

170757



**ENDÜSTRİYEL TİP ROBOTLARIN
MOZAİK SIRALAMA İŞLEMİNE UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bekir ÇENGELCİ

**Danışman
Doc. Dr. Hasan ÇİMEN**

ELEKTRİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Haziran 2005

**Bu tez çalışması Devlet Planlama Teşkilatı “DPT 2000K 120040” numaralı
“Endüstriyel Otomasyon ve Teknoloji Geliştirme Merkezi Altyapı” projesi
kapsamında yapılmıştır.**

**T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİYEL TİP ROBOTLARIN
MOZAİK SIRALAMA İŞLEMİNE UYGULANMASI**

Bekir ÇENGELCİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı**

**Danışman
Doc. Dr. Hasan ÇİMEN**

**AFYON
2005**

Bekir ÇENGELCİ 'nin yüksek lisans tezi olarak hazırladığı “Endüstriyel Robotların Mozaik Sıralama İşlemine Uygulanması” başlıklı bu çalışma, lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

27 / 6 / 2005

Jüri Üyesi : Doç.Dr. Süleyman TAŞGETİREN
(Başkan)

Jüri Üyesi : Doç.Dr. Hasan ÇİMEN
(Danışman)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Kubilay ASLANTAŞ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...13.07.2005.....Gün
ve 2005/08-9..sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatih NURAN
Müdür

Enstitü Müdürü

ENDÜSTRİYEL TİP ROBOTLARIN MOZAİK SIRALAMA İŞLEMİNE UYGULANMASI

ÖZET

Dünya teknolojisindeki gelişmeler, üretim sistemlerinde büyük yenilikleri beraberinde getirmiştir. Teknolojik anlamda gelişme sağlayan ülkeler, diğer ülkelerin ekonomik olarak önüne geçmiştir. Ülkelerin gelişme hızlarını artırabilmeleri ve diğer ülkelerle her alanda rekabet edebilmeleri için çağın gerekli teknolojik donanımına sahip olmaları gerekmektedir. Ülkemizde de üretim sektörünün rekabet gücünü artırabilmesi için yeni teknolojiyi kullanması bir zorunluluk olmuştur.

Mermer sektörünün bir alt sektörü olan mozaik sektöründe, klasik yöntemlerle üretim yapılmaktadır. Bu sektörde üretim aşamasında ve sonrasında birçok problem yaşanmaktadır.

Bu çalışmada ki amaç üretim sistemlerin de yaşanan sorunlara çözüm bulmaktır. Ayrıca amaç endüstriyel otomasyon sistemlerinin kullanımını yaygınlaştırmak olduğu için uygulamamızda 5 eksenli RV-2AJ Mitsubishi marka robot kol ile cam mozaiklerin sıralama işlemini gerçekleştirildi. Kullanılan sistemin avantaj ve dezavantajları tartışıldı. Sonuç olarak bu uygulanan sistemin eski çalışma sistemin den daha verimli olduğu ve daha kaliteli mal ürettiği belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel Robotlar, Robot, Manüplatör, Mozaik

THE APPLICATION OF INDUSTRIYEL TYPE ROBOTS IN TILING OF MOSAICS

ABSTRACT

Technologically developed countries are superior to less developed countries in terms of economics. To achieve an increase in development rate and compete with other countries, developing countries must have necessary technological hardware at hand. The use of newer technologies in Turkey is a necessity to compete with today's increasing demand for quality and price.

In mosaic sector, a subsector of marble sector, the manufacturing is made by classical methods. Many problems are occurred during and after the manufacturing.

This study is intended to contribute for solving manufacturing problems. The aim is to spread the use of automation system during the manufacturing of mosaics. Therefore, tiling of mosaics by an automated system is proposed and it's advantages and disadvantages are also discussed. Mitsubishi RV2AJ five axes robot arm system was used for the application and result showed that the system employed provides fast and efficient operation compared to classical system.

Keywords: Industrial Robots, Robots, Manipulator , Mosaics

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR BİLGİLERİ:.....	3
3. ENDÜSTRİYEL ROBOTLAR.....	6
3. 1. Endüstriyel Robotların Yapısı.....	8
3.2. Kontrol yöntemlerine göre robot kolların sınıflandırılması.....	15
4. UYGULAMADA KULLANILAN 5 EKSENLİ ROBOTKOL (RV-2AJ MİTSUBİSHİ).....	17
4.1. Kontrol Paneli.....	22
4.2. Öğretim Kutusu.....	23
4.3. Öğretim Kutusu İle Gerçekleştirilen İşlemler.....	25
5. ROBOTU PROGRAMLAMA PAKET PROGRAMININ TANITILMASI.....	27
5.1.Cosirop.....	27
5.2.Programın Yazılması.....	30
5.3.Programın Hazırlanma Yöntemi Ve Çalışması.....	34
5.4.Robotu Kullanarak Pozisyon Listesi Oluşturmak.....	35
5.5. Robota Pozisyonların Öğretilmesi.....	41
5.6. Otomatik Operasyonun Başlatılması.....	46
6. DENEYSEL ÇALIŞMA VE YÖNTEM.....	48
6.1: Cam Mozaiklerin Sisteme Gönderilmesi.....	50
6.2: Robotun Cam Mozaikleri Sıralama İşlemi.....	51
7. İŞLEMİ GERÇEKLEŞTİRECEK PROGRAM.....	52
7.1: Robotla Sıralama Sonucu Elde Edilebilecek Şekiller	52

8. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	62
KAYNAKLAR.....	64
TEŞEKKÜR	66
ÖZGEÇMİŞ.....	67



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1: Mafsallı robotun kısımları	8
Şekil 3.2: Kartezyen robot kolu ve çalışma alanı	10
Şekil 3.3: Silindirik robot kolu ve çalışma alanı	11
Şekil 3.4: Küresel robot kolu ve çalışma alanı	12
Şekil 3.5: Mafsallı kollu robot kolu ve çalışma alanı	12
Şekil 4.1 Robot Kol Resmi.....	17
Şekil 4.2 Robot Parça Tutucu Resmi.....	18
Şekil 4.3 Robot Kol Ve Eksen Hareketleri.....	18
Şekil 4.4 Robotun X-X Arası Hareket Alanı	18
Şekil 4.5 Robot Kolun Hareket Alanı Ve İnstallation Pozisyonu	19
Şekil 4.6 Robot Kolun Hava Giriş-Çıkış Bağlantı Şeması	20
Şekil 4.7 Robot Kolun Pünomatik Kontrol Bağlantı Şeması	21
Şekil 4.8 Robot Kolun Elektrik Bağlantı Şeması	21
Şekil 4.9 Robot Kontrol Ünitesi.....	22
Şekil 4.10 Robot Kontrol Ünitesi Ön Yüz	22
Şekil 4.11 Öğretim Kutusu.....	24
Şekil 4.12: Robot Kolun Öğretim Kutusu Fonksiyonları Şeması	25
Şekil 5.1: Project Wizard Panosu.....	27
Şekil 5.2: Browse Panosu.....	28
Şekil 5.3: Robot Parameters setup panosu.....	28
Şekil 5.4: Communication port Panosu.....	29
Şekil 5.5: Communication port Panosu.....	30
Şekil 5.6: Command Tool. Panosu.....	31
Şekil 5.7:Program Akış Şeması.....	34
Şekil 5.8:Kol Hareket Şeması.....	35
Şekil 5.9:Pozisyon Kararlaştırma Şeması.....	36
Şekil 5.10: Kontrol Paneli Program seçme Şeması.....	38
Şekil 5.11: Robot Tutucu Şeması.....	41
Şekil 5.12: Robot'a Pozisyon Öğretme Şeması.....	45
Şekil 5.13: Robot Kontroller Seçme Şeması.....	46
Şekil 5.14: Robot Kontroller Seçme Şeması.....	46

Şekil 6.1: Mozaiklerin el ile sıralanma işlemi şekli.....	48
Şekil 6.2: Cam Mozaik Sürücü Ünitesi Resmi.....	51
Şekil 6.3: Cam Mozaiklerin Sıralandığı Tabla.....	51
Şekil 6.4: Cam Mozaiklerle Oluşturulan Artı şekli.....	52
Şekil 6.5: Cam Mozaiklerle Oluşturulan Çarpım şekli.....	52
Şekil 6.6: Cam Mozaiklerle Oluşturulan Çizgi şekli.....	52



ÇİZELGELER DİZİNİ

Tablo 3.1: Robot çeşitlerinin karşılaştırılması	14
Tablo 4.1 Kontrol Ünitesi Tuş Takımının Görevleri.....	23
Tablo 5.1 Pozisyon Öğretiminde Dikkat edilecek Noktalar	36
Tablo 5.2 Kullanılan Komutlar ve Açıklamaları	37
Tablo 6.1 Robot Kolum Pozisyon Tablosu.....	61



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklamalar
RV 2AJ	5 Eksenli mitsubishi industrial robot
FMS 50	(Flexible Manufacturing System) Esnek üretim sistemi
DC	Doğru Akım
V	Volt (Gerilim Birimi)
Kg	Kilogram
MHz.	Mega Hertz (Frekans Birimi)
MByt	Mega Bayt (Hafıza büyüklük birimi)
RAM	(Random Access Memory) Rasgele erişilebilir bellek
ROM	(Read Only Memory) Sadece okunabilir bellek
CD	Compaq Disk
USB	Seri bağlantı (Port)
PC	Personal compiter
T/B	Teach Box (Öğretim Kutusu)
°c	Santigrat Derece
m	Metre
m ²	Metre Kare
cm	Cantimetre

1.GİRİŞ

Teknolojinin çok hızlı bir şekilde gelişme kaydettiği çağımızda, getirmiş olduğu yenilikler, insan hayatının bir parçası olmuştur. Bu yeniliklerden insanları haberdar etme ve yenilikleri insanlara sunma bir zorunluluk haline gelmiştir.

İnsanlar fiziksel yapılarından dolayı bedensel olarak bütün işleri yapma imkânına sahip değildir. Gücünün yetmediği yerlerde kullanmak için değişik makineler geliştirmiştir. İlk çağlarda ilkel ve fonksiyonel olmayan bu makineler, teknolojinin gelişme süreci içerisinde insanlar tarafından geliştirilmiş ve insan meziyetlerine yakın meziyetlere sahip olan makineler üretilmiştir. İlk önceleri insan yardımı ile çalışan bu makineler, zamanla geliştirilerek ve çeşitli çevre birimlerini de beraberinde kullanarak insana ihtiyaç duymadan otomatik olarak çalışır hale getirilmiştir.

Sanayide kullanılmak için tasarlanmış birçok robot bulunmaktadır. Robotlar genellikle, üretim maliyetini düşürmek ve daha kaliteli üretim yapmak için kullanılmaktadır. Ayrıca insan sağlığının zarar görme riskinin olduğu işlerde (kimyasal enerji, nükleer enerji, çok yüksek ısı, titreşim, yüksek ses v.b) ve insan elinin ulaşamayacağı yerlerde robotlar kullanılmaktadır.

Globalleşen dünyada iletişimin çok artması insanları değişik dünya pazarlarına yöneltmiştir. Artık kaliteli ürünü daha ucuza imal etmek rekabet piyasasında bir zorunluluk olmuştur. Bu da ancak otomasyon teknolojisini kullanarak üretim yapmakla mümkün olmaktadır. İlk kuruluş maliyetleri yüksek olmasına karşılık, kısa zamanda kendini amorti eden bir sistemdir.

Bu çalışmada amaç; dünyada hızla gelişmekte olan robot kullanımını bulunduğumuz bölgede yaygınlaştırmak, ekonomiye ve işletmelerdeki verimliliğe katkılarını göstermektir. Bölgemizde robot teknolojisi yaygınlaşırsa diğer dünya ülkeleri ile kalite ve fiyat konusunda rekabet edebilir hale gelinecektir.

