak, Dünya'daki CNC pazarında 2007 yılında büyük bir büyüme yaşanmıştır. Araştırma firmaları Avrupa ve Asya'da otomotiv ve üretim sektörlerinin pozitif bir ivme yakaladıklarını ve gelecekte de bu sektörlerin gelişeceğini söylemektedir. Bu sektörlerle doğrudan ilişkili olan CNC pazarı da aynı şekilde büyüyecektir. CNC pazarı hacmi 2007 yılında 6.1 milyon \$ iken 2012 yılında 7.7 milyon \$'a ulaşmıştır. Çalışmalara göre 2012'den sonraki beş yıl içinde %4.8'lik bir büyüme gerçekleştirmesi beklenmektedir. CNC pazarının durumu grafiksel olarak Şekil I.3'te gösterilmektedir.

Dünya'da ki CNC makineleri pazarının bugün itibarıyla 68.8 milyar \$ olduğu ve fonksiyonel, seri üretim gerçekleştirilebilen CNC transfer makinelerine ilginin arttığı düşünüldüğünde Türkiye'nin bu sektördeki payı oldukça düşüktür.



Şekil I.3 Uluslararası CNC Pazarı [7]

I.4.3. CNC Tezgahların tarihçesi

CNC imalatı 1960'ların otomatik takım tezgahlarından, modern çok işlemlili, çok eksenli işleme merkezlerine dönüşmüştür. Günümüzde her çeşitte takım tezgahlarında sıklıkla kullanılmaktadır[8].

Nümerik kontrol ilk olarak II. Dünya savaşının sonlarında ABD hava kuvvetlerinin karmaşık uçak parçalarına ihtiyaç duymasıyla ortaya çıkmıştır. Bu parçaları işleyebilecek tezgahların geliştirilmesi için Parsons Corporation ve MIT (Massachusetts Institute of Tecnnology) ortak çalışma başlatmıştır. 1952 yılında bir Cincinnatti Hydrotel freze tezgahı nümerik kontrol ile ilk defa kumanda edilmiştir. Bu başlangıç ile birlikte bir çok tezgah üreticisi nümerik kontrol ile kumanda edilen makineler üretmeye başlamıştır. CNC makineleri mini bilgisayarlar ve Cad izimleri yazılımlarının geliştirilmesiyle 1970’li yıllarda önemli ilerlemeler göstermiştir[9].

Günümüzde ileri düzeyde geliştirilmiş olan entegre devre elemanları kullanılmaktadır. ROM (Read Only Memory) teknolojisinin geliştirilmesiyle de programların hafızada saklanmaları mümkün olabilmıştır. Bu gelişmeler CNC’nin doğmasına öncülük etmiştir. CNC günümüzde torna, matkap vb. takım tezgahlarında yaygın olarak kullanılmaktadır [10,6].

I.4.4. CNC tezgahların avantaj ve dezavantajları

CNC tezgahlarının geliştirilmesindeki en önemli faktörlerden bazıları; Üretim hızının artırılarak birim maliyetinin azaltılması, karmaşık şekillerde olan ve çok işlem gerektiren parçaların üretiminin kolaylıkla yapılabilmesi, üretim süreçlerinde parçaların yüksek ölçü hassasiyetli elde edilebilmesi ve klasik yöntemlerle işlenmesi mümkün olmayan parçaların üretiminin yapılması şeklindedir. Tablo I.1’deCNC makinelerin avantaj ve dezavantajları görölmektedir.

Tablo I.1 CNC Makinelerin Avantaj ve Dezavantajları[11]

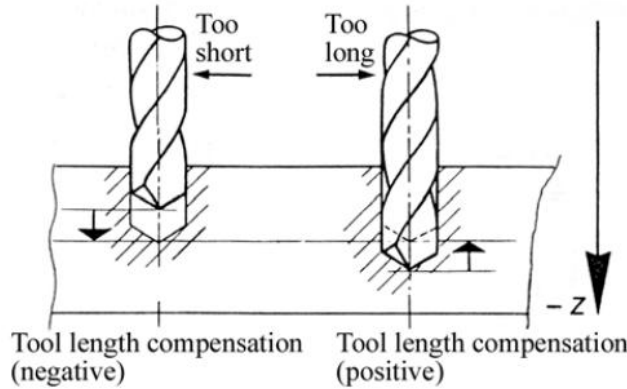
CNC SİSTEM	
Avantajları	Dezavantajları
Sene de 365 gün, günde 24 saat çalışma sağlanabilmektedir. Sadece bakım zamanlarında durdurulur.	Manuel makinelere kıyasla fiyatları çok pahalıdır. Ancak gün geçtikçe fiyatları düşmektedir.
Herhangi bir tasarım yapıldıktan sonra dizayn ile aynı olan binlerce parçanın üretimi yapılabilmektedir.	
CNC makinelerini çalıştıran kişinin çok yetenekli olmasına gerek yoktur. Ancak torna ve freze makinelerinde eğitimli mühendisler ihtiyacı vardır.	Manuel makinelerde insan ve yetenek odaklı bir çalışma sistemi izlenirken CNC tezgahlarda çok fazla yeteneğe gerek duyulmadığından zamanla mühendislerin bilgi ve yetenekleri körelmektedir. Ayrıca CNC tezgahlar işsizliğe sebep vermektedirler.
CNC tezgahlar sahip oldukları yazılımlar sayesinde güncellenebilmektedirler.	
Prototip ya da örnek bir ürün oluşturmadan simülasyonda üretilecek malzemeyi bütün ayrıntıları ile görmek mümkün olmaktadır.	
Birçok CNC makinesi bir kişi tarafından yönetilebilir ve kendi başlarına çalışabilir.	
Yetenekli bir mühendis tarafından çizilerek yapılmış örneklerin aksine CNC tezgahlarda tam bir eşleşme ile çizilen ürün üretilen ürünle aynıdır.	
Hızlı, güvenilir ve üretim verimliliği çok yüksektir.	

I.4.5. Endüstride kullanılan CNC makineler

Endüstride kullanılan konvansiyonel makineler ve CNC makineler olarak iki gruba ayrılır. Konvansiyonel makinelerden bazıları torna, freze, borwerg, dik torna, planya, azdırma, radyal matkap 'dır. CNC makinelerden bazıları, matkap makinesi, torna makinesi, freze makinesi, işleme merkezi, döner başlıklı basım makinesi, abkant makinesi, punta kaynak makinesi, elektro deşarj makinesi, elektron ışın kaynak makinesi, lazer kesme makinesi, koordinat ölçme makinesi olarak sayılabilir[12].

I.4.5.1. CNC matkap makinesi

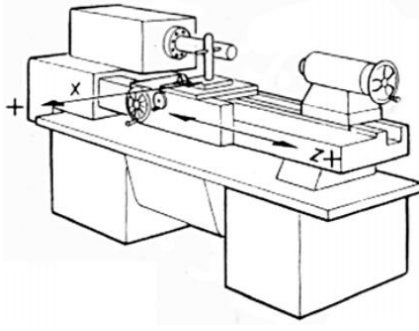
CNC matkap makinesi matkabı tutmak için bir tutucu alet kullanır ve böylece matkabın dönüş hızını, Z eksenini olan çalışma parçası içindeki matkap derinliğini kontrol edebilmektedir. Çalışma parçası genellikle X ve Y eksenlerinde hareket edebilen tabla üzerine sabitlenir (Şekil I.4).



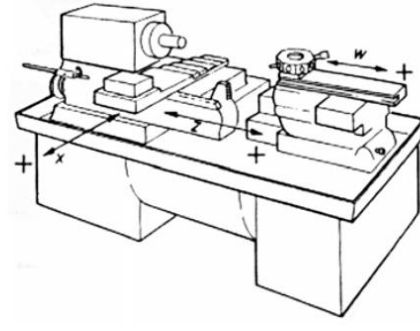
Şekil I.4 Matkap İşlemi İçin Derinliğin Dengelenmesi[12]

I.4.5.2. CNC torna makinesi

Çoğu CNC torna X ve Z eksenlerini kontrol eder. Fakat bazıları w eksenini de kontrol edebilmektedir. Ayrıca lineer olarak kontrol edebilmesinin yanında döner eksenindeki hızı, kesme hızını kontrol edebilir.



(a)

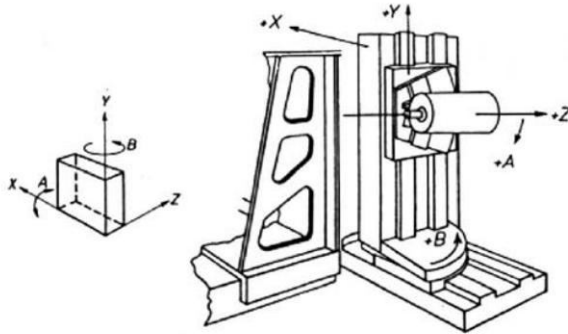


(b)

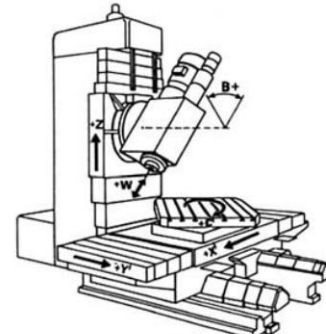
Şekil I.5 İki Eksen ve Üç Eksen Torna [12]

I.4.5.3. CNC freze makinesi

CNC freze makineleri dikey ve yatay olmak üzere iki tipte olabilir. Bu makineler genellikle 3, 4, 5 eksen kontrol edebilirler. Çoğu CNC freze makinesi iki nokta arasında lineer veya dairesel rotayı bilgisayar fonksiyonları ile hesaplarlar. Bu sebeple çok karmaşık şekillerin frezelenmesinde kullanılırlar. (Şekil I.6).



(a)

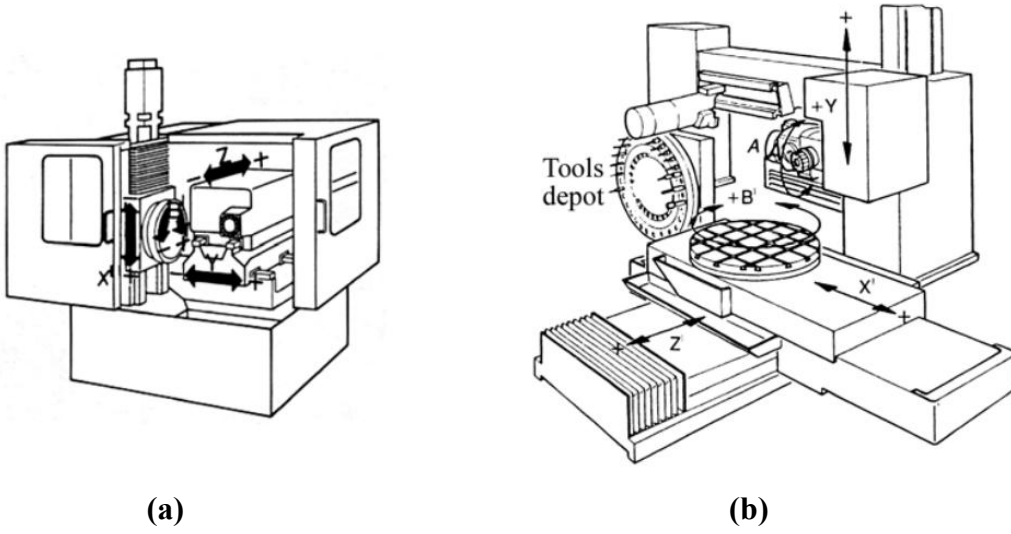


(b)

Şekil I.6 Beş Eksen CNC Frezeleme Makinesi[12]

I.4.5.4. CNC işleme merkezi makinesi

CNC işleme merkezleri birçok farklı takımı içinde barındırarak matkap ile delme, tormalama, frezeleme, delik açma, diş çekme ve karmaşık yüzey işleme gibi pek çok farklı tipte işlemi gerçekleştirebilirler. 4 ve 5 eksen kontrol edebildiklerinden dolayı iş parçası üzerindeki 4, 5 yüzeyde işlem yapabilirler (Şekil I.7a,b).



Şekil I.7 4 ve 5 Eksen CNC İşleme Merkezi [12]

I.4.5.5. CNC döner başlıklı basım makinesi

CNC döner başlıklı basım makineleri ile metal tabaka üzerinde zımbalama yöntemiyle delik delme ve şekil açma işlemleri gerçekleştirilebilir. Şekil I.8 'de zımbalanmış metal tabaka, Şekil I.9'da ise CNC döner başlıklı basım makinesi yer almaktadır. CAD programı içinde belirtilmiş olan koordinatlara giderek otomatik olarak zımbalama işlemlerini gerçekleştirirler.



Şekil I.8 Zımbalanmış Metal Tabaka[12]



Şekil I.9 CNC Döner Başlıklı Basım Makinesi[12]

I.4.5.6. CNC abkant makinesi

CNC abkant makineleri metal tabakaların büküm işlemini gerçekleştirmek için kullanılırlar(Şekil I.10).



Şekil I.10 CNC Abkant Makinesi[12]

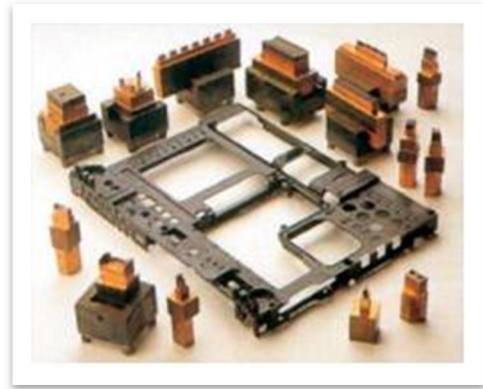
I.4.5.7. CNC punta kaynak makinesi

CNC punta kaynak makinesi iki elektrot kullanarak elektrik akımı oluşturulması suretiyle kaynaklanacak olan metalleri birbirlerine kaynatırlar.

I.4.5.8. CNC elektrodeşarj makinesi



Şekil I.11CNC Elektro Deşarj Makinesi[12]



Şekil I.12 Karmaşık Şekillerdeki İş Parçaları[12]

Elektrodeşarj makineleri (Şekil I.11) elektrik kıvılcımları kullanarak karmaşık şekillerdeki parçaların kesim işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılırlar. (Şekil I.12).

I.4.5.9. CNC elektron ışın kaynak makinesi

Elektron ışın kaynak makinesi (EBM) yüksek enerjiyi konsantre ederek yüksek hızda elektron elde etme prensibine göre çalışır. Bu sayede kaynak, delik delme gibi işlemler gerçekleştirilebilir.

I.4.5.10. CNC lazer kesme makinesi

CNC lazer kesme makinesi (Şekil I.13) yüksek enerji ve odaklanmış lazer kullanarak metal iş parçalarını kesme işlemini gerçekleştirir. İki boyutlu hareketleri kontrol etmek için bilgisayar ile programlanırlar. Bu sayede karmaşık şekillerdeki iş parçalarının üzerindeki kesme işlemlerini gerçekleştirirler (Şekil I.14).



Şekil I.13 Lazer Kesme Makinesi[12]



Şekil I.14 Lazer Kesme Kullanılarak Kesilmiş İş Parçaları[12]

I.4.5.11. CNC koordinat ölçme makinesi

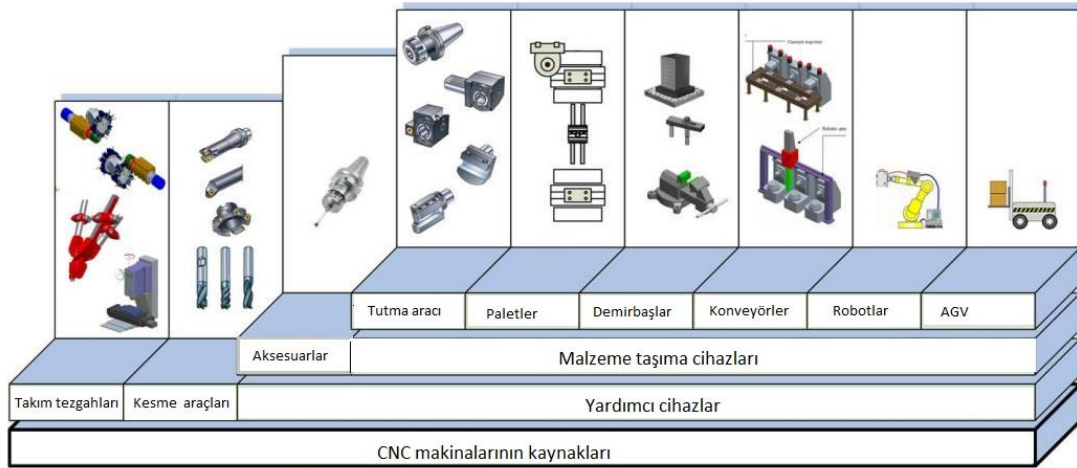
Koordinat ölçme makinesi iş parçalarının ebatlarını hassas şekilde ölçmek için kullanılır. Üç boyutlu olarak ölçüm yapabilirler (Şekil I.15).



Şekil I.15 CNC Koordinat Ölçme Makinesi [12]

I.4.6. CNC makine elemanları

Genel olarak CNC makine sistemleri CNC işleme merkezi, otomatik tutuş sistemi, yükleme boşaltma istasyonu, takım gibi birçok farklı görevi olan elemanın birleşiminden oluşan bir yapıdadır. Bu yapı Şekil I.16’da gösterilmektedir. Sistemde ki tüm elemanlar ham malzemenin tamamlanmış ürün haline gelmesini sağlamaktadır[13].



Şekil I.16 CNC Makine Kaynakları [14]

I.5. CNC Transfer Makinesi

CNC transfer makineleri, çok eksenli, çok fener milli, işe ve parçaya özel, hassas üretim ile yüksek kapasiteli, oldukça kısa üretim sürelerine sahip, çok varyasyonlu işlem yapabilen, ihtiyaca göre 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16 arasında değişen istasyon sayısında üretilen, döner bir tambur üzerine eşit açılarla parçaların bağlandığı, her istasyonda ayrı bir operasyonun gerçekleşmesini sağlayan, delik delme, frezeleme, dış çekme, iç ve dış kanal açma, raybalama gibi operasyonları yapılabilen, PLC sistemi ve motion kontrolör ile kumanda edilen makinelerdir (Şekil I.17).



Şekil I.17 CNC Transfer Makinesi

1950’li yıllardan beri üretilmekte olan transfer makineleri, Genellikle pirinç, alüminyum, çelik malzemelerin seri imalatında, otomotiv sanayi, sıhhi tesisat ekipmanları, gaz armatürleri, mobilya aksesuarları vb. tüm yüksek adetli üretim gerçekleştiren fabrikalar tarafından tercih edilen makinelerdir. Ancak özellikle 2000’li yıllarda hidrolik transfer makinelerinden çok, yüksek hassasiyetle üretim yapabilen CNC transfer makinelerine ilgi oldukça artmıştır.

Genellikle pirinç, alüminyum, çelik malzemelerin seri imalatında tüm yüksek adetli üretim parçaları üretimi yapan firmalar için uygundur. Şekil I.18’de CNC transfer makinelerinde üretimi gerçekleştirilebilecek bazı malzemeler gösterilmiştir.



a. Alüminyum Parçalar



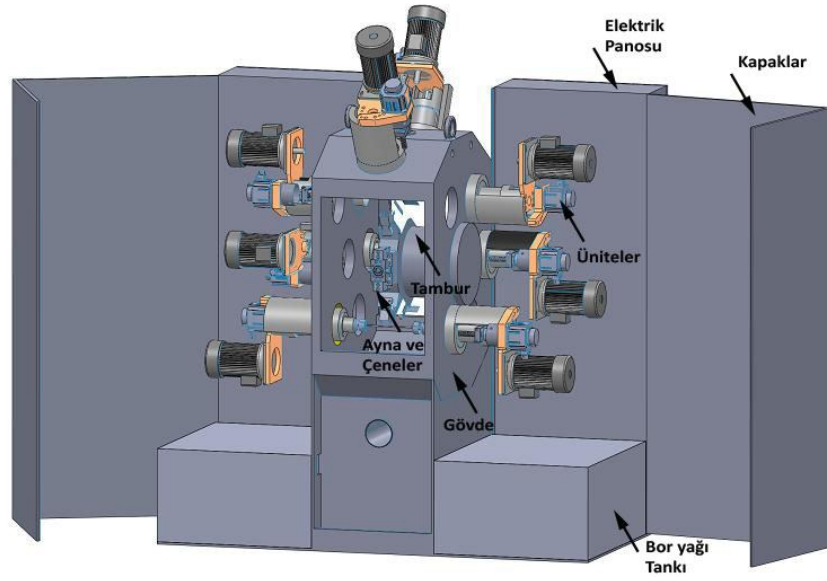
b. Çelik Parçalar



c. Pirinç Parçalar

Şekil I.18 CNC Transfer Makinelerinde Üretimi Gerçekleştirilebilecek Bazı Malzemeler

Transfer makinesini oluşturan temel elemanları, gövde, tambur, ayna ile çene grubu, üniteler, bor yağı tankı, kapaklar ve elektrik panosu olarak sayabiliriz. Şekil I.19'da transfer makinesi elemanları gösterilmektedir.



Şekil I.19 Transfer Makinesi Elemanları

I.5.1. CNC transfer makineleri ile CNC makineleri arasındaki farklar

Seri imalat parça üretiminde, transfer makinelerini universal tezgahlardan farklı kılan en belirgin üstünlüğü, talaş kaldırma işlem sıralama metodudur. Universal tezgahlarda (CNC torna, dik işleme merkezi, yatay işleme merkezi vb.) parça üzerindeki talaş kaldırma işlemlerinin birbiri ardına eklenmesi sureti ve eksen farklılıklarında parçanın işlenmesi gereken eksene sökülüp takılması esasına dayalı çalışma prensibine karşın, transfer makinelerinde parça üzerindeki ve talaş kaldırma işlem gerekliliği olan tüm eksenlerdeki operasyonların tambur sistemi sayesinde aynı anda yapılabilmesi, ayrıca universal tezgahlarda parça yükle boşalt zamanında tezgahın boşta beklemesi, transferlerde ise bu parça yükleme ya da boşaltma işleminin diğer operasyonların işlem süreci içinde yapılabilmesi, transfer makinelerini universal tezgahlardan üstün kılmaktadır. Ayrıca transfer makinelerinde, parçadaki farklı eksenlerin tezgaha uygun hale getirilmesi değil, ünitelerin parça üzerindeki işlem gerektiren eksenlere yerleştirilmesi metodu, parçaların tek bağlamada tüm operasyonlarının bitirilmesinin sağlanması, universal metotlardaki eksen değişiklikleri için parça sökülüp takılmasındaki insan hatalarını da ortadan kaldırarak, çok düşük toleranslar içinde, çok hassas parçaların da seri üretiminin yapılabilmesini sağlamaktadır. Transfer makineleri,

seri üretim parçalarında, üzerindeki operasyon sayısıyla doğrudan bağlantılı olarak 10 üniversal tezgahın üretim kapasitelerinin toplamı kadar üretimi tek başına bir insan ya da sadece robot kullanarak en ekonomik ve 0,001 mm ye kadar hassas biçimde üretebilme kabiliyetine sahip olması tercih edilmelerinde en önemli sebeplerdendir.

CNC transfer makinelerinin üniversal tezgahlara göre en büyük dezavantajı işe parçaya özel tasarım olmasından ötürü işin bitmesi halinde genellikle atıl duruma düşmesi gösterilebilir.

I.5.2. Makine gövdesi

Transfer makinelerinde gövde, sağ, sol ve çevre bölümlerinde yer alacak olan ünitelerin doğru sırayla ve doğru eksenlerde monte edildiği bölümdür.

Genel talaş kaldırma tezgahlarında da olduğu gibi Transfer makinelerinde de gövde üretim şekli döküm ve kaynaklı konstrüksiyon olmak üzere ikiye ayrılır. Döküm gövdeler, hem titreşimlerin sönümleme özelliği hem de yıllar geçtikçe oluşabilecek gövde çarpılmalarına dayanaklılığı açısından daha verimlidir. Transfer makineleri gövdeleri, üretimi yapılacak olan parçaya özel olarak tasarlanmakta ve üretilmektedir. Üreticiler açısından, her makine için ayrı yapılması gereken kalıplamanın yüksek maliyetlerinden ve iş yükünün çokluğundan ötürü döküm metodu ile gövde üretimi özellikle son 10 yıldan beri tercih edilmeyen bir yöntem haline gelmiştir. Bu sebeple kaynaklı konstrüksiyonlar son dönemde daha çok tercih edilmektedir. Ana malzeme olarak st52 platina en fazla tercih edilen malzeme olup konstrüksiyon ihtiyacına dayalı olmak üzere 30-40-50-60-70 mm kalınlıklarda olabilmektedir. Genellikle tezgahta zaman geçtikçe oluşabilecek kaynak gerilimlerinin atılabilmesi için suni yaşlandırma olarak da adlandırılan, gerilim alma, ısıtıp soğutma işlemi sıkça kullanılmaktadır. Kaynaklı konstrüksiyon gerekli plazma ya da oksijenli kesim işlemlerini takiben gaz altı kaynak ile birleştirilmektedir.

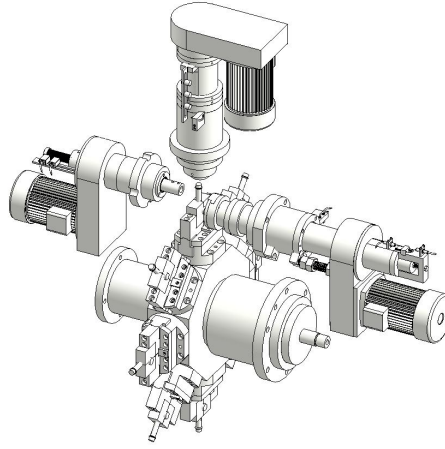
Kaynaklı ya da döküm yöntemleri ile üretilen gövde Borwerg makinesi vb. yatay ya da dikey işlem merkezlerinde ünite ve tambur bağlantı yüzeylerine ve bağlantı civata vb. aparatlara uygun şekilde işlenir. Bu işlemin ardından makine gövdesi macunlanıp boyandıktan sonra montaja hazır hale gelmektedir.

I.5.3. Tambur

I.5.3.1. Tambur genel tanımı

Tambur, parçaların üzerinde yapılacak olan işlemlerin gerçekleştirilmesi için parçaların istasyondan istasyona transfer edilmesini sağlayan bir makine elemanıdır (Şekil I.20).

Tamburun genel çalışma şekli çeşitli sabit açılarla çoklu pozisyon oluşturarak istenen sayıda tur dönmesi şeklindedir.



Şekil I.20 Tambur

Genel itibarıyla bu pozisyon sayısını, tezgah üzerinde aynı eksen üzerinde bulundurulması hedeflenen ünite sayısı belirler. Bu durumu basit bir örnekle açıklamak gerekirse; işlenmesi hedeflenen x parçası üzerinde aynı eksen üzerinde 3 farklı talaş kaldırma işlemi olduğunu varsayalım, bu transfer tezgahının en az 4 istasyon olması gerektiği sonucuna kolayca varabiliriz. Buradaki 3 işleme ek olarak en az 1 parça yükleme boşaltma istasyonunun olması gerekmektedir. Bu sebeple 3 eksen işlem için 3 istasyon ve yükleme ve boşaltma işlemi için de 1 istasyonun bulunmasıyla toplamda 4 istasyonlu bir tamburun gerektiği açıkça görülebilir.

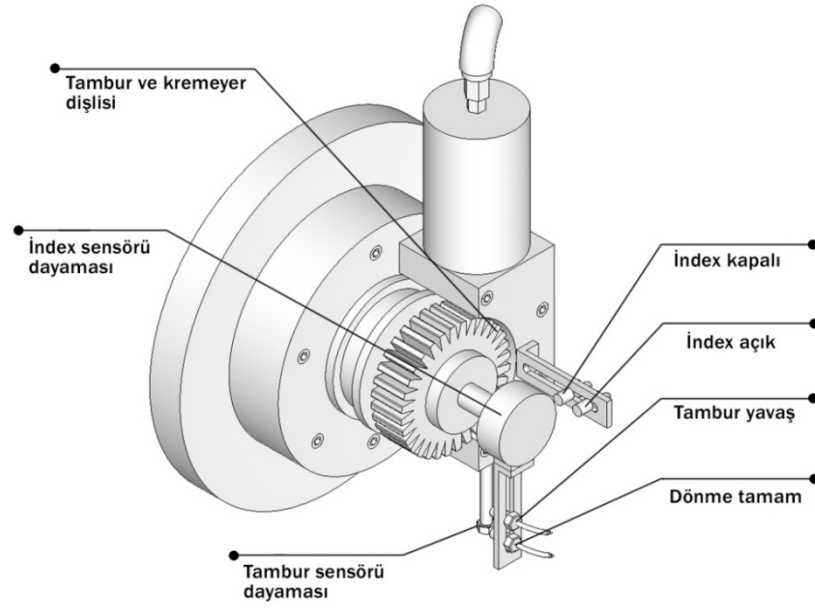
Genel olarak transfer tezgahı üreticileri 2 istasyondan başlamak üzere 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16 istasyonlu tamburlar üretmektedirler. Bu noktada aslında istasyon sayısı 2 den az olmamak kaydı teorik olarak istasyon sayısı konusunda herhangi bir sınırlandırma bulunmamaktadır. Bu bakış açısı ile 100 istasyonlu bir tamburun üretimi

de mümkün olmakla beraber, pratikte parçalar üzerinde aynı ekseninde bulunan işlem sayısı bu sayının oldukça altındadır.

Tamburlar tezgahın yapısında en kritik rolü oynarlar. Genel itibari ile tezgah dış konstrüksiyonu da bu çokgen adedine göre şekillendirilmektedir. Ayrıca bu tamburların yatay ya da dikey ekseninde hareketi de gövde konstrüksiyonunda belirleyici role sahip olmaktadır.

I.5.3.2. Tambur tahrik sistemleri

Tamburların istasyondan istasyona geçiş tahrikleri ile ilgili farklı yöntemler firmalar arasında gözlemlenebilmektedir. Bu noktada dairesel hareketin tahrikinde üç ana tahrik metodu ön plana çıkmaktadır. Bunlar hidrolik tahrikli kremiyer dişli tahrikler, pnömatik tahrikli kurma kollu tahrikler ve günümüz teknolojisinin en ileri metodu sayılabilecek servo motor ile redüksiyonlu direkt sürme teknolojilerdir. Bu noktada metot ne olursa olsun ana amaç tamburun daha önceden belirlenmiş olan istasyon sayısına uygun şekilde her bir komutta bir istasyon değişimi sağlanmasıdır. Genel itibariyle metot daha çok hareketin süresi ve durağanlığını belirlemekte değişiklikler arz etmektedir. Yukarıda da belirtildiği üzere günümüzdeki yenilikçi üreticiler, çağımızın teknolojisi sayılabilecek servo tahrikli sistemlerini, gerek programlanabilir torklar gerekse pozisyonlama hassasiyetleri nedeni ile tercih etmektedir (Şekil I.21).



Şekil I.21 Tambur Döndürme Teşkilatı Algılayıcı Sistemi

I.5.3.3. Tambur kilitleme sistemleri

Tambur sistemlerindeki son ve en önemli mekanik yapı ise istasyonlardaki sabit tutma metodudur. Tamburların işlem zamanı olarak adlandırılan fener millerinin talaş kaldırmak için uyguladığı kuvvet uygulama zamanında, tamburun kuvvetlerden etkilenmeden sabit pozisyonda durması oldukça önemlidir. Her ne kadar servo motorlarla tahrik edilmiş yapılarda motorun pozisyonda kalabilme yeteneği iyi olsa da buradaki fener milleri üzerinde bağlı olan kesici takımlar tarafından parçalara uygulanan çoklu kuvvetler karşısında titreşimsiz olarak durabilmesi için kilit mekanizmasına ihtiyaç duymaktadır. Hidrolik ve pnömatik kremeyerli ya da kurma kollu sistemler de ise zaten kilitleme sistemi bir mecburiyettir. Burada kilitleme aynı zamanda pozisyonlama içinde önemli bir mekanik yapıyı oluşturmaktadır. Bu noktada da genel olarak üreticiler arasında 2 farklı metot benimsenmiştir. Birincisi, indeks dişli ile kilitleme ve pozisyonlama sistemi, ikincisi ise konik pimle pozisyonlama sistemidir.

İndeks dişli sistemi ile pozisyonlama daha fazla tercih edilen daha güvenli ve uzun ömürlü bir yapıdır. Burada erkekli dişili bir birine hem yüz edilmiş iki dişli grubu, her istasyon atlayışta hidrolik ya da pnömatik bir itici ile birbirinden ayrılmak ve geri

sıkılmak prensibi ile çalışmaktadır. Dişli her istasyon atlatma işleminde birbirinden ayrılarak döndürölme işlemini gerçekleştirir gerçekleştirmez tekrar pozisyonuna hassas bir şekilde sıkılmaktadır ve dişli yapı sayesinde hidrolik ya da pnömatik baskı ile kilitleme sağlanmış olmaktadır. Bu noktada, tamburun pozisyonlamasındaki talep ya da ihtiyaç ne ise o hassasiyetle doğru orantılı hassas taşlanmış veya yalnızca diş açılmış indeks dişliler kullanılmaktadır. Sonuç olarak unutulmamalıdır ki transfer edilen parçalar tambur üzerinde sıralı işlemlere tabi oldukları için tambur bölüm dairelerinde bulunan en ufak hatalar dahi işlenecek parça üzerindeki talaş kaldırma toleransını genişletecektir. Bu durum genellikle istenmeyen bir durumdur.

Konik pimli pozisyonlama ve kilitleme metodu ise genel itibariyle talaş kaldırma ölçü toleransları daha geniş parçalarda tercih edilen bir mekanik sistemdir. Bu metodun genel çalışma prensibi daha önceden açılmış bir konik deliğe tamburun her istasyon atlayışında bir erkek konik pimin yuvaya itilmesi şeklindedir. Bu metodun indeks dişli metoduna nazaran avantajı dişli sistemde tamburun her dönüşünde dişliden ayrılması için bir tahrike ve bu tahrikin süresince de beklemeye ihtiyaç duymasındır. Bu da pimli sistemde çalışan bir tambura göre bir miktar daha yavaş çalışması anlamına gelmektedir. Dezavantajı ise pimin indeks dişliye nazaran sürtünme yüzeyinin fazla olmasından dolayı çok daha hızlı aşınmasıdır. Bu da özellikle kuvvet gerektiren parçalar için metodun uygulanabilirliğini azaltmaktadır. Ayrıca pozisyonlama hassasiyeti olarak da taşlanmış bir indeks dişliye nazaran pimle pozisyonlama çok daha geniş bir toleransta çalışma dezavantajına sahiptir. Genel kabuller taşlı ve hassas bir indeks dişli ile her bir bölüm dairesinde milimetrenin binde ikisine varan tekrarlama hassasiyetlerine ulaşılabilirdiği gözlemlenmektedir. Bu noktada pimli metotlarda en dikkatli ve hassas üretimlerde dahi milimetrenin yüzde dördü ya da beşi gibi hassasiyetlerin altına inmenin oldukça zor olduğu gözlemlenmektedir. Buna ek olarak pimli sistemlerin indeks dişli sistemlere nazaran hassasiyet kaybı olmaksızın çalışma ömürleri çok daha azdır. Çalışma ömrü ile ilgili farkın tambur çapı, istasyonu ve boyutu arttıkça açıldığı da gözlemlenmektedir.

I.5.3.4. Tambur yataklama sistemleri

Tamburların tezgaha tutturulması yani yataklanması tek taraftan silindirik yataklamalı sistemler ve çift taraflı silindirik yataklamalı sistemler olmak üzere iki farklı şekilde olabilmektedir. Bu noktada genellikle üreticilerin tercihleri ön plana çıkmakla birlikte genelde tambura uygulanacak kuvvetlerin boyutları arttığında çift taraflı yataklama kullanılmaktadır. Tambur üzerinde görev yapan ayna vb. muhtelif tutucu sistemlerinin ihtiyaç duyduğu hidrolik ya da pnömatik tahrikler bu yataklamalardan tambur gövdesine dağıtılmaktadır.

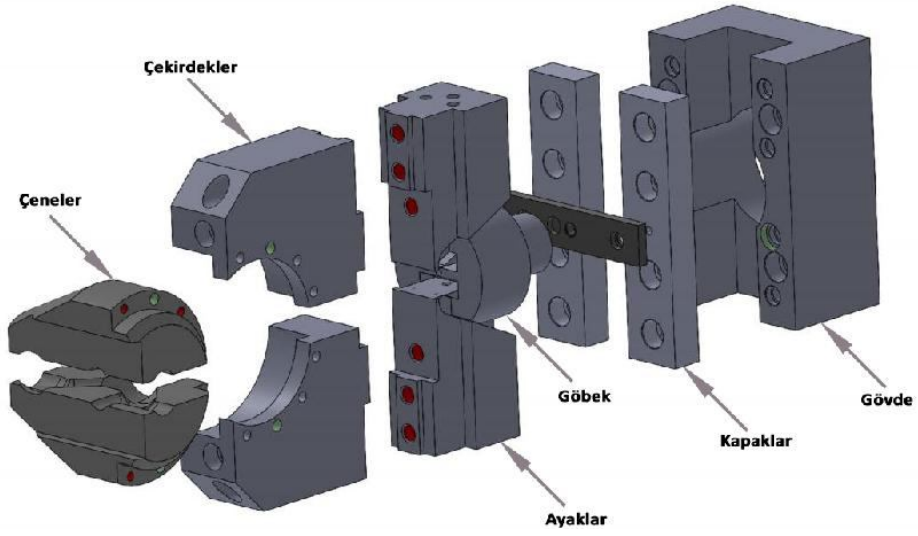
I.5.4. Aynalar ve çeneler

I.5.4.1. Ayna ve çenelerin genel tanımı

Transfer makinelerinde parçaların gerekli talaş kaldırma işlemlerinin gerçekleşmesi sırasında sabit bir konumda durması aynalar ile mümkündür. Aynalar parçaların yapısına göre seçilmekte olup birçok farklı çeşit yapılara sahip olabilmektedirler. Çene olarak belirtilen kısım ise aynaya bağlanan, parça figürüne simetrik olacak şekilde işlenmiş tutucu yumuşak ayaklardır. Aynalar ve çeneler tutucu grubu olarak isimlendirilir.

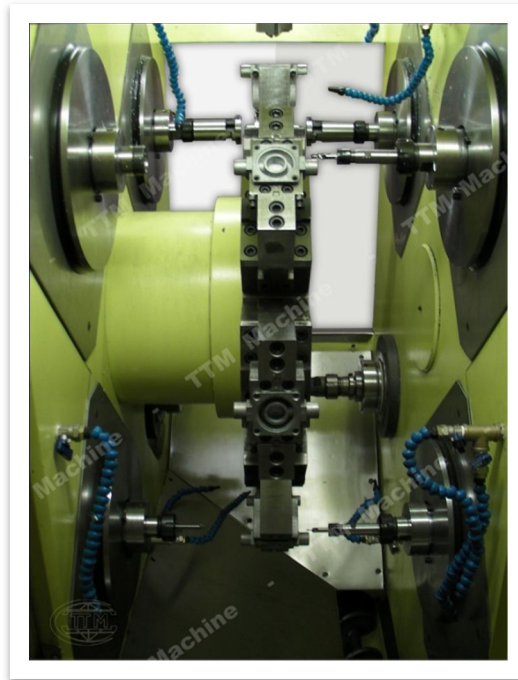
Tutucu grupları transfer makinelerinin genel doğasında bulunan parçaya özel üretim geleneği gereği, tasarım safhasında parça tipine, hammaddesine, figürüne ve işlem gerekli eksenlerine bağlı olarak tercih edilmektedir.

Transfer makinelerinin yüksek adetli seri üretimler için üretilen makineler olmasından ötürü parçaların tezgaha çok hızlı ve kolayca yerleştirilebilmesi birincil koşuldur. Bu nedenle operatörlü ya da robotik otomasyonlu sistemlerde çoğunlukla en sade ve besleme hatalarını mümkün olduğunca en aza indirebilecek metotlar kullanılmaktadır. Bu bağlamda, genellikle çeneler içine üç boyutlu olarak parça figürleri işlenir, böylece parçanın çeneler arasında sıkılması esnasında ufak tefek konumlandırma hataları bulunsu dahi bu hatalar minimize edilmiş olur. Şekil I.22’de tutucu grubu elemanları gösterilmektedir.



Şekil I.22 Tutucu Grubu Elemanları

Tüm transfer makinelerinde tutucu grupları tamburun istasyon sayısına eşit sayıda bulunmaktadır. Her bir istasyonda bir tutucu grubu bulunması sayesinde tamburun her bir bölüm dairesi hareketinde işlemleri tamamlanan parçanın tezgahattan alınması ve her çevrimde yeni ham parçanın bağlanması ile tekrar eden üretim sürecinin devamlılığı sürdürülmektedir (Şekil I.23).



Şekil I.23 Tambur, Çene ve Aynalar

I.5.4.2. Ayna grubu tipleri

Genel olarak paralel eksenle, merkezde sıkma yapan, çift ayaklı ayna grupları transfer tezgahlarının %80'inde tercih edilen tutucu grubunu temsil etmektedir. Bu ayna yapısı gerek sade ve kullanışlı tasarımı gerekse her bir aynanın yalnızca bir çift çeneye ihtiyaç duyması gibi sebebiyle işlevseldir.

Bazı durumlarda birbirine 120° lik açılarda yerleştirilmiş 3 ayaklı ayna grupları veya nadiren birbirine 90° açı ile konumlandırılmış 4 ayaklı ayna grupları da parça tutma ihtiyacına göre tercih edilebilmektedir.

Çok özel bazı durumlar için ise kendine çekmeli mekanik kurma kolları bulunabilen tamamen parçaya özel fikstür tasarımları da transfer tezgahlarında görülebilecek tutucu gruplarındandır.

I.5.4.3. Aynalarda tahrik sistemleri

Aynaların aç kapa işlemini sağlayan tahrik sistemleri pnömatik veya hidrolik olmak üzere iki çeşittir. Çeşitli boyutlarda olabilen bu aynalar, parçanın yapısına uygun boyutlarda seçilerek tutumun sağlıklı olarak gerçekleştirilmesini sağlayacak şekilde tercih edilmektedir. Bu noktada pnömatik tahrikli ayna grupları sıkma kuvvetinin düşük olduğu fakat parça tutumundaki aç kapa sürelerinde hızlı olunması gerektiği durumlarda tercih edilmekte olup daha fazla sıkma kuvveti gerektiren parçalar için hidrolik tahrikli ayna grupları tercih edilmektedir.

I.5.5. Üniteler

Üniteler, makinede işlenecek olan malzemenin üzerindeki işlem gereksinimlerine göre seçilen, frezeleme, delik delme, dış çekme, kanal açma, pah kırma, raybalama, mikroler çekme, form oluşturma gibi çeşitli operasyonları gerçekleştiren farklı tiplerdeki CNC transfer makinesi elemanlarıdır.

CNC transfer makinelerinde kullanılan ana üniteler; matkap ünitesi, dış çekme ünitesi, açar kafa ünitesi, işleme merkezi ünitesi şeklinde sıralanabilir.

1.5.5.1. Matkap Ünitesi

Matkap ünitesi tek eksenli hareket ile fener mili üzerinde bulunan takım ile kesme ve yontma işlemleri gerçekleştiren ünedir. Bu tip ünite de fener mili için gerekli döner hareket, genellikle bir kayış veya zincir ile birbiriyle ilişkilendirilmiş AC, DC ya da Servo Motor kullanılarak sağlanır. Eksenel hareket içinse vidalı mil somun grubuna bağlanmış bir servo motor hareketi sağlar. Bu üniteler yataklama olarak silindirik ya da kızaklı yapıda üretilmektedirler. Bu silindirik yataklama çapı ya da kızak ebatları ihtiyaç olan momentlere uygun olarak ölçeklendirilmektedir. Fener mili konikleri de yine bu momente ve ihtiyaç duyulan hassasiyetlere uygun olacak şekilde, direkt pens bağlantı, HSK, veldon, ISO vb. tiplerde olabilmektedir.

Bu ünite ile delme, alın düzeltme, iç ya da dış pah kırma, raybalama, mikroler ile mikroler çekme, form takımlar ile form oluşturma gibi tek eksenli hareket ile yapılabilecek işlemler gerçekleştirilmektedir.

1.5.5.2. Dış çekme ünitesi

Dış çekme ünitesi tek eksenli hareket ile fener mili üzerinde bulunan kılavuz ya da pafta ile dış çekme işlemi gerçekleştiren ünedir. Bu ünite de kılavuz ile delik içi dişler, pafta ile dış çap dişleri oluşturulur. Bu tip ünite de fener mili için gerekli döner hareket, direkt fener miline akupile edilerek ya da servo motorun bir kayış veya zincir ile bağlanması şeklinde gerçekleştirilir. Eksenel hareket ise, vidalı mil somun grubuna bağlanan servo motor aracılığıyla sağlanır. Bu üniteler yataklama olarak silindirik ya da kızaklı yapıda üretilmektedirler. Bu silindirik yataklama çapı ya da kızak ebatları ihtiyaç olan momentlere uygun olarak ölçeklendirilmektedir. Fener mili konikleri de yine bu momente ve ihtiyaç olan hassasiyetlere uygun olacak şekilde, direkt pens bağlantı,

HSK, veldon, ISO vb. tiplerde olabilmektedir. Bu ünite platform olarak matkap ünitesini temel almaktadır. Aralarındaki ana fark dış çekme ünitesinde fener mili eksen servo olmak zorundadır. Fener mili ucuna bağlanan kılavuz ya da paftanın dış hatvesini oluşturmak için eksen servo motoru ile fener mili servo motoru kusursuz biçimde senkron çalışmak zorundadır.

I.5.5.3. Açar kafa ünitesi

Açar kafa ünitesinde iki eksenli hareket ve fener mili dönüşü ile delik delme, kanal açma, pah yapma işlemleri gerçekleştirilir. Bu tip ünite de fener mili için gerekli döner hareket, AC, DC ya da servo motorun bir kayış veya zincir ile fener miline ilişkilendirilmesi şeklinde sağlanır. Z eksenli hareketi için vidalı mil somun grubuna bağlanmış bir servo motor kullanılır. İkinci eksen olan Y eksenli için ise özel mekanik bir düzenek barındıran yapı üzerinden vidalı mil somun grubuna bağlanmış bir servo motor kullanılır. Z ve Y eksenleri birbirlerine 90 derece açılı şekilde konumlandırılır. Bu üniteler torna tezgahlarındaki döner parça üzerine 2 eksenli taret ucundaki kesici katerlerin işlem yapma mantığında çalışmaktadır. Tek fark parça yerine katerin kendisi dönerek talaş kaldırma işlemlerini gerçekleştirmesidir. Bu üniteler yataklama olarak silindirik ya da kızaklı yapıda üretilebilmektedirler. Bu silindirik yataklama çapı ya da kızak ebatları ihtiyaç olan momentlere uygun olarak ölçeklendirilmektedir. Fener mili kafasında bulunan 2. eksen hareketini sağlayan kaydırıcı genellikle pens ya da veldon tutucuya sahiptir. Çalışma mantığı servo motorların senkron ya da pozisyondan pozisyona bağımsız hareketleriyle talaş kaldırma işlemlerinin gerçekleştirilmesi şeklindedir.

Bu ünite ile delik içi ve dış çaplara kanal açma, alın işleme, dış veya iç çap işleme veya karmaşık yüzey işleme gibi işlemler gerçekleştirilmektedir.

I.5.5.4. İşleme merkezi ünitesi

İşleme merkezi ünitesi 3 eksenli hareket ve fener mili dönüşü ile çoklu delik delme, çoklu dış çekme işlemlerini, frezeleme, delik delme ve dış çekme ünitelerinin üç eksen platformuna adapte edilmesiyle gerçekleştiren ünitelerdir. Bu tip ünitelerde fener mili için gerekli döner hareket, AC, DC ya da servo motorun bir kayış veya zincir ile fener miline ilişkilendirilmesi şeklinde sağlanır. Z eksenli hareketi için vidalı mil somun grubuna bağlanmış bir servo motor kullanılır. X ve Y eksenlerinde vidalı mil somun grubuna bağlanan servo motorlar hareketi sağlar. X ve Y eksenleri genellikle iki kat platform üzerinde lineer kızak ya da sürtünmeli kızak ile birleri üstüne 90 derece konumlandırılmış şekilde üretilmektedirler. Bu iki eksen üzerine bağlanan Z eksenli matkap ünitesinin 3. eksen hareketi ile 3 eksenli çalışabilme kabiliyetine kavuşmaktadırlar. Bu üniteler, X,Y,Z eksenlerinin kontrolör aracılığıyla senkron şekilde ya da pozisyonlardan pozisyona olacak şekilde çalışırlar. Fener mili ekseninin de servo motor ile yönetilmesi halinde kılavuz ya da pafta ile dış çekme işlemlerini de gerçekleştirebilmektedirler. Bu ünitelerinde X,Y ve Z eksen yataklamaları, silindirik ya da kızaklı yapıda üretilmektedirler. Bu silindirik yataklama çapı ya da kızak ebatları ihtiyaç duyulan momentlere uygun olarak ölçeklendirilmektedir. Fener mili konikleri de yine bu momente ve ihtiyaç olan hassasiyetlere uygun olacak şekilde, direkt pens bağlantı, HSK, veldon, ISO vb. tiplerde olabilmektedir.

Bu üniteler ile delme, alın düzeltme, iç ya da dış pah kırma, raybalama, mikroler ile mikroler çekme, form takımlar ile form oluşturma, kılavuz ya da pafta kullanarak dış çekme, yüzey frezeleme, karmaşık yüzey frezeleme işlemleri gerçekleştirilmektedir.

I.5.5.5. Pozisyon çevirme ünitesi

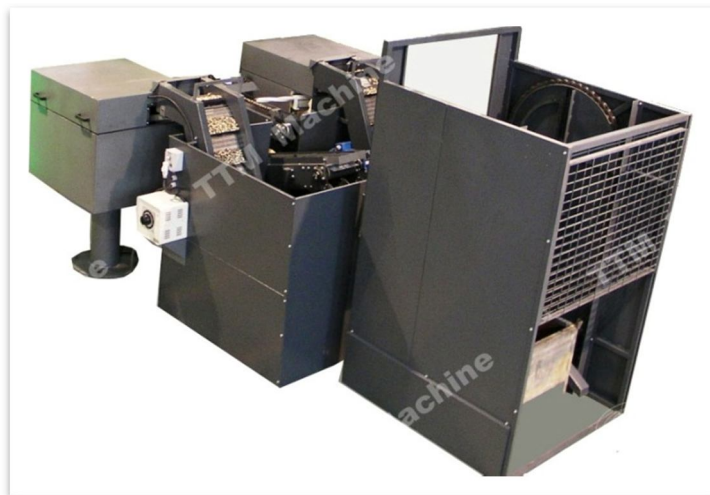
Pozisyon çevirme ünitesi, transfer tezgahı aynası üzerinde bulunan bir parçanın, işlenemez ekseninde bulunan talaş kaldırma işleminin gerçekleştirilebilmesi için, parçanın tutucu içinde çevrilmesi sureti ile tüm talaş kaldırma işleminin gerçekleştirilmesinin sağlanması için kullanılmaktadır. Bu noktada genellikle

malzemeyi çevirerek tutucuya geri koymak için tutulan malzemenin yapısına uygun olacak şekilde özel bir mekanik düzenek üretilmesi gerekir. Sistem pozisyonu değiştirilecek parçanın gerekli istasyona gelmesini takiben tutucu ayna grubunun açılması ve parçanın boşta iken gerekli çevrilme işleminin takibinde aynanın sıkılması şeklinde çalıştırılmaktadır. Bu noktada gerekli pozisyon çevirme işlemi için bazı durumlarda tek eksen servo ile kaydırma yapılırken bazı durumlarda ise iki eksen ile hem döndürme hem de kaydırma işlemleri gerçekleştirilmektedir.

I.6. Malzeme Besleme Ünitesi

I.6.1. Malzeme besleme ünitesi genel tanımı

Seri üretim yapan makinelerde oldukça yüksek adetlerde malzeme işlenmektedir. Robotik otomasyon ile yükleme gerçekleştirilen uygulamalarda malzemenin robot malzeme alma alanına getirilmesi ek uygulamaların olmadığı durumlarda operatörlere oldukça büyük bir iş yükü getirmektedir. Ayrıca otomasyon sisteminin kendi kendine çalışma verimi büyük ölçüde düşmektedir. Bu problemleri çözmek için uzun saatler boyunca malzeme tedariki sağlayan sistemler geliştirilmiştir. Malzeme besleme üniteleri, robotik otomasyonun kesintiye uğramaması için makinelerde işlenecek olan malzemelerin teminini sürekli olarak sağlayan sistemlerdir (Şekil I.24).



Şekil I.24 Malzeme besleme ünitesi

I.7. Endüstriyel Otomasyon

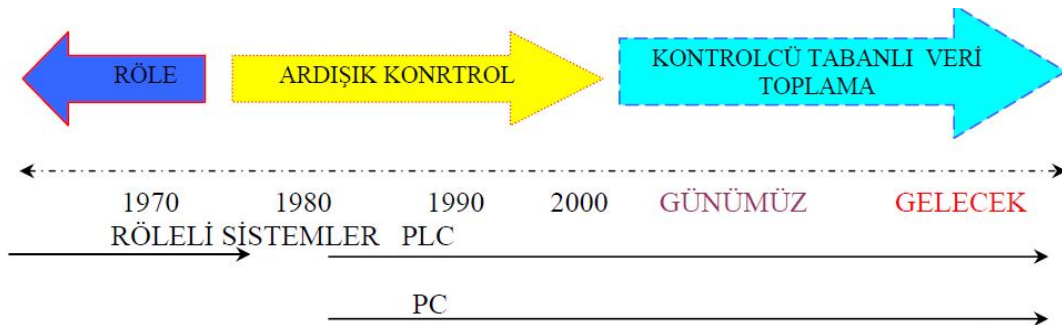
I.7.1. Endüstriyel Otomasyona Genel Bakış

Otomasyon insanların yapmak zorunda oldukları işlerin makineler tarafından yapılması olarak tanımlayabiliriz. Bir otomasyon sisteminde toplam işin insan ile makine arasında paylaşım yüzdesi ise otomasyonun seviyesini belirler. İnsan gücünün yoğun olduğu otomasyon sistemleri yarı otomasyon, makinenin yoğun olduğu sistemler ise tam otomasyon olarak adlandırılır.

Otomatik kontrol uygulamaları ilk olarak sistemlerde rölelerin ve elektronik kartların kullanımı ile başlamıştır. Bu sistemler esnek olmayan, maliyetli, karmaşık yapıda sistemlerdi. Bu sorunları çözmek amacıyla PLC (programlanabilir mantıksal denetleyiciler) ve Scada (veri tabanlı gözetleme ve kontrol sistemleri) geliştirilmiştir. Bu sistemler gelişimlere kolay adapte edilebilmeleri, verileri hafızalarında saklayarak değerlendirebilmeleri ve raporlamaları gibi önemli üstünlüklere sahiptirler. Günümüzde pek çok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadırlar[15].

Endüstride otomasyon, günümüzde kaliteli, düşük maliyetli, hızlı ve esnek sistemleri ile üretim süreci gerçekleştirmeyi sağlayan en önemli etkenlerden biridir.

Endüstriyel tesislerde denetim sistemleri ilk kez 19. yüzyılın sonlarına doğru kullanılmaya başlanmıştır[1]. Bu konu günümüzde neredeyse tüm sanayi kollarında karşımıza çıkmakta ve ne derece önemli olduğunu hissettirmektedir. Şekil I.25'te endüstriyel otomasyon süreçleri görülmektedir.



Şekil I.25 Geçmişten Günümüze Endüstriyel Otomasyon Süreçleri[1]

Endüstriyel otomasyon uygulamaları gelişen teknoloji ile birlikte oldukça karmaşık yapıda olabilmektedir. Mikro işlemci tabanlı bir kontrolör tarafından yönetilen makine, cihaz ve ekipmanların yelpazesi genişlemektedir. Bu yelpazedeki tüm elemanlar otomasyon bileşenleri olarak adlandırılabilirler. Günümüzde endüstriyel otomasyon uygulamalarının bileşenleri genel olarak Şekil I.26’da gösterilmektedir[16].



Şekil I.26 Üretim Süreçleri Otomasyonu [14]

I.7.2. Programlanabilir mantıksal denetleyiciler PLC

Programlanabilir mantıksal denetleyiciler PLC, lojik, sıralama, sayma, veri işleme, karşılaştırma ve aritmetik gibi fonksiyonları programlama desteği sağlayan, buna göre girişleri değerlendirip, çıkışları atayan, bellek, giriş/çıkış, CPU ve programlayıcı bölümlerinden oluşan seri olarak üretilmiş universal kumanda ve sayısal kontrol elemanlarıdır. Bütün kumanda problemlerinin çözümünde mantık işlemleri, bellek fonksiyonları, zaman ve sayıcı gibi elemanlara ihtiyaç vardır. Bunlar PLC' lerde üretici firmalar tarafından hazır olarak sunulmuş durumdadır. Tablo I.2'de kontrol sistemlerin avantajlarının karşılaştırılması gösterilmektedir [16,1].

Tablo I.2 Kontrol Sistemlerin Avantajlarının Karşılaştırılması[17]

Sistemler				
Özellik	Röle Sistemleri	Bilgisayarlar	PLC Sistemleri	Mikroişlemci
Fonksiyon başına düşen maliyet	Çok düşük	Yüksek	Düşük	Düşük
Fiziksel Ölçütleri	Çok büyük	Küçük	Çok Küçük	Küçük
Çalışma Hızları	Yavaş	Çok hızlı	Hızlı	Hızlı
Gürtültüye Karşı Direnç	Çok iyi	Kötü	İyi	Kötü
Sistemi tasarlamak için gerekli süre	Fazla	Çok Fazla	Az	Çok Fazla
Sistemi kurmak için gerekli süre	Fazla	Az	Çok az	Fazla
Karmaşık sistemler için	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli
Sistemde değişim yapılması	Çok zor	Zor	Çok Basit	Çok zor
Bakım ve arızalı parçanın değişimi	Zor	Zor	Kolay	Zor

I.7.3. Hareket ve eksen kontrolü

CNC sistemlerdeki en önemli ve hassas hareketler motorlar tarafından yapılır. Motorların hareketleri sürücüler tarafından kontrol edilir. Gelişen sürücü teknolojisi karmaşık algoritmaların kurulabilir hale gelmiş ve bu sayede oldukça kompleks işlemlerin hatasız şekilde sürücüler ile gerçekleştirilmesi mümkün olabilmektedir[17].

I.8.Endüstriyel Robotlar Ve Robot Teknolojisi

I.8.1.Robotun tanımı

Webster sözlüğünde robot, “genellikle insanların gerçekleştirdikleri işlevleri yerine getiren otomatik araçlar” olarak tanımlanmaktadır. Robotun, Amerika Robot Enstitüsü tarafından yapılan tanımı ise, “malzemelerin, parçaların ve araçların hareket ettirilebilmesi için tasarlanmış olan çok fonksiyonlu ve programlanabilir manipülatör veya farklı görevleri yerine getirebilmek için değişken programlı hareketleri gerçekleştirebilen özel araç ”şeklindedir.

Robotlar, bugün mevcut olan otomasyon sistemlerinden sadece birini oluşturmalarına rağmen en esnek otomasyon sistemi olma özelliğine sahiptirler[18,19,20,21].

I.8.2.Endüstriyel robotlar

Endüstriyel robotlarla TS EN ISO 8373 standardının yaptığı tanıma göre “Manipülasyon yapan sanayi robotları– Robot” başlığı altında şu şekilde ifade edilmiştir. “Sanayide otomasyon uygulamalarında kullanılmak amacıyla, bir yere sabitlenen veya mobil olan, otomatik olarak kumanda edilen, tekrar programlanabilir, çok amaçlı üç veya daha çok eksenle programlanabilir manipülatör.” Manipülatörün tanımı ise ilgili standartta şu şekilde belirtilmiştir, “Mekanizması, genellikle birbirine uyumlu veya eklenmiş bir seri parçadan oluşan; cisimleri (parça veya takımları)genellikle bir kaç serbestlik derecesinde tutmak ve\veya hareket ettirmek amacıyla kullanılan makine” şeklindedir.

Robot tanımında kullanılan terimlerin (gerekliklerin) detaylı açıklamaları ise şöyledir:

- Tekrar programlanabilme, fiziki değişiklik olmaksızın programlanmış hareketlerinin veya yardımcı fonksiyonlarının değişebilir olması (TS EN ISO, 1999).
- Çok amaçlılık, fiziki değişiklik yapılarak değişik uygulamalara uyarlanabilme kabiliyeti (TS EN ISO, 1999).
- Eksen, robotun doğrusal veya dairesel hareketini belirlemekte kullanılan terim [18,21,22,23].

I.8.3.Endüstriyel robotların tarihsel gelişimi

Günümüzde yaygın olarak kullanılan endüstriyel robotlar ilk defa II. Dünya Savaşı sırasında radyoaktif malzemelerle çalışırken geliştirilmiş olan teleoperatörlerin ortaya çıkmasıyla kullanılmaya başlanmıştır. Teleoperatörler ile uzaktan yönlendirilen robotlar sayesinde insan için tehlikeli olabilecek ortamlarda (radyoaktif malzemelerle çalışma)

veya insanın kolaylıkla erişemeyeceği yerlerde (denizaltı ve uzay çalışmaları) çalışma olanağı sağlanmıştır.

1950'li yıllarda otomasyonun, elektroniğin ve haberleşmenin gelişmesi ile birlikte robot teknolojisinde büyük gelişmeler yaşanmıştır. İlk yapılan robotlar sadece kısıtlı bazı komutları yerine getirebilirken, günümüzdeki endüstriyel robotik sistemler, çalıştırılması istenen alan üzerindeki gerekli pozisyonlara bir program dahilinde yüksek hassasiyette gidebilen, çevre ekipmanlarından aldıkları giriş değerlerini işleyerek program içinde belirtilmiş olan işlemleri yapabilen, belirli bir referans noktası ve koordinat sistemi kullanımıyla gitmesi gereken pozisyonları hesaplayabilen sistemlerdir. Tüm bu sebeplerden dolayı endüstride robotik otomasyon uygulamaları günden güne yaygınlaşmaktadır[24].

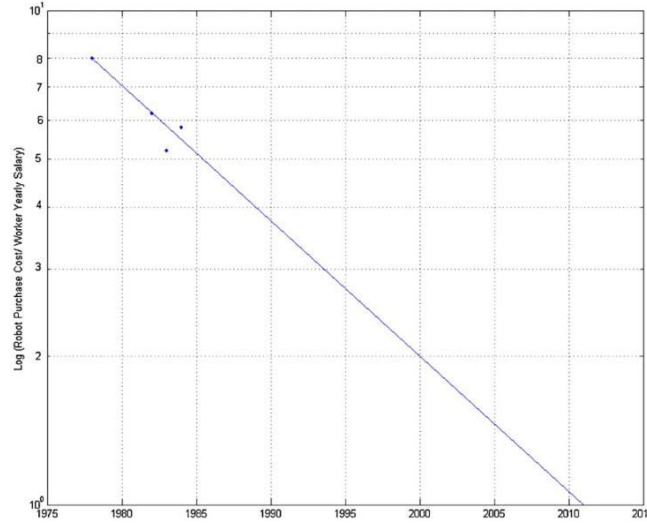
I.8.4.Endüstriyel robotların kullanım amaçları

Endüstriyel robotların temel kullanım amacı, üretim maliyetlerini düşürürken üretkenliği ve üretim kalitesini arttırmak, yapılması zor olan, insana fiziksel olarak zarar veren yorucu işlerde, sağlıksız ve zararlı ortamlarda (kimyasal madde, yüksek ısı, yüksek gürültü, titreşim, vs. bulunan) çalışmayı gerektiren uygulamalarda insanın yerine makine kullanmaktır. Bunların dışında daha esnek üretim yapabilmesi, üç vardiya boyunca aralıksız çalışabilmesi, insana göre daha fazla yük kaldırma kapasitesinin olması, tekrarlı işlerde insana göre daha stabil kalması gibi özellikleri de robotik otomasyon kullanımının endüstride yaygınlaşmasının sebeplerindendir[24,25].

I.8.5.Endüstriyel robotların alım oranı ile ilgili bir araştırma

Zaman içinde endüstriyel robot üreticilerinin sayısının artması ile robot fiyatları firmalar için oldukça ulaşılabilir seviyeye inmiştir. Norveçli endüstri işçilerinin ortalama maaşları ile endüstriyel Cincinnati Milacron T3 robot fiyatının oranı 1975 ile 2015 yılları arasındaki değişimi Şekil I.27'de gösterilmektedir. Şekilden de anlaşılabileceği üzere birçok firma için işçi çalıştırmak yerine robot alımı yapmak daha cazip hale

gelmiştir. Gelecekte düşük parça maliyetleri ve verimliliğin artmasıyla robot kullanımının daha da artacağı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir[26].

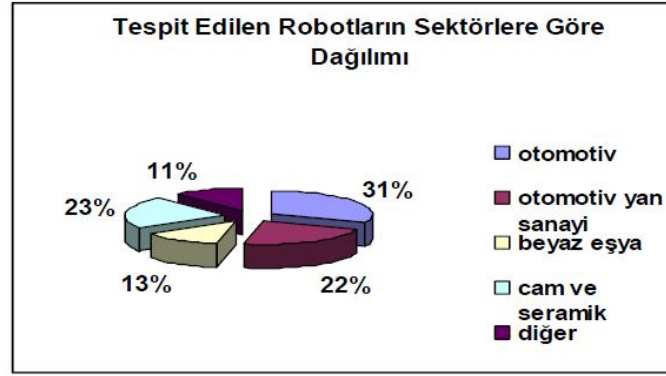


Şekil I.27 Cincinnati Milacron T3 Robot Fiyatının Değişim Oranları[27]

I.8.6.Endüstriyel robotların kullanıldığı alanlar

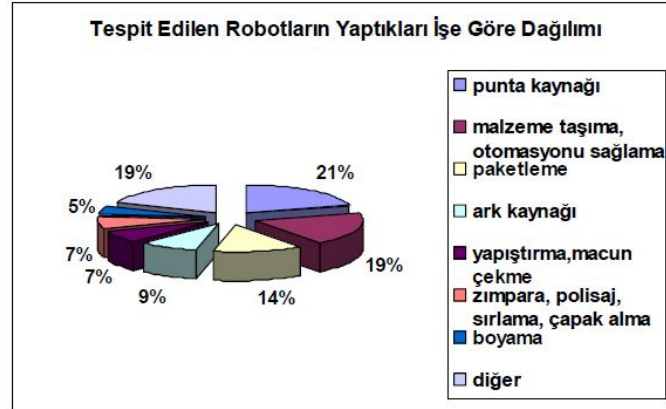
Robotlar gün geçtikçe daha fazla alanda kullanılmaktadır. Başlıca robot kullanım alanları olarak; kalıplama, yapıştırma, çeşitli kaynaklar, boyama işlemleri, metal kesme, parlatma, lehimleme, taşlama, delik açma, öğütme, perçinleme ve zımparalama olarak sıralayabiliriz[24].

Yapılan araştırmaya göre robot kullanımının en çok görüldüğü sanayi kolu %31 ile otomotiv, bunun ardından %23 ile cam ve seramik, %22 ile otomotiv yan sanayi, %13 ile beyaz eşya ve %11 ile de diğer sanayi dalları yer almaktadır. Robotların sektörlere göre dağılımı Şekil I.28’de gösterilmektedir[16].



Şekil I.28 Robotların Sektörlere Göre Dağılımı

Robotlar en çok %21 oranla nokta kaynağı yapmak için kullanılmaktadır, bunun ardından %19 ile malzeme taşıma otomasyonu sağlama, %14 ile paketlenme, %9 ile ark kaynağı, %7 ile yapıştırma ve macun çekme, yine %7 ile zımpara, polisaj, sırlama ve çapak alma, %5 ile boyama ve % 19 ile diğer kullanım yerleri bulunmaktadır. Robotların yaptıkları işe göre dağılımı Şekil I.29’da gösterilmektedir.



Şekil I.29 Robotların Yaptıkları İşe Göre Dağılımı [16]

Robotlar yaptıkları işlere göre genel olarak kaynak robotu, montaj robotu, döküm robotu, malzeme taşıma robotu, paletleme paketlenme robotu, makineye yükleme boşaltma robotu, yüzey kaplama robotu, lazer kesme robotu, taşlama parlatma robotu ve boyama robotu başlıkları altında toplanabilirler.

I.8.6.1.Kaynak robotu

Endüstride yapılması güç olan kaynak işi robotların gelişimiyle robotlara yaptırılmaya başlanmıştır. Özellikle otomotiv ve beyaz eşya sektörlerinde kullanılmaktadırlar. Günümüzde birçok farklı tipte kaynak işlemi robotlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunlara; ark kaynağı, gaz altı kaynağı, direnç nokta kaynağı, punta kaynağı, TIG kaynağı, saplama kaynağı örnek gösterilebilir (Şekil I.30)[24].



Şekil I.30 Kaynak Robotu

I.8.6.2.Montaj robotu

Montaj robotları başta otomotiv olmak üzere pek çok sektörde montajlama, sökme, değiştirme işlemlerini gerçekleştirmektedirler(Şekil I.31)[24].



Şekil I.31 Montaj Robotu[28]

I.8.6.3.Döküm robotu

İnsan tarafından yapılması oldukça güç olan çok oldukça yüksek derecedeki erimiş metallerin (çinko, alüminyum, bakır, pirinç, kurşun) döküm makinesi kalıbından çıkararak soğutma suyuna bırakma işlemleri için pek çok sektörde kullanılırlar (Şekil I.32)[24].



Şekil I.32 Döküm Robotu[29]

I.8.6.4.Malzeme taşıma robotu

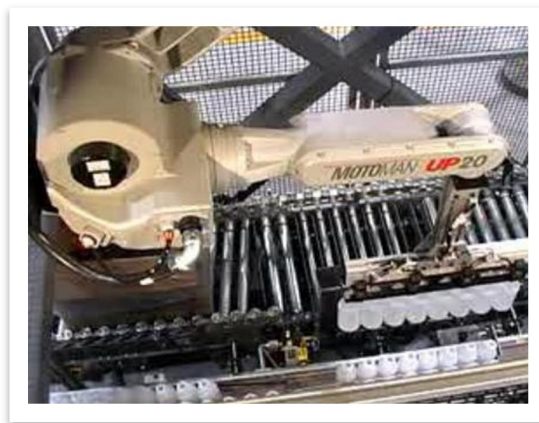
Malzeme taşıma robotları malzemeleri seçme, sıralama, yerleştirme görevlerini yerine getirirler. İnsan için yapılması oldukça güç olan taşıma işlemlerini yaparlar. Şekil I.33'te malzeme taşıma robotu yer almaktadır[24].



Şekil I.33 Malzeme Taşıma Robotu [30]

I.8.6.5. Paletleme, paketleme robotu

Parçaların yükleme, transfer ve paketleme işlemlerinde (Şekil I.34 – I.35),(takım tezgahları, plastik parça imalatı, pres işleri, pres döküm, hassas döküm, dövme, fırınların doldurulup boşaltılması vb.) kullanılan robotlardır. [24]



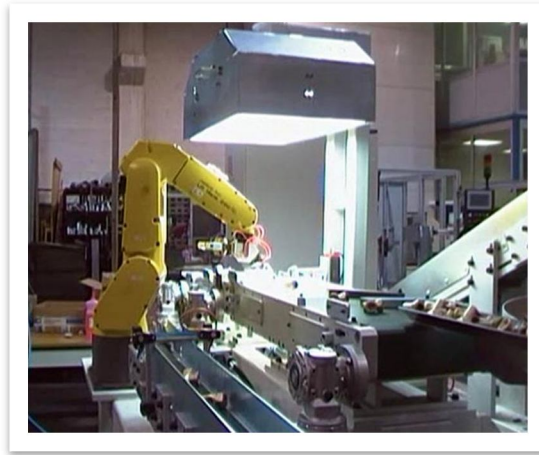
Şekil I.34 Paketleme İşlemi



Şekil I.35 Paketleme Robotu

I.8.6.6.Makineye yükleme boşaltma robotu

Genellikle makinede işlemi tamamlanmış olan malzemenin boşaltılması ve ham malzemenin yüklenmesi işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılırlar (Şekil I.36).



Şekil I.36 Makinede İşleme Robotu[31]

I.8.6.7.Yüzey kaplama robotu

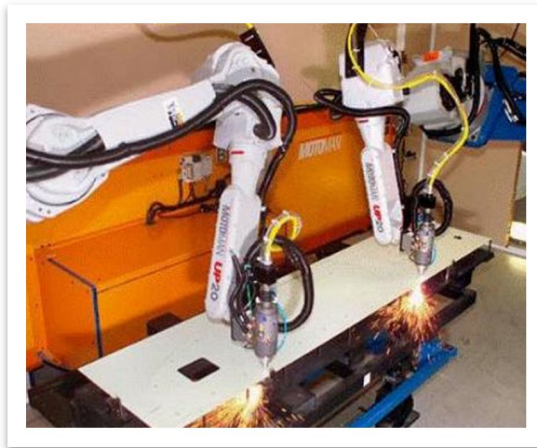
Çok farklı boyut ve geometrideki malzemelerin yapıştırma yüzeylerinin sabitlenmesi, yüzey sertleştirilmesi gibi işlemleri gerçekleştirmek üzere kullanılırlar. Şekil I.37’de yüzey kaplama robotu gösterilmektedir.



Şekil I.37 Yüzey Kaplama Robotu[32]

I.8.6.8.Lazer kesme robotu

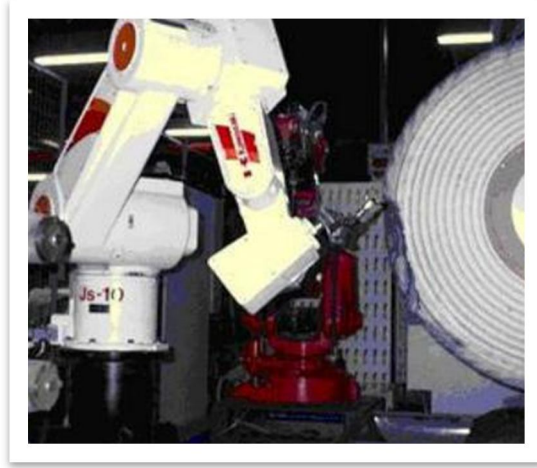
Kesilmesi istenen yüzeylerin programda belirlenmesi ve gerekli kesici aletlerin robot tutucusuna sabitlenmesiyle farklı boyutlardaki metal malzemeleri lazer kesme yöntemiyle kesme işlemlerini gerçekleştirirler (Şekil I.38)[24].