Uygulamamızda Mitsubishi marka RV-2AJ tip beş mafsallı endüstriyel robot kolu ile cam mozaiklerin desen oluşturacak şekilde sıralanması işleminin laboratuvar ortamında uygulamaları yapılmıştır. Şu anda cam mozaikler insan eliyle sıralandığı için hem çok zaman almakta, hem de sıralamalarda insan kaynaklı hatalar oluşmaktadır. Bu nedenlerden dolayı maliyet çok yükselmektedir. Bu üretim işlemi robot kolu kullanılarak daha ekonomik, kaliteli ve zamandan tasarruf edilerek yapılabilecektir.

Bu çalışmada renklerine göre depolanmış bulunan cam mozaikler, üç değişik desen oluşturacak şekilde robotla sıralanmıştır. Bu işi yapabilmek için; mozaik sıralamada gerekli pozisyonlara uygun Robot programlama dili olan Melpha Basic'de programlar geliştirilmiştir. Robotla mozaik sıralama sayesinde kalifiye elemana ihtiyaç göstermeden değişik desenler oluşturmak istendiği zaman sadece kontrol ünitesi üzerinden desen tercihini belirlemek yeterli olacaktır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ:

Robot terimi ilk defa Çek yazar Karel Capek tarafından “Rassumun Evrensel Robotları” (Rassum’s Universal Robots) adlı eserinde kullanılmış ve robot terimi Çekçe’de “güçlü işçi” anlamına gelmektedir(Hartley 1983).

18.YY’ da tekstil endüstrisinde otomat makinelerin kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. Robotlar bakımından, endüstriyel devrimin en önemli adımı delikli kart kontrollü olarak çalışan Jacquard’ın dokuma tezgâhıdır. Yine bu yüzyılda James Watt’ın buhar makinesini icat etmesiyle birlikte büyük bir enerji kaynağı özelliği ile insana yardımcı olmaya başlamış ve insanı bedeni işlerden kurtarıp, kontrol ve zihinsel işlere yöneltmiştir.

20.YY’ da otomatik kontrollü, kendi kendilerini ölçen ve ayarlayan ve kendi kendilerine programlanabilen makineler ortaya çıkmıştır. Otomasyondaki gelişmeler otomatik kontrol biliminin ve sibernetiğin 1950’lerde başlamasıyla yeni bir boyut kazanmıştır. Bu gelişim zinciri içinde en önemli noktalardan birini, insan ve bilgisayar iş değeri olan robotlar teşkil eder. Bunlardan ilki “Sammie” dir. Bu robot insanın değişik ortamlara nasıl uyum sağladığını anlamak amacıyla tasarlanmıştır. İngiltere’deki wattingham Üniversitesi tarafından yapılan bu robottan başka diğer bir çalışma ise, General Electric laboratuvar grubu tarafından yapılan 48 km/h hızla koşabilen at şeklindeki androidtir. Bu android odalar arasında mobilyalara çarpmadan yürüyebilmekte ve istenen bir şeyi bulup aldıktan sonra harekete başladığı noktaya dönmektedir.

Günümüzde denizaltı araştırma, itfaiye ve inşaat robotları gibi birçok alanda kullanılmak üzere robotlar geliştirilmiştir(De Silva 1987).

Robotlarla insanlar arasındaki etkileşimin gelecekteki boyutu şöyle ifade edilmektedir; robotların ve uygulama alanlarının gelişimi incelendiğinde, gittikçe insanlar için ve insanlarla beraber daha sık çalışmalarının kaçınılmaz olduğu görülecektir. Robotlar sağlık hizmetlerinde iyileştirme çalışmalarında ve terapilerde yön gösterecek, ofislerde asistanlık yapacak veya ev işleri ile

ilgilenecek, bazen de bizleri eğlendirecektir. Tüm bu uygulamalarda robotların etkileşimleri değişik seviyelerde olacaktır. İnsanların karmaşık davranışlarını anlamaya çalışmak zorunda kalacaklardır (Willey1999).

Günümüzde üretimi yapılan ürünler çok çeşitlilik göstermektedir ve devamlı olarak yeni ürünler piyasaya sunulmaktadır. Üretimi yapılan ürünün daha kaliteli ve ucuza üretiminin yapılması gerekmektedir. Birbirine uymayan ve esnek olmayan üretim sistemlerinin kullanımı giderek zorlaşmaktadır. Bu nedenle günümüz de esnek üretim sistemi (FMS) kavramı gelişmiştir. Bu sistem ile birbiri ile bir ağ bağlantısı üzerinden haberleşen birçok makine birlikte çalışmaktadır(Norberto 1999).

Günümüzdeki üretim sistemleri hızla esnek üretim sistemlerine dönüşmektedir. Eskiden kullanılan esnek olmayan üretim sistemleri artık elverişli üretim yapma imkânı sağlamamaktadır. Yeni üretim sistemlerinin, ürün işleme kapasitesini geliştirmek ve yeni teknolojik gelişmelere adaptasyonunun sağlanması daha kolay olmaktadır(Bruccoleri 2004).

Robotlar, esnek üretim sistemlerine kolayca adapte edilebilirler. Zamanla üretim sisteminde değişiklik ihtiyacı ortaya çıktığında robotun programında değişiklikler yaparak ve yan donanımlar ekleyerek yeni üretim şartlarına uyumu sağlanabilmektedir.

Mozaikle süsleme işi binlerce yıldır, sanatçılar ve inşaatçılar tarafından kullanılan bir uygulamadır. İnsanoğlunun zamanla renklerini zevkine göre geliştirerek, doğal güzellikleri bozmadan farklı yerlerde kullanmaktadır. Medeni toplumlar, desen ve dayanıklılığa önem verirken, renklerden kaçınmaktadır.

Mermer, kaya, kiremit veya camların küçük parçalarının sıralama işlemi ile mozaikler elde edilir. Montaj yerlerine yapıştırıcı veya özel dolgu maddesi kullanılarak yapıştırılırlar. Bu tür dekorasyon işlemi bina dışı kaplama veya panellerde kullanılmaktadır. Özellikle kavisli yüzeylerin süslemesinde, yani tavan

ve kemerlerde çokça kullanılmaktadır. Mozaik süsleme bina içi veya dışında yapılabilir. Mozaik süsleme işi ve diğerleri binlerce yıldır insanlar tarafından yapılmaktadır. Yeni gelişmeler ve üretim tekniklerinin gösterdiğine göre mozaik ile yapılan binalar çok daha canlıdır. Dekoratif süsleme işlemi orta ölçekte potansiyel oluşturmaktadır. İdeal desenlerin oluşturulması için bilgisayar ve program kullanımı giderek artmaktadır.

Sonuç olarak, mozaik süsleme işleminde giderek otomatikleşmeye olan ihtiyaç artmaktadır (Oral 2004).



3. ENDÜSTRİYEL ROBOTLAR

Endüstriyel robotlar, bugünün rekabetçi pazar ortamında, üretkenliğin ve üretilen malın kalitesinin etkin bir maliyetle artırılmasında önemli rol oynayan bir faktör olmuştur. Bunun sebebi ise robotların; yüksek güvenilirlik, yüksek verim, düşük işletme maliyeti, geniş uygulama alanı içerisinde kullanılabilir olmasından kaynaklanmaktadır(Berkay 2003).

Günümüzde endüstriyel robotlar üretim sistemlerinde sağladıkları kolaylıklarla kendilerini kabul ettirmişlerdir. Birçok büyük firma endüstriyel robot üretimine başlamışlardır. Endüstriyel robot ilk olarak Japon'lar tarafından uygulamaya konulmuş ve kabul edilmiştir. Söz konusu uygulama, ülkede yüksek bir iş gücü potansiyeli olmasından dolayı önceleri hayretle karşılanmıştır. Japonlar yaptıkları uygulamalardan sonra, endüstriyel robotların ne kadar düşük maliyetle üretim yaptıklarını ve sağladıkları yüksek verimliliği görmüşlerdir(Mendi 1995).

Robotların sanayiye ilk girmeye başladığı yıllarda birçok kişi ve kuruluş tarafından işsizlik yaratacağı kuşkusu ile otomasyona karşı çıkmıştır. Ancak, özellikle gelişmiş ülkelerde otomasyon uygulamalarının zararlı olduğunu gösteren yeterli gerekçeler gösterilemediği için bu düşünceden vazgeçilmiştir. Yapılan istatistikler, otomasyonun işsizlik üzerindeki etkisinin çok az olduğunu ortaya koymaktadır. Böylece Japonya'da satışlar artmış ve daha çok kişiye iş imkânı sağlanmıştır (Doğan 2000).

Robotun genel tanımından hareket ederek, endüstriyel robot; özellikle sanayi işletmelerinde genel bir amaçla programlanabilen ve böylece el işçiliğinin bazı karakterlerine sahip olabilen yüksek bilgisayar teknolojisi ile otomotize edilmiş makinelerdir diyebiliriz.

Tekrarlı, tehlikeli, ağır iş sahalarında kullanılan endüstriyel robotlar bugün yükleme, boşaltma, püskürtme ve kaynak gibi işleri yapmaktadır. Yaklaşık 200

çeşidi bulunan endüstriyel robotları endüstriyel işletmelerinde en çok kullanılan ülke ise Japonya'dır (Hartley 1983).

İlk yıllarda kullanımına karşı çıkılan endüstriyel robotlar, birçok uygulamada sağladığı faydalarla, bütün gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hızla yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu uygulamaların bir kısım zararları olsa da çok büyük ölçüde faydalar sağladığından zararları göz ardı edilmiştir.

Robotların sağladığı fayda ve zararları şöyle sıralayabiliriz;

Faydaları;

1. Üç vardiya boyunca aralıksız çalışma kabiliyeti,
2. İnsana göre daha fazla yük kaldırma kabiliyeti,
3. İnsana göre daha çabuk sonuca ulaşma kabiliyeti,
4. Usandırıcı ve tekrarlı işlerde yeterlilik,
5. Tehlikeli ortamlarda çalışabilme kabiliyeti,
6. İnsan hatalarını yok etme,
7. Kalite kontrol hatalarını minimuma indirme,
8. Kendini hızla amorti etme,
9. Eğitim ve yeniden eğitimde kolaylık,
10. Yüksek hareket esnekliği,
11. Yüksek kar sağlama.

Zararları;

1. Düşünemez,
2. Vision System, ile yalnızca kendisine öğretilen cisimleri görebilir,
3. Programlanmadan çalışamaz,
4. Kendisine öğretilenleri yapabildiğinden hareketleri kısıtlıdır,
5. Yüksek yatırım maliyeti gerektirirler,
6. Eğitilmiş personel ihtiyaç duyarlar,
7. Boş geçen bakım ve onarım zamanları(De Silva 1987).

3.1 Endüstriyel Robotların Yapısı

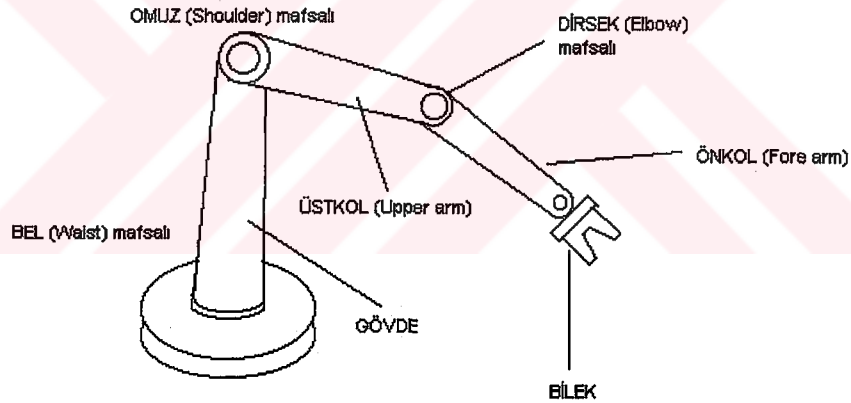
a. Robot Gövdesi

Robotun zemine bağlandığı yerden başlayıp, uç elemanların takılacağı bilek kısmına kadar olan bölüme robotun gövdesi denir. Robotların gövdeleri yapacakları işin durumuna göre değişik şekillerde yapılabilmektedir.