Şekil I.38 Lazer Kesme Robotu

I.8.6.9.Taşlama, parlatma robotu

İş parçası üzerindeki pürüz ve çapakların giderilmesi işini, parlatma ve çapak alma işlemlerini gerçekleştirirler (Şekil I.39)[24].



Şekil I.39 Parlatma Robotu

I.8.6.10.Boyama robotu

Yüzey üzerinde boyanın homojen bir şekilde dağıtarak boyama işlemlerini gerçekleştirirler. Şekil I.40'da otomotiv sanayide kullanılan boyama robotları görülmektedir [24].



Şekil I.40 Boyama Robotu [33]

I.8.7.Tahrik mekanizmalarına göre robotlarının sınıflandırılması

I.8.7.1. Elektrik tahrikli robotlar

Elektrikle tahrik, robotik sistemlerde en fazla uygulanan tahrik tipidir. Bu robotlar hassasiyetlerin ve hızlarının yüksek oluşu, kontrol imkanının kolaylığı, maliyetlerinin düşük oluşu, temiz çalışabilmesi gibi önemli avantajlara sahiptir. Ancak bu robotlar ağır yükleri kaldırmak konusunda zayıf olan robotlardır. Elektriksel tahrik genellikle robotlarda direkt tahrikli olarak uygulanır [18].

I.8.7.2. Hidrolik tahrikli robotlar

Hidrolik tahrikli robotlar büyük güç gerektiren uygulamalarda sıklıkla kullanılırlar. Hidrolik akışkanın sıkıştırılmaz oluşu sebebiyle konum hassasiyetleri oldukça iyidir. Bu sistemler kendinden otoblokajlıdır. Herhangi bir güç kesintisinde valfler kapanarak sistemi son durumunda tutarlar. Ancak bu sistemler hızlarının düşüklüğü, kirli çalışmaları ve kurulum maliyetlerinin yüksekliği gibi dezavantajlara sahiptirler [18].

I.8.7.3. Pnömatik tahrikli robotlar

Pnömatik robotlar yüksek hızda çalışabilmeleri, ucuz olmaları, temiz çalışabilmeleri gibi avantajlarının yanında düşük konum hasiyetinde çalışmaları dezavantajına sahiptirler. Tahrik sistemleri içinde en ucuz olanıdır[18].

I.8.8. Koordinat sistemlerine göre robotların sınıflandırılması

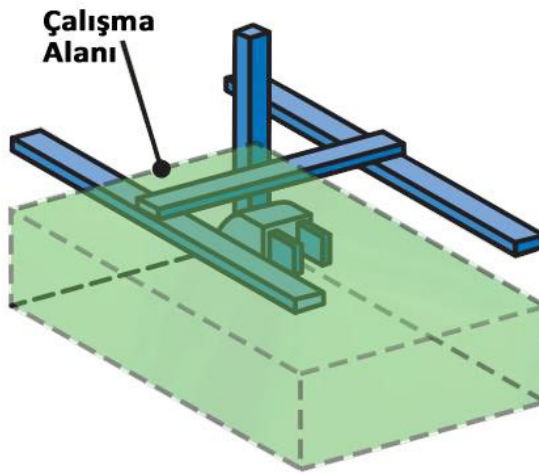
Robotlar koordinat sistemlerine göre, kartezyen koordinat konfigürasyonu, silindirik koordinat konfigürasyonu, küresel konfigürasyonu, scara (robotik sistemi için seçici uyumlu kol) robot kol konfigürasyonu, mafsallı kol konfigürasyonu, paralel koordinat konfigürasyonu olarak sıralanabilirler [24].

I.8.8.1. Kartezyen robotlar

Kartezyen robot konfigürasyonu, kısıtlı hareket serbestine sahiptirler. Hareketli kısımlar X, Y ve Z kartezyen koordinat düzleminde her kolun bir öncekine göre dik açıyla kayması şeklinde çalışırlar. Bu sebeple eğilme bükülme gibi hareketleri yapamazlar. Çalışma alanları kare veya dikdörtgen prizma şeklindedir. Yük taşıma kapasitelerinin diğer robot tiplerine göre daha büyük olmasından dolayı insan gücünün taşıma kapasitesini aşan yüklerin taşınmasında kullanılırlar. Genellikle yük araçlarına, yükleme ve boşaltma işlerinde, fabrikalarda ağır yükleri taşımak amacı ile yaygın şekilde kullanılırlar (Şekil I.41)[18,24,34].

Tahrik sistemlerine göre pnömatik ve hidrolik olmak üzere iki çeşittirler. Pnömatik tahrik sisteminde sahip olanlar daha küçük güçlerde, hidrolik tahrik sisteminde sahip olanlar daha büyük güçlerde çalışabilmektedirler. Hidrolik sistemlerde yağ sızdırma problemleri ortaya çıkabildiği için temizliğin önem arz ettiği alanlarda pnömatik sistemler tercih edilir. Hava tahrikli olan robot tipinde basınçlı hava ve havanın kontrolüne ihtiyaç olduğu için yatırım maliyetleri daha ucuz olup işletim maliyetleri de düşüktür[18,34].

Kartezyen robot uygulaması olarak, punta kaynağı, ambalajlama gibi işlemler sayılabilir.[18,34]



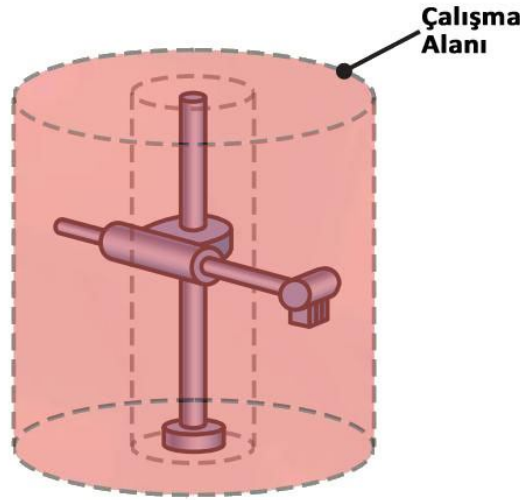
Şekil I.41 Kartezyen Robot[14]

I.8.8.2. Silindirik robot kolları

Silindirik robot kollar, kendi etrafında dönebilen bir mafsallın üzerine monte edilmiş X,Y,Z düzleminde doğrusal hareket edebilen kollardan oluşmaktadır. Şekil I.42’de görüldüğü gibi silindirik bir koordinat sistemine sahiptirler. Robot kolun çalışma alanı silindirik koordinat sisteminde hareket eden kolların uzunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Kartezyen robot kola göre hareket serbestliği daha geniştir.

Silindirik robot kolları, kullanım alanı ve yük taşıma kapasitesine göre hidrolik, pnömatik veya elektrik tahrikli sistemlerle kullanılmaktadır.

Silindir konfigürasyonunun tipik işi nesneleri bir yerden başka bir yere taşımaktır (al ve yerleştir şeklinde) [24].Silindirik robot kollar nemli, rutubetli ve tozlu ortamlarda, deniz altı, uzay gözlem araçlarında ve nokta kaynağı işlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [34].



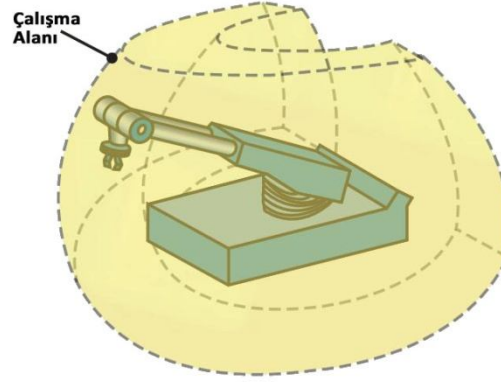
Şekil I.42 Silindirik Robot Kolları[14]

I.8.8.3. Küresel robot kolları

Küresel robot kolları, bel, omuz ve dirsek mafsallarından oluşan bir yapıya sahiptirler. Bel ve omuz mafsalları kendi etrafında dönme hareketi yapabilirken, dirsek mafsalları kola uzama ve kısalma hareketi yapabilmektedir. Bu sayede eğilme bükülme hareketlerini

yapabilmektedirler. Şekil I.43’de görüldüğü gibi küresel bir koordinat sistemine sahiptirler.

Hidrolik tahrik sistemine sahip olan küresel robot kollar, kaynak ve yapıştırma işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [18,24,34].

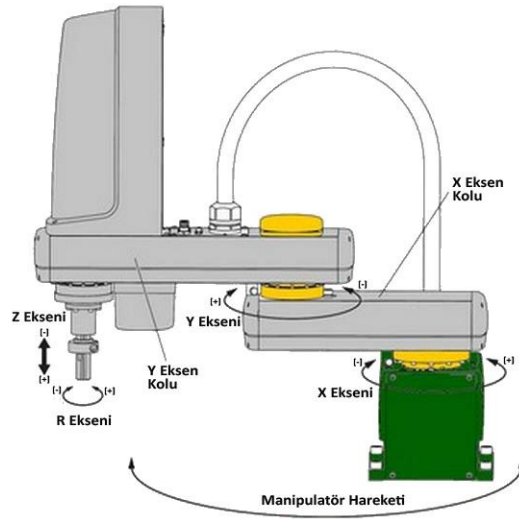


Şekil I.43 Küresel Robot Kolları[14]

I.8.8.4. Scara robot kolları

SCARA terimi “Selectively Copmliant Arm for Robotic Assembly”(Robotik sistemi için seçici uyumlu kol) cümlesinin kısaltılmışıdır[18]. İki eklem yerinde elektrik motoru ve aşağı yukarı hareket edebilen pnömatik koldan oluşmaktadır. Eklemlerdeki elektrik motorları eksenlerin kendi etrafında dönmesini sağlamaktadır. Pnömatik tahrikli kol ise Z ekseninde hareket etmektedir.

Hızlı ve esnek şekilde hareket edebilen bu robot kol en çok elektronik sanayinde, elektronik kartlara malzemelerin montajını gerçekleştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda tutma ve taşıma işlerinde maliyetinin ucuz olmasından ve programlanmasının kolay olmasından dolayı şu anda sanayide en çok kullanılan robot olmuştur. Bu robot kol Şekil I.44’de gösterilmektedir [24,34].

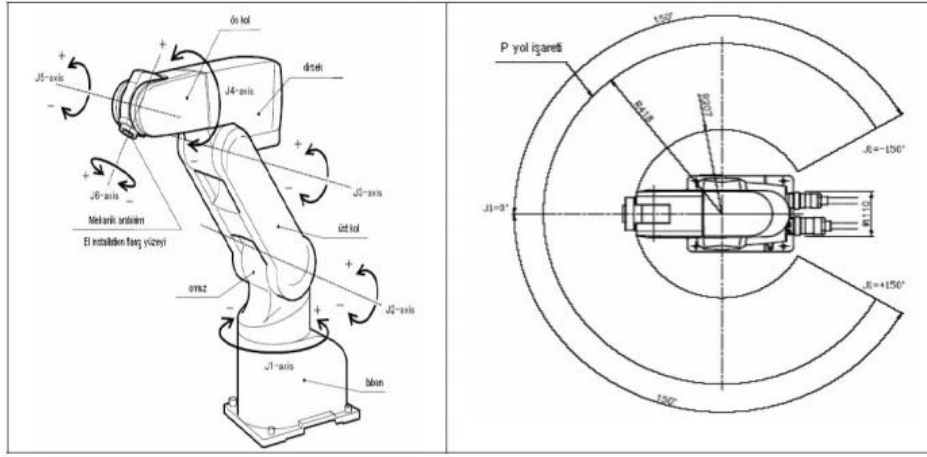


Şekil I.44 Scara Robot Kolları[35]

I.8.8.5. Mafsallı robot kolları

Mafsallı robot kolları insan koluna benzer şekilde omuz, dirsek ve bilek kısımlarından oluşmaktadır. Her kısım mafsallarla birbiriyle birleştirilmiştir[24].

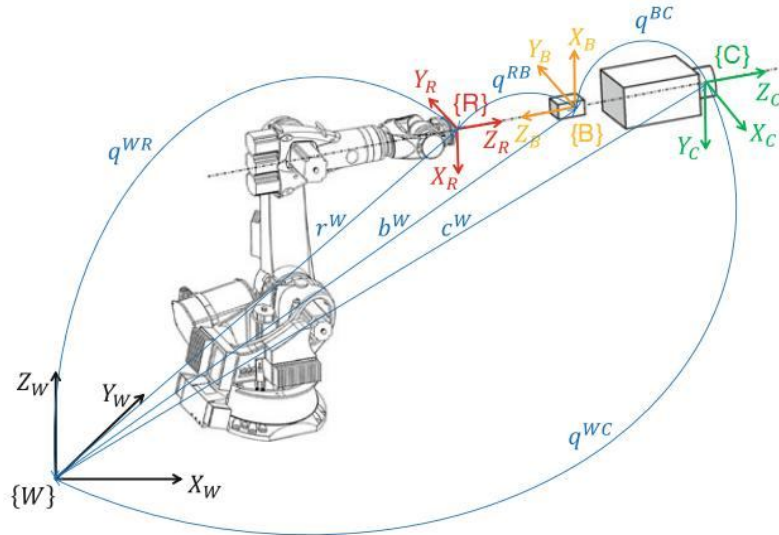
Üretimde en yüksek verimi alabilmek için 5 veya 6 mafsallı robot kollar kullanılmaktadır. Bunun dışında yapılacak uygulamanın niteliğine göre robot kolun eksen sayısı tercih edilmektedir. Uygulanan işlemler karmaşılaştıkça mafsal sayısının artması gerekmektedir. Mafsal sayısının artması robotun hareket serbestliğini artırmaktadır. Bu robotlarda her mafsal servo motorlarla kontrol edilmektedir. Mafsallarda bulunan motorlar 12–24 V. gerilim ile beslenmektedir. Kol üzerindeki her mafsal X,Y,Z eksenlerinde hareket edebilmektedir. Bu robotların hareket alanları Şekil I.45’de gösterilmektedir. Çalışma alanı içerisinde tanımlanan bir noktaya X,Y,Z koordinat sisteminde veya eksenlerin dönmesi suretiyle gidebilmektedirler. Gidiş rotaları lineer, dairesel veya en kısa yoldan şeklinde olabilmektedir. Diğer robot türlerine göre karmaşık bir yapıya sahip olup, programlanması da diğerlerine göre zordur[24,34].



Şekil I.45 Mafsallı Robot Kollar[24]

Mafsallı Robot Programlama:

Endüstriyel robotlar, kumanda cihazları ile X, Y, Z koordinat sisteminde, döner eksenlerinde, önceden tanımlanan bir alanın X,Y ve Z ve döner A,B,C eksenlerinde veya robotun son eksenine takılmış olan tutucu grubunun X,Y ve Z ve döner A,B,C eksenlerinde hareket ettirilebilmektedirler. Şekil I.46'da hareket eksenleri gösterilmektedir.



Şekil I.46 Hareket Eksenleri

Robot programlarında kullanılan iki tip programlama metodu bulunmaktadır. Bunlar öğretme metodu ve ara yüz ile programlama metodudur [24].

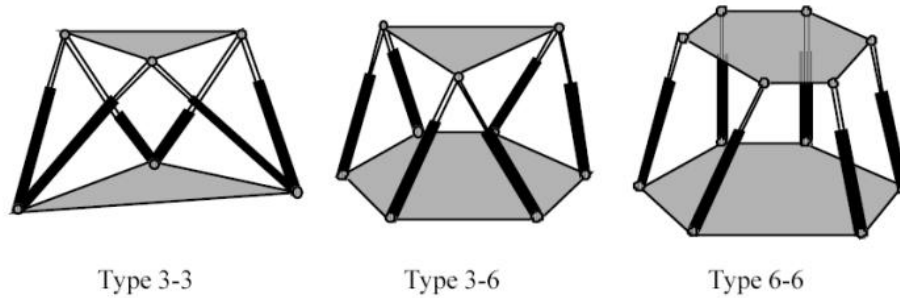
Öğretim yöntemi ile, robotun kumanda cihazı kullanılarak farklı koordinat sistemlerinde robotun hareket ettirilmesi ve istenilen pozisyonun programa kaydedilmesi mümkün olur[36].

Bir diğer yöntem olan ara yüz ile programlama yöntemi ile robota ait olan bir ara yüz programı kullanılarak çevirim dışı olarak pozisyonlar bilgisayar üzerinden ayarlanır ve çevirim içi moda alınarak bilgisayardaki program robotun hafızasına kaydedilir. Bu tip programlama sistemlerinde genellikle yine robota ait olan bir simülasyon programı kullanılır. Bu simülasyonda robot ve üç boyutlu olarak bilgisayarda çizilmiş olan çevre birimleri yerleştirilerek pozisyonları yaklaşık olarak doğru şekilde tanımlamak mümkün olur.

I.8.8.6. Paralel robotlar

Paralel robotlar diğer robot türlerinden farklı olarak kapalı kinematik zincir yapısına sahiptirler. Bu tip robot konfigürasyonları Şekil I.47’de görülmektedir. Eklem yapısı seri olmadığından oluşabilecek hatalar sadece o bağlantıya etki ederler. Daha rijit bir konstrüksiyona sahip olmasından ötürü yüksek hızlarda pozisyonlama hassasiyeti oldukça iyidir[34].

Birden fazla paralel bağlantı sayesinde daha hafif yapılarla maksimum yükler taşıyabilirler. Bu sebeple genellikle ağır yüklerin taşınması gereken uygulamalarda yaygın olarak kullanılırlar[34].



Şekil I.47 Paralel Robotlar

I.8.9. Uç elemanları

I.8.9.1. Tutucular

Tutucular, iş parçası veya takımı bulunduğu noktadan alıp tasarlanan noktaya ulaştırmayı veya iş parçası üzerinde farklı tiplerde işlemlerin yapılmasını sağlarlar. Otomasyon uygulamalarda tutucular, sistem performansını, hassasiyetini ve esnekliğini önemli ölçüde etkilerler. Özellikle yerleştirme tertibatlarında ve besleme sistemlerinde kullanılırlar.

Temel işlevleri arasında belli bir geometriye sahip nesnelerin tutulması, sıkılması ve serbest bırakılması sayılabilmektedir. Tutucuların belirlenmesinde, malzemenin biçimi, mukavemeti, tutma yüzeyi, bırakma alanı, çalışma hızı ve ivmesi gibi etkenlerin doğru değerlendirilmesi önemlidir. Tutma işlemi robotun yapacağı işe bağlı olarak pnömatik tutucuyla veya bir elektrik motorlu tutucuyla gerçekleştirilebilir. Bazen ise kaynak makinesi veya vida sıkma aparatında olduğu gibi robot kolun ucuna iş makinesi direk olarak bağlanabilmektedir.

Tutucuların malzemeyi tutup tutmadığını kontrol etmek için pnömatik basınç valfleri veya algılayıcılar kullanılmaktadır[24].

I.8.10. Çevre birimleri

I.8.10.1. Konveyörler

Konveyörler iş parçalarını bir yerden başka bir yere taşımak amaçlı olarak kullanılırlar. Yapılacak olan uygulamaya göre farklı tiplerde konveyörler kullanılmaktadır. Başlıca konveyör türleri şu şekildedir:

- **Askılı konveyörler:** Genellikle malzeme, yarı mamul ve mamullerin boyama, kurutma ve soğutma işlemlerinde kullanılmaktadırlar.
- **Bantlı konveyörler:** Birçok farklı tipte malzemenin taşınması işleminde sıklıkla kullanılırlar. Maliyetlerinin düşük olması ve bakımlarının kolay olması gibi avantajlara sahiptirler.

- **Zincirli konveyörler:** Zincirli konveyörler mukavemetlerinin yüksek oluşundan ötürü genellikle çalışma şartlarının ağır olduğu uygulamalarda kullanılmaktadırlar. Zincirlerin yataklanma özelliği sayesinde sessiz çalışma ve düşük güçlerle tahrik edilebilme özelliklerine sahiptirler. Yük taşıma kapasiteleri oldukça yüksektir. Bu sebeple genellikle palet taşıma uygulamalarında ve otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılırlar.
- **Teleskobik konveyörler:** Teleskobik konveyörler mekanik veya otomatik olarak ayarlanabilen ebat ve açılarda çalışabilmektedirler. Bu sayede ağır yüklerin taşıyıcı araçlara yüklenmesi veya bu araçlardan boşaltılması uygulamalarında yaygın olarak kullanılırlar. Çift yönlü çalışma olanakları sayesinde kolay, ucuz ve hızlıdır.
- **Rulolu konveyörler:** Rulolu konveyörler tahrikli veya tahriksiz olarak çalışabilmektedirler. Tahrikli olanlar, ağır yüklerin taşınması için uygundur. Fabrika içerisinde makine/montaj hatlarında malzemelerin ve/veya parçaların taşınmasında kullanılırlar. Tahriksiz olanlar ise genellikle montaj hatlarında birbirine yakın istasyonlar arasında itme gücü ile parçaların taşınmasında kullanılır [16].

1.8.10.2. Algılayıcılar

Algılayıcı, fiziksel uyarıya karşı tepki oluşturan ve elektriksel çıkış veren cihazlara verilen genel isimdir. Algılayıcılar elektronik cihazlar ile fiziksel ortam arasında veri alış verişini sağlayan elemanlardır. Elektronik cihaz içindeki program algılayıcılardan gelen elektrik sinyallerini işlenerek bu sinyale verilecek tepkiyi belirler. Bu cihazlar endüstriyel işlem sürecinde kontrol, koruma ve görüntüleme gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Algılayıcılar ölçülen büyüklüğe, ölçülen değerin tipine, çıkış büyüklüğüne, besleme ihtiyacına göre, vb. pek çok etkene göre sınıfa ayırmak mümkündür. Algılayacağı sinyal tipine bağlı olarak, analog algılayıcılar ve dijital algılayıcılar olarak iki guruba ayrılırlar [16].

I.8.10.3. Vibrasyon kazanları

Vibrasyon kazanları, otomasyon uygulamalarında iş parçalarının istenilen konumlarda işlem göreceği yerlere sevk edilmelerini vibrasyon ile sağlayan sistemlerdir. Titreşim ile malzeme eninden biraz geniş kanallarda malzemelerin sıralanmasını sağlarlar. Genellikle büyük boyutlu olmayan metal ve plastik parçalarının iletimi için kullanılırlar. İş parçalarının istenen konumlarda gelmelerini sağlamak için kazan üzerine monte edilen ve istenmeyen konumlarda gelen malzemelerin kazan içine tekrar düşmesini sağlayan engeller kullanılmaktadır. Mekanik yapılarına göre helisel veya doğrusal konveyörler olarak iki gruba ayrılırlar[16].

I.8.11. CNC transfer makinelerinde yükleme boşaltma yapan endüstriyel robot sistemleri

I.8.11.1. CNC transfer makinelerinde yükleme boşaltma yapan endüstriyel robotlarda aranan özellikler

Seri üretim yapan firmalar açısından isminden de anlaşılabilir olduğu gibi üretimin seri şekilde yapılması oldukça önemlidir. CNC transfer makinelerinin universal CNC makinelerine tercih edilmesinin en önemli nedeni çok daha kısa işlem sürelerine sahip olmasıdır. Bu şartlarda seri üretimde kullanılan makinelere bağlı robotlardan beklenen en önemli özelliklerden biri robotun makinenin en uzun işlem süresi içinde malzemeyi makineye bağlamaya hazır durumda olması, makineyi bekletmemesidir.

Üreticiler tarafından olmazsa olmaz bir başka özellik ise malzemenin makineye her seferinde hatasız şekilde bağlanmasını sağlamaktır. Malzemenin hatalı şekilde bağlanması makine içindeki çakıların kırılmasına, dolayısıyla kullanıcı için hem çakı masrafının çıkmasına hem de çakı değiştirme süresinin üretici için kayıp zaman oluşturmasına sebep olmasıdır.

I.8.11.2. CNC transfer makinelerinde yükleme boşaltma yapan robotik sistemler

CNC transfer makinelerinde yükleme boşaltma yapan robotik sistemler genel olarak üç başlıkta toplanabilir: Sabit noktadan alınan malzemenin robotik otomasyon, kayar tabla sistemi ile robotik otomasyon, kameralı görüntü işleme metoduyla uygulanan robotik otomasyon.

Sabit noktadan alınan parçayı yükleme boşaltma sistemleri:

Sabit bir noktadan alınan parçayı besleme sistemleri oldukça basit sistemlerdir. Özellikle tek makinede çok farklı tipteki malzemelerin işlenmesine gerek olmayan projelerde kullanılır. İnsan müdahalesine gerek olmadan çalışma süresi vibrasyon kovanının büyüklüğüne bağlı olarak 20 dak. ile 2 saat arasında değişir.

Sistem içinde 6 eksen endüstriyel robot, vibrasyon kutusu, malzeme düşme tuzağı, konveyör bant ve malzemelerin vibrasyon kovanındaki çalışmalarını kontrol etmek için kullanılabilecek algılayıcılar mevcuttur(Şekil I.48).



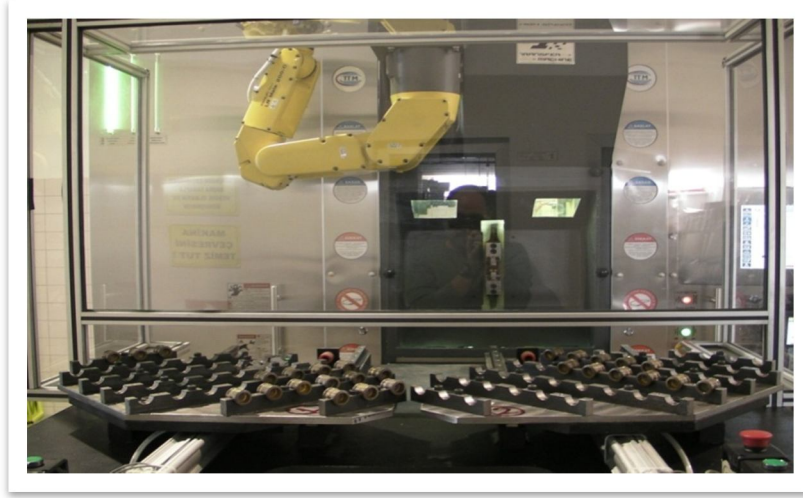
Şekil I.48 Sabit Noktadan Alınan Parçayı Yükleme Boşaltma Sistemi

Sabit noktadan alınan parçayı besleme sistemlerinin avantajı son kullanıcı için kullanımı ve müdahale etmesi kolay bir sistem oluşudur. Dezavantajı ise vibrasyon kovanı ve vibrasyon kovanı çıkışındaki tuzağın çoğu zaman bir tek malzemeye uygun olarak üretilmesidir. Makinede başka bir malzeme daha işlenmek isteniyorsa vibrasyon kovanı sisteminin değiştirilmesi gerekmektedir.

Çalışma algoritması, vibrasyon kutusu aracılığıyla, malzemenin vibrasyon kutusu çıkışındaki malzemenin boyut ve ağırlığına bağlı olarak üretilmiş olan tuzağa düşürülmesi sağlanır. Malzemelerin alma noktasında bulunduğunu tespit etmek için bir adet algılayıcı kullanılır. Robot program içinde algılayıcıdan 1 sinyalinin gelmesini bekler, geldiğinde ise malzemeyi alma noktasına ilerler. Ek olarak zamandan kazanmak amacıyla malzemelerin vibrasyon kovanında sıralı halde beklemesi istenmektedir. Bunu sağlamak için bir algılayıcı da vibrasyon kutusu kanalının gerisinde kullanılır. Bu algılayıcı görene kadar vibrasyon kovanı çalıştırılır. Robot tarafından makineden alınan işlenmiş malzemenin ise konveyör bant üzerine bırakılmasıyla malzemeye zarar vermeden boşaltma işlemi tamamlanmış olur.

Kayar tablalı sistemden alınan parçayı yükleme boşaltma sistemleri:

Kayar tablalı sistemler özellikle küçük boyutlu ve silindirik malzemeleri işleyecek olan makinelerin otomasyonunda kullanılır. Daha çok personel maliyetini düşürmek amacıyla birden fazla kayar tabla sistemli makine kullanan fabrikalarda kullanılır. Tek makinede çok farklı tipteki malzemelerin işlenmesine gerek olmayan projelerde kullanılır. Sistem içinde 6 eksen endüstriyel robot, tablalar, hidrolik silindirler ve algılayıcılar mevcuttur (Şekil I.49).

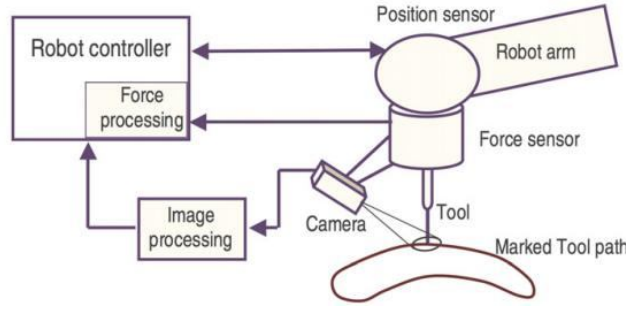


Şekil I.49 Kayar Tablalı Sistemden Alınan Parçayı Yükleme Boşaltma Sistemi

Çalışma algoritması, farklı sayılarda kullanılabilecek malzemelerin içine belirli mesafelerle dizilebileceği yuvaların olduğu tablalar üst üste veya yan yana olacak şekilde konumlandırılır. Programda her alma noktasını tanıtmak yerine birinci referans noktasını tanıtip matriks algoritması kullanılarak yatay ve dikey'deki mesafelerin girilmesiyle robotun ilgili noktalara gitmesi sağlanır. Tablalara hidrolik silindirler ile ileri geri hareket sağlanır. Silindirlerin ileri ve geri konumlarını anlamak amacıyla her tablaya 2'şer adet algılayıcı konulur ve algılayıcılardan gelen sinyallere göre robot ilgili alma alanına ilerler. Bir tabladaki tüm malzemeler makineye beslendikten sonra boşalan tabla geriye gider ve dolu olan ikinci tabla alma alanına ilerler. Bu şekilde çalışma döngüsü devam eder.

Kameralı sistem ile alınan parçayı besleme sistemleri:

Kameralı robotik otomasyon sistemleri alternatif sistemlere nazaran daha çok mühendislik isteyen sistemlerdir. Tek makinede çok farklı tipteki malzemelerin işlenmesine gerek olan projelerde kullanılır. Ayrıca malzemenin kalite kontrolünü de besleme sürecinde gerçekleştirmek isteyen firmalar için uygundur. Şekil I.50'de kameralı bir sistem şeması görülmektedir.



Şekil I.50 Kameralı Sistem Şeması[36]

Kameralı robotik sistemlerde görüntü izleme (Vision tracking) metodu ile malzemelerin konveyör bant üzerinden geçmesi sırasında konveyör bandın durmasına gerek olmadan hareket eden alandan malzemeyi konveyör bandın hızında takip ederek alması şeklinde çalışan sistemler de kullanılmaktadır.

Sistem içinde genellikle 6 eksen endüstriyel robot, akıllı kamera, vibrasyon kovası, konveyör bant, ışıklı alma alanı ve algılayıcılar mevcuttur (Şekil I.51)



Şekil I.51 Kameralı Sistem ile Alınan Parçayı Besleme Sistemi

Çalışma Biçimi, vibratör ile malzemelerin belli aralıklarla konveyör bant üzerine düşürülmesi sağlanır. Konveyör bant üzerine düşen malzemeler dur - kalk ilerleyerek kameranın okuyabildiği ışıklı alana kadar ilerler. Kamera tarafından malzemenin

almaya uygun olup olmadığı kontrol edilir ve doğruysa robot tarafından malzeme alınır. Parça alındıktan sonra tutucu ile tutulan parça tekrar kameraya tutularak parçanın uygunluğunu ve robot tarafından doğru tutulduğunu tespit eden program ile kontrol edilir. Alma işlemi bittikten sonra konveyör tekrar ilerleyerek diğer uygun olan parçaları ışıklı alana iletir. Bu şekilde sistem çalışmasını döngüsel olarak devam ettirir.

I.9. Görüntü İşleme Ve Görüntü İşleme Uygulamaları

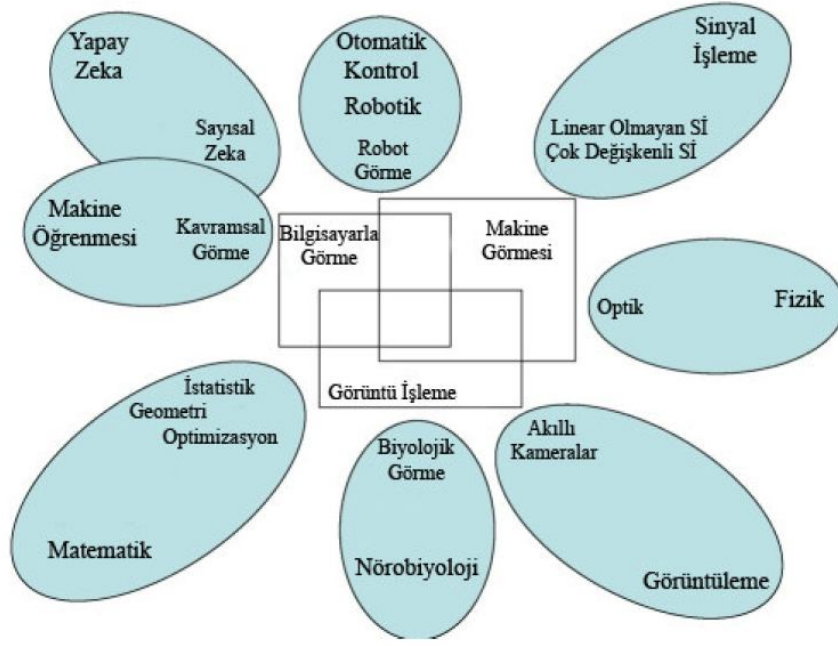
I.9.1. Görüntü işleme teknolojisi

Görüntü işleme dijital bir resim halinde olan görüntülerin belirli işlemlerden geçirilerek özelliklerinin değiştirilmesi sonucu yeni bir resmin oluşturulmasıdır. Birçok görüntü işleme fonksiyonu, sinyal işleme tekniklerinin 2 boyuta çevrilmiş halidir.

Makine görüntü sistemleri, bilgisayarla görme sistemlerinin endüstri ve imalat alanlarındaki uygulamasıdır. Etrafında olup bitenleri programında belirtilen sınırlar dahilinde algılayıp komutları yerine getiren robotlar karar verme yeteneğinden yoksundurlar. Günümüz endüstrisinde, gelişen teknoloji ile birlikte yapay zeka sistemlerini kullanarak etrafında olanları algılayıp kısmen kendi kararlarını verebilen sistemler tercih edilmektedir. En yaygın olarak kullanılan görme uygulamaları bak ve git yöntemi ile çalışmaktadır[34, 37, 38].

Bilgisayarla görme, teknolojik ve bilimsel olarak makinelerin görebilmesidir. Kullanılan imgeler, video parçası, birden çok kameradan alınmış görüntü, ya da 3B’li tıbbi tarayıcılardan alınmış görüntüler olabilmektedir. Bu sistemler kontrol işlemleri, algılama olayları, bilgilerin düzeltilmesi, çevre ve obje modellemesi sistemlerini içerir.

Görüntü işleme teknolojisi farklı sistemlerin bir araya gelmesiyle pek çok farklı alana adapte edilebilmiştir. Şekil I.52’de görüntü sistemleri ilişkisi ve uygulama alanları gösterilmektedir.



Şekil I.52 Görüntü Sistemleri İlişkisi ve Uygulama Alanları

I.9.2. Görüntü işlemenin tarihçesi

1960'lı yıllarda dijital görüntü işleme ile ilgili ilk önemli uygulamalar Jet Propulsion Laboratory, MIT, Bell Labs, University of Maryland ve diğer birkaç merkezde, uydu fotoğrafları, tıbbi fotoğraflar, görüntülü haberleşme, karakter tanımlama ve resim düzeltilmesi amacıyla yapılan çalışmalardır. Bu sayede bir resmin tamamı hafızaya kaydedilip üzerinde işlem yapabilme imkanına kavuşulmuştur. 1970'li yıllarda bilgisayar ve görüntü sistemleri donanımlarının maliyetlerinin düşmesiyle gerçek zamanlı uygulamalar gelişmiş ve bu alandaki çalışmalar hız kazanmıştır. Bu çalışmalar bilgisayar teknolojisinin gelişmesine paralel olarak tıp, astronomi, uzay yolculuğu gibi alanlarda meydana gelen problemlere getirdiği çözümlerin farkına varılmasından sonra olmuştur. 2000'li yıllarda yüksek hızda bilgisayarların gelişimiyle dijital görüntü işleme sistemleri oldukça gelişmiştir. Özellikle havadan uydu çekimlerinin gelişmesinden sonra, resim işleme çalışmaları sivil hayatımızda daha çok karşımıza çıkmaya başlamıştır. Yeraltı kaynaklarının araştırılması, ekin denetimleri, uzay planlaması, çevre koruma ve hava tahmin haritaları gibi bazı uygulamalar güncel hayatımızda sık sık karşımıza çıkmaktadır [34,38].

1.9.3. Hata tanıma ve endüstride görüntü işleme teknolojisi unsurları

Endüstride, tüm seri üretim sistemlerinde bir hatalı üretim oranı vardır. Ancak uluslararası standartlara göre üretilen her ürünün belirli toleranslar aralığında olması gerekmektedir. Bu noktada, tanımlı olan özelliklere (ebat, renk, desen vb.) uymayan son mamullerin (veya parçaların) ayıklanması ihtiyacı oluşmaktadır. Bu amaçla tolerans değerlerinin dışındaki ürünlerin ayıklanması işlemine hata tanıma denmektedir. Hatalar genel olarak dört ana başlıkta toplanmaktadır. Bunlar, boyut farklılıkları, renk farklılıkları, yüzey kalitesi farklılıkları ve yüzey üzerindeki desen farklılıkları olarak sıralanabilmektedir [39].

Günümüzde üreticiler arasında yaşanan büyük rekabet ortamında üretimlerin düşük maliyetli ve kaliteli olma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu amaçla görüntü işleme uygulamaları ile ürünün tüm üretim süreçlerinde kalite kontrol uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Görüntü işleme teknolojisi kullanılarak yapılacak olan bir projede titizlikle analiz edilmesi gereken faktörleri, parça rengindeki oynamalar, çevre ışıklandırması, fon rengi, üretim hızı, parçanın fiziksel detayları, parçanın konumu ve yönelimi, üretim hızının sabit veya değişken oluşu, parçanın düzenli bir şekilde ve aynı konumda gelip gelmemesi olarak sıralayabiliriz.

1.9.4. Bilgisayarla görme sisteminin bileşenleri

Bilgisayarla görme sistemi birçok parçanın birleşmesinden oluşmaktadır. Oluşturulacak bir sistemde doğru kamera, lens, ışık kaynağı ve algılayıcıların seçilmesi sistem verimini direkt olarak arttıran etkenlerdendir.

Bilgisayarla görme sistemine ait bileşenler kamera, lens, aydınlatma, nesne algılayıcısı, görüntü yakalama kartı, imge toplama yazılımı, veri iletişimi, bilgisayar platformu ve çeşitli mekanik yapılar olarak sıralamak mümkündür.

1.9.4.1. Kamera

Kamera seçimi gerçekleştirilecek olan uygulama gereksinimleriyle yakından ilişkilidir. Uygulamaya bağlı olarak kullanılan kameralar standart tekrenkli (monochrome) (RS-170),birleşik (composite) renkli (Y/C), RGB veya çizgi tarama (LineScan) olabilirler.

Ayrıca yüksek çözünürlükte bir kameranın kullanımı daha doğru sonuç almayı sağlamaktadır.

Kamera seçiminde, kamera ile örtüşecek olan ara yüz programının hızlı ve esnek çalışmaya yatkın olması önemli bir etkidir.

Son olarak, kameraların kir, toz, ısı gibi olumsuz ortam şartlardan etkilenmemesi için bu tarz ortamlara uygun olarak üretilmiş olan endüstriyel cihazlardan olması ve koruma kılıflarına sahip olmaları gerekmektedir[38].

1.9.4.2. Lens

Görüntü kalitesinin yüksekliğini sağlamak için doğru lensin seçilmesi oldukça önemlidir. Lenslerin odaklama kabiliyetlerinin uygulamaya uygun olarak seçilmesi oldukça önemlidir. Bu noktada çalışma alanı ile kamera arasındaki mesafe baz alınmalıdır. Ayrıca parçanın renk ve ölçüleri ile ışık sistemine bağlı olarak farklı renklerde filtrelerin kullanımı da sistemin verimliliğini arttırabilecek uygulamalardandır[38].

1.9.4.3. Aydınlatma

Aydınlatma sistemleri parçanın biçimine boyutuna konumuna ve rengine göre değişiklikler göstermektedir. Bu sebeple aydınlatma yapılacağı zaman malzemenin doğru şekilde analiz edilmesi ve uygun bir aydınlatma sisteminin seçilmesi oldukça önemlidir. Kamera sistemleri pikseller arasındaki kontrast farklarını baz alarak karar veren sistemlerdir. Bu sebeple ışığın alan üzerinde homojen şekilde dağıtılması kameranın algısını düşürebilecek gölgelerin veya yansımaların oluşmamasının sağlanması gerekmektedir.

En çok kullanılan ışık kaynaklarını, yüksek yoğunluklu küçük ışık kaynakları olan lazer diyotlar, katı halde küçük ışık kaynakları olan LED'ler, sürekli beyaz ve yoğun ışık üreten quartz halojen ampuller ve kısa süreli parlak ışık üreten strobe lambalar olarak sıralayabiliriz[38].

BÖLÜM II.

MATERYAL VE YÖNTEM

II.1. Üretimi Gerçekleştirilecek Sistem Tasarımı

II.1.1.CNC Transfer Makinesi Tasarımı

Projede üç tip musluk malzemesinin tüm gerekli işlemlerinin tamamlayabilen bir CNC transfer makinesi üretiminin yapılması planlanmaktadır. Bu musluklar Şekil II.1’de çamaşır musluğunun, Şekil II.2’de uzun musluğun ve Şekil II.3’te ise taharet musluğunun parçaları gösterilmektedir.



a. Ham b. İşlenmiş

Şekil II.1 Çamaşır Musluğu



a. Ham b. İşlenmiş

Şekil II.2 Uzun Musluk



a. Ham b. İşlenmiş

Şekil II.3 Taharet Musluğu

Transfer makineleri pek çok elemanı olan karmaşık makinelerdir. Makinede işlenecek malzemeye göre tasarımın yapılmasından önce makinede bulunacak ünitelerin seçimi, sıralanması ve özelliklerinin belirlenmesi gibi bilgileri içeren bir taslak plan hazırlanır.

Makinede bulunacak olan üniteler tamamen makinede işlenecek olan malzeme üzerinde gerçekleşmesi gereken işlemlere göre belirlenir. Bu projede, üç adet matkap ünitesi, üç adet açar kafa ünitesi, dört adet işleme merkezi matkap ünitesi, dört adet işleme merkezi dış çekme ünitesi, bir adet pozisyon çevirme ünitesi kullanılacaktır.

Daha sonra makinede bulunacak olan üniteler malzemenin sağ sol ve çevre bölümünde yapılması gereken işlemlerin içeriğine ve sırasına göre yerleştirilir. Bu projede sol tarafta, bir matkap ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde matkap kullanılarak tesisat bağlantı deliği delme işlemi, bir işleme merkezi matkap ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde form takım kullanılarak tesisat bağlantı tarafı final figür işleme işlemi, bir açar kafa ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde tesisat bağlantı tarafı dış dibi kanalı açma işlemi, bir işleme merkezi dış çekme ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde kullanılarak tesisat bağlantı dışı çekme işlemi gerçekleştirilecektir. Sağ tarafta bir matkap ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde matkap kullanılarak su yolu tarafı matkap ile delik delme işlemi, bir pozisyon çevirme ünitesi ile taharet musluğunu ön taraftaki işlemlerinin bitmesinin ardından 180° çevirme işlemi, bir işleme merkezi matkap ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde form takım kullanılarak su yolu tarafı final figür işleme işlemi, bir açar kafa ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde su yolu tarafı dış dibi kanalı açma işlemi, bir işleme merkezi dış çekme ünitesi ile kullanılarak çamaşır musluğunda bulunan su yolu tarafı dış çekme işlemi gerçekleştirilecektir. Çevre tarafta bir matkap ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde matkap kullanılarak salmastra yuvası deliği delme işlemi, bir işleme merkezi matkap ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde form takım kullanılarak salmastra yuvası final figür işleme işlemi, bir işleme merkezi dış çekme ünitesi ile üç tip musluğun hepsinde kılavuz kullanılarak salmastra yuvası dışı çekme işlemi, bir işleme merkezi matkap ünitesi ile pozisyonu çevrilmiş olan taharet musluğunda bulunan su gagası işleme işlemi, bir işleme merkezi dış çekme ünitesi ile pozisyonu çevrilmiş olan taharet musluğunda bulunan su gagası dış çekme işlemi, bir açar kafa ünitesi ile pozisyonu çevrilmiş olan taharet musluğunda su gagası tarafı dış dibi düzeltme işlemi

gerçekleştirilecektir. Tablo II.1’de üretimi gerçekleştirilecek makinenin ünite diyagramı yer almaktadır.

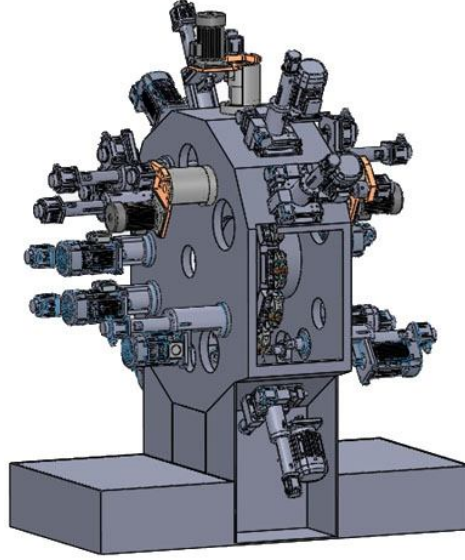
Tablo II.1 Üretimi Gerçekleştirilecek Makinenin Ünite Diyagramı

	<u>SOL</u>	<u>ÇEVRE</u>	<u>SAĞ</u>
1	ROBOTİK YÜKLEME BOŞALTMA İSTASYONU		
2	ÜNİTE TİPİ: MATKAP	BOŞ	BOŞ
3	BOŞ	ÜNİTE TİPİ: MATKAP	ÜNİTE TİPİ: MATKAP
4	BOŞ	ÜNİTE TİPİ: İŞLEME MERKEZİ MATKAP	BOŞ
5	BOŞ	ÜNİTE TİPİ: İŞLEME MERKEZİ DİŞ ÇEKME	BOŞ
6	BOŞ	ARKA PENCERE	ÜNİTE TİPİ: POZİSYON ÇEVİRME
7	BOŞ	ÜNİTE TİPİ: İŞLEME MERKEZİ MATKAP	BOŞ
8	ÜNİTE TİPİ: İŞLEME MERKEZİ MATKAP	ÜNİTE TİPİ: İŞLEME MERKEZİ DİŞ ÇEKME	ÜNİTE TİPİ: İŞLEME MERKEZİ MATKAP
9	ÜNİTE TİPİ: AÇAR KAFA	ÜNİTE TİPİ: AÇAR KAFA	ÜNİTE TİPİ: AÇAR KAFA
10	ÜNİTE TİPİ: İŞLEME MERKEZİ DİŞ ÇEKME	BOŞ	ÜNİTE TİPİ: İŞLEME MERKEZİ DİŞ ÇEKME
ÜNİTE LİSTESİ: 3 ADET MATKAP, 4 ADET İŞLEME MERKEZİ MATKAP, 4 ADET İŞLEME MERKEZİ DİŞ ÇEKME, 3 ADET AÇAR KAFA, 1 ADET POZİSYON ÇEVİRME TOPLAM: 15 ÜNİTE			

Ünitelerin Şekil II.4’te gösterildiği şekilde yerleştirilmesi sonucu makinenin 10 istasyon olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Tamburun 1/101 redüksiyon oranı ile ve 3,5 kw servo motor tahrikiyle çalışması öngörülmüştür.

Ünitelerin malzemenin teknik resminde bulunan ölçü ve tolerans değerlerine göre özellikleri belirlenir. Bu özellikler, parça üzerindeki talaş kaldırma pasoları göz önüne alınarak gerekli momentleri karşılayacak şekilde seçilmesi gereken servo motor güçleri, asenkron motor güçleri, invertör gereksinimidir. Bu projede üniteler için 5 adet 0,75 kw, 15 adet frenli 0,75 kw, 19 adet 1 kw, 5 adet 3,5 kw servo motor, 4 adet 2,2 kw 1500 rpm, 7 adet 3 kw 1500 rpm asenkron motor kullanılacaktır. Tüm asenkron motorlar için uygun olan invertörler kullanılacaktır. Makinede toplamda 44 eksen servo motor kullanılacaktır. Bu gereksinimlere uygun olarak sistem Mitsubishi Q serisi PLC ve hareket kontrol birimleri (motion kontrolör) ile kumanda edilecektir. Giriş çıkış modülleri 2 adet 32 giriş çıkış kontrol edebilen tipte olacaktır.

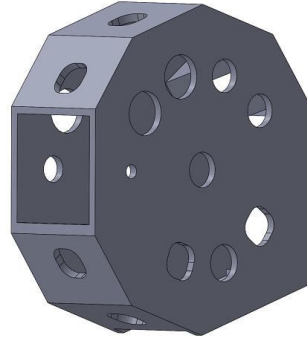
CNC transfer makinesinin tüm elemanları belirlendikten ve gövde, tambur, çene, ayna tasarımları tamamlandıktan sonraki nihai montaj resmi Şekil II.4'te gösterilmektedir.



Şekil II.4 10 İstasyonlu CNC Transfer Makinesi

II.1.1.1.Makine gövdesi tasarımı

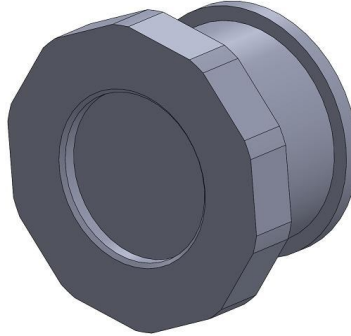
Makine gövdesi tasarlanırken aynı zamanda tambur, aynalar, çeneler, malzemenin üç boyutlu çizimi, kullanılacak olan 1, 2, 3, 4 eksenli ünitelerin tümünün çizim ortamına yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede tüm elemanların birbiriyle uyum içerisinde ve istenilen işlem alanlarına ulaşabilecek şekilde yerleştirilmesi mümkün olabilmektedir. Gövde, tambur boyutlarına, hazırlanmış olan ünite dizilimine uygun olacak şekilde ünitelerin kendi boyutları ve hareket mesafeleri göz önüne alınacak şekilde 674 mm eninde ve 1811 mm boyunda, 10 istasyonlu olarak tasarlanmıştır. Şekil II.5'te tasarlanmış olan gövde çizimleri bulunmaktadır.



Şekil II.5 Tasarlanmış Olan Gövde  izimleri

II.1.1.2.Tambur tasarımı

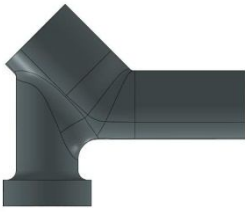
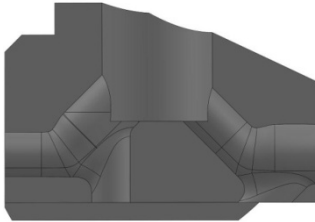
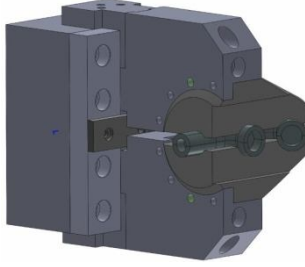
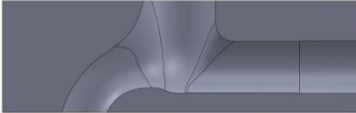
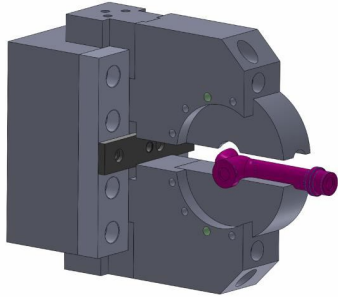
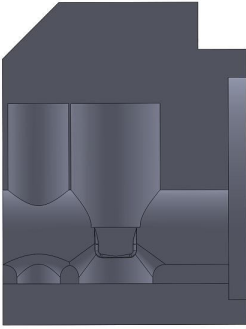
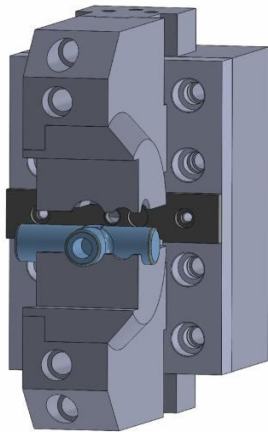
Projede kullanılmakta olan tambur sistemi, GGG60 sfero döküm malzemeden, dikey ekseninde çalışan, 10 istasyonlu, tek taraftan yataklı, servo motor tahrikli, hidrolik kilitlemeli İndeks dişli sistemi özelliklerine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. şekil II.6’da tambur tasarımı g r lmektedir.



Şekil II.6 Tambur Tasarımı

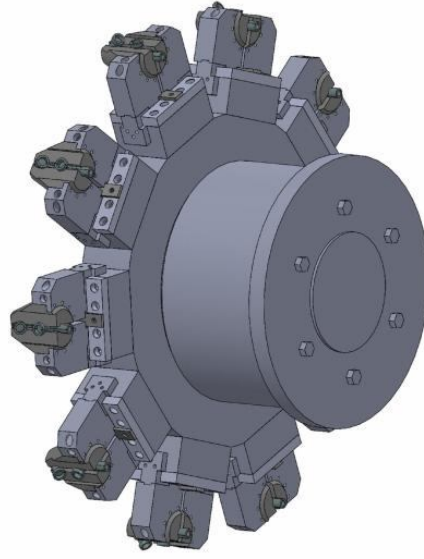
II.1.1.3. ene ve ayna tasarımları

Projede parçanın sıkılmasında kullanılmakta olan Tutucu Grubunda, hidrolik tahrikli 19 mm aç kapa mesafesi bulunan, paralel ayaklı, merkezde sıkın, maksimum 2700 Kg sıkma kuvvetine sahip aynalar kullanılmıştır. Bu aynaların her birinde üzerine parça figürü 3 boyutlu olarak işlenmiş çift yumuşak ayak çene grubu kullanılmıştır. Adedi tamburun istasyon adedine eşit olmak zorunda olan 10 adet ayna için toplam 20 adet yumuşak ayak parçası kullanılmıştır. şekil II.7 a,b ve c’ de sırası ile çamaşır, uzun ve taharet musluğun parçası, tasarlanmış olan çene ile montaj halindeki çene ve aynalar yer almaktadır.

a.Çamaşır Musluğu			
b.Uzun Musluk			
c.Taharet Musluğu			
Musluk Parçası	Tasarlanmış Olan Çene	Montaj Halindeki Çene ve Aynalar	

Şekil II.7 Musluk Parçaları, Tasarlanmış Olan Çene ve Montaj Halindeki Çene ve Aynalar

Şekil II.8’de çamaşır musluğu parçasının çene ve aynalarının tambura montajlanmış görüntüsüne yer verilmiştir.



Şekil II.8 Çamaşır Musluğu Parçasının Çene ve Aynalarının Tambura Montajlanmış Görüntüsü

II.1.1.4. Ünitelerin tasarımı

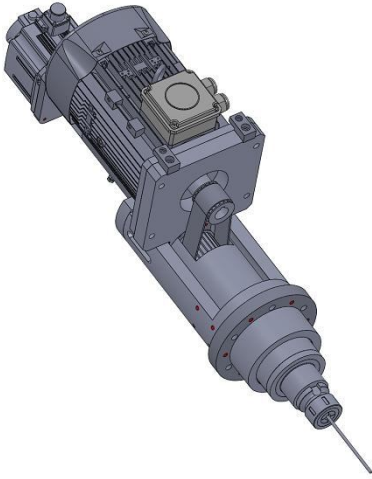
Transfer makineleri direkt olarak seri üretim yapan firmalara hitap eden makinelerdir. Bu sebeple ünite tasarımında en öne çıkan özellik dayanıklılıktır. Üretilen makinelerde ünitelerin pek çoğunun standart olarak kullanılmasının yanında pek çok projede ünitelerin işlenecek malzeme için gerekli sisteme adapte edilmeleri gerekmektedir. Bu adaptasyonda gerekli olan devirler, eksenel ve lineer momentler göz önüne alınarak uygun vidalı miller, araba ray grupları seçilir. Ayrıca yataklama sistemi, bağlantı ekipmanları ve spindle yapısı tasarlanır.

Üretilen üniteler için bilyalı vidalı miller INA marka Endo firmasından, bilyalı araba ray grupları INA marka Endo firmasından, rulmanlar FAG ve NSK marka Özverenler Rulman firmasından ve sızdırmazlık ekipmanları Suptex marka Bilgen firmasından, çelik hammadde Mert Metal firmasından, servo motorlar ve kontrol grupları Mitsubishi firmasından temin edilmiştir.

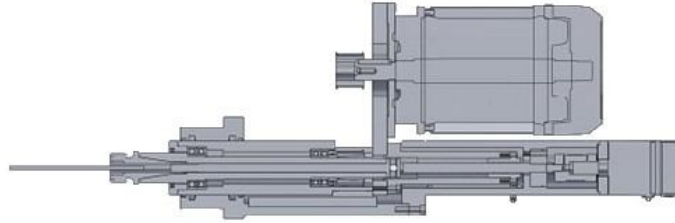
Bu projede üç tip musluk malzemesinin tüm gerekli işlemlerini tamamlamak için matkap ünitesi, işleme merkezi matkap ünitesi, işleme merkezi diş çekme ünitesi, açar kafa ünitesi ve pozisyon çevirme ünitesi kullanılacaktır.

Matkap ünitesi tasarımı:

Matkap Ünitesi parçanın içine üzerinde bulunan kesici takımın genişliğinde belirtilen pozisyonlar aralığında delik açma işlemi yapar. Matkap Ünitesinde 2 adet motor bulunmaktadır. 1 adet AC Motor ve 1 adet Servo motor. Bu makinede 3 adet matkap ünitesi kullanılmıştır. Şekil II.9'da torna ünitesi ve Şekil II.10'da matkap ünitesinin iç yapısı görülmektedir.



Şekil II.9 Matkap Ünitesi



Şekil II.10 Matkap Ünitesinin İç Yapısı

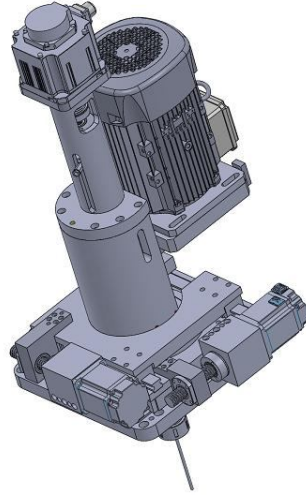
İşleme merkezi matkap ünitesi tasarımı:

Matkap işleme merkezi ünitesinde parçanın üzerinde operatörün belirlediği herhangi bir alanda delik veya kanal açma işlemi yapılır.

Operatör işlem yapmak üzere 19 farklı koordinat atayabilir. Pozisyonlar arasında 4 farklı hareket yöntemi ile yol alınabilir. Her bir koordinat için torna işlemi ayrı ayrı programlanabilir. Sistemde 3 adet servo motor ve 1 adet AC motor bulunmaktadır.

AC motor spindle eksenidir. Diğer 3 servo motor'dan 2'si parça üzerinde yatay hareket yapar. Bir servo motor ise tornalama ve kanal açma işlemi için parçaya dikey hareket yapar.

Bu makinede 4 adet işleme merkezi matkap ünitesi kullanılmıştır. Şekil II.11'de işleme merkezi matkap ünitesi görülmektedir.



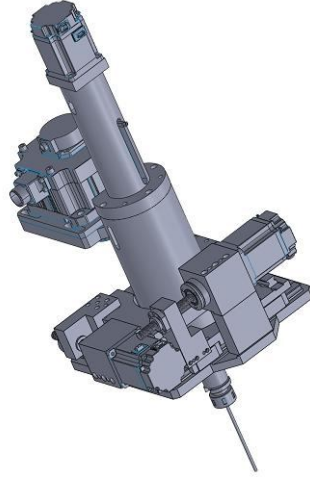
Şekil II.11 İşleme Merkezi Matkap Ünitesi

İşleme merkezi diş çekme ünitesi tasarımı:

İşleme merkezli diş çekme ünitesi herhangi bir X,Y koordinatında pafta veya kılavuz ile diş açma işlemi yapılabilmektedir. Üniteye 4 adet servo motor bulunmaktadır. 2 adet servo motor X ve Y eksenini kontrol eder. Pafta Z eksenini parça üzerinde dikey hareket yapar ve servo motor ile kontrol edilir. Fener mili eksenini de Z eksen ile eşzamanlı çalıştırdığından dolayı servo motor ile kumanda edilmektedir.

X,Y eksenlerinde parça üzerinde yatay hareket gerçekleştirilirken, üniteye işlem yapmak üzere 19 farklı konumda belirlenebilir.

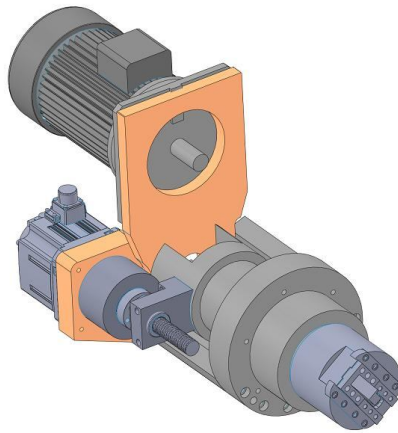
Bu makinede 4 adet işleme merkezi diş çekme ünitesi kullanılmıştır. Şekil II.12’de işleme merkezi diş çekme ünitesi görülmektedir.



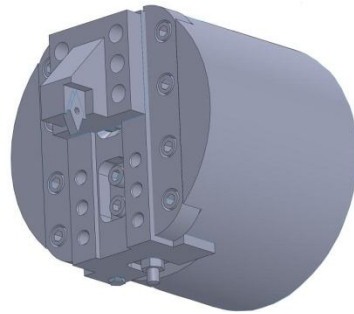
Şekil II.12 İşleme Merkezi Diş Çekme Ünitesi

Açar kafa ünitesi tasarımı:

Açar Kafa Ünitesinde, parça üzerinde kanal açma işlemi yapılmaktadır. Ünite 2 adet servo motor ve 1 adet AC motor bulunmaktadır. Servo motorlar Z ve Y ekseninde doğrusal hareket yapmaktadır. AC motor fener mili(döner) hareketi gerçekleştirmektedir. Z ekseninde parça üzerine yatay hareket gerçekleştirilirken, Y ekseninde parça üzerinde dikey hareket gerçekleştirilerek parça üzerinde açılmak istenen derinlik kadar ilerleme sağlanabilir. Bu makinede 3 adet açar kafa ünitesi kullanılmıştır. Şekil II.13'te açar kafa ünitesi ve Şekil II.14'te açar kafanın kafa tarafı görülmektedir.



Şekil II.13 Açar Kafa Ünitesi

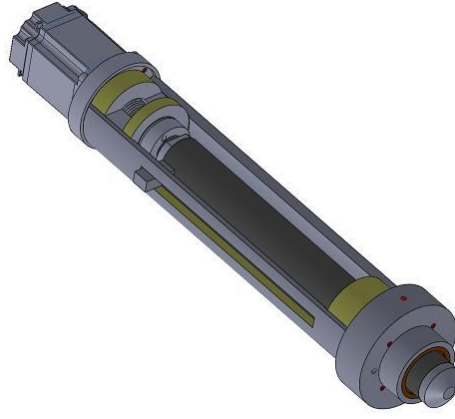


Şekil II.14 Açar Kafanın Kafa Bölümü

Pozisyon değiştirme üniteli tasarımı:

Pozisyon değiştirme ünitesinde ayna üzerindeki parçanın döndürölme işleml yapılmaktadır. Pozisyon değiştirme ünitesinde 2 adet servo motor ve 1 adet tutucu mevcuttur. Servo motorlardan bir tanesi Z ekseninde doğrusal hareket yapmakta, diğer servo motor ise açısal hareket yapmaktadır.

Bu makinede 1 adet pozisyon değiştirme ünitesi kullanılmıştır. şekil II.15'te pozisyon değiştirme ünitesi görölmektedir.



şekil II.15 Pozisyon Değiştirme Ünitesi

II.1.1.5. Bor yağı tankı tasarımı

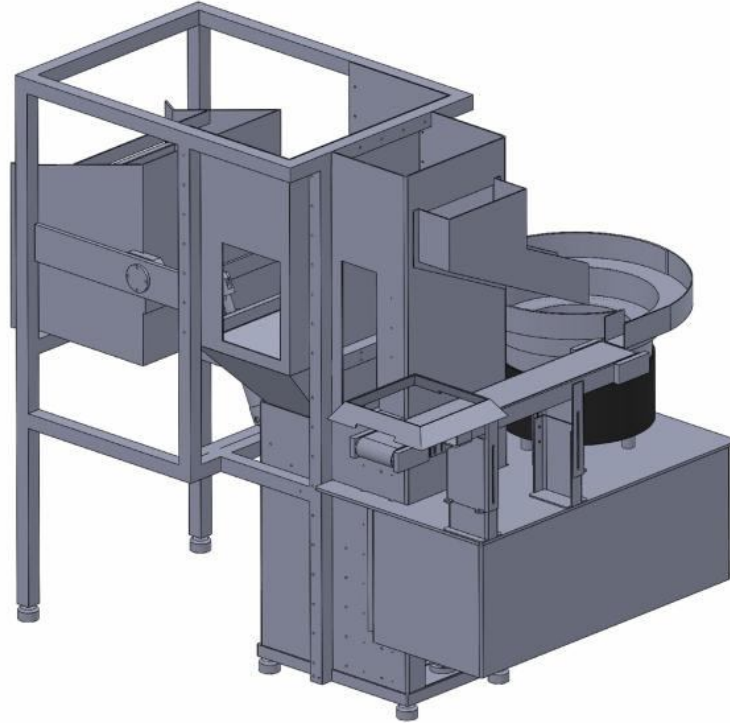
Bor yağı transfer makinelerinde çoklu işlemlerle oluşın takım ısısının düşürölmesi ve kesici takım kesme performanslarının artırılması için kullanılmaktadır. Bor yağı doldurulan tank kasaları tezgahdaki kesici takım pasoları ve fener mili adedine bağlı olarak 200 litreden 2000 litreye kadar üretilebilmektedir. Bu makinede 500 litre kapasiteli bor yağ tankı kasası tasarlanmıştır.

II.1.2. Malzeme Besleme Ünitesi Tasarımı

II.1.2.1. Malzeme besleme ünitesi tasarımına genel bakış

Malzeme besleme ünitesinde yaklaşık 8 saat boyunca malzeme temini sağlayan kazan bölümü, 0,75 m³ hacminde alanı ve malzemelerin kısım kısım vibratöre dökülmesini sağlayan iki kademeli asansör sistemi bulunması planlanmaktadır.

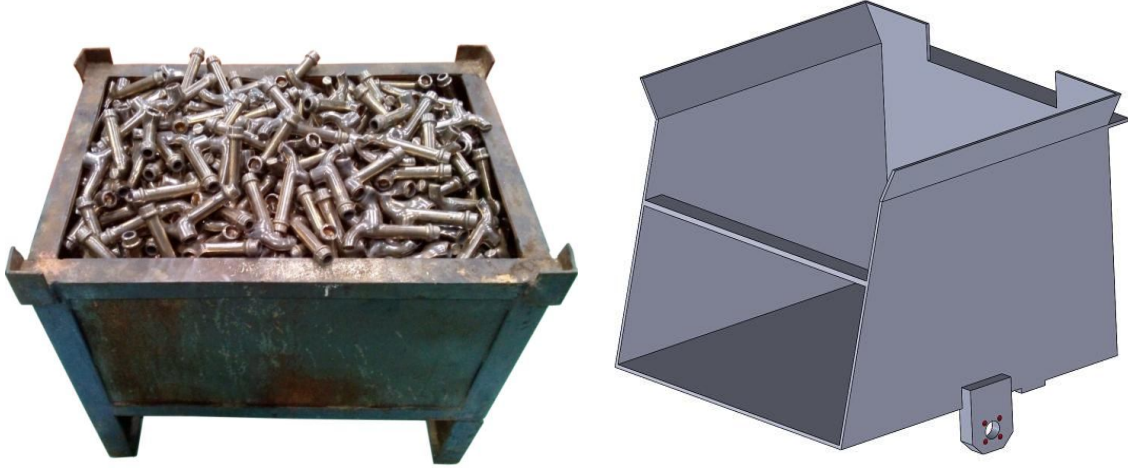
Malzeme dolu kazan malzeme besleme sisteminin arkasına operatör tarafından konulur. Kazandaki malzeme asansör sistemine geçmeden önceki bekleme alanına sistem üzerindeki “kazan devirme geri/ileri” anahtarı çevrilerek otomatik olarak dökülecek ve bekleme alanındaki malzemeyi önce birinci asansöre, sonra birinci asansörün bittiği yerden başlayan ve vibrasyon kutusuna dökme kaydıracağına kadar giden ikinci asansöre malzemeyi dökerek malzemelerin dökülme işlemini gerçekleştirecek şekilde tasarlanmıştır(Şekil II.16).



Şekil II.16 Malzeme Besleme Ünitesi Tasarımı

II.1.2.2.Asansör kabini tasarımı

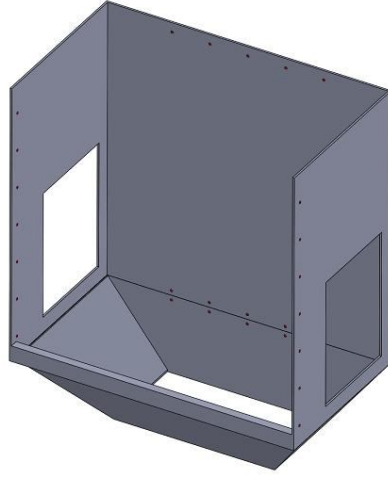
Asansör kabini seri imalatçılarda bulunan standart kazanların ölçülerine uygun olarak tasarlanmıştır. Kazan devirme işleminin gerçekleştirilmesinin ardından kazanın kendisi asansör kabini içinde kalırken içindeki tüm malzeme Malzeme besleme ünitesi içindeki malzeme bekleme alanına dökülecek şekilde tasarlanmıştır(Şekil II.17).



Şekil II.17 Asansör Kabini Tasarımı

II.1.2.3.Düşme hunisi tasarımı

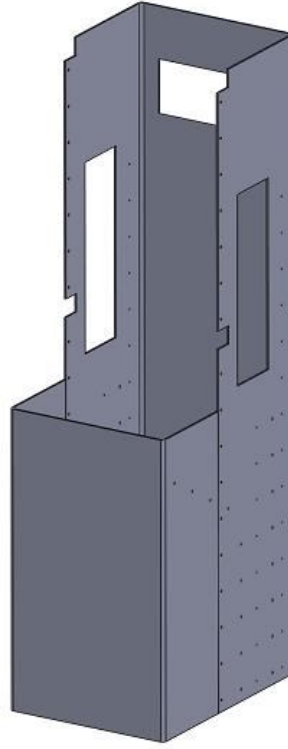
Düşme hunisi kazanın devrilmesi ile dökülen tüm malzemenin belirli bir alan içinde kalmasını sağlayacak şekilde dış kova ölçülerine uygun olarak tasarlanmış ve her iki yanına malzemelerinin akışının operatör tarafından gözlemlenebilmesi amacıyla pencere delikleri açılacak şekilde tasarlanmıştır(Şekil II.18).



Şekil II.18 Düşme Hunisi Tasarımı

II.1.2.4. Dış kova tasarımı

Dış kova malzemenin içine döküldüğü düşme hunisinin, düşme hunisinden dökülecek olan asansörlerin içine monte edildiği gövdedir. Devirme iskeleti ölçülerine uygun şekilde ölçülendirilmiştir. Vibrasyon kutusuna döküm yapacak olan asansör yükselerek gövde üzerinde bulunan pencereden işlemi gerçekleştirebilecektir. Bu dökülme işleminde malzemelerin yanlardan kapatılarak dışarıya düşmeleri önlenmiştir. Aynı zamanda kova üzerinde bulunan pencereler sayesinde işlem sırasında herhangi bir problem olması durumunda kullanıcının gözlemleyebilmesi sağlanmıştır. Pencereler şeffaf renkli plastik cam malzemeler ile pencereler üzerindeki kanallara geçirilebilecek ve çıkartılabilecek şekilde yapılacaktır. Böylece operatörün herhangi bir müdahaleye ihtiyaç duyduğu zamanlarda bu boş alanlardan makinenin içine uzanabilmesi mümkün olabilecektir(Şekil II.19).