Robotlar genellikle insan hareketlerini yapabilecek şekillerde tasarlanmıştır. Bunu yapabilmek için robotun gövdesinin çok fonksiyonel bir yapıda olması gerekir.

Robotların gövdesi incelenirken iki kısma ayrılır;

1. Kollar
2. Bilek



Şekil 3.1 Mafsallı robotun kısımları

b. Robot kollar

Endüstri alanlarında kullanılan robot kollarına, manipülatör adı verilmektedir. Manipülatörlerin, insan kollarına benzetilerek yapılanına mafsallı kollar denilir. Bu kolların eklem noktaları, dönebilen mafsallardan oluşmuştur. Manipülatör kollar üzerinde, robot temel hareketlerini yapmaya yarayan üç çeşit mafsall bağlantısı vardır.

Bunlardan birincisi, insandaki gibi kendi etrafında dönebilmesini sağlayıp, düşey hareket fonksiyon alanını arttıran, kolların bağlı olduğu gövdeye hareket veren, bel (Waist) mafsalıdır. İkincisi, robot üst kolunun gövdeye bağlandığı kısım olan omuz (Shoulder) mafsalı. Üçüncüsü ise, robot üst kolunun (Upper arm) ön kolla (Fore arm) birbirine bağlandığı mafsallık olan dirsek (Elbow) mafsalıdır.

Robot ön koluna (Fore arm), ayrıca üç mafsallık bağlantısı eklemek suretiyle, bilek ve robot uç elemanı bağlanması sağlanmaktadır. Robot kolları (Manipülâtörler), hareket biçimi olarak insan kollarından bir takım farklı üstünlüklere sahiptir. Bu kolların mafsallarına ait serbestlik dereceleri sayesinde, istenilen noktaya ulaşması ve gereken hareket şeklini yapabilmesi mümkün hale gelmektedir.

Şekil 3.1’de robot Manipülâtör’ün dirsek mafsallık aşağı eğilmiş durumdadır. Böyle bir durumda insan kolu sadece elin bağlı olduğu bileğin tutabilme yönündeki cisimleri kavrayabilmektedir. Ancak robot kollar, bel mafsallık eksenine ile 180°’lik bir dönebilme yetenekleri olmasından, sağ kol ya da sol kol düzeni olarak her konumdaki cisim tutabilme yeteneğine sahip olmaktadır.

Bu sayede, robot kolların insan kollarından çok daha esnek ve hassas olarak hareket etmeleri sağlanmaktadır. Fakat robot kolların, çalışma durumlarında gelen kuvvetler sonucu eğilmeleri, sistemlerin karmaşıklığı ve kolların kontrollerinin zorluğu bu sistemlerin dezavantajlarıdır.

Robot uygulamaları yapılırken, kolların karmaşık mafsallık biçimde olmamasına çalışılmıştır. Onun yerine mümkün olduğu kadar basit geometrik şekillerle, karmaşık hareketleri yapabilecek prizmatik ve kayabilen mafsallarla yapılmış robotlar kullanılmaktadır(Bozdemir.1996).

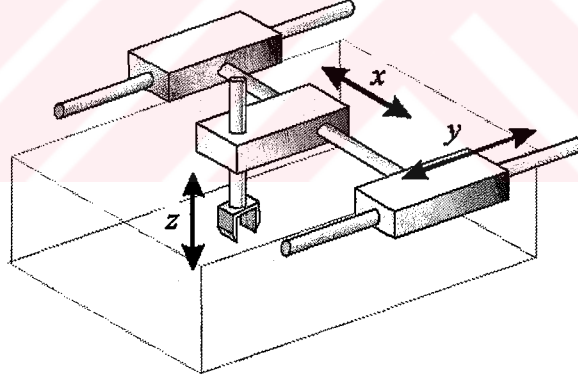
Manipülâtörler, sınıflara ayrılırken yapılarındaki kullanılan mafsallık ve bu mafsallık birleşimlerine göre sınıflandırılırlar. Bunlar;

1. Kartezyen robot kolları,
2. Silindirik robot kolları,
3. Küresel robot kolları,
4. Eklemlı robot kolları, olarak dört grupta incelenirler.

1. Kartezyen Robot Kolları

Kartezyen robot kolları, diğer sistemlere nazaran en doğru biçimde koordinat tanımlaması yapılabilen sistemlerdir. Şekil 3.2' de üç tane prizmatik mafsalsal vasıtasıyla robot uç elemanın X,Y,Z koordinatlarındaki hareketleri sağlanabilmektedir(Bozdemir 1996).

Bu şekilde yapılmış robotlar çok rijit yapıdadır. Bu sebepten, çok büyük ölçülerde yapılabilmektedir ve bu kartezyen robotlara, demiryolu köprüleri gibi büyük işlerde sık sık ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 3.2 Kartezyen robot kolu ve çalışma alanı

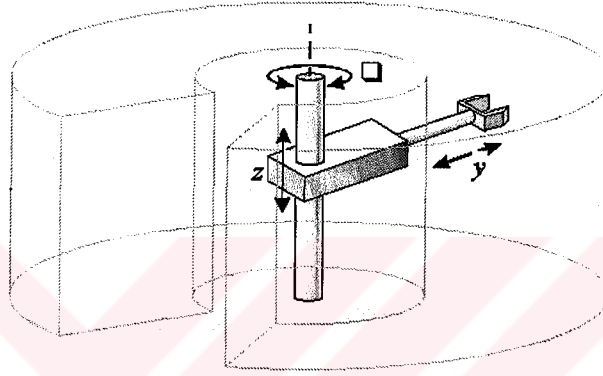
Kartezyen robotlar tasarım olarak basit ve sadece üç kayar mafsalsal ile gereken bütün hareketleri yapabilen sade sistemlerdir.

Kartezyen robot kolları kullanırken, dikdörtgen çalışma alanlarına dikkat edilmeli ve uzama yeteneğine sahip bulunan, robot uç elemanın bağlı olduğu kol çalışma alanında çarpışmalardan korunacak şekilde programlanmalıdır.

Robot uç elemanının bulunduğu pozisyon, mafsalların o anda olduğu yerde bulunduğundan, pozisyon hesaplamaları çok kolaydır.

2. Silindirik Robot Kolları

Silindirik manipülatörler, Şekil 3.3' de görüldüğü gibi düşey hareketleri gerçekleştiren prizmatik mafsal yerine, kendi etrafında dönebilen mafsal kullanılmıştır.



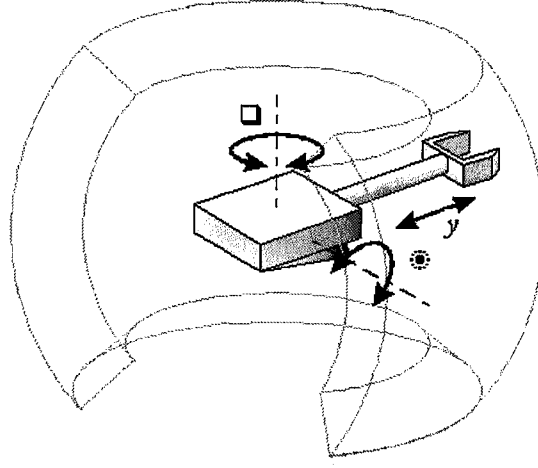
Şekil 3.3 Silindirik robot kolu ve çalışma alanı

Bu mafsal düşey ekseninde kendi etrafında dönebildiği gibi, aynı zamanda da diğer prizmatik mafsalları dönen mafsala dik olacak şekilde üzerinde taşımaktadır.

Silindirik manipülatörlerin çalışma sahaları, prizmatik kolun maksimum uzanma boyu ve minimum uzanma boyu ile dönen mafsalın bu sınırlar içerisinde taradığı alanın düşey düzlemdeki maksimum uzanma mesafesi ile sınırladığı silindirik alandır.

3. Küresel Robot Kolları

Küresel robot kolları, şekil olarak eklemli robotlara çok benzemektedir. Fakat küresel robotlarda dirsek mafsalı küresel değil, prizmatik hareket etmektedir.

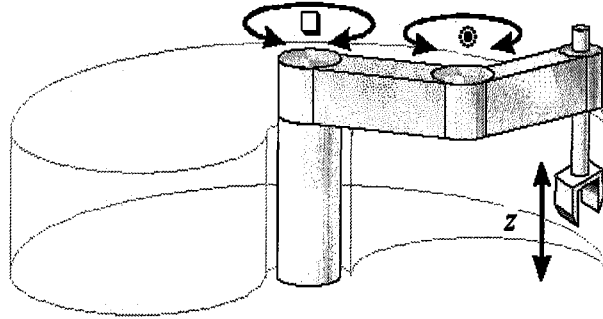


Şekil 3.4 Küresel robot kolu ve çalışma alanı

Küresel manipülatörlerde, bel (waist) ve omuz (shoulder) mafsalları dairesel hareket ederken, dirsek (elbow) mafsalı prizmatik hareketle kola uzanma hareketi sağlamaktadır.

4. Eklemlili Robot Kolları

Robot manipülatör denildiği zaman ilk akla gelen robot türü, eklemlili robot kollarıdır. Bunlar iş yapma yetenekleri olarak, diğer robotlardan daha çok insan hareketlerine benzetilebilen robotlardır.



Şekil 3.5 Mafsallı Robot kollu robotun çalışma alanı

Şekil 3,5'da görüldüğü gibi eklemli robotlarda dairesel hareket edebilen bel (waist), bir omuz (shoulder) ve yine dairesel hareket eden dirsek (elbow) mafsallarından oluşmaktadır. Robot kolunun cismi rahatlıkla tutabilmesini sağlamak için iki ya da üç serbestlik derecesine sahip robot uç elemanı takılmaktadır. Bu sınıfa giren en iyi robotlar motoman L-3 robotlarıdır.

Eklemli manipülatörler, ön kol ve üst kol yapılandırmalarına bağlı olarak büyük çalışma hacimlerine sahiptir. Bu kolların çalışma alanları küresel şekildedir. Bu alan içerisindeki cisimlere istenildiği şekilde ulaşıp, istenilen biçimde tutularak ve arzu edilen koordinatlara taşınarak bırakılabilmektedir.

Bu manipülatörlerde, robot bilek ve robot uç elemanının koordinat hesaplamaları çok karmaşıktır. Kolların yapımlarında kullanılan karmaşık ortam, koordinat hesaplamalarını da karmaşık hale getirmektedir. Fakat robot kollara bu hareketleri yaptırırken kullanılan hareket sağlayıcı olarak elektrikli motorlar kullanılmasının herhangi bir sakıncası yoktur.

Eklemli manipülatörler, diğer robot kollarına göre en esnek olanıdır. Üst kol ve ön kolun birbirinden bağımsız olarak dairesel hareket edebilmeleri, karmaşık hareketleri yapabilme ve ulaşılması zor noktalara uzanabilme imkânı sağlamaktadır.