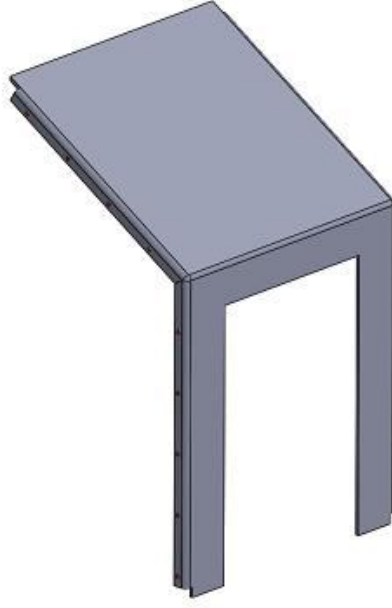


Şekil II.19 Dış Kova Tasarımı

II.1.2.5.Perde tasarımları

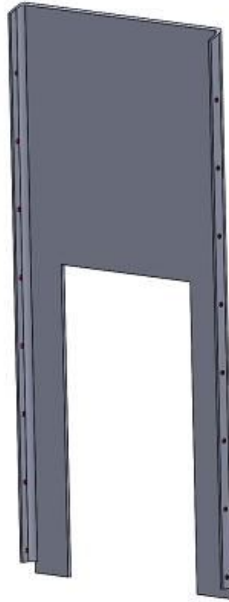
Malzeme besleme ünitesinde toplamda üç kere malzemenin dökülme işlemi gerçekleştirilecektir. Malzemelerin döküldükleri alanların tümü aynı gövde içine yerleştirildiğinden dolayı dökülme alanlarını birbirlerinden ayırmak için veya belirli bir alanda durmalarını sağlamak için perdeler tasarlanmıştır.

Şekil II.20’de gösterilmekte olan perde kazanın devrilmesi ile düşme hunisine dökülen malzemelerin düşme hunisi içinde kalmasını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Alt kısmı sabit durması için alt plakaya bağlanacak şekilde üst tarafı ise dökülen malzemeyi birinci palete dökmek için 60° açılı tasarlanmıştır.



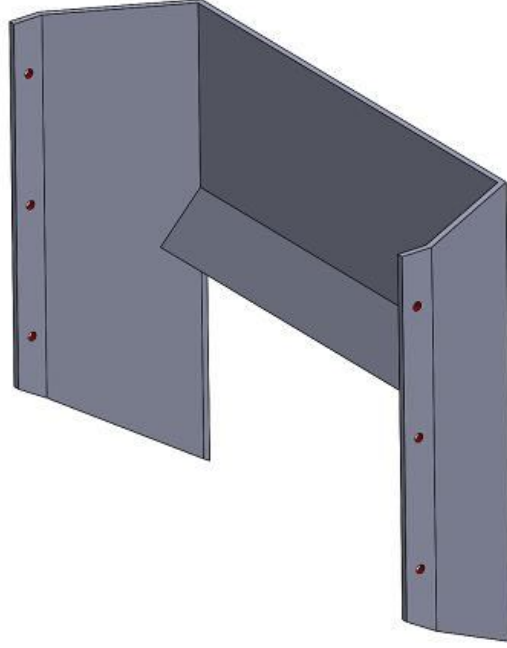
Şekil II.20 Perde Tasarımları

Şekil II.21’de gösterilmekte olan perde ise ilk palet ile ikinci palet arasında yerleştirilerek birinci paletteki malzemelerin silindirlerin yükselmesinin bitişini takiben ikinci paletle dökülmesi sağlayacaktır.



Şekil II.21 Perde

Şekil II.22’de gösterilen perde kazanın dökülmesinin ardından eğimli perde üzerinde dökülen malzemelerin kısım kısım birinci palet alanına dökülmesini sağlamak amacıyla yalnızca orta kısmına açılan boşluktan geçerek döküm işlemini gerçekleştirmesi amacıyla tasarlanmıştır.



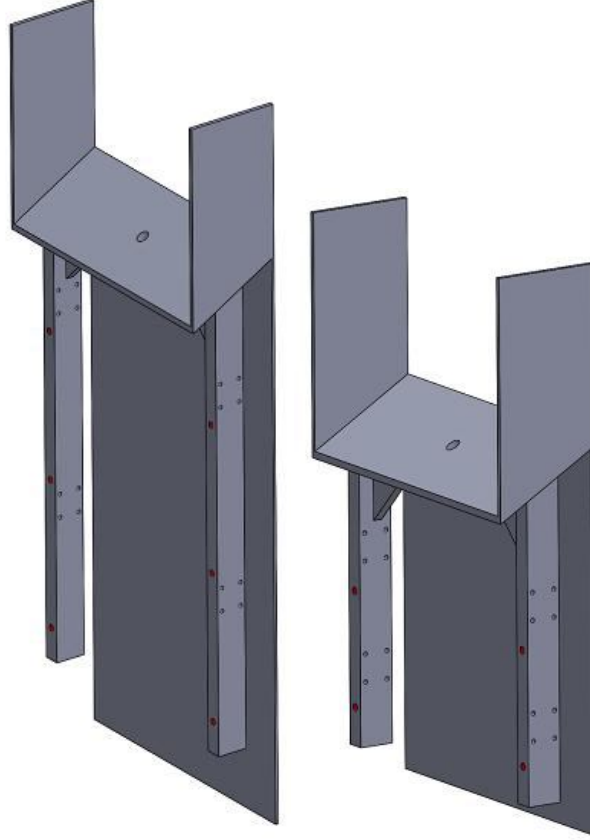
Şekil II.22 Perde Kazan

II.1.2.6. Palet tasarımları

Malzeme besleme ünitesinde iki farklı boyutta palet tasarlanmıştır. Bunun bu şekilde düşünülmesinin sebebi bir tek palet kullanımında gereken silindirin oldukça uzun bir mesafede çalışmasının gerekmesi ve daha büyük bir güce ihtiyaç duymasıdır. Bu hem kullanım ömrünü kısaltmakta hem de enerji kaybına sebep olmaktadır. Bu durumu önlemek amacıyla iki eşit güçte çalışabilecek ve her iki paletinde malzeme aldıktan sonra yarısı kadar bir mesafe gitmesi şeklinde çalışan bir sistem tasarlanmıştır.

İki palet yan yana monte edilecek ve arka taraflarında bulunan uzun plakalar sayesinde birbirleri arasında istenmeyen zamanlarda malzeme geçişleri engellenecektir. Üst tarafları döküm alanlarına geldiklerinde taşıdıkları malzemenin tümünü kolay bir biçimde dökülebilmeleri için 60° açılı olacak şekilde düşünülmüştür. Üst tarafındaki açılı

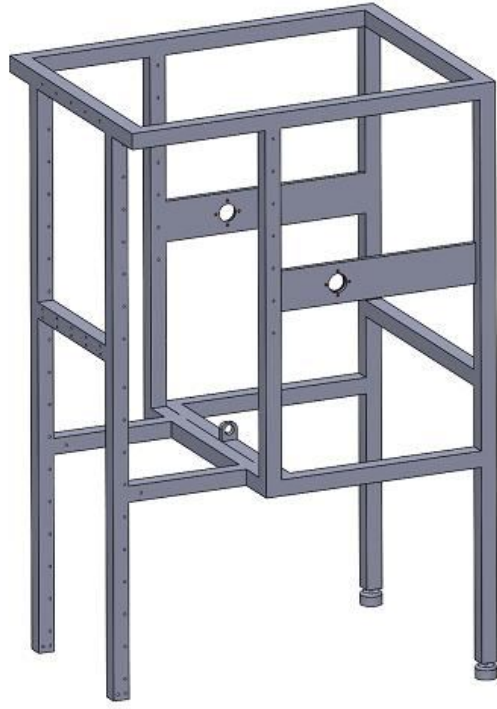
yüzeyin ortasına açılan deliğe paletleri yukarıya taşıyacak olan silindirler bağlanacaktır. Sağ ve sol taraflarında ikişer adet olmak üzere arabalar yanlarına açılacak olan deliklere monte edilecek ve böylece arabaların bağlı olduğu raylar üzerinde rahatlıkla hareket edebileceklerdir(Şekil II.23).



Şekil II.23 Palet Tasarımları

II.1.2.7.Devirme iskeleti tasarımı

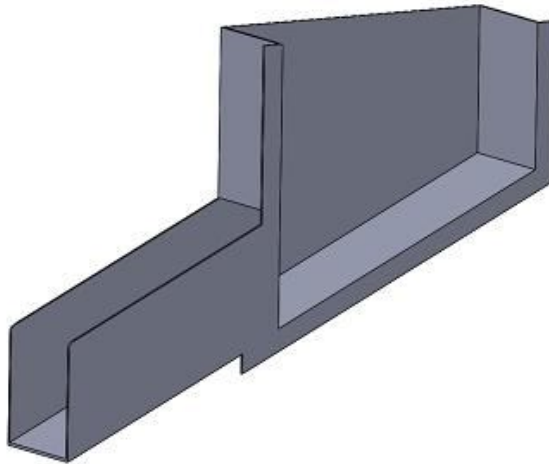
Devirme iskeleti, tüm sistemin birbirlerine olmaları gereken mesafede ve sabit şekilde durmalarını sağlayacak olan konstrüksiyondur. İlgili kısımlarda sabit durması istenilen bölümler devirme iskeletine monte edilecektir. Aynı zamanda devirme kazanının hareketini sağlayan silindir bu iskelete monte edilecektir. Robotun çalışma alanının netleştirildikten sonra iskelet yere monte edilerek sistemin çalışma esnasında hareket etmesi önlenecektir (Şekil II.24).



Şekil II.24 Devirme İskeleti Tasarımı

II.1.2.8.Vibratöre dökme kaydırağı tasarımı

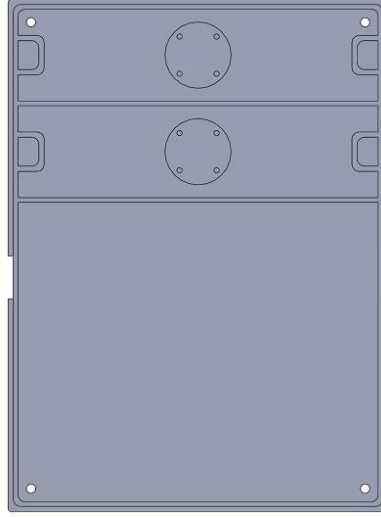
İkinci palet ile yukarı çıkarılan malzemeler vibratöre dökme kaydırağına dökülecek ve ardından açılı duruşu sayesinde takılmadan vibrasyon kutusuna dökülecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil II.25).



Şekil II.25 Vibratöre Dökme Kaydırağı Tasarımı

II.1.2.9. Alt plaka tasarımı

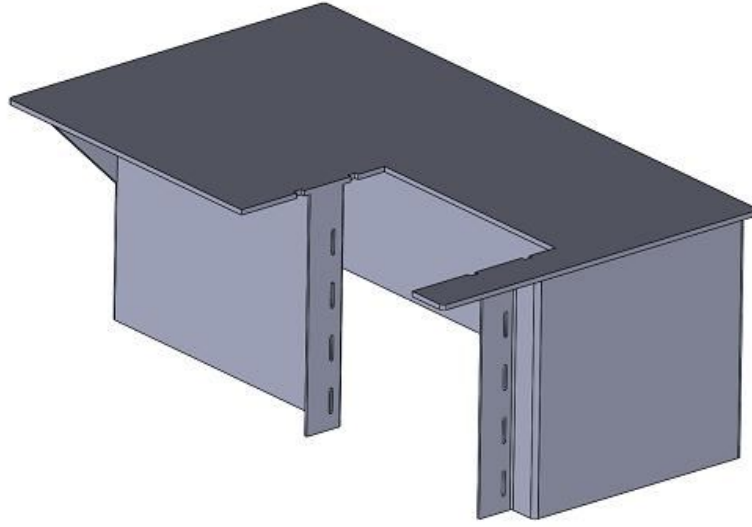
Alt plaka devirme iskeletine ek olarak sabit olması gereken elemanların bağlandığı plakadır. Bağlanacak olan elemanların biçimlerine uygun şekilde yuvaları açılacaktır. Aynı zamanda birinci ve ikinci paletin yukarı çıkmasını sağlayacak olan silindirler bu plakaya monte edilecektir(Şekil II.26).



Şekil II.26 Alt Plaka Tasarımı

II.1.2.10. Vibratör sehpa tasarımı

Vibratör sehpa üzerindeki slot delikleri ile istenilen yükseklikte devirme sistemine bağlanacak şekildedir. Sehpa üzerine vibrasyon kutusu ve konveyör bant sistemi yerleştirilecektir. Son olarak robot alım alanının değişmemesi için yere monte edilerek sabitlenecektir(Şekil II.27).



Şekil II.27 Vibratör Sehpası Tasarımı

II.1.3.Robotik Sistemi Tasarımı

II.1.3.1.Robot sistemine genel bakış

Projede, üç adet farklı ebatlardaki musluk tipinin işlenmesi için kameralı robotik otomasyon uygulaması tasarlanmıştır.

Robot programından beklenenler, makinede işlenecek olan 3 tip musluğu makinenin işlem süresi kadar bir sürede parça besleyecek şekilde programlamaktır. Makinede işlenecek olan parçalar, çamaşır musluğu, uzun musluk ve taharet musluğudur. Makinenin işlem süresi uzun musluk için 9 s/adet, çamaşır musluğu için 11 s/adet ve taharet musluğu için 8 s/adet şeklindedir.

Projede kullanılacak olan robotik sistem için uzun model olan Mitsubishi RV-6SDL model 6 eksen endüstriyel robot seçilmiştir. Şekil II.28’de robot ve Şekil II.29’da robotun teknik özellikleri gösterilmektedir.

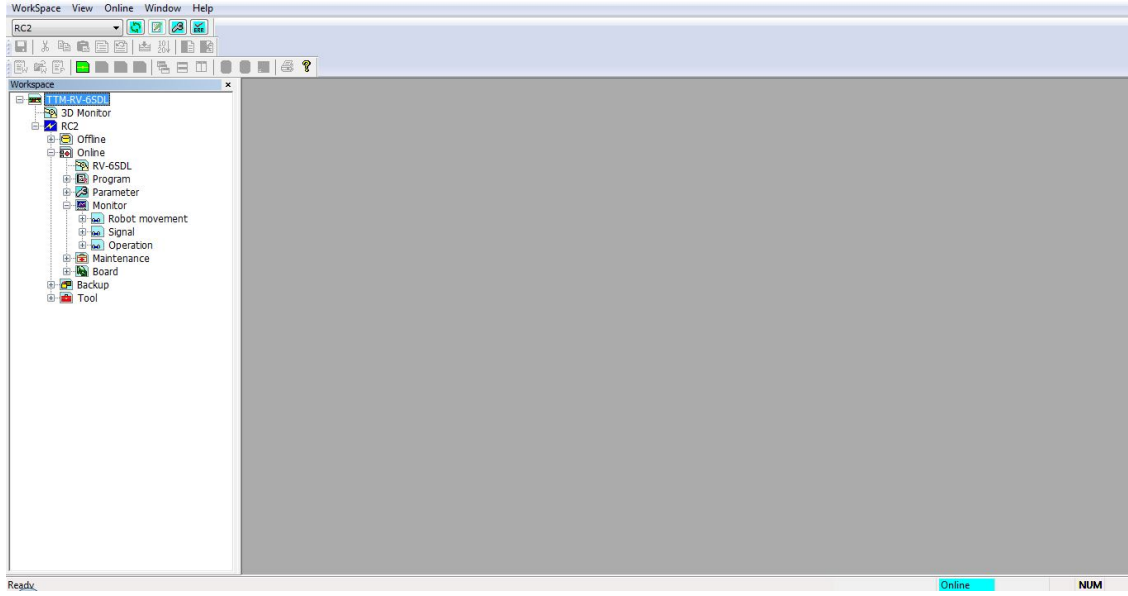


Şekil II.28 Robot

Eksen Sayısı	6
Kaldırabildiği Yük	6 kg
Robot Kontrolörü	CR 2D
Hassasiyet	±0,02 mm
R1 ile R2 Aralığı, Yarıçap	285-902 mm
A	817 mm
B	705 mm
C	617 mm
D	350 mm
E	170 mm
Maksimum Hız	8500 mm/s
Ağırlık	60 kg

Şekil II.29 Robotun Teknik Özellikleri

Mitsubishi endüstriyel robotun programlamasında Mitsubishi firmasına ait olan RT Toolbox 2 ara yüz programı kullanılmıştır(Şekil II.30).



Şekil II.30 Mitsubishi Firması'na ait Olan RT Toolbox 2 Ara Yüz Programı

Görüntü işleme uygulamasının gerçekleştirilmesi için Cognex..7050 model dijital kamera seçilmiştir. Şekil II.31’de kamera ve Şekil II.32’de de kameranın teknik özellikleri gösterilmektedir.

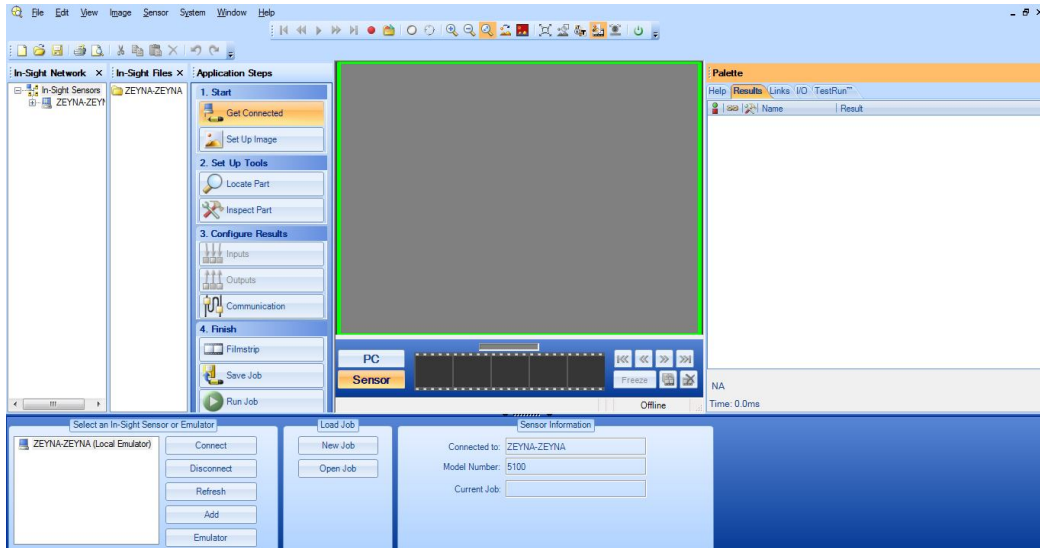


Model	Hız	Görüntü Yakalama Oranı (FPS)	Çözünürlük
In-Sight 7050	2x	102	800 x 600

Şekil II.31 Kamera

Şekil II.32 Kameranın Teknik Özellikleri

Kamera yazılımında Mitsubishi robot yazılımı ile kendi aralarında veri alış verişi yapabilen Cognex firmasına ait olan In Sight Explorer 4.7.3. programı kullanılmıştır (Şekil II.33).



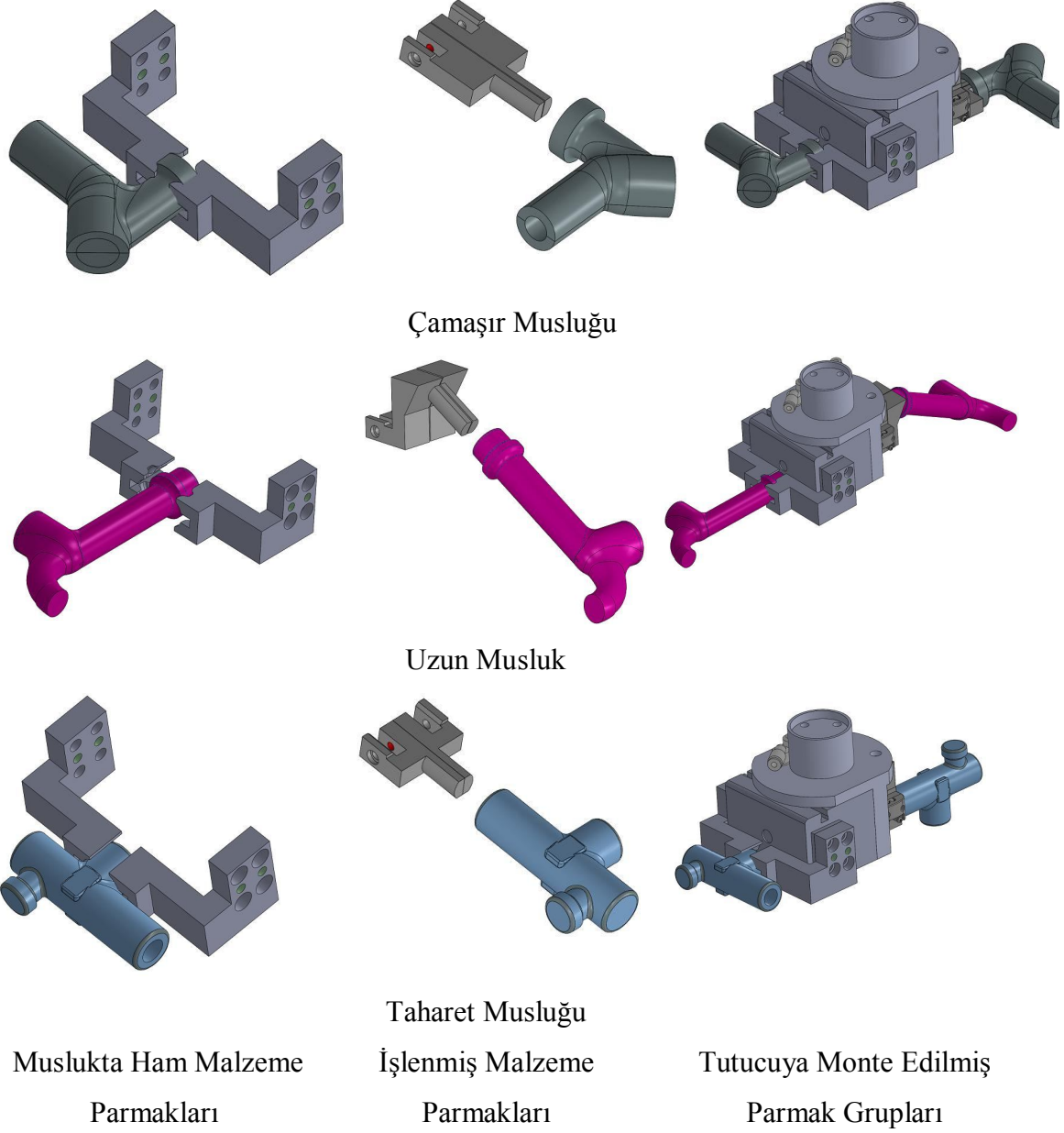
Şekil II.33 In Sight Explorer 4.7.3. Programı(Cognex)

II.1.3.2.Robot parmakları tasarımı

Projede üç tip musluk için ham malzemeyi tutmak için üç adet tutucu parmak grubu ve makinede işlenmiş malzemeyi almak için üç tip tutucu parmak grubu tasarlanmıştır.

Kameradan alınan görüntüye göre ham malzeme alımı yapan tutucu gruplarının makine çenesine malzemeyi yamuk bağlaması durumunda makine üzerindeki tüm çakıların kırılmasına sebep olabilir. Bu durum genellikle tutucu parmaklarda malzemeye basan yüzeylerde boşlukların olması yani hareket esnasında malzemenin hareket etmesi veya malzemeyi hep aynı eksende sıkamaması nedeniyle oluşur. Bunun oluşmasını engellemek için ham malzeme için tasarlanan parmakların hassasiyetlerinin iyi olması gerekir. Bu sebeple bu tutucu grupları malzemenin kendi dış yüzey fikstürüne uygun şekilde tasarlanmıştır.

Makinede işlenmiş olan malzemeyi boşaltmak için tasarlanan parmakların görevi işlenmiş malzemeyi makine çenesinden almak ve 40 cm gerideki boşaltma kovalasına bırakmaktır. Bu parmaklar çenede malzemeyi dışarıdan tutacak yerin olmamasından dolayı malzemenin içinden tutulacak şekilde, dış çapları malzemelerin iç çapı ile aynı olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu parmakların hassasiyetleri ham malzeme alımı yapan parmaklara göre daha düşüktür(Şekil II.34).



Şekil II.34 Muslukta Robot Parmakları Tasarımı

II.1.3.3. Görüntü işleme için ışık tasarımı

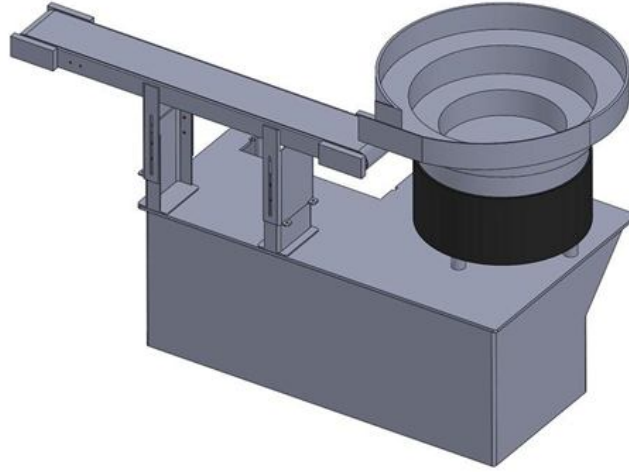
Malzemenin presten çıktıktan sonra kumlanma işleminden geçmemesi malzemenin renklerinin değişken olmasına neden olduğu görülmüştür. Bu durumda kamera ile dışarıdan aydınlatılan sistemde malzemenin yanındaki malzemelerin algılaması zorlaşmış ve tutucunun bir malzemeyi almaya giderken yanındaki başka bir parçaya

Çarpma olasılığı ortaya çıkmıştır. Bu sorunu çözmek için kameradan alınan görüntüde malzemenin tamamen siyah görünebileceği alttan aydınlatmalı sistem kullanılmıştır.

II.1.3.4.Vibrasyon kutusu ve konveyör tasarımı

Vibrasyon kutusu 3 tip musluğu sıralayabilecek şekilde Factor-H firması'ndan temin edilmiştir. Malzemelerin her birinin boyutları ve ağırlık merkezlerinin farklı olmasından ötürü vibrasyon kutusu çıkışına parçalara özel olarak engeller ve itici aparatlar tasarlanmıştır.

Konveyör bant 2830 mm x 180 mm boyutlarında tasarlanmıştır. Konveyör bandın vibratör sehpası üzerine monte edileceği ve üzerindeki slot delikleri sayesinde yükseklik ayarının yapılabilceği ayaklar tasarlanmıştır. Konveyör bant ve ayak tasarımları şekil II.35'te gösterilmektedir.



şekil II.35 Konveyör Bant ve Ayak Tasarımları

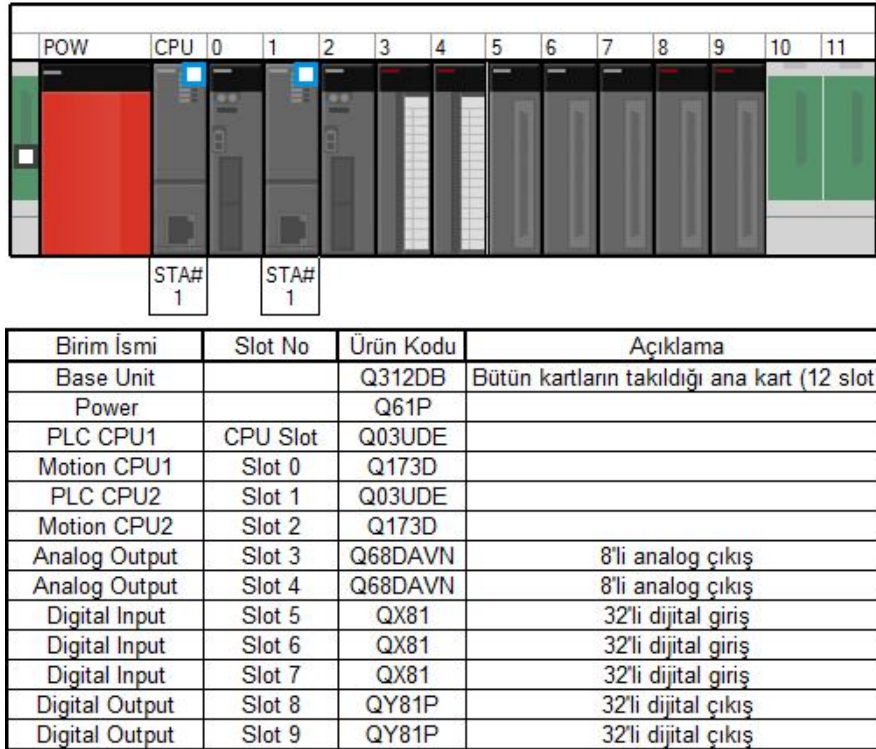
II.2. Üretimi Gerçekleştirilecek Sistem Algoritması

II.2.1. CNC transfer makinesi PLC konfigürasyonu

CNC transfer makinesinde işlem yapmak için kullanılan matkap ünitesi için 1 servo motor, işleme merkezi matkap ünitesi için 3 servo motor, işleme merkezi dış çekme ünitesi için 4 servo motor, açar kafa ünitesi için 2 servo motor, pozisyon çevirme ünitesi için 1 servo motor gerekmektedir. Ayrıca tambur için de 1 adet servo motor gerekmektedir.

Sistemde 3 matkap ünitesi, 4 işleme merkezi matkap ünitesi, 4 işleme merkezi dış çekme ünitesi, 3 açar kafa ünitesi ve bir pozisyon çevirme ünitesi ve 1 tambur kullanılacağından ötürü toplamda 39 adet servo motoru senkron sürebilecek PLC ve Motion kontrol birimleri kullanılacaktır.

Projede kontrol birimleri ve programlama hizmeti Mitsubishi firmasından temin edilecek olan sistemin konfigürasyonu Şekil II.36’da gösterilmektedir.



Şekil II.36 PLC Sistem Konfigürasyonu

II.2.2. Malzeme besleme ünitesi otomasyonu algoritması

Malzeme besleme ünitesinden beklenen operatörün bir kere kazandaki tüm malzemeyi sisteme dökmesinden sonra malzemenin bölüm bölüm vibrasyon kutusuna dökülmesini sağlayarak beslemeyi sürekli olarak sağlamasıdır.

Malzeme besleme ünitesi, PLC programı tarafından kontrol edilmektedir. Operatör kazanı sisteme yerleştirdikten sonra kapakları kapatır. Çalışma esnasında güvenlik için kapıların kapalı olması gerektiğinden kapılarda algılayıcı bulunmaktadır. Bu algılayıcı onay vermediği sürece sistem çalışmaz. Sistem üzerindeki kazan devirme anahtarı çevrilerek malzemelerin birinci bekleme alanına dökülmesi sağlanacaktır. Dökme işlemi bittikten sonra kazan tekrar eski konumuna döner. Vibrasyon kutusu üzerinde bir adet malzeme seviyesi ölçen algılayıcı bulunacaktır. Algılayıcı malzemelerin yeterli seviyede olmadığını gördüğünde sisteme sinyal gönderir, birinci bekleme alanındaki malzemelerin yaklaşık olarak %5'i önce birinci paletin daha sonra da ikinci paletin yükselmesiyle vibrasyon kutusuna dökülür. Bu işlem vibrasyon kutusu üzerindeki algılayıcı görene kadar tekrarlanır. Malzeme besleme ünitesi üzerindeki kazanı kaldırmak için açılı şekilde duran tek bobin valf ile hareket eden bir silindir bulunacaktır. 50 cm çalışma alanı olan birinci paletin kaldırılması için önce birinci silindire 10 s enerji verilir. Silindirin 50 cm uzaklığa erişmesi için geçen süre yaklaşık olarak 6 s dir. Kalan 4 s ise emniyet payı olarak verilecektir. Ardından 75 cm çalışma alanı olan ikinci silindire 15 s enerji verilir. Silindirin 75 cm uzaklığa erişmesi için geçen süre yaklaşık olarak 9 s' dir. Kalan 6 s ise emniyet payı olarak verilecektir.

II.2.3. Robotik otomasyon algoritması

II.2.3.1.Algoritmaya genel bakış

Robot hem makine hem de çevre birimleri ile ilgili sinyalleri kontrol ederek ham malzemeyi alma, çeneden işlenmiş malzemeyi alma, işlenmiş malzemeyi konveyör üzerine koyma ve ham malzemeyi makine çenesine koyma işlemlerini döngüsel olarak yapmalıdır.

Operatörün yanlış bir müdahalede bulunmasını önlemek amacıyla tüm sistem 3 buton aracılığıyla başlatılabilir ve durdurulabilir şekilde düşünülmüştür. Bunlar Start, Reset ve Stop butonlarıdır. Robot programı çalıştırılmak istendiğinde Start butonuna basılır. Robotun döngüsünü bitirip park pozisyonuna gitmesi istendiğinde ise Stop butonuna basılır. Bunların dışında makinede veya robotta bir arıza durumunda operatör tüm arızaları giderdikten sonra sistemin kaldığı yerden çalışmasına devam etmesini isterse sırasıyla Start, Reset ve Start butonlarına basmalı, eğer robotun kaldığı yerden güvenli bir rota izleyerek Park pozisyonuna gitmesini isterse sırasıyla Start Reset Stop butonlarına basması yeterli olacaktır. Program içinde değer tutabilen registerler vasıtasıyla robot programının çalışması sırasında hangi pozisyonda olduğu sürekli bilinir ve arıza durumunda stop butonuna basılırsa bu pozisyonlara göre yazılmış olan güvenli rotaları takip ederek robot Park pozisyonuna gider.

Robot programında konveyör bant üzerinden kameradan okuduğu malzemenin pozisyonuna göre malzeme alma pozisyonu, makine çenesinden işlenmiş malzemeyi alma pozisyonu, makine çenesine ham malzemeyi koyma pozisyonu gibi hassas konumlandırma yapılması gereken yerlerde düşük hızlı ve keskin olarak o noktaya gitme komutları kullanılmalı, hassasiyetlerinin çok yüksek olmadığı ara noktalarda ise yüksek hızlarda ve yumuşak geçiş sağlayacak komutlar kullanılmalıdır.

II.2.3.2.Makine giriş çıkış sinyalleri

Transfer makinesi robotik otomasyonunda robot ile makine arasında iletişimin doğru şekilde sağlanması oldukça önemlidir. Bunu sağlamak için makineden robota gelen girişler ve robottan makineye giden çıkışlar mevcuttur.

Makine insanlı veya otomatik olarak çalıştırılabilmektedir. Robotlu çalışma esnasında makine otomatik olarak seçilmelidir. İnsanlı çalışma esnasında ise herhangi bir kaza yaşanmaması için yanlışlıkla da olsa robotun çalışmaması gerekmektedir. Bu sebeple makine ekranında robot aktif olarak seçilmelidir. Makineden gelen robot aktif sinyali robot programının başında kontrol edilir.

Tezgahta bir arıza olması durumunda bir kaza yaşanmaması için robotun işlemine devam etmemesi gerekmektedir. Bu amaçla makinede arıza olduğunda makine arıza sinyali robota gelir. Robot programında arkada çalışmakta olan arıza programı bu sinyali sürekli kontrol eder ve arıza durumunda robotu da arızaya sokarak durdurur. Aynı şekilde robotta bir arıza olduğunda da makinenin çalışmasını durdurması gerekmektedir. Bu sebeple robotta bir arıza olduğunda robot makineye “Robot Arıza” sinyali gönderir ve makine de arızaya geçer.

Robot makine çenesine giderken tamburun yerinde olması yani hareket etmiyor olması gerekir. Çünkü robot makinenin çenesinin içine kadar girmek ve malzemeyi yerleştirmek zorundadır. Eğer robot çeneye malzeme yerleştirirken tambur dönerse robotu başka bir noktaya sürükler ve bu durum robota zarar verebilir. Bu durumu engellemek için tambur yerinde iken robota “Tambur Yerinde” sinyali gönderir. Tambur dönmeye başladığı anda bu “Tambur Yerinde” sinyali kesilir ve tekrar yerine geldiğinde sinyal tekrar robota gönderilir. Robot ise makine ham malzemeyi almış ve makine çenesine koymaya gitmesi esnasında makine içine girmeden önceki bir noktada durur ve “Tambur Yerinde” sinyalinin gelmesini bekler.

Robotun malzemeyi yerleştirmesi veya makinedeki işlenmiş malzemeyi alma sırasında makine aynasının açık veya kapalı olması durumu da robot tarafından kontrol edilmesi gereken bir durumdur. İşlenmiş malzemenin alınması esnasında projeye göre aynanın açık olması veya kapalı olması istenebilir. Robot makineye “Ayna Aç” sinyali gönderdiği zaman çenenin açılması belirli bir zaman alır. Bu zamandan tasarruf edebilmek için çenenin açık olduğu durumda çenenin yuvasında malzemenin hareket etmemesi şekilde tasarlanmış olması gerekir. Bu projede çeneler malzemenin neredeyse tüm yüzeylere basacak şekilde yapıldığı için çene açıldığında malzeme çenede oynamamaktadır. Bu sebeple robot çeneden malzeme almaya gitmeden önce makineye “Ayna Aç” sinyali gönderir. Çenenin açıldığına emin olmak için makineden robota “Ayna Açık” sinyali gönderilir. Robot programda bu sinyali bekler ve sinyal geldikten sonra makine çenesinden malzeme almaya gider. Daha sonra ham malzeme çeneye yerleştirilir ve robottan makineye “Ayna Kapat” sinyali gönderilir. Robot makineye “Tambur Dön” sinyali göndermeden önce makineden “Ayna Kapalı” sinyalinin gelmesini bekler.