Eklemli manipülatörler, endüstri sahalarında ve özellikle montaj yapmayı gerektiren işlerde çok büyük başarılarla kullanılmaya devam edilmektedir. Bu robotlar sayesinde otomobil sanayi büyük bir atılım yapmıştır. Ayrıca elektronik montaj, tıbbi araç-gereç yapımı ve insan sağlığı açısından zararlı olan maddeler ve radyasyonun bulunduğu ortamlarda, insan kolunu başarı ile taklit edebilmektedir. Çok dikkat gerektiren taşıma ve montaj işlerini daha hassas olarak yapabilmek amacıyla, basit geometri kollar olan Scara (Selective Compliance Automatic Robot Arm) geliştirilmiştir. Bu robot kolu, bütün robot manipülatörlerin özelliklerini üzerinde toplamıştır. Scara kollar, iki tane dönebilen mafsalları aracılığı ile yatay düzlemdeki koordinat ayarlaması yaparken, bir tane prizmatik mafsalları

aracılığı ile düşey düzlemle olan ilişkiyi sağlamaktadır. Düşey düzlemde hareket eden kolun uzanabilme yeteneği olması ve bu kola robot uç elemanı eklemek suretiyle, en karmaşık montaj işlerinde kullanılan robot durumuna gelmektedir

Tablo 3.1 Robot çeşitlerinin karşılaştırılması

ROBOT TİPİ	MAFSAL TIPLERİ	KULLANIM ALANLARI	KULLANIM SONUÇLARI
Kartezyen Robot Kollar	Prizmatik bel	Demiryolu, köprü inşaatları Büyük makine montaj hatları	Kinematik modelleri basittir
	Prizmatik omuz, Prizmatik dirsek		Rijit bir gövdeye sahiptir Hareket analizi basittir Çalışması için büyük alanlar gerekir Büyüklüğüne göre iş alanı küçüktür
Silindirik Robot Kollar	Dönebilen bel	Büyük makine montaj sanayi Basit montaj-demontaj hatları	Kinematik modelleri basittir
	Prizmatik omuz Prizmatik dirsek		Hareket analizi basittir Güçlü hidrolik elemanlar kullanır İş alanları sınırlıdır. Tozlu ve ıslak ortamda çalışmaları zordur
Küresel Robot Kollar	Dönebilen bel	Montaj sanayi Nükleer santraller	Büyük alanlara uzanabilirler
	Dönebilen omuz Prizmatik dirsek		Zeminden uzaktaki nesnelere tutabilirler Kinematik modelleri karışıktır Hareket analizi zordur
Eklemeli Robot Kollar	Dönebilen bel	Otomobil montaj sanayi Otomobil boya sanayi Elektronik montaj sanayi Nükleer santraller Tıbbi araç-gereç yapım sanayi	Maksimum esnekliğe sahiptir
	Dönebilen omuz Dönebilen dirsek		İş alanı robot büyüklüğü ile orantılıdır Elektrik motorları kullanılabilir Cisimleri altlarından tutabilir Kinematik yapıları karmaşıktır Hareket analizi zordur Kolların rijitlik ayarı zordur

Bütün bunlara rağmen küresel mafsallar çok sık olarak karşılaşılan uygulamalardandır. Bunun sebebi de küresel yataklardaki çok düşük sürtünme, güvenilirlik ve sağlamlıktır. Robot kollarında kullanılan mafsal bağlantıları, dönme ve öteleme hareketlerinin birleşimi olarak düzenlenmektedir.

3.2 Kontrol Yöntemlerine Göre Robot Kolların Sınıflandırılması

Öncelikle kontrol teriminin ne anlama geldiğini açıklayalım. Kontrol, kontrol edilen nesnenin hangi durumda ne yapacağına, ne tepki göstereceğine karar verme işine kontrol etme diyoruz. Tabii ki bu tanım robot kontrolü için de geçerlidir. Robotlarda kullanılan kontrol çeşitlerini şu şekilde sıralayabiliriz(Hartley 1983).

Robot kontrolünü 3 şekilde sınıflandırabiliriz.

- Eklem Hareket Kontrolü (Joint Motion Control)
- Eklem servo mekanizması (PUMA robot kolu kontrol tasarımı)
- Hesaplanmış tork tekniği
- Minimum zaman kontrolü
- Değişken yapı (kayan kipli) kontrol
- Nonlineer ayrıklaştırılmış kontrol

1- Çözümlemiş hareket kontrolü (kartezyen uzay kontrolü)

- Çözümlemiş hareket hız kontrolü
- Çözümlemiş hareket ivme kontrolü
- Çözümlemiş hareket kuvvet kontrolü

2- Adaptif kontrol (uyarlanabilen kontrol)

- Model-referans adaptif kontrol
- İleri beslemeli adaptif kontrol
- Çözümlemiş hareket adaptif kontrol

Endüstriyel robotlar hareketleri bakımından ikiye ayrılırlar:

a) Noktadan noktaya kesikli

Dünyada kullanılan robotların % 90'ını noktadan noktaya kesikli hareketli robotlar oluşturur. Bu robotlarda, kolun uzayda hareket edeceği noktalar önceden belleğe programlanır ve robot sürekli olarak bu hareketleri yapar. Bunlar genellikle yükleme ve boşaltma işlemlerinde kullanılırlar.

b) Sürekli ve eęrisel hareketli

Bu tür robotlar ise daha büyük kapasiteli ve maliyetli bir belleğe sahiptir. Kolun yapabileceği bütün hareketler belleğe işlenir. Bu robotlar daha çok püskürtme, kaynak gibi işlerde kullanılırlar.

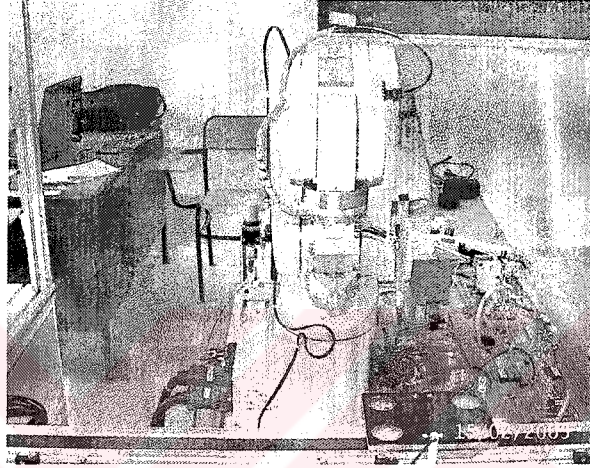
Endüstriyel robotlarda;

1. Kolun aşağı - yukarı dikey hareketi
2. Kolun ileri - geri yatay hareketi
3. Gövdenin kendi ekseni etrafında dönmesi
4. Bileğin ekseni etrafında dönmesi
5. Bileğin aşağı - yukarı kalkma hareketi
6. Bileğin sağa - sola bükülme hareketi

olmak üzere 6 serbestlik derecesi vardır (Hartley 1983).

4. UYGULAMADA KULLANILAN 5-EKSENLİ ROBOT KOL (RV-2AJ MITSUBİSHİ)

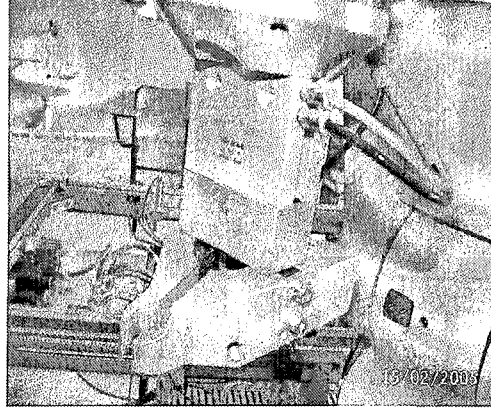
Mitsubishi firmasının üretmiş olduğu şekil 4.1 deki 5 serbestlik derecesine sahip robot kol üzerinde ki her mafsal, ayrı ayrı kontrol edilebilen DC servo motorlardan oluşmaktadır.



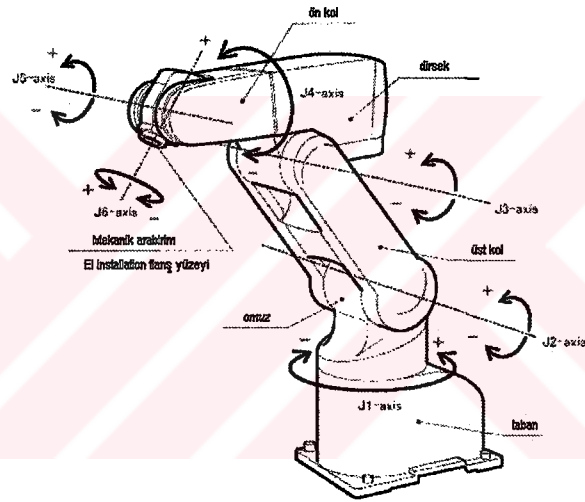
Şekil 4.1 Robot kol resmi

Mafsallarda bulunan motorlar 24 V. gerilim ile beslenmektedir. Motorların hız ayarı ya yazılan program vasıtası ile ya da manuel olarak öğretim kutusundan veya kontrol ünitesinden yapılabilmektedir.

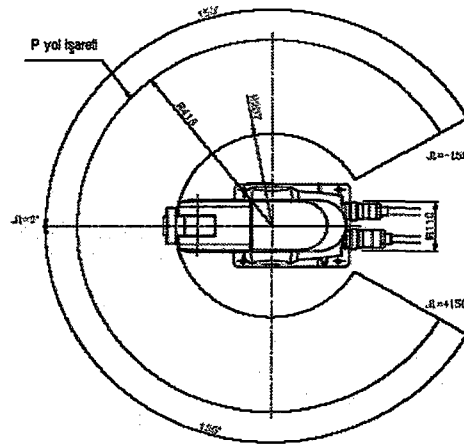
Robot kolun tutucu ucu şekil 4.2 deki pünomatik olarak bir valf ile kontrol edilmektedir. Kol üzerinde bulunan her eklem yeri şekil 4.3' de görüldüğü gibi X,Y,Z eksenlerinde üç boyutlu hareket yapabilmektedir. Robotun hedef pozisyonlara yaklaşımı mafsal hareketi (joint) veya doğrusal X,Y,Z, koordinatları doğrultusunda hareket ederek gerçekleşmektedir. Mekanik olarak 2 kg. lık yük taşıma dayanımına sahiptir.



Şekil 4.2 Robot parça tutucu resmi



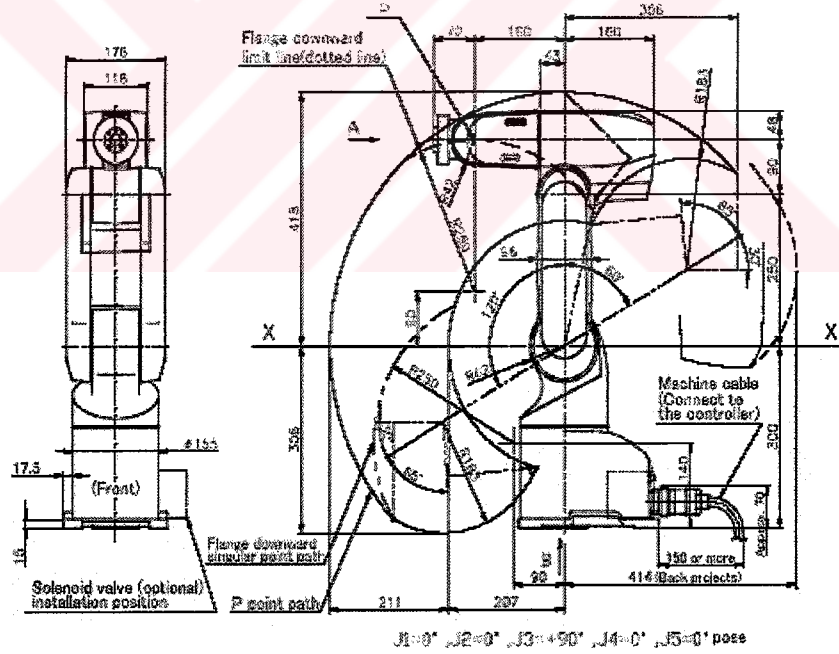
Şekil 4.3 Robot kol ve eksen hareketleri (Mitsubishi Industrial Robot)



Şekil 4.4 Robotun X-X arası hareket alanı (Mitsubishi Industrial Robot)

Her mafsal şekil 4.4 de görüldüğü gibi program içersinden sınırlandırılan belirlenmiş bir alan içersinde hareket edebilmektedir. Bu da robotun güvenli bir alan içersinde çalışma ortamı içersinde bulunan diğer parçalara çarparak zarar vermesini önlemekte ve hedef noktaya, robotun daha kısa zamanda ulaşmasını sağlamaktadır.

Yapılacak uygulamanın niteliğine göre robot kolun eksen sayısı tercihi yapılmalıdır. Daha basit işlemlerin uygulanmasında 2 eksenli robot kol yeterli gelmekte iken daha karmaşık ve çok fonksiyonlu bir uygulama işleminde 2 eksenli robot kol yeterli olmamaktadır. Uygulanan işlemler karmaşıklaştıkça mafsal sayısının artması gerekmektedir. Mafsal sayısının artması robotun hareket serbestiye sini artırarak hedef noktalara yaklaşımının daha esnek olmasını sağlamaktadır.



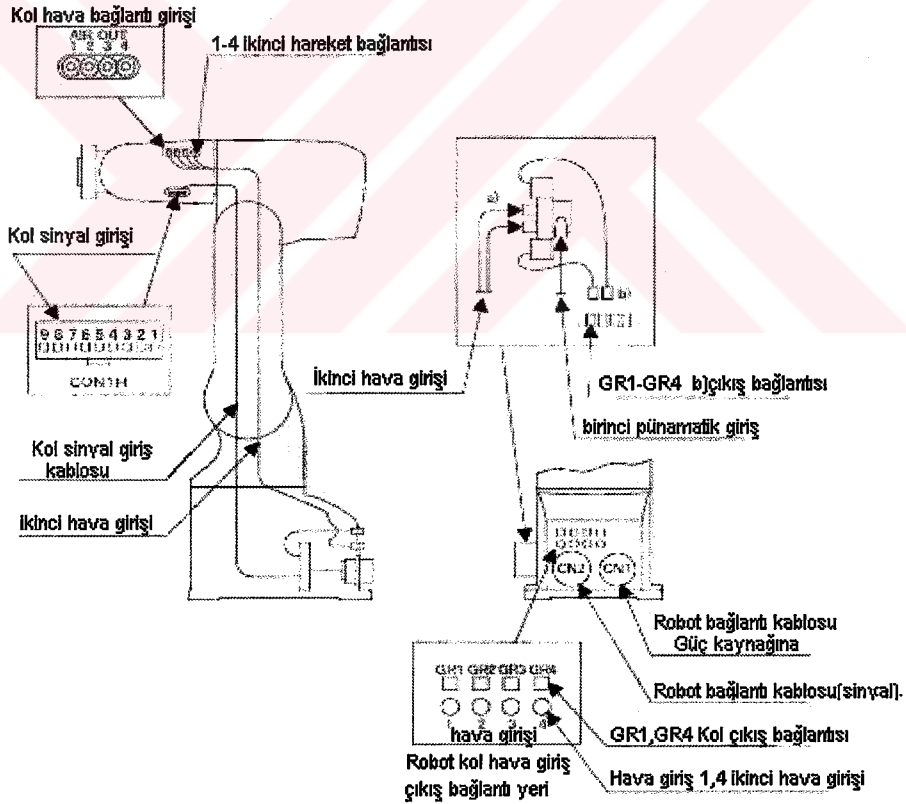
Şekil 4.5 Robot kolun hareket alanı ve koordinat ayarlama pozisyonu (Mitsubishi Industrial Robot)

Robot kolların mafsal hareketleri ve çalışma alanları tanımlanırken şekil 4.5 de görüldüğü gibi bir (installation) başlangıç noktasının tanımlanması gereklidir. Kol bu belirlenmiş noktadan hareketle sınırlandırılmış alan içersinde hareket eder.

Koordinat ayar noktasının belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken nokta, mümkün olduğu kadar -X ve X yönündeki en uç noktaların ortasında olmasıdır. Bu robota çalışma kolaylığı ve programcıya programlama kolaylığı sağlamaktadır.

Koordinatların ayarlandığı nokta şekil 4.5’de görüldüğü gibi bazı mafsalların birbirine dik bazılarının da düz olduğu durumlardır. Robot öğretim kutusundan kontrol edilerek şekil 4.5’deki pozisyona alınır ve değerleri kayıt edilir. Ya da diğer bir yöntem öğretim kutusu menülerinden hazır kodlar girilerek installation yapılabilir. Installation konumu yanlış girildiği takdirde kol bütün belirlenen noktalara hatalı olarak gidecektir. Bu nedenle çok hassas olarak ayar yapılmalıdır.

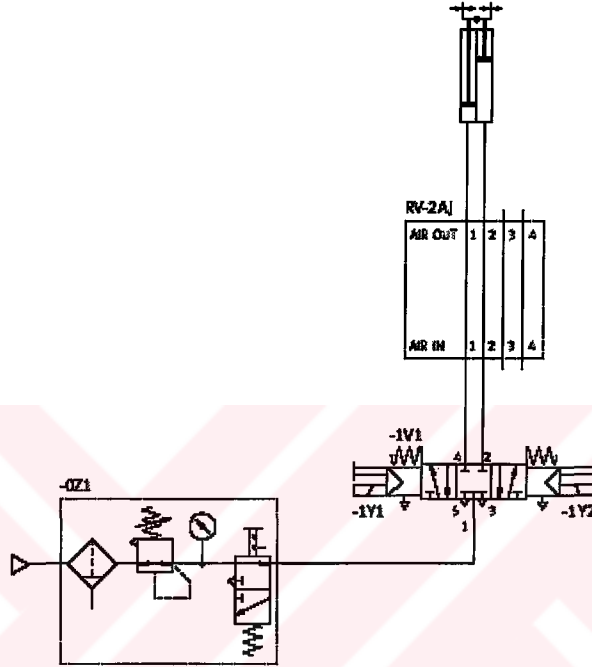
(Mitsubishi Instruction Manual)



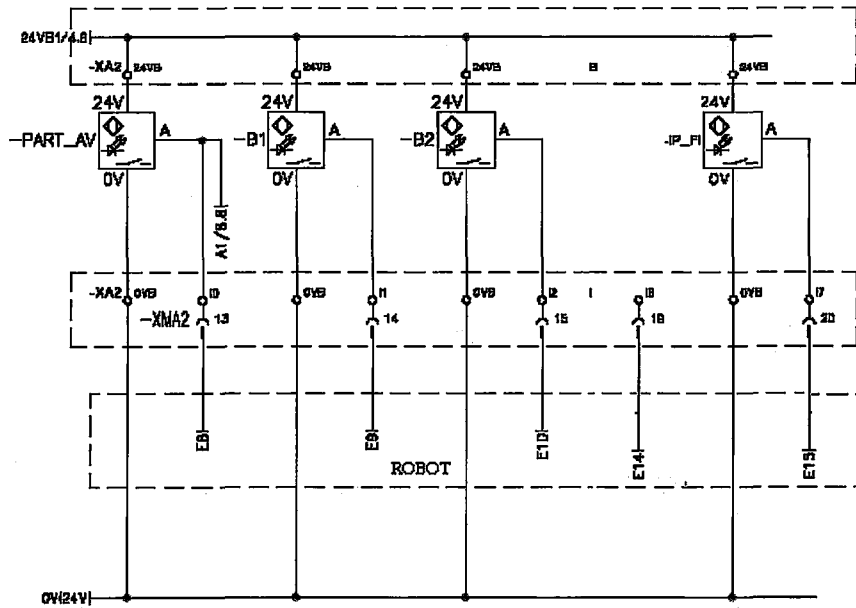
Şekil 4.6 Robot kolun hava giriş-çıkış bağlantı şeması (Mitsubishi Industrial Robot)

Şekil 4.6 da görüldüğü gibi kolun 4 adet hava giriş- çıkış bağlantı ucu vardır. Kolun tutucu özelliğine göre bu bağlantı uçları kullanılmaktadır. RV-2AJ tip

kolda bunlardan sadece 2 tanesi, biri giriş biriside çıkış olarak kullanılmıştır. Şekil 4.7 de görüldüğü gibi, sistemde 6 bar basınç da hava kullanılmıştır. Hava akışı 5/2 çift yönlü valf ile sağlanmaktadır. Hava sisteme 0Z1 ile gösterilen kompresör den basılmaktadır. Hava basıncını tutucunun tutacağı parçanın sertlik derecesine göre ayarlamak mümkündür.



Şekil 4.7 Robot kolun pünomatik kontrol bağlantı şeması(Mitsubishi Industrial Robot)

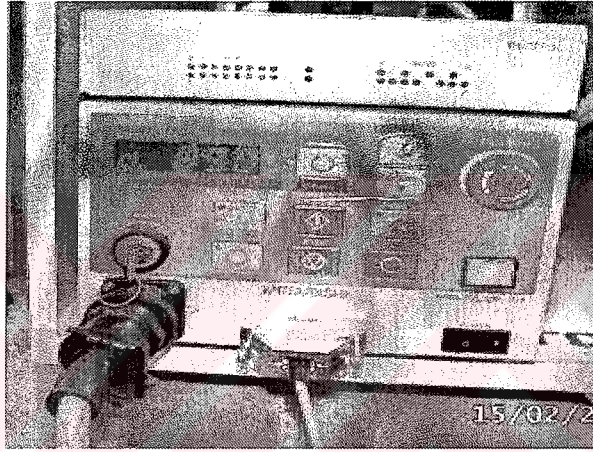


Şekil 4.8 Robot kolun elektrik bağlantı şeması (Mitsubishi Industrial Robot)

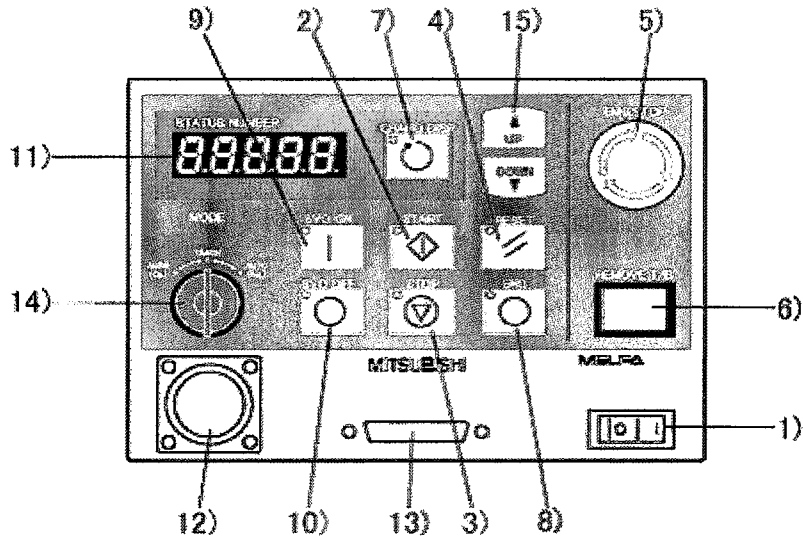
Şekil 4.8 de görüldüğü gibi elektrik beslemesi 24 V.DC. gerilimdir. Harici bir besleme ünitesine sahiptir. Elektrik sistemi güvenlik açısından optik yalıtıma sahiptir.