Robot tamburun dönüp robota çarpabileceği bir pozisyonda dururken makinenin manuel moda alınması ve tambur dön butonuna basılması robota zarar verebilecek bir durumdur. Bu durumun oluşmasını engellemek için makine manuel modda çalışırken robotun Park pozisyonunda olması istenmektedir. Bu amaçla robot Park pozisyonundayken makineye bir çıkış verir ve makine manuel modda iken bu çıkışın 1 olması koşulunu arar.

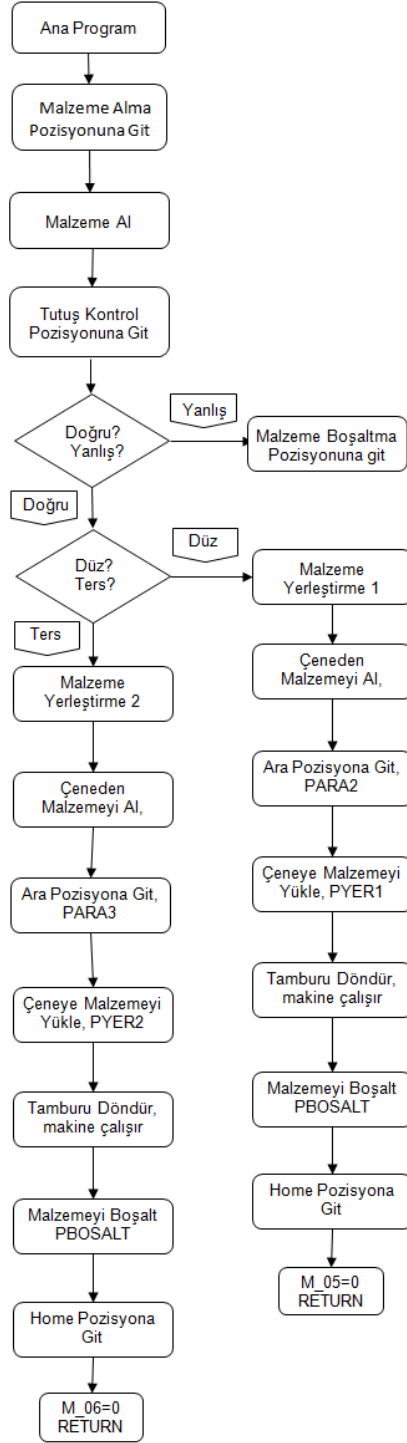
Çevre birimleri olarak robot besleme konveyörü, vibrasyon kovası, malzeme alma alanındaki ışık ve boşaltma konveyörünü kontrol etmelidir.

Makine üzerinde çenedeki talaşı temizlemek amacıyla karşılıklı 2 adet hava valfi bulunmalıdır. Bu hava valfleri çenenin açık ve boş olduğu anda sırayla hava üflemeli böylece çenede her iki tarafta da bulunan talaşlar temizlenmiş olur.

II.2.3.3.Ana program algoritması

Ana program tüm alt programların çalıştırıldığı, makine çalıştırıldığında seçilerek döngüsel olarak koştan programdır.

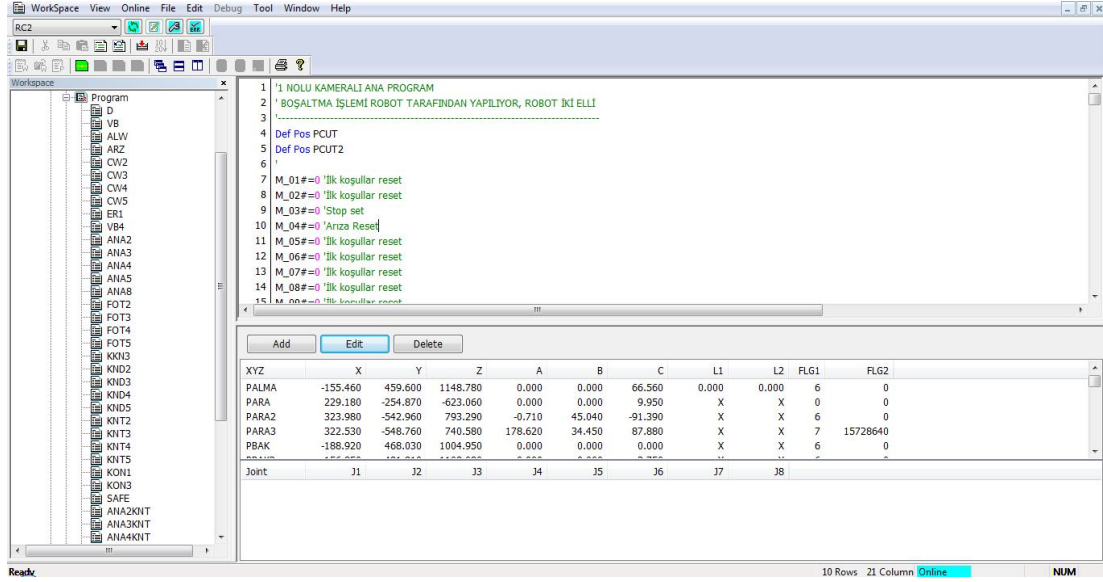
Projede taharet musluğu, uzun musluk ve çamaşır musluğu parçalarının otomatik beslemesini yapmak amacıyla 3 adet ana program yazılmalıdır. Bu programların çalışma mantıkları benzer olsa da kamera programları, pozisyonları ve konveyör vibratör programlarının çalışma şekilleri farklıdır. Tüm programlar için genel çalışma algoritması Şekil II.37’de gösterilmektedir.



Şekil II.37 Tüm Programlar İçin Genel Çalışma Algoritması

Taharet musluğu ve uzun musluk için konveyör bant üzerinden ham malzemenin alınmasının ardından ikinci tutucu ile makine çenesindeki işlenmiş malzeme tutulur ve boşaltma kaydıracağına bırakır. Ardından ilk eldeki ham malzeme çeneye yerleştirilir ve tekrar ham malzeme alımı yapılacak olan pozisyona ilerler. Çamaşır musluğunda ise

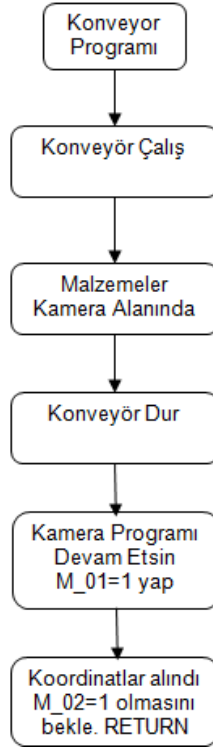
işlenmiş malzemeyi bıraktıktan sonra çenenin sağ tarafındaki yarı işlenmiş malzemeyi alır ve kalan işlemlerinin tamamlanacağı sol tarafa yerleştirir. Ardından ham malzemeyi çenenin sağ tarafına yerleştirir ve ham malzeme alma pozisyonuna geri döner. Şekil II.38’de robot programı görülmektedir.



Şekil II.38 Robot Programı

II.2.3.4.Konveyör programı algoritması

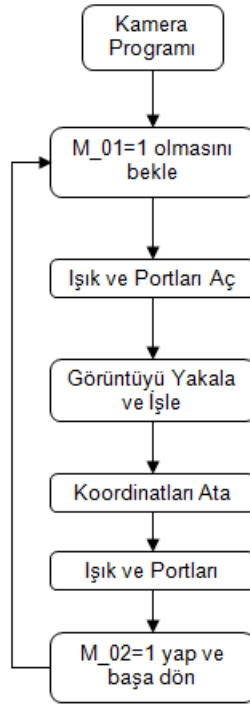
Malzeme konveyör bant üzerine düştükten sonra robotun malzemeyi alma alanında bulunan bir diğer algılayıcı malzemeyi görene kadar sürekli çalışır. Algılayıcı gördükten sonra kamera tarafından fotoğraf çekilerek malzemenin uygunluğu kontrol edilir. Eğer malzeme almaya müsait ise robotun malzemeyi alması beklenir ve vibrasyon kovası ile konveyör bant programları çalışmalarına devam eder. Eğer malzeme almaya uygun değilse konveyör bant ilerleyerek uygun olmayan malzemeyi hazneye atar ve program kendi işleyişinde devam eder (Şekil II.39).



Şekil II.39 Konveyör Programı

II.2.3.5. Kamera programı algoritması

Üç tip parçanın her birinin ayrı kamera programı olmalıdır. Programlar içinde parçaların ön ve arka yüzeyleri simetrik olmadığından ve makinenin çenesine hep aynı pozisyonda konulması gerektiğinden parçanın her iki yönü için de resim tanıtılmalıdır. Robotun parça alabileceği alan sınırlandırılmalıdır. Robot bir parçayı almaya giderken tutucunun başka bir parçaya çarpmasını önlemek için alan içinde sadece bir parçanın olması sağlanmalıdır. Parçaların robot tarafından alınmasından sonra malzemenin robot parmağında düzgün tutulup tutulmadığının veya malzemenin kendisinde bir problem olmadığının kontrolü yapılmalıdır (Şekil II.40).



Şekil II.40 Kamera Programı

II.2.3.6.Vibrasyon kazanı algoritması

Vibratör kovanı, malzemenin konveyör üzerine düştüğü noktada bir algılayıcı ve malzemelerin geride sıralı şekilde beklemesini sağlayan ikinci bir algılayıcı ile kontrol edilir. Malzemenin robot tarafından rahatlıkla alınmasını sağlamak amacıyla konveyör üzerine malzemelerin ayrık şekilde gelmesi istenmektedir. Malzemenin vibrasyon kovanı tarafından konveyör banda bırakıldığı yerdeki algılayıcı malzemeyi gördükten sonra vibrasyon kovanı çıkışı resetler ve vibrasyon kovanı durur. Çıkan malzemenin robot tarafından alınması beklenir ve vibratör programı, algılayıcının bir sonraki malzemeyi görmesine kadar tekrar çalışır. Bu sayede konveyör bant üzerinde sürekli olarak bir adet malzemenin bulunması sağlanmış olur. Üç program içinde aynı vibrasyon kutusu programının çalıştırılması öngörülmüştür.

BÖLÜM III

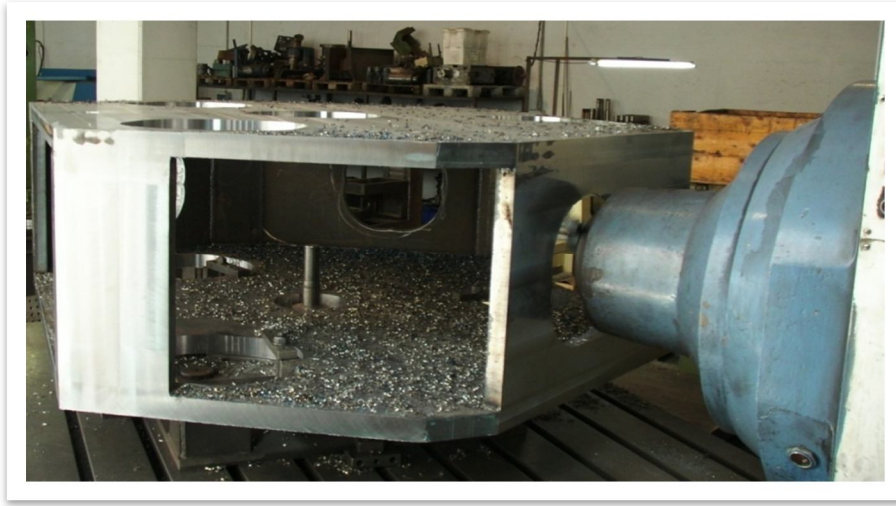
BULGULAR VE TARTIŞMA

III.1.Üretimin Gerçekleştirilmesi

III.1.1.CNC transfer makinesi üretimi

III.1.1.1.Gövde üretimi

Gövde 50 mm kalınlığında ST52 çelik malzeme kullanılmıştır. Kaynaklı konstrüksiyon metodu kullanılarak kaynak işleri tamamlandıktan sonra gerilim alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Akabinde Borverg yatay ve dik işleme makinesine bağlanarak tüm yüzeyi işlenmiştir. Son olarak macunlanmış ve boya işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil III.1'deBorverg makinesine bağlanmış olan gövdenin resmi görülmektedir.



Şekil III.1 Borverg Makinesine Bağlanarak Üretilen Gövdenin Resmi

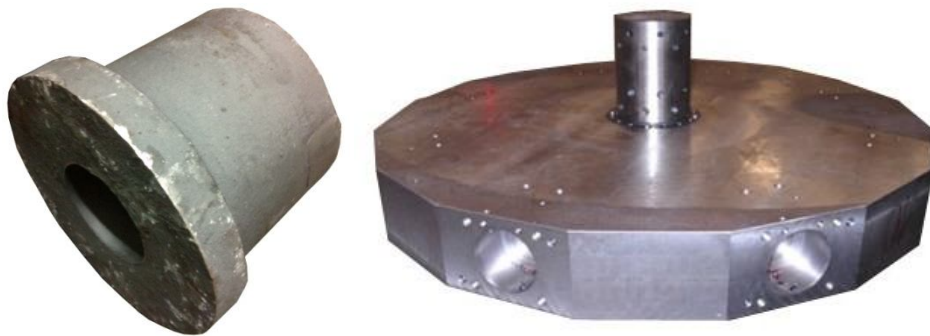
III.1.1.2.Tambur üretimi

Tamburlar transferi gerçekleştiren tüm parçaları tutan aynaları kendi üzerinde barındırırlar. Bu aynalarda sıkılmış parçalarda çoklu talaş kaldırma işlemlerinin

gerçekleştirilmesi esnasında kesici takımların malzeme üzerine aynı anda kuvvet uygulamasıyla bazı titreşimler meydana gelebilir. Bu titreşimleri en aza indirmek amacıyla tambur sistemleri transfer makinelerinde döküm gövde şeklinde üretilmektedir.

Genel itibari ile günümüz tezgah üreticileri, küresel rekabetle başa çıkabilmek ve üretim maliyetlerinin aşağıya çekilebilmek için makine ana şase gövdelerini kaynaklı çelik konstrüksiyon olarak tercih etmektedir. Bu durum titreşimlerin absorbe edilmesi için tambur sistemlerinin tamamen döküm olmasını bir mecburiyet haline getirmiştir. Bunun dışında düşük titreşim ile işlenen çoğunlukla pirinç, alüminyum ve benzeri hammaddeye sahip ufak boyutlu parçalarda, çelik tambur yapıları da üreticiler arasında az da olsa tercih edilebilmektedir.

Projedeki Tamburun üretim safhalarını genel itibari ile özetleyecek olursak, Önce Sfero döküm için gerekli ahşap modelleme ertesi döküm işlemi gerçekleşmiştir. Takiben kaba ve final tornalama işlemleri gerçekleştirilmiş, yatay işleme merkezi tezgahına bağlanarak üzerinde kullanılacak tutucu gruplarının bağlantı yüzeyleri işlenerek hazırlanmıştır. Final olarak tutucu grupları için gerekli olan hidrolik geçiş kanalları muhtelif açı ve derinliklerde radyal sütunlu matkapta delindikten sonra ilk tornalama işleminde oldukça hassas ($\pm 0,01$ tolerans içinde) olarak işlenmiştir. Son olarak hazır olarak ithal edilmiş ($\pm 0,002$ hassasiyetle) taşlı indeks dişli bağlanarak tezgaha monte edilebilir hale getirilmiştir. Şekil III.2’de işlenmiş tamburun resmi görülmektedir.



Şekil III.2 İşlenmiş Tamburun Resmi

III.1.1.3.Ünitelerin üretimi

Matkap ünitesi üretimi:

Matkap ünitesinde kullanılmış olan hazır ekipmanlar; 1 adet fener mili AC motoru, 1 adet Z eksen servo motoru, 3+2 takım fener mili rulman grubu, 1 adet bilyalı vidalı mil somun grubu, 1 adet kaplin, 1 adet ZKLF rulman, sıkma somunları, 1 adet bilyalı araba ray grubu, ve sızdırmazlık keçeleri olarak sıralanabilir.

Üretilen Ekipmanlar :

- Dış Gövde :Tasarıma özel kalıplanmış sfero döküm gövde önce CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra, 3 ve 4 eksenli işleme merkezlerinde final işleme ve tesviye sonrası montaja hazır hale gelmiştir.
- İç Kovan : 8620 silindirik malzemeden CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra dış çap sert krom kaplanmakta ve final dış ve rulman yatakları silindirik taşlama tezgahından geçtikten sonra montaja hazır hale gelmiştir.
- Fener mili : 4140 silindirik malzemeden CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra 50 hrc sertleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Final dış çap, Iso koniği ve rulman yatakları silindirik taşlama tezgahından geçtikten sonra montaja hazır hale gelmiştir.
- Servo Motor Bağlantı Flanşları : Tasarıma uygun yassı 1050 malzemeden CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra, 3 ve 4 eksenli işleme merkezlerinde final işleme ve tesviye sonrası montaja hazır hale gelmiştir (Şekil III.3).



Şekil III.3 Matkap Ünitesi Üretimi

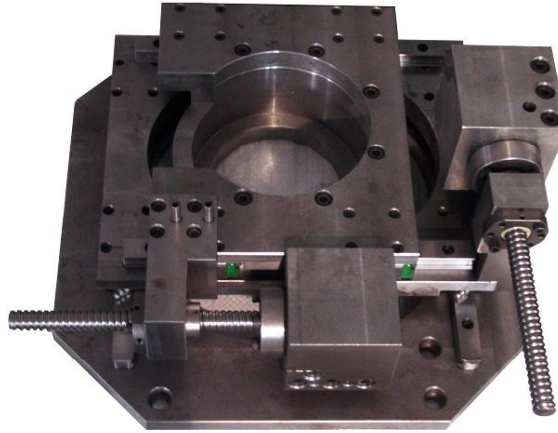
İşleme merkezi matkap ve diş çekme üniteleri üretimi:

İşleme Merkezi ünitesi hazır ekipmanları: 1 adet fener mili servosu, 1 adet Z eksen servo motoru, 1 er adet X ve Y eksen servo motorları, 3+2 takım fener mili rulman grubu, 3 adet bilyalı vidalı mil somun grubu, 3 adet kaplin, 3 adet ZKLF rulman, sıkma somunları, 5 adet bilyalı araba ray grubu, ve sızdırmazlık keçeleri olarak sıralanabilir.

Üretilen Ekipmanlar :

· X ve Y eksen Platformları : Tasarıma uygun yassı 1050 malzemeden plazma kesim sonrası, 3 ve 4 eksenli işleme merkezlerinde final işleme ve tesviye sonrası montaja hazır hale gelmiştir.

- Dış Gövde : Tasarıma özel kalıplanmış sfero döküm gövde önce CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra, 3 ve 4 eksenli işleme merkezlerinde final işleme ve tesviye sonrası montaja hazır hale gelmiştir.
- İç Kovan : 8620 silindirik malzemedan CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra dış çap sert krom kaplanmakta ve final dış ve rulman yatakları silindirik taşlama tezgahından geçtikten sonra montaja hazır hale gelmiştir.
- Fener mili : 4140 silindirik malzemedan CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra 50 hrc sertleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Final dış çap, Iso koniği ve rulman yatakları silindirik taşlama tezgahından geçtikten sonra montaja hazır hale gelmiştir.
- Servo Motor Bağlantı Flanşları : Tasarıma uygun yassı 1050 malzemedan CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra, 3 ve 4 eksenli işleme merkezlerinde final işleme ve tesviye sonrası montaja hazır hale gelmiştir (Şekil III.4).



Şekil III.4 İşleme Merkezi Matkap ve Dış Çekme Üniteleri Üretimi

Açar kafa ünitesi üretimi:

Açar Kafa ünitesi hazır ekipmanları : 1 adet fener mili AC motoru, 1 adet Z eksen servo motoru, 1 adet Y eksen servo motoru, 3+2 takım fener mili rulman grubu, 2 adet bilyalı vidalı mil somun grubu, 2 adet kaplin, 2 adet ZKLF rulman, sıkma somunları , 1 adet bilyalı araba ray grubu, ve sızdırmazlık keçeleri olarak sıralanabilir.

Üretilen Ekipmanlar :

- Y eksen Kafası : 8620 silindirik malzemedan CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra, 4 eksen işleme merkezlerinde frezeleme ve kanal işlemlerini takiben 45 hrc sertleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Final olarak dış ve iç kanallar silindirik ve satıh taşlama tezgahından geçtikten sonra montaja hazır hale gelmiştir.
- Dış Gövde : Tasarıma özel kalıplanmış sfero döküm gövde önce CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra, 3 ve 4 eksenli işleme merkezlerinde final işleme ve tesviye sonrası montaja hazır hale gelmiştir.
- İç Kovan : 8620 Silindirik malzemedan CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra dış çap sert krom kaplanmakta ve final dış ve rulman yatakları silindirik taşlama tezgahından geçtikten sonra montaja hazır hale gelmiştir.
- Fener mili : 4140 silindirik malzemedan CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra 50 hrc sertleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Final dış çap ve rulman yatakları silindirik taşlama tezgahından geçtikten sonra montaja hazır hale gelmiştir.
- Servo Motor Bağlantı Flanşları : Tasarıma uygun yassı 1050 malzemedan CNC Torna tezgahında tornalandıktan sonra, 3 ve 4 eksenli işleme merkezlerinde final işleme ve tesviye sonrası montaja hazır hale gelmiştir (Şekil III.5).



Şekil III.5 Açar Kafa Ünitesi Üretimi

Pozisyon çevirme ünitesi üretimi:

Pozisyon çevirme ünitesi hazır ekipmanları : 1 adet fener mili servo motoru, 1 adet Z eksen servo motoru, 3+2 takım fener mili rulman grubu, 1 adet bilyalı vidalı mil somun grubu, 2 adet kaplin, 1 adet ZKLF rulman, sıkma somunları , 1 adet bilyalı araba ray grubu, ve sızdırmazlık keçeleri olarak sıralanabilir.

Üretilen Ekipmanlar :

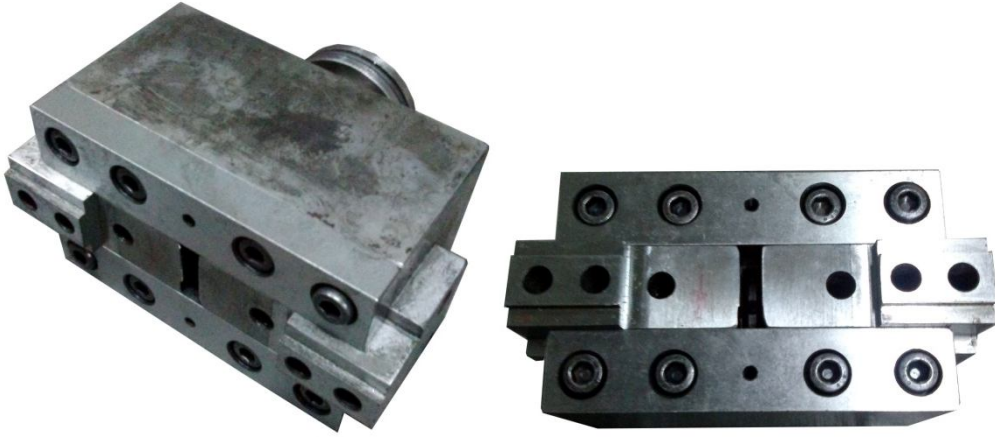
- Dış Gövde : Tasarıma özel kalıplanmış sfero döküm gövde önce CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra, 3 ve 4 eksenli işleme merkezlerinde final işleme ve tesviye sonrası montaja hazır hale gelmiştir.
- İç Kovan : 8620 Silindirik malzemeden CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra dış çap sert krom kaplanmış ve final dış ve rulman yatakları silindirik taşlama tezgahından geçtikten sonra montaja hazır hale gelmiştir.
- Fener mili : 4140 silindirik malzemeden CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra 50 hrc sertleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Final dış çap, Iso koniği ve rulman yatakları silindirik taşlama tezgahından geçtikten sonra montaja hazır hale gelmiştir.
- Servo Motor Bağlantı Flanşları : Tasarıma uygun yassı 1050 malzemeden CNC torna tezgahında tornalandıktan sonra, 3 ve 4 eksenli işleme merkezlerinde final işleme ve tesviye sonrası montaja hazır hale gelmiştir.

III.1.1.4.Çene ve aynaların üretimi

Aynalar 4140 kodlu çelik hammaddeden 3 ve 4 eksenli İşleme merkezlerinde işlendikten sonra 55 roc sertlikte sulanmıştır. Ardından satıh taşlama tezgahlarında taşlanmıştır. Montaj sonrasında her bir sıkmada parça pozisyonlamasını ± 0.01 mm tolerans içinde yapabildiği test sonrasında görülmüştür. Bu sayede herhangi bir revizyon işleme gerek kalmadığı tespit edilmiştir.

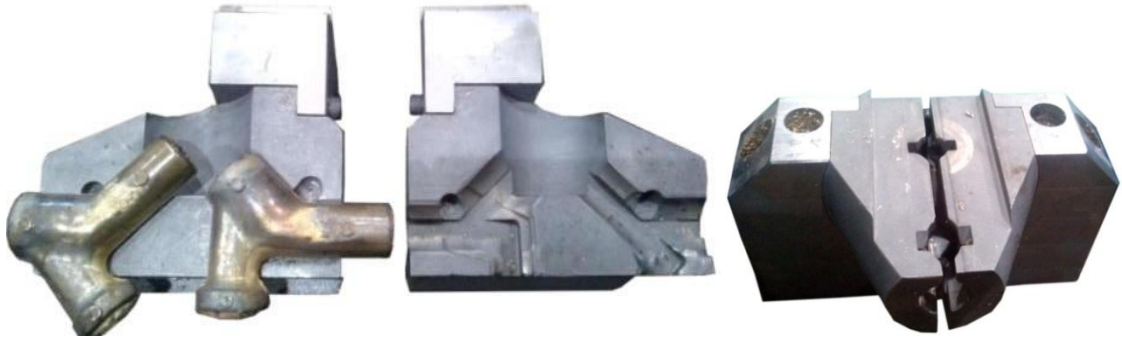
Çeneler 8620 çelik hammaddesinden 3 eksenli işleme merkezlerinde önceden hazırlanmış CAM programına uygun şekilde üzerlerine parça figürleri işlenmiştir. Bu çeneler gerekli konumda sökülüp takılabilmesi amacı ile pimlenerek tezgaha montajı gerçekleştirilmiştir.

Üç tip musluk parçası için üç tip çene grubu üretilmiştir. Şekil III.6’da aynalar gösterilmektedir.



Şekil III.6 Aynalar

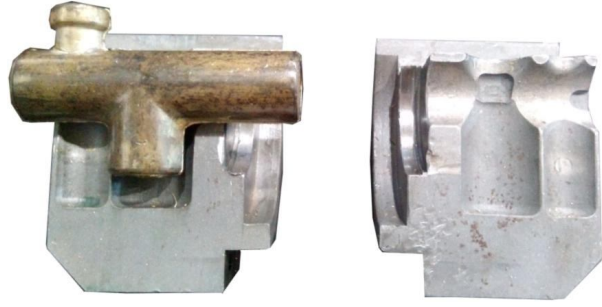
Şekil III.7’de çamaşır musluğu, Şekil III.8’de uzun musluk ve Şekil III.9’da ise taharet musluğu çene resimleri görülmektedir.



Şekil III.7 Çamaşır Musluğu Çene Resimleri



Şekil III.8 Uzun Musluk Çene
Resimleri



Şekil III.9 Taharet Musluğu Çene Resimleri

III.1.2. Malzeme besleme ünitesi üretimi

Asansör kabini, düşme hunisi, dış kova ve vibratör sehpası 12 mm ve 4 mm, perdeler ve vibratöre dökme kaydıracağı 4 mm, paletler 20 mm, 12mm ve 4 mm kalınlıkta sac çelik plakalar kullanılarak tasarım ölçülerine uygun şekilde plazma kesim ile kesilmiştir. Abgant makinesi ile gerekli konumlarından kıvrılarak gerekli şekli almaları sağlanmıştır. Kaynaklı bağlanması gereken kısımlar kaynatılmıştır. Cıvata bağlantısı ile bağlanması planlanan kısımların bağlantıları yapılmıştır.

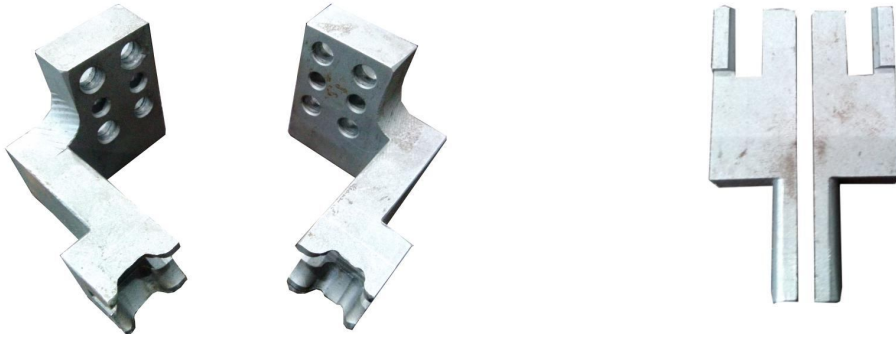
Devirme iskeleti, 40x40mm ve 60x60mm ölçülerinde kare çelik profiller kullanılarak daire testere ile ölçüye uygun şekilde kesilmiştir. Kaynaklı bağlanması gereken kısımlar kaynatılmıştır. Cıvata bağlantısı ile bağlanması planlanan kısımların bağlantıları yapılmıştır.

Alt plaka, 30 mm çelik platina malzemesinin işleme merkezi tezgahında işlenmesi ve gerekli diş yuvalarının açılmasıyla üretilmiştir.

III.1.3.Robotik aparatlarının üretimi

III.1.3.1.Robot tutucu parmaklarının üretimi

Robot parmakları boşluksuz olarak parçayı tutabilecek ve parçanın düz veya ters gelmesi halinde malzemeyi makineye limitleri içinde hareket ederek besleyecek şekilde tasarlanmıştır. 3 tip malzemenin her biri için tasarım Solid Works programında çizilmiştir. Üç boyutlu datalara uygun olarak hassas CNC Torna ve işleme Merkezlerinde parmakların üretimi ± 0.05 mm hassasiyette gerçekleştirilmiştir. Robot parmaklarının resimleri Şekil III.10'da gösterilmiştir.



Çamaşır Musluğu



Uzun Musluk



Taharet Musluğu

Ham Malzeme Parmakları

İşlenmiş Malzeme Parmakları

Şekil III.10 Robot Parmaklarının Resimleri

Tutucu İtalyan orijinli Gimatic firması'ndan gerekli olan 14 mm açma kapama mesafesinde olacak şekilde temin edilmiştir.

III.1.3.2.Bağlantı flanşı üretimi

Bağlantı flanşı, ağırlık optimizasyonu için alüminyum malzemeden CNC Torna tezgahında tornalandıktan sonra freze tezgahında gerekli frezeleme delme ve diş çekme işlemleri ile tesviyelenerek montaja hazır hale getirilmiştir.

III.1.3.3.Işık sistemi üretimi

Genellikle otomasyon sistemleri yapan firmalar tarafından oldukça yüksek maliyette olan ışık sistemleri kullanılmaktadır. Bu projede maliyeti oldukça düşük olan LED ışıklar sıralı şekilde bir çerçeveye dizilmiş ve fileli konveyör bant altında açılan göz içine yerleştirilmiştir. Sonuçta malzeme bulma hassasiyeti oldukça yüksek olan bir sistem oluşturulmuştur.

III.1.3.4.Vibrasyon kovası aparatları ve konveyör üretimi

Vibrasyon kutusu 3 tip musluğu sıralayabilecek şekilde Factor-H firması'ndan temin edilmiştir. Malzemelerin her birinin boyutları ve ağırlık merkezlerinin farklı olmasından ötürü vibrasyon kutusu çıkışına parçalara özel olarak engeller ve itici aparatlar üretilmiştir.

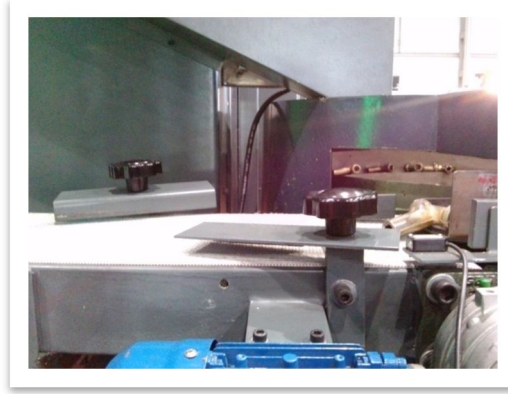
Konveyör bant tasarlanan ölçülere uygun olarak üretilmiştir. Alttan aydınlatmalı sistemin kullanılabilmesi için ışığı boşluklardan geçirebilecek gerekli boyutlarda fileli bant Asbelt firmasından temin edilmiştir. Beyaz renkli bez bant yerine fileli bant seçiminin nedeni ise çalışma ortamında bor yağı, malzemenin üzerindeki kalıntılar gibi kirli malzemelerin olmasıdır. Fileli bandın kamera görüntüsünü etkileyecek kadar kirlenme süresi bez banda göre çok daha uzundur. Konveyör bant sistemi Şekil III.11'de gösterilmektedir.



Şekil III.11 Konveyör Bant Sistemi

Konveyör bant üzerinde vibrasyon kutusundan çıkan malzemelerin ışıklı alana ilerlemesi sürecinde malzemenin alanın ortasına getirilmesi amacıyla konveyör bant üzerinde itici aparatlar konulmuştur. Bu aparatlar Şekil III.12' de gösterilmektedir. Bunun dışında robot işlem zamanının makinede parça işleme zamanının içinde kalması amacıyla malzemenin alınabileceği alan üzerine karşılıklı algılayıcı konulmuş, böylece konveyör bant ilerlemesini bu algılayıcı malzemeyi görene kadar sürdürmüş ve sonra

durmuştur. Bu sayede, ışıklı alanda konveyör üzerinde malzeme yokken konveyörün durma zamanı ve fotoğraf çekme zamanından tasarruf edilmiştir.



Şekil III.12 Konveyör Bant Üzerindeki İtici Aparatlar

III.2.Sistemin Devreye Alınması

III.2.1. CNC transfer makinesinin devreye alınması

Makinede bulunacak olan tüm mekanik yapıların sisteme montajı gerçekleştirilmiştir. Ardından gerekli hidrolik ve pnömatik bağlantılar tamamlanmıştır. Elektrik panosunun tamamlanması ve elektiriğinin bağlanmasından sonra Plc ve Hareket kontrol programları Mitsubishi firmasının mühendisleri tarafından yapılmıştır. Akabinde program ve işleme yetenekleri kapsamlı olarak test edilmiştir. Böylece Şekil III.13’de görülmekte olan CNC transfer makinesi devreye alınmıştır.



Şekil III.13 Üretimi Gerçekleştirilen CNC Transfer Makinesi

III.2.2. Malzeme besleme ünitesinin devreye alınması

Malzeme besleme ünitesinde bulunması gereken tüm elemanların montajı gerçekleştirilmiştir. Ardından hidrolik ve elektrik bağlantıları tamamlanmıştır. Mitsubishi firmasının mühendisleri tarafından Plc programı yapılmıştır. Önce boşta, ardından da ağırlık ile çalıştırılarak hem mekaniği hem de programı test edilmiştir. Şekil III.14’te devreye alınmış malzeme besleme ünitesi görülmektedir.



Önden görünüş



Arkadan görünüş

Şekil III.14 Üretilmiş ve Devreye Alınmış Malzeme Besleme Ünitesi

III.2.3. Robotik otomasyonun devreye alınması

III.2.3.1. Tutucuların ve parmakların boyutlarının robota tanıtılması

Robot tutucusu ve parmakların robot tarafından robotun bir elemanı gibi algılanmasını sağlamak amacıyla parmakların parçayı tam olarak tuttuğu noktaya ucu sivri bir aparat bağlanmış, robotun rahat uzanabileceği bir noktaya dik bir şekilde duran ucu sivri başka bir aparat konulmuştur. Aparatların sivri uçları birbirine değdirilmiş ve 1. nokta olarak bu nokta kaydedilmiştir. Robotun çeşitli eksenleri hareket ettirilerek farklı bir pozisyonlarda sivri uçlar 2 kere daha birbirine değdirilmiştir. Bu 3 nokta baz alınarak robot tarafından otomatik olarak tutucu ve parmakların x ve y değerleri hesaplanmıştır. Bu sayede robot bir noktaya ulaşmak istediğinde tutucu ve parmakların pozisyon değerlerini hesaba katarak hareketini yapabirmiştir. Projede 3 farklı parça olmasından dolayı 3 farklı tutucu grubu üretilmiş ve ölçülerinin birbirinden farklı olmasından dolayı her biri için bu işlem yapılmıştır(Şekil III.15).