4.1 Kontrol Paneli

İstenildiği takdirde şekil 4.9, şekil 4.10 da ki Robot, kontrol ünitesi üzerinde bulunan tuşlar kullanılarak kumanda edilebilir. Kontrol ünitesi program seçme, program durdurma, başlatma resetleme, hareket hızı ayarı gibi kontrol imkânları sağlamaktadır. Aşağıda resmi görülen kontrol ünitesinin özellikleri tablo 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.9 Robot kontrol ünitesi



Şekil 4.10 Robot kontrol ünitesi ön yüzü

Tablo 4.1 Kontrol ünitesi tuş takımının görevleri

		AÇIKLAMA
1	POWER switch	Enerjiyi açıp kapamaya yarar.
2	START buton	Programı ve robot kolun hareketini başlamaya yarar. Programın devamlı çalışmasını sağlar.
3	STOP buton	Robotu ani olarak durdurmaya yarar. Servo çalışmayı durdurur.
4	RESET buton	Hataları resetler. Ayrıca Programı resetler.
5	Emergency stop switch	Acil durumlarda robotu durdurur. Ayrıca Servo çalışmayı durdurur.
6	T/B remove switch	T/B bağlantı konumunu belirlemeye yarar.
7	CHNGDISP button	Display göstere üzerindeki detayları değiştirmeye yarar.hata mesajı, program numarasını ve satır no sunu gösterir.
8	END buton	Programın başlamasını veya çalışan Programı durdurmaya yarar.
9	SVO.ON buton	Servo çalışma konumuna alır.
10	SVO.OF buton	Servo çalışma konumunu durdurur.
11	STATUS NUMBER (display panel)	Hata numarasını, program numarasını gösterir.
12	T/B connection connectör	T/B aletinin bağlantı soketi.
13	PC connection connectör	RS 232 C bağlantı ile bilgisayarın bağlanmasını sağlayan soket.
14	MODE changeover switch	Robotun çalışma konumunu değiştirmeye yarar.
	AUTO (op)	Sadece kontrolör ün müsaade ettiği işlemler yapılabilir. Dışardan bir cihazın kontrolünü kabul etmez(T/B kontrolü)
	TEACH	Sadece T/B aleti ile kontrol yapılmasını sağlar, bundan başka kontrol imkânı vermez.
	AUTO (EXT.)	Sadece kontrolör ün müsaade ettiği işlemler yapılabilir. Dışardan bir cihazın kontrolünü kabul etmez(T/B kontrolü)
15	UP/DOWN buton	Panelin ekranında görünen satır numaralarını aşağı-yukarı kaydırmaya yarar.

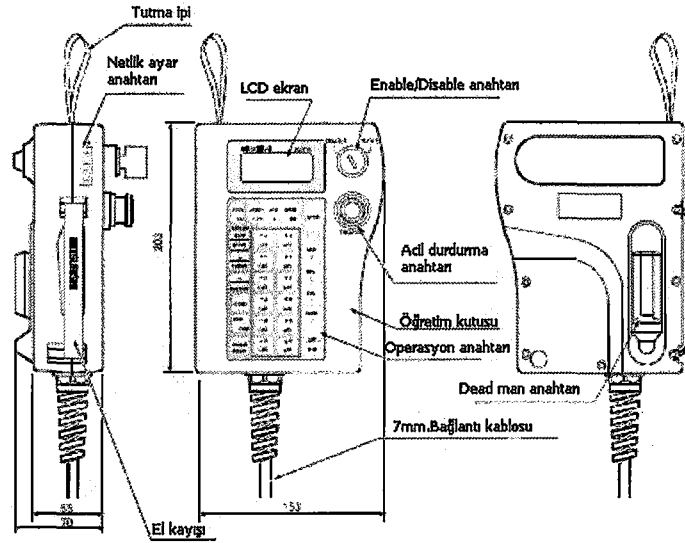
4.2 Öğretim Kutusu

Öğretim kutusu sayesinde robot istenilen noktaya hareket ettirilip bu pozisyonlar hafızaya alınabilir. Ayrıca aşağıda da anlatıldığı gibi öğretim kutusu üzerindeki menüler kullanılarak robot programlarına bilird bilgisayarın bulunmadığı yerlerde Robotun programlanması ve bütün işlevleri öğretim kutusu kontrolü ile sağlanır. Özellikle pozisyonların belirlenmesi işleminde büyük kolaylık sağlamaktadır.

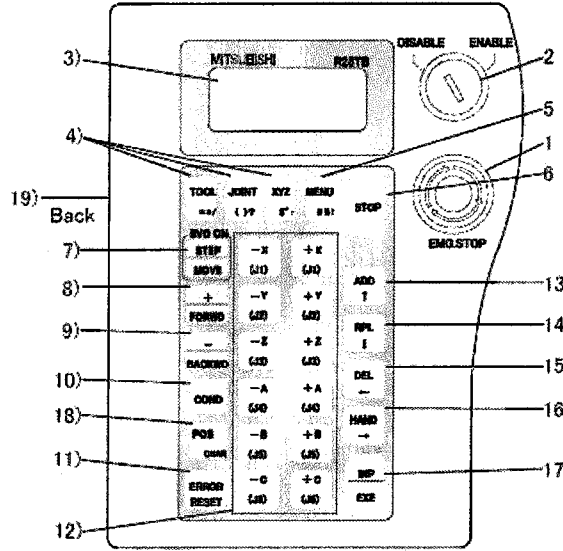
Parça hangi pozisyondan alınacak veya bırakılacak ise bu pozisyonlara gelip pozisyonun koordinatları direk olarak hafızaya alınır ve program içerisinde kullanılabilir. Ayrıca robot kola ait bütün set değerleri öğretim kutusu üzerinden yapılmaktadır. Robot ile kullanıcı arasındaki iletişimi sağlayarak kontrolü kolaylaştırmaktadır.



Şekil 4.11 Öğretim kutusu



4.3 Öğretim Kutusu ile Gerçekleştirilen İşlemler



Şekil 4.12 Robot kolun öğretim kutusu fonksiyonları(Mitsubishi Industrial Robot)

1) Acil durdurma anahtarı: Bu buton'a basılarak, o anda yapılmak ta olan işlem durdurulmuş olur.

2) [ENABLE/DISABLE] anahtarı: T/B operasyonlarında, disable/enable konumlarına çevirerek işlem yapmamızı sağlar. Kontrol T/B den yapılacak ise anahtar ENABLE konumunda olmalı, eğer kontrol başka yerden yapılacaksa DISABLE konumunda olmalıdır.

3) LCD ekran: Programın içindekileri ve robot kolun konumunu görmemizi sağlar.

4) [TOOL] tuşu: TOOL JOG moduna geçmeyi sağlar.

4) [JOİNT] tuşu: JOİNT moduna geçmeyi sağlar.

4) [XYZ] tuşu: XYZ jog (3 eksen XYZ) veya Cilindir Jog moduna geçmeyi sağlar.

5) [MENU] tuşu: Menü komutlarını Ekranda görüntüler.

6) [STOP] TUŞU: Programı ve robotu durdurur. Kontrol ünitesi üzerindeki STOP tuşu ile aynı görevi yapar.

- 7) [STEP/MOVE] tuşu: Jog operasyonlarda şemadaki 12 numara ile belirtilen tuşlarla aynı zamanda basılırsa ,kolun pozisyon koordinatlarını ekranda görüntüler.Ayrıca SERVO ON konumuna almaya yarar.
- 8) [+FORWD] tuşu: Ekranda görülen menüler arasında dolaşmaya yarar.
[STEP/MOVE] tuşu ile basıldığı zaman kolun hareket hızını artırmaya yarar.
- 9) [-BACKWD] tuşu: Ekranda görülen menüler arasında dolaşmaya yarar.
[STEP/MOVE] tuşu ile basıldığı zaman kolun hareket hızını yavaşlatmaya yarar.
- 10) [CONT] tuşu: Programı düzenlemeye yarar.
- 11) [EROR RESET] tuşu: Hata oluştuğunda sinyali durdurmaya ve [INP/EXE] tuşu ile aynı zamanda basılırsa Programı reset eder.
- 12) [Jog operation] tuşu: Nümerik karakterleri ve harf karakterlerini girmeye ve kolu bir pozisyondan başka bir pozisyona taşımaya, kolun koordinatlarını ekranda görüntülemeye yarar.
- 13) [ADD/↑] tuşu: pozisyon bilgilerini eklemeye ve kursörü ekran üzerinde taşımaya yarar.
- 14) [RPL/↓] tuşu: kursörü ekran üzerinde aşağı doğru taşımaya yarar.
- 15) [DEL←] tuşu: Pozisyon bilgilerini sola doğru siler ve kursörü sola taşır.
- 16) [HAND→] tuşu: [+C(J6)] veya [-C(J6)] tuşu ile birlikte basıldığında tutucuyu açar –kapatır. Aynı zamanda kursörü sağa taşır.
- 17) [INP/EXE] tuşu: Programların içine girmeye ve program seçmeye yarar.
- 18) [POS CHAR] tuşu: Alfabetik ve sayısal karakterlerin arasında geçiş yapmaya yarar.
- 19) Deadman switch: [STEP/MOVE] ve 12 numara ile belirtilen tuşlarla kullanıldığında kolu hareket ettirmeye yarar.
- 20) Contrast setting switch: LCD Ekranın kontras ayarını yapmaya yarar.

5. ROBOTU PROGRAMLAMA PAKET PROGRAMININ TANITILMASI

5.1 Cosirop

a. Donanım İhtiyaçları

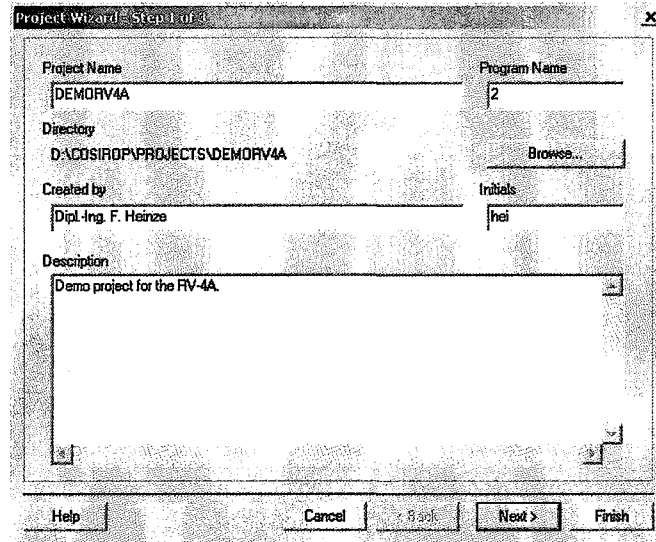
COSİROP operasyonlarını yapabilmek için, aşağıdaki hardware/software ekipmanlarına ihtiyaç vardır. (Mitsubishi Electric Corporation)

- 133 MHz. Pentium 2 bilgisayar.
- 32 MByt RAM.
- 90 MByt hard disk
- Disket sürücü ve CD Rom.
- Mause
- Windows 95/98/2000/XP/Nt 4,0
- Robot kontrol ünitesi ile bilgisayar arasın da network bağlantısı
- Dongle bağlantısı için bir tane paralel port ve USB bağlantı portu.

b. Editör Programı Cosirop ta Robot Programının Hazırlanması

Robot programını yazmaya geçmeden önce robotun COSİROP'ta pozisyon listesinin robotun tipine göre oluşturulması gerekir.