Robot1 [1 : RV-6SDL]

Tool1

MEXTL1 45.35 44.92 120.79 0.00 0.00 -45.00

Auxiliary point	X	Y	Z
☒ 1 point	-79.950	433.280	896.320
☒ 2 point	-87.260	565.660	920.620
☒ 3 point	-224.150	485.220	924.560
☒ 4 point	-77.110	393.840	920.460
☐ 5 point	-76.260	265.570	894.440
☐ 6 point	-86.290	216.580	920.560
☐ 7 point	-132.880	245.250	921.570
☐ 8 point	-151.800	299.590	922.040

☒ Uses calculation

Teach selection line

Calculated tool coordinate

45.35 44.93 120.78 0.00 0.00 0.00

Presumed error (mm)

0.39

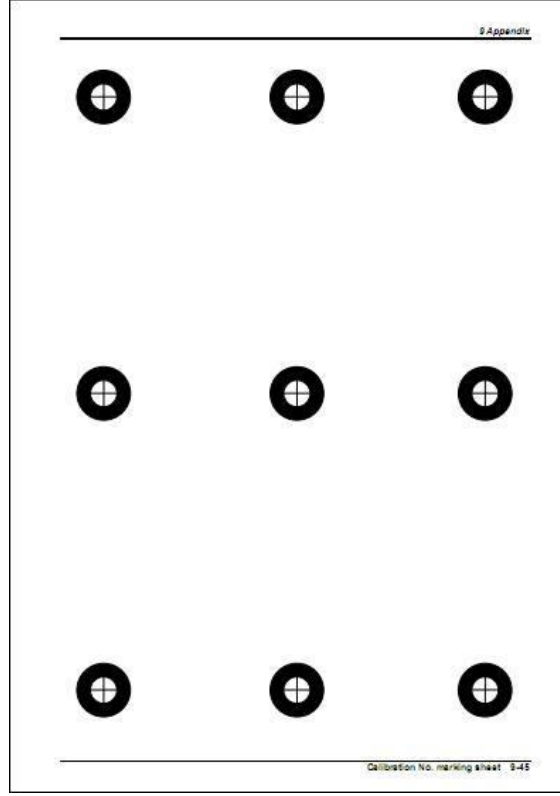
Error information

Write

Şekil III.15 Tutucuların ve Parmakların Boyutlarının Robota Tanıtılması

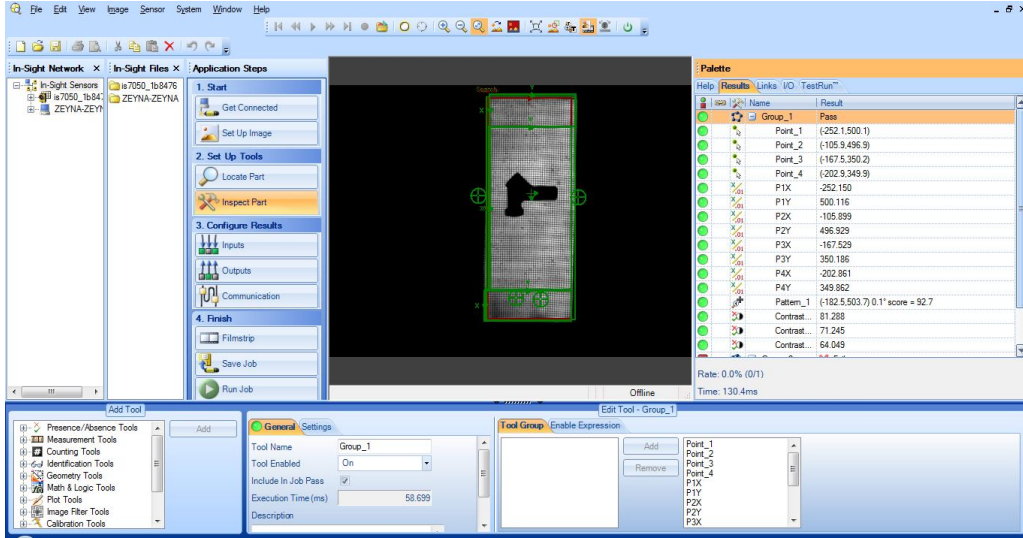
III.2.3.2. Kamera sisteminin devreye alınması

Kameranın parça aradığı alanın gerçek ölçülerini anlaması ve robotla paralel çalışması için ilk olarak Şekil III.16'da gösterilen kalibrasyon kağıdı kullanılarak kamera kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyon kağıdının fotoğrafı kamera tarafından çekilmiş ve gidilecek olan noktalar sıralanmıştır. Daha sonra robotun 6. ekseninin ortasına ucu sivri bir aparat takılarak sırasıyla bu noktalara gidilmiş, gidilen noktanın robot kontrol panelinde yazan X ve Y değerleri kamera programına girilmiştir.



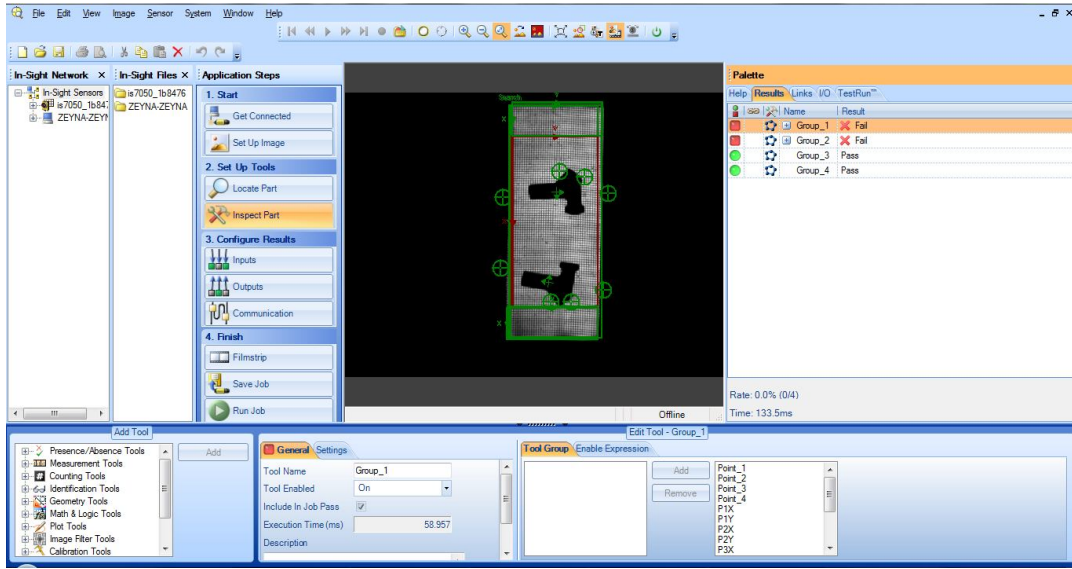
Şekil III.16 Kalibrasyon Kağıdı

Kamera programına parça resmi ve çeşitli araçlar aracılığıyla koşullar tanıtılır. Bu araçlarla robotun güvenli alma alanı belirlenmiş ve çalışma alanı sınırlandırılmıştır. Programda almaya uygun bulunan parça resmi Şekil III.17’de gösterilmektedir.



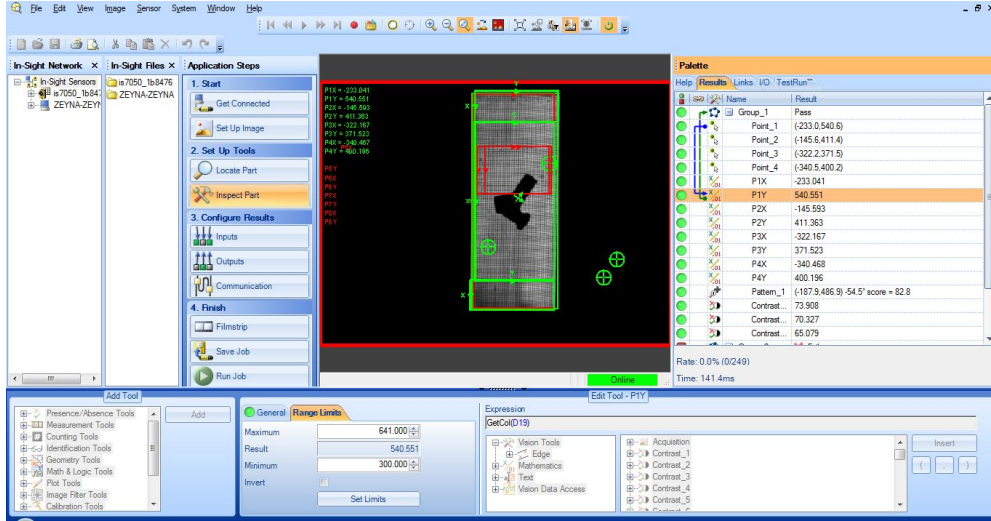
Şekil III.17 Programda Alınması Uygun Bulunan Parça Resmi

Parçayı almaya gittiğinde tutucu ve parmakların gireceği kadar bir alanın boş olup olmadığını kontrol etmek için bu alandaki kontrast kontrol edilmiş ve istenilen aralığı dışında bir kontrastın olması durumunda parça uygunsuz olarak kabul edilmiştir. Parçaların siyah olmasından dolayı bu alanın kontrast farkını ölçmek amacıyla alttan aydınlatmalı beyaz bant sistem tercih edilmiştir. Şekil III.18’de gösterilen parçaları alırken tutucunun girebileceği kadar bir alanın olmamasından ötürü her iki parça da uygunsuz olarak kabul edilmektedir.



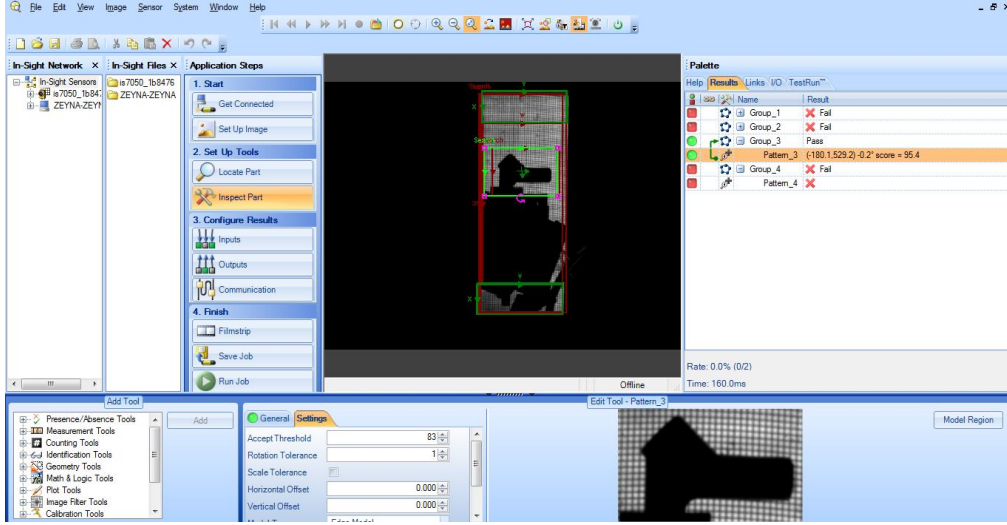
Şekil III.18 Tutucunun Girebileceği Bir Alanın Olmadığı Görüntü

Parçaların robotun limitini zorlayacak bir noktada bulunmasını veya parça durdurucu algılayıcılara çarpmasını engellemek amacıyla parça resmine bağlı olan ve tutucu dış çerçevesini temsil eden 4 adet kullanıcı tanımlı nokta kullanılmıştır. Bu noktaların her birinin x ve y deki değerleri matematik fonksiyonu aracılığıyla gerekli üst ve alt limitleri tanımlanmıştır. Bu sayede robot istenilen çalışma alanı dışındaki bir noktadaki parçayı uygunsuz parça olarak kabul etmektedir. Şekil III.19’da kullanıcı tanımlı noktalar ve limitlerinin tanımlandığı durum görülebilmektedir.



Şekil III.19 Tutucu Boyutlarının İstenen Alan İçinde Kaldığı Durum

Musluk malzemelerinin presten çıktıktan sonra işlenmeye hazır hale gelmesinden dolayı bazen malzemeler üzerinde fazla çapak kalması mümkün olabilmektedir. Bu fazlalıklar malzemenin konveyör bant üzerinde yamuk durmalarına, dolayısıyla robotun da malzemeleri yamuk tutmasına sebep olabilmektedir. Bu şekilde malzemenin makine çenesine yamuk bağlanması önlemek amacıyla, malzemenin konveyör bant üzerinden alınmasından sonra malzemenin robot tarafından doğru tutulduğu kontrol edilmiştir. Bu amaçla robotun parçayı doğru tuttuğu bir durumda parça ve robot tanımlanmış bir pozisyona getirilmiş ve kamera programında resmi tanıtılmıştır. Bu program parçanın hem düz tarafı hem de ters tarafı için ayrı ayrı yapılmıştır. Malzemenin referans resimdeki gibi düzgün olarak tutulmadığı durumda malzeme robot tarafından gerideki parça bırakma pozisyonuna ilerler, parmaklarını açarak malzemeyi bırakır ve tekrar yeni malzeme bekleme alanına döner. Malzemenin doğru şekilde tutulduğu durum Şekil III.20’de gösterilmektedir.



Şekil III.20 Malzemenin Doğru Şekilde Tutulduğu Durum

Robot programı kameraya komut gönderdikten sonra kamera fotoğraf çeker. Parça kamera tarafından tespit edilir ve kamera programında kullanılmış olan araçlar tarafından uygun bulunursa parçanın düz yoksa ters mi geldiği bilgisi ve pozisyon bilgileri olan x, y ve açı değerlerini robota gönderir. Daha sonra bu değerler robot programı içinde değerlendirilir ve ilgili değer tutucularına veya pozisyonlara iletilirler.

III.2.3.3. Parça tutuş pozisyonunun belirlenmesi

Robotun kamera tarafından pozisyonları gönderilen malzemeyi nasıl tutacağını belirlemek için yazılmıştır. Programda kontrolör paneli aracılığıyla satır satır ilerlenmiş, malzeme bant üzerine konulmuş, robot manuel olarak parça alacağı yere getirilmiş, robotun parçayı düzgün şekilde alması sağlanmış ve bulunduğu pozisyon kaydedilmiş, parça hareket ettirilmeden robot geri çekilmiş ve kamera tarafından resim çekilerek fotoğraftaki parçanın pozisyonu ile robotun tutuş pozisyonu ilişkilendirilmiştir. Aynı işlem parçanın ters yüzeyi için de gerçekleştirilmiştir.

III.2.3.4. Vibratör ve konveyör programlarının çalıştırılması

Vibratör kovası ve Konveyör programları algoritma kısmında belirtildiği şekilde programlanmıştır. Her iki program da robotun malzeme bekleyerek zaman kaybetmesini önlemek için sürekli olarak arka programda çalıştırılmıştır.

III.2.3.5. Robot pozisyonlarının belirlenmesi

Robot algoritması kısmında anlatıldığı üzere tüm pozisyonlara robot götürülmüş ve hassas şekilde kaydedilmiştir. Ardından hız testleri yapılmış ve istenilen çalışma sürelerinin içine girmesi için ara noktalar hızlandırılmıştır. Hassas olması gereken pozisyonlar daha yavaş hızlarda ve daha keskin olacak şekilde ayarlanmıştır.

BÖLÜM IV.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

IV.1. Sonuçlar

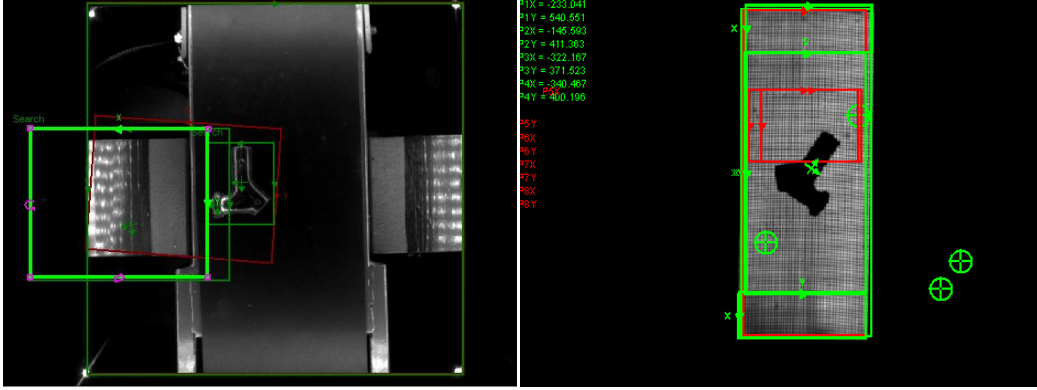
Makinenin son devreye alım test çalışmalarında parça teknik resmi ile dövme kalıbı dataları arasındaki ölçü farklılıkları parça için direk CAD datadan CAM yapılarak işlenen tutucu ayna çenelerinde gereken performansın alınamamasına sebep olmuştur. Bu durumun bertarafı için parça final figürü üzerinden çeneler üzerinde ufak revizyonlar ile parçanın tutucu aynalara rijit şekilde hem yüz olması sağlanmıştır.

Makine yapımında ana hedef olan yüksek hassasiyet ile (± 0.02 mm) maksimum üretim kapasitesi sağlamak hedeflenmiştir. Tasarımda bunun sağlanabilmesi için son teknoloji araştırılarak ön gerilmeli, düşük boşluklu, yüksek tekrarlanabilirlik değerlerine sahip olan ve uzun ömürlü hazır ekipmanlar (bilyalı vidalı miller, bilyalı araba ray grupları, rulmanlar, ileri teknoloji sızdırmazlık ekipmanları ve servo motorlar) seçilmiştir. Bu özenli araştırmalarla alınan ekipmanların kullanıldığı taşıyıcı konstrüksiyonlarda ekipmanların maksimum performans ve devamlılıkla çalışabilmesi esasına uygun olarak tasarımları gerçekleştirilmiştir. Bu sayede hedeflenen üretim süresi ve çalışma hassasiyetleri öngörülerle örtüşecek şekilde sonuçlanmıştır.

Malzeme besleme ünitesi tasarımı yapılırken sistemin az yer tutması esas alınarak bütünleşik bir sistemin oluşturulması sağlanmıştır. Sistem, genellikle profil ve saç aksamdan müteşekkil yapısıyla hatasız olarak üretilmesi nispeten kolay bir yapıya sahiptir. Firma bünyesinde bulunan abkant, giyotin, testere ve plazma makineleri kullanılarak problemsiz olarak üretilmiş ve çalıştırılmıştır.

Robotik otomasyon sistemi devreye alınırken ilk olarak Şekil IV.1’ de gösterildiği gibi üstten aydınlatmalı bir ışıklandırma sistemi seçilmiştir. Ancak malzemenin sıcak pres dövme işleminden sonra kumlama işlemi yapılmadan transfer makinesine bağlanmasından dolayı malzeme üzerinde renkler değişkenlik göstermiştir. Robotun

tutucusunun gireceği ve boş olması gereken alanın uygunluğu alan üzerindeki kontrast farkından tespit edilebilmektedir. Bu sebeple üstten aydınlatmalı sistemde siyah konveyör bant ile bazen siyaha yakın renkte gelebilen malzeme birbirinden ayırt edilememiştir. Bu sorunu çözmek için alttan aydınlatmalı bir sistem üzerinde fileli beyaz bant kullanımıyla kamerada sadece parçanın siyah görüldüğü bir sistem oluşturulmuş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Sistem Şekil IV.2’de gösterilmektedir.



Şekil IV.1 Üstten Aydınlatmalı Bir Işıklandırma Sistemi

Şekil IV.2 Altan Aydınlatmalı Bir Işıklandırma Sistemi

Robotik otomasyon ile parçaların işlenmesi gerekli olan uzun musluk için 9 s/adet, çamaşır musluğu için 11 s/adet ve taharet musluğu için 8 s/adet çevrim zamanlarına başarılı şekilde ulaşılmıştır. Şekil IV.3’te son haline getirilmiş CNC transfer makinesi, malzeme besleme ünitesi ve robotik otomasyon görülmektedir.



Şekil IV.3 Üretimi Gerçekleştirilen CNC Transfer Makinesi

IV.2. Son Değerlendirme

CNC transfer makineleri en üst düzey seri üretim yapan firmalara hitap ettiğinden ve ileri teknoloji gerektirdiğinden dolayı az firma tarafından üretilmektedir. Dünya’da yaklaşık olarak 15 firma hidrolik transfer makinesi üretebilmektedir. CNC transfer makinesi üreticileri ise İtalya’da sekiz, Almanya’da bir ve İsveç’te bir tanedir. Türkiye’de ise tek CNC transfer üreticisi TTM Makine San. ve Tic. Ltd. Şti’ dir. Dünyada bu kadar az sayıda üreticinin bulunmasına karşın hemen hemen çoğunun yüksek teknolojiye sahip olması nedeni ile büyük bir rekabet yaşanmaktadır. Bu rekabet, firmaları sürekli olarak son teknolojik gelişmeleri ve yeni tasarımları, üretimini yaptıkları makinelere uyarlamaları zorunluluğunu doğurmaktadır.

Hidrolik transfer makineleri ile üretim gerçekleştiren transfer üreticileri bu projede işlenen parçaları ortalama olarak 20 s /adet kapasite ile robot uygulaması yapılmadan yalnızca PLC kontrolü ile üretebilmektedir. Şekil IV.4’te projedeki çamaşır musluğunu işleyen hidrolik bir transfer makinesi gösterilmektedir. Diğer CNC transfer makineleri

üreticileri benzer çevrim sürelerine ulaşabilmektedir. Ancak makineler tamamen işlenecek olan parçaya özel olarak tasarlandıklarından dolayı tasarımda, üretimde, programlamada firmalar kendi yöntemlerini geliştirmektedirler.



Şekil IV.4 Projedeki Çamaşır Musluğunu İşleyen Hidrolik Bir Transfer Makinesi

Üniversal tekniklerle 60 saniyenin üzerinde iki makinede üç vardiyada toplam 6 personel ile $\pm 0,08$ mm hassasiyette işlenmekte olan taharet musluğu, uzun musluk, çamaşır musluğu parçalarını insansız olarak 24 saat kesintisiz tek makinede 7,5 ile 10 saniye aralığında, ± 0.02 mm hassasiyette üretebilen bir makine imalatı gerçekleştirilebilmiştir.

Bu tür makinelerin 24 saat çalıştırılma esasına göre üretim için üretildiği düşünüldüğünde projenin başarısı son kullanıcı açısından oldukça beğeni toplamıştır. Ayrıca robotik programlama mühendisliğinin, tasarımın ve üretimin aynı bünyede toplanmasından ötürü verimli bilgi akışı ve zaman kazanımı sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

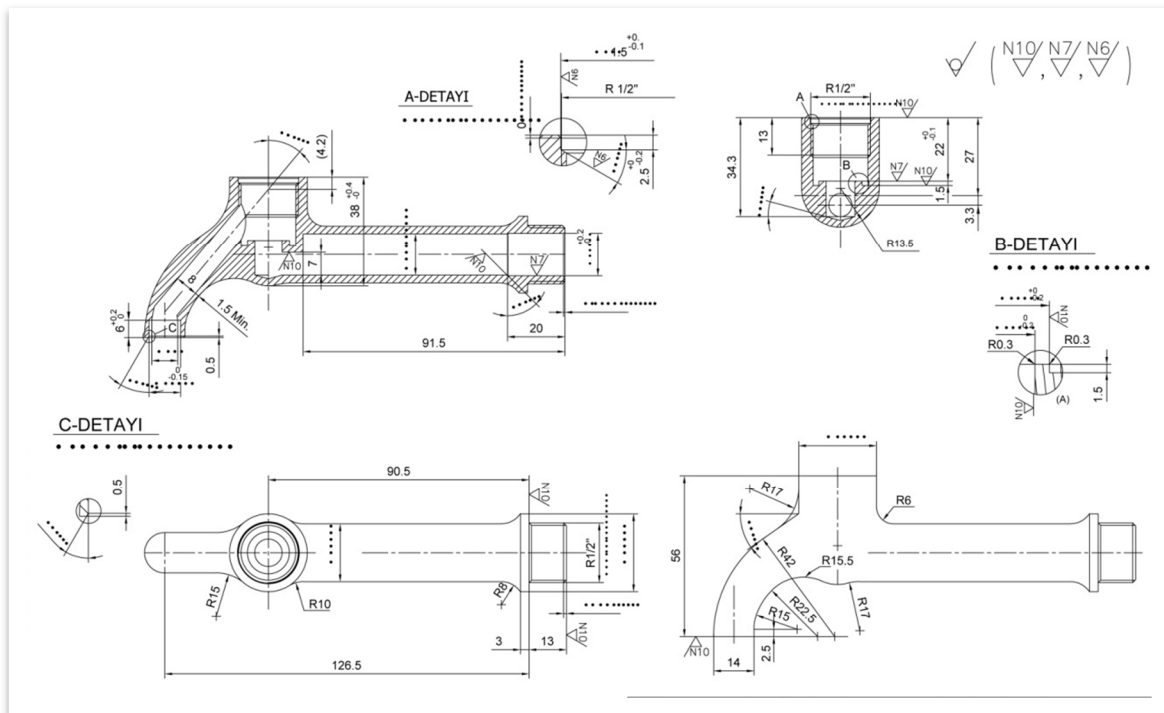
- [1] Özkan, A., Çetinkaya, K.,(2005) “Endüstriyel Otomasyon Sistemlerinin Mekatronik Kontrol Yöntemleri ve Mekatronik Sistem Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s.6,7,8,9,42.
- [2] Ollero, A., *at al.* “Mechatronics, robotics and components for automation and controlIFAC milestone report”, Annual Reviews in Control 30 (2006), s. 43.
- [3] Saadet, N.C., Ergenç, A.F., (2012), “Üretim Sistemlerinde Otomasyon”,İTÜ,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.3.
- [4] Ribeiro, L., Barata, J., “Re-thinking diagnosis for future automation systems: An analysis of current diagnostic practices and their applicability in emerging IT based production paradigms”, Computers in Industry 62 (2011), s.641.
- [5] Ramesh, R., Jyothirmai, S., Lavanya, K., “Intelligent automation of design and manufacturing in machine tools using an open architecture motion controller”, Journal of Manufacturing Systems 32 (2013), s.248– 259.
- [6] Büyükşahin,Ü.,Dikmen,F.,(2005), “3 Eksenli CNC Tezgah Tasarımı ve Uygulaması”,YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s.6.
- [7] <http://www.controldesign.com/industrynews/2008/032/>
- [8] Newman S.T., Nassehi A. “Universal Manufacturing Platform for CNC Machining”Annals of the CIRP Vol. 56/1/2007, s.459-462.
- [9] Safaieh, S., *at al.* “A novel methodology for cross-technology interoperability in CNC machining”, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 29(2013), s.79–87.
- [10] Kavala, Şen, D., Uyar,E., (2010), “Beş Eksenli CNC Tezgah Tasarımı ve Kontrolü”,Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s:1, s:4, s:8, s:9, s:10, s:11
- [11] <http://www.technologystudent.com/cam/cncman4.htm>

- [12] http://resources.hkedcity.net/res_files/201101/20110128101307_542420.pdf
- [13] Vichare, P., Nassehi, A., Kumar, S., Newman, S.T. , “A Unified Manufacturing Resource Model for representing CNC machining systems”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 25 (2009), s.999–1007.
- [14] Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed. Kalpakjian
• Schmid© 2008, Pearson Education ISBN No. 0-13-227271-7
- [15] Çetinceviz,Y., Bayındır,R., (2010), “Endüstriyel Otomasyonda İnternet Tabanlı Kablosuz Veri İletişimi”,Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.8-9.
- [16] Çalışkan,M., Akkuş, N.,(2009) , “Çok Bileşenli Fabrika Otomasyon Sistemlerinin Benzetimi”, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,s.7,8,10,11,13,14,15,16,17.
- [17] Karaman C., Uyaroğlu,Y., (2007), “Endüstriyel Kontrol Sistemleri İle Kesme Makinesi Otomasyonu”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.26,59.
- [18] İzgi, V., Dikmen,F.,(2006), “Altı Eksenli Endüstriyel Robot Tasarımı”,YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.2,3,5,6,7,8,10.
- [19] [AA] Yumurtacı, S.; Mert, T.: “Robotik Kaynak Sistemleri ve Gelişme İstikametleri”, *Mühendis ve Makina Dergisi*, Kasım, 526 (2003).
- [20] http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2003/kasim/makale_robotik.htm (30.08.2008).
- [21] Durmuşoğlu, S.; Köker, M.S.: “Türkiye’de Endüstriyel Robot Kullanımı”, http://www.bilimbilmek.com/sayfa/Semra_Durmusoglu-Turkiyede_Endustriyel_Robot_Kullanimi.html(02.09.2008).
- [22] ROBBOT.ORG: “Endüstriyel Robotlar”,
<http://www.robbot.org/default.aspx?pid=10968> (02.09.2008).

- [23] Altınay Robotik ve Otomasyon A.Ş.: “Dünya Robot Nüfusu-1997”,
Makina Magazin Dergisi, Mart, 23 (1998), s.89-94.
- [24] Ersöz,H., Ertürk,İ.,(2007), “Endüstriyel Robotlar ve Uygulama Alanları”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,s.2,18,20,28,35,37,38,50,53,63,
64,65,66,67
- [25] Mitsi, S., at al. “Off-line programming of an industrial robot for manufacturing”,
Int J Adv Manuf Technol (2005), s.26: 262–267.S:262.
- [26] Kohrt, C.,at al. “An online robot trajectory planning and programming support system for industrial use”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 29 (2013), s.71–79.
- [27] Wadhwa, R.S., “ Flexibility in manufacturing automation: A living lab case study of Norwegian metalcasting SMEs”, *Journal of Manufacturing Systems* 31 (2012), s.446.
- [28] Brogårdh, T., “Present and future robot control development—An industrial perspective”, *Annual Reviews in Control* 31 (2007), s.69–79.
- [29] http://www.osr-robotics.com/tr/urunler/7_robotik_uygulama/18_dokum/
- [30] <http://marmara.all.biz/bosaltma-ve-istifleme-robotu-g23711>
- [31][http://www.dimasmakine.com/makine.aspx?b=Robotlu Otomasyon Uygulamalari MT_Zanetti_Fanuc_Transfer Makinesi_Icin_6_Eksenli_Yukleme_Robotu&ID=367](http://www.dimasmakine.com/makine.aspx?b=Robotlu_Otomasyon_Uygulamalari_MT_Zanetti_Fanuc_Transfer_Makinesi_Icin_6_Eksenli_Yukleme_Robotu&ID=367)
- [32] http://www.plasmatreat.com.tr/acik_hava_plazma_tesisleri/robot_sistemleri.html
- [33] <http://www.metalfinishing.com/view/24508/d-rr-reports-6-000th-painting-robot-sold/>
- [34] Erpolat,E., Küçük,H.,(2008), “Robotik Sistemlerde Görüntü İşleme”, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,s.7,89,10,11.

- [35] <http://www.intecro.com.tr/endustriyel-robotlar/scara-robotlar>
- [36] Pan, Z., *et al.*, “Recent progress on programming methods for industrial robots”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 28 (2012), s.87,88,94.
- [37] . Korayem, M. H., Heidari, F. S., “Simulation and experiments for a vision-based control of a 6R robot” *Int J Adv Manuf Technol* (2009), s.41:367–385.
- [38] Gürcan, E., Engin, Ş.C., (2008), “Endüstriyel Otomasyonda Bilgisayarla Görme”, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.13,14,18.
- [39] Balcı,K., BAL, A., (2008), “Üretim Otomasyonunda Görüntü Tabanlı Hata Tanıma Sistemi”YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.3.

EKLER



Ana Program

```
'-----
DefPos PCUT
DefPos PCUT2
'

M_01#=0'İlk koşullar reset
M_02#=0'İlk koşullar reset
M_03#=0'Stop set
M_04#=0'Arıza Reset
M_05#=0'İlk koşullar reset
M_06#=0'İlk koşullar reset
M_07#=0'İlk koşullar reset
M_08#=0'İlk koşullar reset
M_09#=0'İlk koşullar reset
M_10#=0'İlk koşullar reset
M_11#=0'İlk koşullar reset
M_12#=0'İlk koşullar reset
M_13#=0'İlk koşullar reset
M_14#=0'İlk koşullar reset
M_15#=0'İlk koşullar reset
M_16#=0'İlk koşullar reset
M_17#=0'İlk koşullar reset
M_18#=0'İlk koşullar reset
For M1=1To10
M_100#(M1)=0'İlk koşullar reset
M_101#(M1)=0'İlk koşullar reset
M_102#(M1)=0'İlk koşullar reset
M_103#(M1)=0'İlk koşullar reset
Next M1
M1=0
'

HOpen1'Program başında emin olmak için el 1 açılır
HOpen2'Program başında emin olmak için el 2 açılır
M_Out(6)=1'Boşaltma konveyörü çalıştırılır.
CmpG0.8, 0.8, 0.8, 0.8, 0.8,0.8,1,1'Cmp komutu robotun hassas noktalarda bir yere dokunması
durumunda ne kadar esneyeceğini belirler. En başta bu değerler girilir.
```

OAdlOn

Accel100,100'İvme %100 yapılır.

Loadset1,1

Cnt1

M_Tool=1'Tool 1 olarak seçilir.

IfM_In(11)=0ThenGoTo *ND 'Makine ekranı üzerinden seçilen robot seçili 0 ise program END komutunun olduğu *ND labelına atlar yani program sonlanır.

'####EŞ ZAMANLI PROGRAMLARI YÜKLEME####

IfM_Run(2)=1ThenGoTo *SLOT4 'Eğer 2. slotta bir program çalışıyorsa yani FOT2 programı daha önce yüklenmişse alttaki 2 satırı atlayarak *SLOT4 labelına atlar.

XRun2,"FOT2",0'2. Slota FOT2 programı yüklenir ve çalıştırılır.

WaitM_Run(2)=1'2. Slota program yüklenene kadar bekler.

*SLOT4

IfM_Run(4)=1ThenGoTo *SLOT5 'Eğer 4. slotta bir program çalışıyorsa yani KND2 programı daha önce yüklenmişse alttaki 2 satırı atlayarak *SLOT5 labelına atlar.

XRun4,"KND2",0'4. Slota KND2 programı yüklenir ve çalıştırılır.

WaitM_Run(4)=1'4. Slota program yüklenene kadar bekler.

*SLOT5

IfM_Run(5)=1ThenGoTo *SLOT6 'Eğer 5. slotta bir program çalışıyorsa yani KNT2 programı daha önce yüklenmişse alttaki 2 satırı atlayarak *SLOT6 labelına atlar.

XRun5,"KNT2",0'5. Slota KNT2 programı yüklenir ve çalıştırılır.

WaitM_Run(5)=1'5. Slota program yüklenene kadar bekler.

*SLOT6

IfM_Run(6)=1ThenGoTo *SLOT3 'Eğer 6. slotta bir program çalışıyorsa yani VB programı daha önce yüklenmişse alttaki 2 satırı atlayarak *SLOT3 labelına atlar.

XRun6,"VB",0'6. Slota VB programı yüklenir ve çalıştırılır.

WaitM_Run(6)=1'6. Slota program yüklenene kadar bekler.

*SLOT3

IfM_Run(3)=1ThenGoTo *SLOT7 'Eğer 3. slotta bir program çalışıyorsa yani ARZ programı daha önce yüklenmişse alttaki 2 satırı atlayarak *SLOT7 labelına atlar.

XRun3,"ARZ",0'3. Slota ARZ programı yüklenir ve çalıştırılır.

WaitM_Run(3)=1'3. Slota program yüklenene kadar bekler.

*SLOT7

IfM_Run(7)=1ThenGoTo *SLOT8 'Eğer 7. slotta bir program çalışıyorsa yani KON3 programı daha önce yüklenmişse alttaki 2 satırı atlayarak *SLOT8 labelına atlar.

XRun7,"KON3",0'7. Slota KON3 programı yüklenir ve çalıştırılır.

WaitM_Run(7)=1'7. Slota program yüklenene kadar bekler.

*SLOT8

IfM_Run(8)=1ThenGoTo *LOOP1'Eğer 8. slotta bir program çalışıyorsa yani KKN3 programı daha önce yüklenmişse alttaki *LOOP1 labelına atlar.

XRun8,"KKN3",0'8. Slota KKN3 programı yüklenir ve çalıştırılır.

WaitM_Run(8)=1'8. Slota program yüklenene kadar bekler.

#####

*LOOP1

DefAct1, M_04#=1GoSub *ARIZAHOME 'Tezgahta veya robotta bir arıza varsa *ARIZAHOME labelına atlar.

Act1=1

DefAct2, M_In(11)=0GoSub *Pasifrobot 'Eğer robot makina ekranında pasif olarak seçiliyse robotu durdurur.

Act2=1

,

ServoOn'Servoyu açar

*SRV IfM_Svo(1)=0Then *SRV 'Servo açılana kadar bu satırda bekler

,

'####AÇILIŞTA HOME POZİSYONA GİTME####

PCUT=P_Fbc(1) 'Anlık pozisyonuna bakar

If (PCUT.X<PPARK.X+40 And PCUT.X>PPARK.X-40 And PCUT.Y<PPARK.Y+40 And

PCUT.Y>PPARK.Y-40 And PCUT.Z<PPARK.Z+40 And PCUT.Z>PPARK.Z-40) ThenGoTo *PARK

'Eğer robot park pozisyonundaysa *PARK labelına atlar, değilse alt satıra atlar

If P_10.X<>0ThenGoSub *CS 'Robotun park pozisyonuna güvenli şekilde gideceği *CS labelına atlar.

#####

,

*PARK M_Out(2)=1'Robotun park pozisyonunda olduğu çıkışı 1 yapar

Ovrd10

Accel10,10

Mov PPARK2 'Park pozisyonundan sonra güvenli şekilde aşağı ineceği 2. pozisyon

M_Out(2)=0'Robotun park pozisyonunda olduğu çıkışı 0 yapar

P_10.X=2

Mov PBEKLE 'Bekleme pozisyonuna gider

P_10.X=3

Dly0.05

M_102#(1)=1'Konveyör kamera kontrol programı arkada çalışmaya başlar

*LOOP0 'Robotun döngüsel olarak çalışacağı *LOOP0 döngüsüdür

```

M_Out(6)=1'Boşaltma konveyörü çıkışı 1 olur
Mov PBEKLE      'Bekleme pozisyonuna gider
P_10.X=3
GoSub *KONVEYOR '*KONVEYÖR labelına atlayarak kamera konveyör programının durması ve
alınabilecek parçanın pozisyon bilgisinin alınması beklenir ve bir alt satıra geri atlar.
'

M_05#=0'Malzemenin sağ yönlü olduğunu gösteren register sıfırlanır.
M_06#=0'Malzemenin sol yönlü olduğunu gösteren register sıfırlanır.
'

'#####KAMERADAKİ ALINABİLECEK POZİSYONLARA GİRME#####
If M_100#(1)>0Then'Eğer sağ yönlü malzeme varsa
M_100#(2)=0'İlgili register 0 yapılır
PALMA=P_01  'PALMA noktası P_01 noktasına atılır
M_05#=1'Sağ malzeme olduğu registerine setlenir
GoSub *MALZEMEAL '*MALZEMEAL labelına atlanır o label bitirildikten sonra bir alt satıra atlanır
M_05#=0'Sağ malzeme olduğu registerine resetlenir
EndIf
If M_100#(2)>0Then'Eğer sol yönlü malzeme varsa
M_100#(1)=0'İlgili register 0 yapılır
PALMA=P_02  'PALMA noktası P_02 noktasına atılır
M_06#=1'Sol malzeme olduğu registerine setlenir
GoSub *MALZEMEAL '*MALZEMEAL labelına atlanır o label bitirildikten sonra bir alt satıra atlanır
M_06#=0'Sol malzeme olduğu registerine resetlenir
EndIf
'

'#####

'##### PROGRAM SONU#####
*SON
GoSub *CS
M_Out(2)=1'Robot park pozisyonunda çıkışı setlenir
Act1=0
XStp2'2. Slottaki program durdurulur
WaitM_Wai(2)=1
XRst2'2. Slottaki program resetlenir

```

```

XStp3'3. Slottaki program durdurulur
WaitM_Wai(3)=1
XRst3'3. Slottaki program resetlenir
XStp4'4. Slottaki program durdurulur
WaitM_Wai(4)=1
XRst4'4. Slottaki program resetlenir
XStp5'5. Slottaki program durdurulur
WaitM_Wai(5)=1
XRst5'5. Slottaki program resetlenir
XStp6'6. Slottaki program durdurulur
WaitM_Wai(6)=1
XRst6'6. Slottaki program resetlenir
XStp7'7. Slottaki program durdurulur
WaitM_Wai(7)=1
XRst7'7. Slottaki program resetlenir
XStp8'8. Slottaki program durdurulur
WaitM_Wai(8)=1
XRst8'8. Slottaki program resetlenir
*ND
End
,

'###KONVEYOR ÇALIŞTIRMA###
*KONVEYOR
Wait M_102#(1)=0'KAMERA-Konveyör Kontrol Programının durmasını ve pozisyonların gelmesini
bekler
Return
,

*MALZEMEAL
Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
Ovrd100'Hız %100 yapılır
Accel100,100'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır
Mov PALMA,-150'Alma noktasına 150 mm gerideki yaklaşma noktasına gidilir
P_10.X=4
Mov PALMA,-30'Alma noktasına 30 mm gerideki yaklaşma noktasına gidilir
Cnt0'Keskin geçişli çalışma aktif edilir
Ovrd20'Hız %20 yapılır
Accel20,20'Yükselen ivmelenme %20, alçalan ivmelenme %20 yapılır

```

```

Mvs PALMA 'Alma noktasına gidilir
Dly0.1'0.1 sn beklenir
HClose1'El 1 kapatılır
Dly0.2'0.2 sn beklenir
Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
Accel100,100'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır
Ovrd100'Hız %100 yapılır
Mvs PALMA,-50'Alma noktasına 50 mm gerideki uzaklaşma noktasına gidilir
'##### KAMERA MALZEME KONTROL#####
Cnt0'Keskin geçişli çalışma aktif edilir
If M_05#=1Then'Eğer malzeme sağ taraflı alınmış ise;
Mov PBAK2'PBAK2 noktasına gidilir
P_10.X=5
Dly0.15'0.15 sn beklenir
M_06#=0
M_07#=1'Kamera Kontrol sağ programı yani KND2 programını başlatıcak olan bit setlenir
Wait M_08#=1'Kameradan resim çektiğini gösteren M100 değerinin gönderilmesi beklenir
M_08#=0'Tekrar M_08 biti resetlenir
If M_101#(1)=1Then'Kontrol programından gelen verilere göre malzeme doğru alınmışsa bir alt
satıra atlar, alınmamışsa 191. satıra atlar
GoSub *MALYERLES1 'Sağ taraflı malzeme alındığında gitmesi gereken *MALYERLES1 labelına
atlar
Else
GoSub *MALBOSALT 'Malzeme düzgün tutulmamışsa malzemeyi boşaltacağı *MALBOSALT
labelına atlar
EndIf
EndIf
,

If M_06#=1Then'Eğer malzeme sol taraflı alınmış ise;
Mov PBAK3 'PBAK3 noktasına gidilir
P_10.X=5
Dly0.15'0.15 sn beklenir
M_05#=0
M_09#=1'Kamera Kontrol sol programı yani KNT2 programını başlatıcak olan bit setlenir
Wait M_10#=1'Kameradan resim çektiğini gösteren M100 değerinin gönderilmesi beklenir
M_10#=0'tekrar M_10 biti resetlenir

```

```

If M_101#(1)=1Then 'Kontrol programından gelen verilere göre malzeme doğru alınmışsa bir alt
satıra atlar, alınmamışsa 206. satıra atlar
GoSub *MALYERLES2 'Sol taraflı malzeme alındığında gitmesi gereken *MALYERLES2 labelına
atlar
Else
GoSub *MALBOSALT 'Malzeme düzgün tutulmamışsa malzemeyi boşaltacağı *MALBOSALT
labelına atlar
EndIf
EndIf
Return
'#####MALZEME BOŞALTMA#####
*MALBOSALT
M_102#(1)=1 'Kamera-Konveyör Programını başlatılır
Mvs PBAK 'PBAK pozisyonuna gider
P_10.X=5
Dly0.05'0.05 sn bekler
Cnt1 'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
Ovr70 'Hız %70 yapılır
Accel70,40 'Yükselen ivmelenme %70, alçalan ivmelenme %40 yapılır
Mov PBOSALT 'Malzeme boşaltma pozisyonuna gidilir
M_101#(5)=0
Dly0.2'0.2 sn bekler
HOpen1 'El 1'i açar
Dly0.1'0.1 sn bekler
Mov PBEKLE 'Bekleme noktasına gidilir
P_10.X=3
M_05#=0 'Malzeme sağ bayrağı resetlenir
M_06#=0 'Malzeme sol bayrağı resetlenir
Return 'Malzeme alma labelına geri döner
,
'#####MALZEME YERLEŞTİRME Düz#####
*MALYERLES1
GoSub *N10IMAL 'Tam işlenmiş malzeme alma çevrimi
GoSub *N10IMALBOS 'Tam işlenmiş malzeme boşaltma çevrimi
GoSub *N10YMALAL
GoSub *N10HDMALYER 'Ham malzeme yerleştirme işlemi (düz)
GoSub *N10YMALYER 'Yarı işlenmiş malzeme alma ve yerleştirme işlemi

```

```

Return
'
'#####MALZEME YERLEŞTİRME Ters#####
*MALYERLES2
GoSub *N10IMAL 'Tam işlenmiş mşççççççççççmalzeme alma çevrimi
GoSub *N10IMALBOS 'Tam işlenmiş malzeme boşaltma çevrimi
GoSub *N10YMALAL
GoSub *N10HTMALYER 'Ham malzeme yerleştirme işlemi (ters)
GoSub *N10YMALYER 'Yarı işlenmiş malzeme alma ve yerleştirme işlemi
Return
'#####
'Malzeme Yerleştirme
'İşlenmiş Malzeme Alma Çevrimi
*N10IMAL
M_102#(1)=1'Robot Kameranın önünden çekildi, Kamera-Konveyör Kontrol programını başlatılır
Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
Ovrd100'Hız %100 yapılır
Accel100,100'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır
Mvs PBAK 'PBAK pozisyonuna gidilir
P_10.X=5
Mov PCARA2 'Makine girişindeki ara pozisyona gidilir
WaitM_In(3)=1'Tambur yerinde sinyali beklenir
Mov PCENEAL/(+0.00,-50.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Çeneden malzeme alma
pozisyonundan y ekseninde 50 mm gerideki yaklaşma pozisyonuna gidilir
P_10.X=6
Mov PCENEAL/(+0.00,-30.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Çeneden malzeme alma
pozisyonundan y ekseninde 30 mm gerideki yaklaşma pozisyonuna gidilir
Cnt0'Keskin geçişli çalışma aktif edilir
Ovrd20'Hız %20 yapılır
Accel40,40'Yükselen ivmelenme %20, alçalan ivmelenme %20 yapılır
CmpPos, &B111 'Rahat giriş için yaylanma katsayısı
Mvs PCENEAL 'Çeneden malzeme alma noktasına gidilir
Dly0.1'0.1 sn beklenir
HClose2'El 2 kapatılır
P_10.X=7
Dly0.1'0.1 sn beklenir
M_Out(5)=1Dly0.1'Ayna aç çıkışı gönderir

```

WaitM_In(1)=1'Ayna açık sinyalinin gelmesi beklenir

P_10.X=6

Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir

Ovrd80'Hız %80 yapılır

Accel80,80'Yükselen ivmelenme %80, alçalan ivmelenme %80 yapılır

Mvs PCALCIK 'Çeneden malzeme aldıktan sonraki uzaklaşma noktasına gidilir

P_10.X=8

Dly0.05'0.05 sn beklenir

CmpOff

Ovrd100'Hız %100 yapılır

Accel100,100'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır

Mvs PCALCIK3'Çeneden malzeme aldıktan sonraki 2. uzaklaşma noktasına gidilir

P_10.X=9

Return

'İşlenmiş Malzeme Boşaltma Çevrimi

*N10IMALBOS

Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir

Ovrd100'Hız %100 yapılır

Accel100,100'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır

Mov PBOSALT2 'İşlenmiş malzemeyi boşaltma noktasına gidilir

M_Out(4)=1Dly0.1'Ayna kapat sinyali gönderir

P_10.X=8

Mov PBOSALT5

Dly0.08'0.08 sn beklenir

HOpen2'El 2 açılır

Dly0.05'0.05 sn beklenir

Mov PBOSARA1 'İşlenmiş malzemeyi boşaltma pozisyonuna yakın olan ara pozisyona gidilir

Return

'Yarı işlenmiş Malzeme Alma çevrimi

*N10YMALAL

Ovrd100'Hız %100 yapılır

Accel100,100'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır

Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir

Mov PXCENYUK/(+0.00,-75.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Yarı işlenmiş malzemeyi alma noktasına 75 mm geriden yaklaşma noktasına gidilir

Cnt0'Keskin geçişli çalışma aktif edilir

Ovrd20'Hız %40 yapılır

Accel20,20'Yükselen ivmelenme %40, alçalan ivmelenme %40 yapılır
 'Cmp Pos, &B101 'Rahat giriş için yaylanma katsayısı
 WaitM_In(2)=1'Aynanın kapalı olması beklenir
 Mvs PXCENYUK 'Yarı işlenmiş malzemeyi alma noktasına gidilir
 P_10.X=11
 Dly0.2'0.1 sn beklenir
 HClose2'El 2 kapatılır
 Dly0.2'0.1 sn beklenir
 'Cmp Off
 M_Out(5)=1Dly0.1'Ayna aç çıkışı gönderir
 WaitM_In(1)=1'Ayna açık sinyalinin gelmesi beklenir
 Cnt0'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
 Ovr10'Hız %80 yapılır
 Accel10,10'Yükselen ivmelenme %80, alçalan ivmelenme %80 yapılır
 P_10.X=12
 Mvs PXCENYUK/(+0.00,-100.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Yarı işlenmiş malzemeyi aldıktan sonra 80 mm gerideki uzaklaşma noktasına gidilir
 Dly0.05
 Return
 'Yarı İşlenmiş Malzemeyi Yerleştirme Çevrimi
 *N10YMALYER
 Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
 Ovr30'Hız %100 yapılır
 Accel30,30'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır
 Mov PCALCIK4 'Yarı işlenmiş malzemeyi çeneye yerleştirmeden önceki 1. ara pozisyona gidilir
 P_10.X=13
 Mvs PCALCIK 'Yarı işlenmiş malzemeyi çeneye yerleştirmeden önceki 2. ara pozisyona gidilir
 P_10.X=8
 Cnt0'Keskin geçişli çalışma aktif edilir
 Ovr20'Hız %20 yapılır
 Accel20,20'Yükselen ivmelenme %20, alçalan ivmelenme %20 yapılır
 'Cmp Pos, &B100 'Rahat giriş için yaylanma katsayısı
 Mvs PCENEAL5 'Yarı işlenmiş malzemeyi çeneye yerleştirmeden önceki 3. ara pozisyona gidilir
 P_10.X=18
 Dly0.1'0.1 sn beklenir
 Ovr20'Hız %20 yapılır
 Accel20,20'Yükselen ivmelenme %20, alçalan ivmelenme %20 yapılır

Mvs PCENEAL3 'Yarı işlenmiş malzemeyi çeneye yerleştirme pozisyonuna gidilir
P_10.X=19
Dly0.2'0.1 sn beklenir
HOpen2'El 2 açılır
Dly0.2'0.1 sn beklenir
Mvs PCENEAL8
Mvs PCENEAL4 'Yarı işlenmiş malzemeyi bıraktıktan sonraki uzaklaşma pozisyonuna gidilir
P_10.X=9
Dly0.05'0.05 sn beklenir
M_Out(4)=1Dly0.1'Ayna kapat sinyali gönderir
'Cmp Off
Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
Ovrd100'Hız %100 yapılır
Accel100,100'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır
Mov PCARA2 'Makine girişindeki ara noktaya gidilir
Mov PBKLE 'bekleme pozisyonuna gidilir
P_10.X=3
WaitM_In(2)=1'Aynanın kapalı olması beklenir
M_Out(3)=1Dly0.1'Tambur dön sinyali gönderilir
Return
'Ham Düz gelen malzeme yerleştirme çevrimi
***N10HDMALYER**
Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
Ovrd50'Hız %100 yapılır
Accel50,50'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır
Mov PELARA 'Ham düz malzemeyi yerleştirmeden önceki ara pozisyona gidilir
P_10.X=12
Cnt0
Mov PYER1/((+0.00,+130.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00)) 'Ham düz malzemeyi yerleştirme pozisyonundan 80 mm gerideki yaklaşma noktasına gidilir
Dly0.05
P_10.X=13
M_Out(15)=1Dly0.4'Makinedeki 1. hava valfine çıkış verilir
M_Out(12)=1Dly0.4'Makinedeki 2. hava valfine çıkış verilir
Dly0.7
Cnt1

Mov PYER1/(+0.00,+75.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Ham düz malzemeyi yerleştirme pozisyonundan 75 mm gerideki yaklaşma noktasına gidilir
 Cnt0'Keskin geçişli çalışma aktif edilir
 Ovrđ40'Hız %40 yapılır
 Accel40,40'Yükselen ivmelenme %40, alçalan ivmelenme %40 yapılır
 'Cmp Pos, &B100
 Mvs PYER1 'Ham düz malzemeyi yerleştirme pozisyonuna gidilir
 P_10.X=14
 Mov PYER1/(+0.00,+0.00,-3.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Ham düz malzemeyi rahat yerleştirmek için 2 mm aşağıdaki pozisyona gidilir
 Dly0.05'0.05 sn beklenir
 HOpen1'El 1 açılır
 Dly0.1'0.1 sn beklenir
 Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
 Ovrđ50'Hız %80 yapılır
 Accel50,50'Yükselen ivmelenme %80, alçalan ivmelenme %80 yapılır
 Mvs PYER1/(+0.00,+80.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Malzemeyi yerleştirdikten sonraki 60 mm gerideki uzaklaşma noktasına gidilir
 P_10.X=13
 Ovrđ50'Hız %100 yapılır
 Accel50,50'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır
 'Cmp Off
 Mov PELARA 'Uzaklaşma ara noktasına gidilir
 P_10.X=12
 Return
 'Ham Ters gelen malzeme yerleştirme çevrimi
 *N10HTMALYER
 Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir
 Ovrđ50'Hız %100 yapılır
 Accel50,50'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır
 Mov PELARA2 'Ham ters malzemeyi yerleştirmeden önceki 2. ara pozisyona gidilir
 P_10.X=13
 Mov PELARA3 'Ham ters malzemeyi yerleştirmeden önceki 3. ara pozisyona gidilir
 P_10.X=15
 Cnt0
 Mov PYER2/(+0.00,+90.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Ham ters malzemeyi yerleştirmeden 80 mm gerideki yaklaşma noktasına gidilir

Dly0.05

M_Out(15)=1Dly0.4'Makinedeki 1. hava valfine çıkış verilir

M_Out(12)=1Dly0.4'Makinedeki 2. hava valfine çıkış verilir

Dly0.4

P_10.X=16

Cnt1

Mov PYER2/(+0.00,+75.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Ham ters malzemeyi yerleştirmeden 75 mm gerideki yaklaşma noktasına gidilir

Cnt0'Keskin geçişli çalışma aktif edilir

Ovrd40'Hız %40 yapılır

Accel40,40'Yükselen ivmelenme %40, alçalan ivmelenme %40 yapılır

'Cmp Pos, &B100

Mvs PYER2 'Ham ters malzemeyi yerleştirme noktasına gidilir

P_10.X=17

Mov PYER2/(+0.00,+0.00,+2.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Ham ters malzemeyi rahat yerleştirmek için 2 mm aşağıdaki pozisyona gidilir

Dly0.05'0.05 sn beklenir

HOpen1'El 1 açılır

Dly0.1'0.1 sn beklenir

Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir

Ovrd50'Hız %80 yapılır

Accel50,50'Yükselen ivmelenme %80, alçalan ivmelenme %80 yapılır

Mvs PYER2/(+0.00,+75.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00) 'Malzemeyi yerleştirdikten sonra 75 mm gerideki uzaklaşma noktasına gidilir

P_10.X=16

Cnt1'Yumuşak geçişli çalışma aktif edilir

Ovrd50'Hız %100 yapılır

Accel50,50'Yükselen ivmelenme %100, alçalan ivmelenme %100 yapılır

'Cmp Off

Mov PELARA3 'Yerleştirme sonrası 1. uzaklaşma pozisyonuna gidilir

P_10.X=15

Mov PELARA2 'Yerleştirme sonrası 2. uzaklaşma pozisyonuna gidilir

P_10.X=13

Mov PELARA 'Yerleştirme sonrası 3. uzaklaşma pozisyonuna gidilir

P_10.X=12

Return

'#####

```

*Pasifrobot
Act2=0'Interrupt inaktif
WaitM_In(11)=1
WaitM_In(9)=1
Return0
'#####ARIZADAN SONRA HOME'A YA DA BOŞALTMAYA GİTME VEYA DEVAM ETME#####
*ARIZAHOME
Act1=0'INTERRUPT İPTAL
ServoOn'SERVOLAR TEKRAR ON YAPILIR
*SRV2 IfM_Svo(1)=0Then *SRV2 'SERVOLARIN ON OLMASINI BEKLE
M_04#=0'INTERRUPTA GİRME KOŞULUNU SIFIRLA
Act1=1'INTERRUPT TEKRAR AKTİF
WaitM_In(9)=1
WaitM_In(10)=1
*N10CHC
IfM_In(9)=1ThenReturn0'EĞER STOPA BASILMAMIŞSA ARIZANIN OLDUĞU SATIRA DÖN
IfM_In(6)=0ThenGoTo *SON '*CS
GoTo *N10CHC
*CS
Cnt0
Ovr20
Accel20,20
CmpOff
MCASESEL=P_10.X 'For once, assign the external movement flag variable to a local variable to
prevent an error from of any change in "external Variable"
Select MCASESEL
Case1
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ1
Break
Case2
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ2
Break
Case3
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ3

```

```

Break
Case4
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ4
Break
Case5
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ5
Break
Case6
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ6
Break
Case7
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ7
Break
Case8
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ8
Break
Case9
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ9
Break
Case10
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ10
Break
Case11
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ11
Break
Case12
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ12      'Gosub
Break

```

```

Case13
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ13      'Gosub
Break
Case14
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ14      'Gosub
Break
Case15
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ15      'Gosub
Break
Case16
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ16
Break
Case17
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ17
Break
Case18
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ18
Break
Case19
'Go subroutine of selected case
GoSub *ARZ19
Break
EndSelect
Return
'

'This part of the program is for subroutines that determine the robot
'behavior or movement on an specific position or operation after an error.
'Behavior of the robot on an error when at specific position or on a movement
*ARZ19
HOpen2
Mvs PCENEAL5

```

```

*ARZ18
Mvs PCALCIK
GoTo *ARZ8
*ARZ17
HOpen1
Mvs PYER2/(+0.00,+75.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00)
*ARZ16
Mov PELARA3
*ARZ15
Mov PELARA2
GoTo *ARZ13
*ARZ14
HOpen1
Mvs PYER1/(+0.00,+75.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00)
*ARZ13
Mov PELARA
GoTo *ARZ12
*ARZ11
HOpen2
*ARZ12
Mvs PXCENEAL/(+0.00,-75.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00)
*ARZ10
Mov PBOSARA1
*ARZ8
Mov PCALCIK3
*ARZ9
Mov PCARA2
GoTo *ARZ5
*ARZ7
HOpen2
Mvs PCENEAL/(+0.00,-30.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00)
*ARZ6
Mov PCENEAL/(+0.00,-50.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00)
Mov PCARA2
GoTo *ARZ5
*ARZ4
PCUTARA=P_Fbc(1) 'Anlık pozisyonu ata

```

PCUTARA.Z=PBAK.Z 'Yeterli miktarda yükseklik ata

Mvs PCUTARA

*ARZ5

Mov PBAK

HOpen1

HOpen2

*ARZ3

Mov PBEKLE

*ARZ2

Mov PPARK2

*ARZ1

Mov PPARK

Dly0.05

P_10.X=0

M_Out(6)=0

M_Out(12)=0

M_Out(11)=0

M_Out(15)=0

M_Outb(1)=0

M_Out(2)=1

Return

'#####

Tutuş Pozisyonu Öğretme Programı

'#####

'This Program generates sample pick positions and the required ofset data

' First(Manuel Step Feed)---Cam(automatic op.)---Rec(automatic op.)---Second(Manuel Step Feed)---Math(automatic op.)---End

,

M_Tool=1

Dim PVS(2)

*First

M20=0' Operation flag to count and check the operation number

'(1) Move robot on the work piece

'(2) Be sure that, robot can grasp the work piece properly

'(3) If necessary, change the angle of "A", "B" or "C" to get perfect grasp position

```

'(4) Grasp and release the work piece several times to be sure of good gripping
'(5) If there is a problem with the grasp, adjust robot position again
'(6) If Grasping is sufficient, relase the work(Hand Open)
P1=P_Fbc(1) ' acquire the robot position on work
P21=P1 'To keep first position data on memory, Just in case
'(7) Move robot out of sight of camera
'(8) Place the vision sensor "online" status
'(9) Disable the T/B to automatically run program "calibw". When it stops, enable T/B
GoTo *Cam 'Forward to camera to trigger
,
,

*Rec 'Work positon generation
If MN1<>0Then'If work is right
Pwc1=P_Zero'initilize the position
Pwr1=P1 'write the robot first postion
Pwc1.X=PVS(1).X 'Pwc1 is the position that is read from camera
Pwc1.Y=PVS(1).Y
Pwc1.C=PVS(1).C
EndIf
If MN2<>0Then'If Work is left
Pwc4=P_Zero'initilize the position
Pwr4=P1 'write the robot first postion
Pwc4.X=PVS(2).X 'Pwc4 is the position that is read from camera
Pwc4.Y=PVS(2).Y
Pwc4.C=PVS(2).C
EndIf
If M20=0ThenGoTo *Second 'If the operation counter flag is 0 that means, only one side of
the work is calibrated
If M20<>0ThenGoTo *Math 'If the operation counter flag is something rather than 0 that
means both sides are calibrated
,
,

*Cam 'Camera side
M_Out(11)=1
'Communication line.
Close'Close all open ports
IfM_NvOpen(1)<>1Then

```

```

NVOpen"COM2:" As #1
EndIf
WaitM_NvOpen(1)=1
NVRun #1, "camamusluk"
EBRead #1, ,MN1,PVS(1),MN2,PVS(2)
M_Out(11)=0
GoTo *Rec 'Forward to position recognition
,

*Math
,

'If MX1=-1 OR MX4=-1 then ERROR 9200 'Only One side of the work is calibrated. Re-Made
the operations!!!!
Pc1=P_Zero'Pc1 will contain the ofset data of right work. Difference between robot tool position
and camera read position
Pc1.X=Pwr1.X-Pwc1.X
Pc1.Y=Pwr1.Y-Pwc1.Y
Pc1.C=Pwr1.C-Pwc1.C
,

Pc4=P_Zero'Pc4 will contain the ofset data of left work. Difference between robot tool position
and camera read position
Pc4.X=Pwr4.X-Pwc4.X
Pc4.Y=Pwr4.Y-Pwc4.Y
Pc4.C=Pwr4.C-Pwc4.C
' External Position data
,

P_101(3)=Pc1 'Work data ofset right ' "C" Data will be used in program 10 for adjusting
angle
P_101(4)=Pc4 'Work data ofset left
P_100(3)=Pwr1 'Sample grip position for right
P_100(4)=Pwr4 'Sample grip position for left
,

Hlt
,

'(20) Step Feed Once More to end and Jump to line#1 and then, CLOSE the programme
*ND
End
,

```

*Second

Hlt

,

'(10) Flip the work piece to adjust other side

'(11) Move robot on the work piece

'(12) Be sure that, robot can grasp the work piece properly

'(13) If necessary, change the angle of "A", "B" or "C" to get perfect grasp position

'(14) Grasp and release the work piece several times to be sure of good gripping

'(15) If there is a problem with the grasp, adjust robot position again

'(16) If Grasping is sufficient, relase the work(Hand Open)

P1=P_Fbc(1) ' acquire the robot position on work

P22=P1 'To keep first position data on memory, Just in case

M20=1'operation flag

'(17) Move robot out of sight of camera

'(18) Place the vision sensor "online" status

'(19) Disable the T/B to automatically run program "calibw". When it stops, switch back manuel control and enable T/B

GoTo *Cam

,

Kamera Programı

'Communication line.

*BEKLE1 If M_102#(2)=0ThenGoTo *BEKLE1 'Konveyör PROGRAMDAN GELEN KAMERA

ÇALIŞ BAYRAĞI 1 İŞE PROGRAM BAŞLAR

Dly0.5

Poff1=P_Zero

Poff2=P_Zero

'Close 'Bütün haberleşme portlarını kapat

M_15#=1

M_Out(11)=1'KAMERA IŞIK AÇ

Dim PVS(2)

Dim PALMA(2)

IfM_NvOpen(1)<>1Then

NVOpen"COM2:" As #1

EndIf

WaitM_NvOpen(1)=1

WaitM_Out(7)=0

```

NVRun #1, "camamusluk"
EBRead #1, ,MN1,PVS(1),MN2,PVS(2),ML1,ML2
PALMA(1)=P_100(3) 'Work kalibrasyon programından gelen örnek tutuş
PALMA(1).X=PVS(1).X '(Kameradan gelen X Koordinatı)
PALMA(1).Y=PVS(1).Y '(Kameradan gelen Y Koordinatı)
PALMA(1).C=PVS(1).C
Poff1.X=P_101(3).X-2.5'ofset x'i genel tanımlı ofsete ata
Poff1.Y=P_101(3).Y 'ofset y'i genel tanımlı ofsete ata
PALMA(1)=PALMA(1)*Poff1 'Relatif olarak ofseti ekleme
PALMA(1).C=PALMA(1).C+P_100(3).C
PALMA(2)=P_100(4) 'Work kalibrasyon programından gelen örnek tutuş
PALMA(2).X=PVS(2).X '(Kameradan gelen X Koordinatı)
PALMA(2).Y=PVS(2).Y '(Kameradan gelen Y Koordinatı)
Poff2.X=P_101(4).X+0.1'ofset x'i genel tanımlı ofsete ata
Poff2.Y=P_101(4).Y-0.2'ofset y'i genel tanımlı ofsete ata
'MCT=Deg(PVS(2).C)
'MCR=120
'If MCT<-45 Then
'Poff2=Poff2/(5,0,0,0,0,0)
'EndIf
PALMA(2).C=PVS(2).C
PALMA(2)=PALMA(2)*Poff2 'Relatif olarak ofseti ekleme
PALMA(2).C=PALMA(2).C+P_100(4).C
'MCT1=Deg(PALMA(2).C)
'If MCT1<-30 Or MCT1>210 Then
'PALMA(2)=PALMA(2)/(-4.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00)
'EndIf
'If MCT1>30 And MCT1<150 Then
'PALMA(2)=PALMA(2)/(+3.50,-1.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00)
'EndIf
'If MCT1>150 And MCT1<210 Then
'PALMA(2)=PALMA(2)/(+0.00,-1.00,+0.00,+0.00,+0.00,+0.00)
'EndIf
If MN1=0 And MN2=0Then M200=0Else M200=1'ALINACAK MALZEME YOK İSE M200=0
'Close ' Close all opened files.
M_Out(11)=0'KAMERA IŞIK KAPAT
M_100#(1)=MN1 'Malzeme Sağ external variable olarak ata

```

```

M_100#(2)=MN2 'Malzeme sol external variable olarak ata
M_100#(3)=M200 'Malzeme almadı gönder
P_01=PALMA(1) 'External olarak alınan sağ pozisyonu sakla
P_02=PALMA(2) 'External olarak alınan sağ pozisyonu sakla
M_102#(2)=0'Başlama Koşulunu resetle
M_103#(2)=1'Kamera-Konveyör Kontrol Programı devam et
End

```

Kamera Konveyör Senkronizasyon Programı

```

' Kamera-Konveyör Kısmen Bağımsız Kontrol Programı
*Start
If M_102#(1)=0ThenGoTo *Start 'Ana Programdan konveyörün çalışması için safe sinyali
bekle
*Cam
M_102#(3)=0'Konveyör dur
M_Out(7)=1'KONVEYOR ÇALIŞ
M_11#=1'KONVEYÖR ÇALIŞIYOR BAYRAĞI
WaitM_In(13)=0
WaitM_In(13)=1
Dly0.05
M_Out(7)=0'KONVEYOR DUR
M_16#=2
M_102#(2)=1'Kamera Programına Çalış sinyali gönder
Wait M_103#(2)=1'Kamera Programının sonuç göndermesini bekle
M_103#(2)=0'Kamera Programı sonuç gönderdi Reset
M_16#=0
Dly0.2
If M_100#(3)<>0ThenGoTo *Bul
M_17#=1
*Konveyör
M_102#(3)=1'Eğer malzeme yoksa Konveyör Programını Çalıştır
Wait M_103#(3)=1'Konveyör Programının bitmesini bekle
M_17#=0
M_14#=M_14# + 1
M_103#(3)=0'Konveyör programı bitti reset
Dly0.2

```

```

GoTo *Cam
*Bul
M_102#(1)=0'Ana programdan gelen çalış sinyalinı resetle
M_104#(1)=1'Ana Program Devam Et
M_14#=0
End

```

Düz Tutulmuş Parça Kalite Kontrol Programı

```

'Communication line.
*BEKLE1 If M_07#=#0ThenGoTo *BEKLE1 'ANA PROGRAMDAN GELEN KAMERA ÇALIŞ
BAYRAĞI 1 İSE PROGRAM BAŞLAR
'Close 'Bütün haberleşme portlarını kapat
M_Out(11)=1'KAMERA IŞIK AÇ
IfM_NvOpen(1)<>1Then'Vision Sensor portta mı kontrol et
NVOpen"COM2:" As#1
EndIf
WaitM_NvOpen(1)=1'Vision sensorun portta olmasını bekle
NVRun #1, "camamusluk"Vision sensordeki kontrol programını çalıştır.
EBRead #1, ,MN1,PL1,MN2,PL2,M100,MTT 'Gelen değeri M100'e at
If M100<>0Then
M_101#(1)=1
Else
M_101#(1)=0
EndIf
'M100 : 1 ise malzeme doğru alındı
'M100 : 0 ise malzeme eğri alındı
'Close ' Close all opened files.
M_Out(11)=0'KAMERA IŞIK KAPA
M_07#=#0'KAMERA ÇALIŞ BAYRAĞI İPTAL
M_08#=#1'ANA PROGRAMA GÖNDERİLEN KAMERA VERİLERİ GÖNDERDİ BAYRAĞI AKTİF
End

```

Ters Tutulmuş Parça Kalite Kontrol Programı

```

'Communication line.

```

```

*BEKLE1 If M_09#=0ThenGoTo *BEKLE1 'ANA PROGRAMDAN GELEN KAMERA ÇALIŞ
BAYRAĞI 1 İSE PROGRAM BAŞLAR
'Close 'Bütün haberleşme portlarını kapat
M_Out(11)=1'KAMERA IŞIK AÇ
IfM_NvOpen(1)<>1Then'Vision Sensor portta mı kontrol et
NvOpen"COM2:" As#1
EndIf
WaitM_NvOpen(1)=1'Vision sensorun portta olmasını bekle
NvRun #1, "camamusluk"Vision sensordeki kontrol programını çalıştır.
EBRead #1, ,MN1,PL1,MN2,PL2,M100,MTT 'Gelen değeri M100'e at
If MTT<>0Then
M_101#(1)=1
Else
M_101#(1)=0
EndIf
'M100 : 1 ise malzeme doğru alındı
'M100 : 0 ise malzeme eğri alındı
'Close ' Close all opened files.
M_Out(11)=0'KAMERA IŞIK KAPA
M_09#=0'KAMERA ÇALIŞ BAYRAĞI İPTAL
M_10#=1'ANA PROGRAMA GÖNDERİLEN KAMERA VERİLERİ GÖNDERDİ BAYRAĞI AKTİF
End

```

Konveyör Programı

```

'###KONVEYOR ÇALIŞTIRMA###
*Start
If M_102#(3)=0ThenGoTo *Start 'Kamera programı KONVEYORE İZİN VERDİ
'If M_In(13)=1 Then GoTo *B
'If M_In(13)=0 Then GoTo *A
'If M_15#=2 Then GoTo *H
If M_17#=1ThenGoTo *B
'If M_14#=1 Then GoTo *B
'If M_14#=2 Then GoTo *G
'*G
'M_14#=0
*A

```

```

M_Out(7)=1'KONVEYOR ÇALIŞ
M_11#=1'KONVEYÖR ÇALIŞIYOR BAYRAĞI
WaitM_In(13)=0
WaitM_In(13)=1
Dly0.05
M_Out(7)=0'KONVEYOR DUR
*B
M_11#=0
M_102#(3)=0'KONVEYOR PROGRAMI ÇALIŞMAYI DURDUR
M_16#=2
M_103#(3)=1'Kamera PROGRAM DEVAM ET
End

```

Vibrasyon Kazanı Programı

```

DefAct1, M_In(7)=1GoTo *ND
Act1=1'Interrupt Aktif
IfM_In(7)=0 And M_In(8)=0ThenGoSub *Cont
GoSub *CAL
*ND
Act1=0
M_Out(1)=0
WaitM_Out(7)=1
Wait M_16#=2
Dly1.5
WaitM_Out(7)=1
End
*Cont
M_Out(1)=1
WaitM_In(8)=1 Or M_In(7)=1
M_Out(1)=0
Return
*CAL
M_Out(1)=1
Dly2.1
M_Out(1)=0
Dly0.5

```

```
IfM_In(7)=0GoTo *CAL  
Return
```

Arıza Programı

```
' SİSTEM ARIZA KONTROL PROGRAMI  
IfM_In(4)=1Then  
M_04#=1'ARIZA BAYRAĞI SET  
Error9100'TEZGAHTA ARIZA VAR  
EndIf  
IfM_In(5)=1Then  
M_04#=1'ARIZA BAYRAĞI SET  
Error9101'ROBOT HAVA ARIZA  
EndIf  
End
```

ÖZGEÇMİŞ

Zeynep Sezen ARSEVEN, 21.04.1985 tarihinde İstanbul'da doğdu. Sırasıyla, Mustafa Kemal İlköğretim Okulu, Muhittin Üstündağ Ortaokulu, Ataköy Lisesi ve Işık Üniversitesi Fizik Bölümünü bitirdi. 2010 yılından beri TTM Makine Ltd. Şti. firmasında robotik otomasyon sorumlusu olarak görev yapmaktadır.

-0-