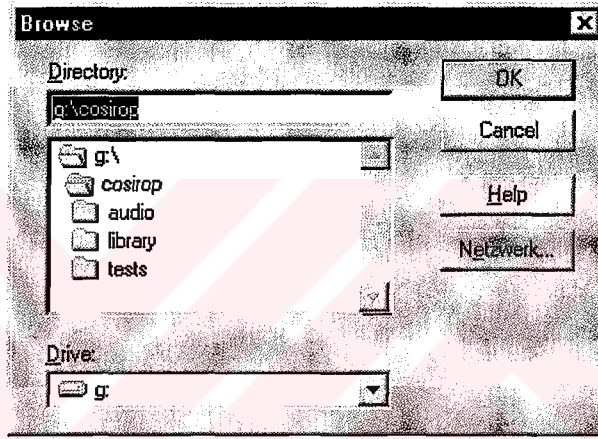
COSİROP'u başlatın ve FİLE dan Project Wizart'ı seçilir:



Şekil 5.1 Project wizart panosu

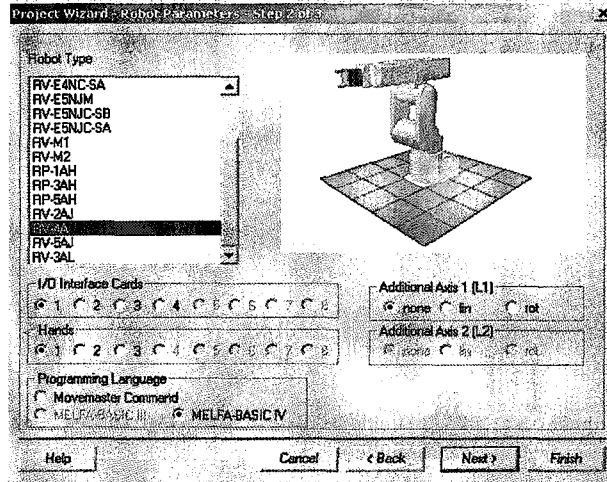
Diyalog kutusundaki tahsis edilen alana Projenin İsmi girilir. İsim bölümüne isimsiz veya DEMORVE4 gibi isimler yazılabilir. Bu alana geçerli bir dosya ismi girebilir. Artık dosya ismin uzantısı ile birlikte girilir. İlerde yapacağımız program yükleme, geri alma, pozisyon bilgisi yükleme işlemlerinde bu isimi kullanmalıyız. Oluşturduğunuz her yeni proje için, Cosirop ismiyle birlikte yeni directory oluşturacaktır ve programlarınızı bu projede saklayacaktır.

Kullanacağımız projeler 'Drectory'nin altında gözükecektir. Eğer yeni oluşturacağımız projenin yerini değiştirmek istiyorsak Browse tuşuna basarak işlem yapılabilir. Browse diyalog kutusu aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.2 Browse panosu

Metin kutusuna Projenizi hatırlatacak kısaltma veya baş harflerini yazılarak. Next butonuna basılır ve ikinci diyalog kutusuna geçilir.



Şekil 5.3 Robot Parametre ayar panosu

Yazacağımız program için robot tipi belirlenir. Haberleşme kartı için ve robot kol için numara seçilir. "Additional Axis"ın tipini ve "Programming Language" belirlenir. RV-ExN ve RV-xA serisi robotlar arasında program dili olarak farklılık vardır. RV-M ve RV-E serisi robotlar için Movemaster Command (MRL) seçilecek ve RP-xAH için MELFA-BASIC IV (MB4) seçilecektir.

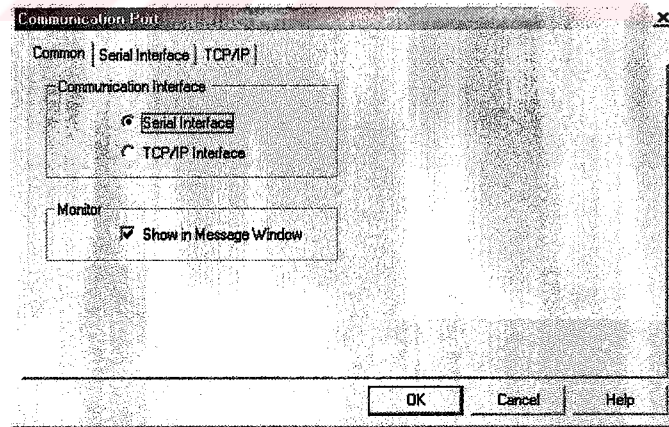
Projeyi oluşturmak için 'Finish' butonuna basılır ve workcell window ve robot program window açılarak pencereye yerleştirilir. Cosirop'un masa üstünden pozisyon listesi açılır. Artık program yazılmaya hazırdır.

c. Robot Sürücü Ünitesi İle Bağlantı Kurmak

Program ve pozisyon listelerindeki değişiklikleri, yapmadan önce PC ile robot sürücü ünitesi arasında yapılacak işlemler aşağıda belirtilmiştir.

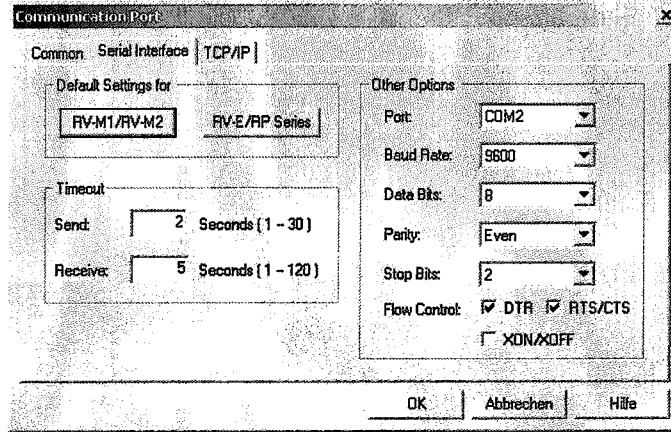
Robot sürücü ünitesi ile PC arasında RS-232 seri haberleşme bağlantısı kurulur.

1. Haberleşme ara yüzünüz olan seri ara yüzü seçilir. Extras/ setting /communication port menülerine girerek Communication port 'u seçilir.



Şekil 5.4 Communication port panosu

2. Doğru port'u seçerek haberleşme parametreleri girilir. Serial interface 'i seçilir ve haberleşme parametreleri girilir.



Şekil 5.5 Communication port panosu

Bu parametreler projeye birlikte saklanacaktır.

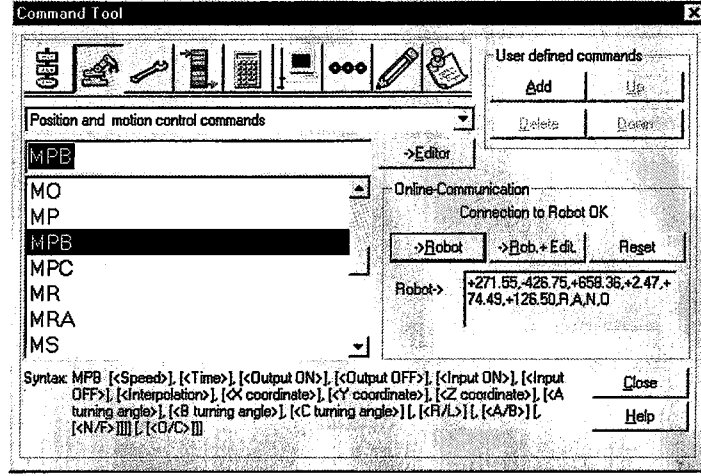
Eğer çalışma hücresi yüklenmişse Extras/setting/communication port komutu kullanılır. Eğer port kullanılmıyorsa ise zaman zaman bu işlem yapılmalıdır.

3. Eğer RV-M1 veya RV-M2 robotlarını kullanıyorsanız, Teaching box 'daki NTS ve ENTER tuşlarına arka arkaya basıldığına emin olunmalıdır.
4. Teaching box ' devre dışı bırakılır (set switch to "Off" at RV-M1 and RV-M2 robots or to "Disable" at RV-E and RP-xAH robots).
5. Cosirop ile Robot sürücü ünitesi arasında mantıksal bir bağ vardır. Excute/Init connection komutu ile robotun nasıl haberleşeceğini, tipini, diyalog kutusunda bize gösterir.

5.2 Programın Yazılması

Robot program penceresine basarak aktif hale getirilir. Programı yazmak için klavye ve maus kullanılır.

Edit/Command Tool komutundan faydalanarak komutlar girilebilir.



Şekil 5.6 Command Tool Panosu

Komut listesi seçilen robot dilinde yapısal teklifler sunar. Insert tuşuna basarak robot programının arasına komut gönderilebilir. Komut araç kutusu ile kısa açıklamalar gönderilebilir. Ayrıca komut araç kutusu ile robota direk olarak komut gönderilebilir. Robot ile bağlantı var ise ->Robot düğmesi ile bu işlem kolayca yapılır.

Programı yeniden numaralandırmak için Edit/Renumber komutun kullanılır. Bütün program veya bir bölümü için bu yapılabilir.

Eğer yeni bir program satırı diğer satırların arasına girilmesi gerekirse Edit/sort komutu kullanarak yapılabilir. Komut numarasını ve komutu yazdıktan sonra Edit/sort 'a basılırsa doğru sıralamayı yapar. Command Execute/Check Syntax komutunu kullanarak program check (kontrol) edilebilir. Dizilim hatası var ise bu hata mesaj tablosunda görülür. Robot sürücü ünitesinde hataya neden olan komutların yazılımlarını robotun Reference Manual veya Instruction Manual bölümünden bakılabilir.

a. Robottaki Program ve Pozisyon Listesinin Değiştirilmesi

Program ve pozisyon listesinde değişiklik yapmadan önce Cosirop PC ile Robot sürücü ünitesi arasında bağlantının olması gerekir. Eğer bu bağlantı gerçekleştirilemedi ise, PC den Robot sürücü ünitesine program veya pozisyon

listesi gönderemeyiz. Aynı zamanda Robot sürücü ünitesinden PC 'ye programları download yapamayız.

b. Programın Download Edilmesi

Robot program penceresini aktif hale getirerek, komut penceresini seçilir. EXECUTE menüsünden Download PC->Robot 'u seçerek , Line and Position Numbers aktif hale getirilir.

RV-M ve RV-E serisi robotlar için satır numarası 1-9999 arasındaki sayılar kullanılır. Çünkü ilerde bu değerleri silmek için (DL) komutu kullanılacak. Sürücü ünitesinden Programı silmek için önce programın download edilmesi gerekir.

RP-xAH ve RV-xA serisi robotlarda ise 'delete all before downloading' kontrol edilmesi gerekir.

Bundan başka programı kullanmadan önce 'name'(N) sürücü ünitesinden girildiğini kontrol edilerek, daima dosyalar program isminden başlatılmalıdır. İlk adım olarak Project Wizard'ı açarak program isminin girilmesi gerekir.

Eğer program MELFA BASIC ise satır numaralarının 9999 dan daha büyük olup olmadığına dikkat ederek 'delete all before downloading' yapılmalıdır.

Satır numaraları 9999 dan daha büyük ise o zaman bu seçenek ile silme işlemi yapılamaz. 'To Line' bölümünden satır numarasının açıkça belirtilmesi gerekir. Yoksa pozisyon listesinden silinemez.

'DL...' Komutu gönderildikten sonra hata raporu alınıyorsa , 'NW' yeni komutu manuel olarak gönderilmeli. Bu işlemi RV-E ve RV-M serisi robotlar için command tool' dan yapabiliriz. RP-xA ve RP-xAH robotları için program directory' dan yapılmalıdır.

'OK' tuşuna basarak download yapıldıktan sonra sürücü ünitesine iletilmiş bütün komutları ekrandan görebiliriz. Her komut için hata mesajı kontrol edebilir. Sürücü ünitesinin ekranından bunlar izlenebilir.

c. Pozisyon Listesinin Download Edilmesi

Pozisyon listesinin download edilmesi de programın download edilmesi ile aynı şekildedir. Pozisyon listesini aktif hale getirdikten sonra Excute menüsünden Download PC->Robot menüsüne girilir. Line and Position nummers diyalog kutusunu görülünce Fron pozition ve to position 'larını girilerek pozisyona ulaşılır, sonra sürücü ünitesinden silmeden önce (PC) komutu download edilmelidir. Daha sonra 'Name' (N) ile ismini girilir.

RP-xAH ve RV-xA robotlarda Melfa-Basıc Iv deki eski pozisyonun silinmeden önce yeni pozisyon listesine alınması gerekir.

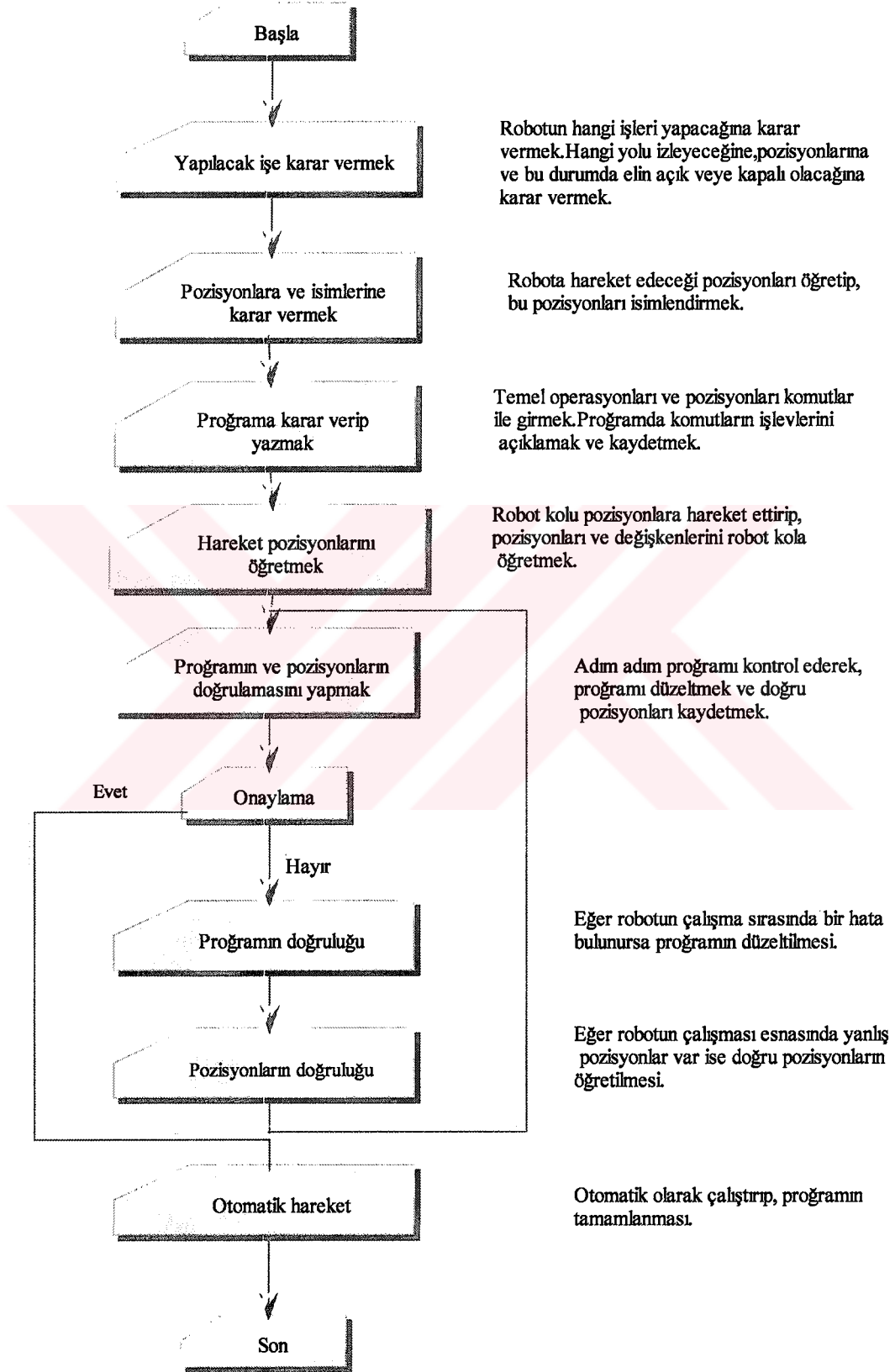
Kullanılan program için benzer isim girilmesi önemlidir. Çalıştırılacak Program daima Project Wizart'tan girilmelidir.

d. Programın Yüklenmesi

Download prosedürleri upload prosedürleri ile aynıdır. Program penceresini aktif hale getirdikten sonra Program upload yapabilir.Yeni program için command file/new 'den yeni bir program açıp Excute menusundan Upload Robot->PC komutlarını seçin diyalog kutusunu açarak pozisyon numaralarını seçip Automatically for Upload 'ı kullanarak yükleme yapabilir.Satır satır bu sürücü ünitesinden izlenebilir.

Orijinal programın üzerine yükleme yaparak onarım yapılamaz.

5.3 Programın Hazırlanma Yöntemi Ve Çalışması

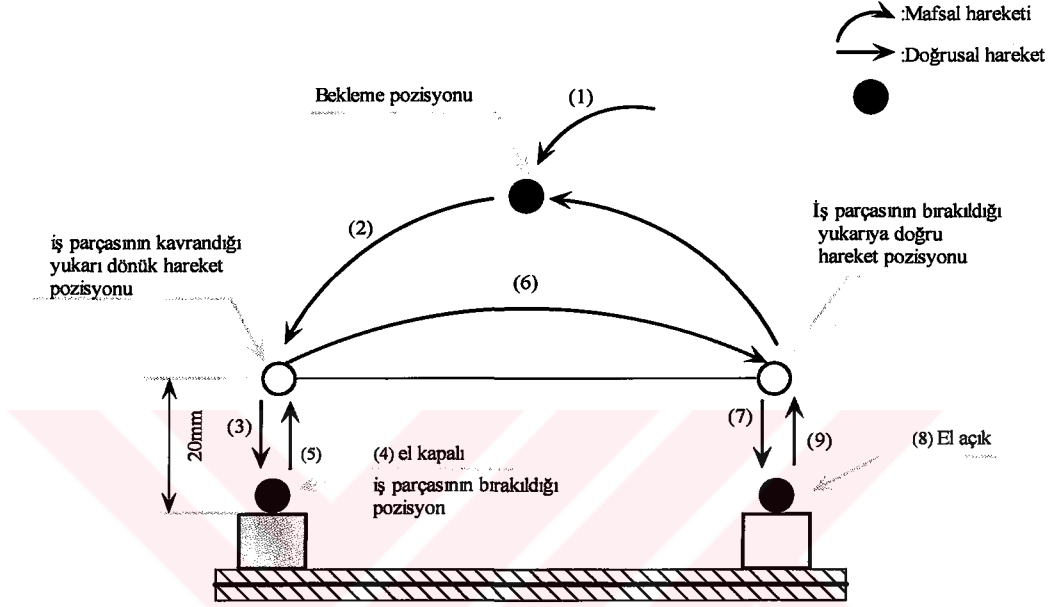


Şekil 5.7 Program akış şeması

5.4 Robotu Kullanarak Pozisyon Listesi Oluşturmak

Aşağıda şekil:5.8 de gösterilen bütün işlemler Teach Box kullanılarak gerçekleştirilir ve robotun ulaşacağı pozisyonlar belirlenebilir.

a. Kol Hareketinin Düzenlenmesi

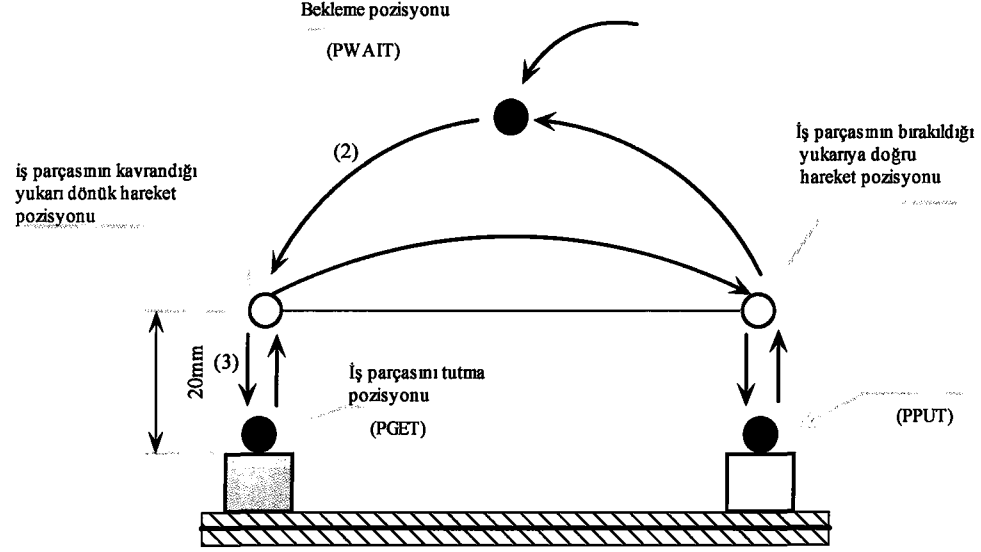


Başlama:

1. Bekleme pozisyonuna gitme (mafsal hareketi ile)
2. İş parçasının 20mm. Üstüne gitme (mafsal hareketi ile)
3. İş parçasını tutma pozisyonuna gitme (doğrusal hareket)
4. İş parçasını tutma (el kapalı)
5. 20mm. Yukarı taşıma (doğrusal hareket)
6. İş parçasını bırakacağı pozisyonun 20mm.üstüne gitme (mafsal hareketi)
7. İş parçasını bırakma pozisyonuna gitme (doğrusal hareket)
8. İş parçasını bırakma (el açık)
9. 20mm. Yukarı gitme (doğrusal hareket)
- (10) Bekleme pozisyonuna gitme (mafsal hareketi)

Bitiş:

b. Pozisyon İsimlerini Kararlaştırma



Şekil 5.9 Pozisyon kararlaştırma şeması

Tablo 5.1 Pozisyon öğretiminde dikkat edilecek noktalar

İsim	Değişken Pozisyon isimleri	Öğretim	Dikkat
Bekleme pozisyonu	PWAIT	Gerekli	
İş parçasının kavrandığı Yukarı hareket pozisyonu	Gereksiz	Komutla yaptırılacak
İş parçasını tuttuğu pozisyon	PGET	Gerekli	
İş parçasının bırakıldığı yukarı Dönük hareket pozisyonu	Gereksiz	Komutla yaptırılacak
İş parçasının tutulduğu pozisyon	PPUT	Gerekli	

* Pozisyon isimleri, P harfi ile başlamalı ve en fazla 8 karakter olmalıdır.

c. Programın Açıklanması ve Yazılması

Program yazılırken kullanılan komutlar:

Tablo 5.2 Kullanılan komutlar ve açıklamaları

İş ve hedefe hareket	Komut	Açıklama	
Mafsal Hareketi	MOV	Pozisyona taşıma komutu PWAIT	MOV PWAIT
		20mm. Üstüne taşıyan komut PGET	MOV PGET,+20
Lineer Hareket	MVS	Pozisyona taşıma komutu PWAIT	MVS PWAIT
		20mm. Üstüne taşıyan komut PGET	MVS PGET,+20
El açık	HOPEN	1. el açık	HOPEN1
El kapalı	HCLOSE	1.el kapalı	HCLOSE1
Bekleme	DLY	1 saniye bekleme	DLY 1.0
Son	END	Programı bitirme	END

Başla:

- (1) Bekleme pozisyonuna gitme (mafsal hareketi ile).....10 MOV PWAIT
- (2) İş parçasının 20mm. Üstüne gitme(mafsal hareketi ile)....20 MOV PGET,+20
- (3) İş parçasını tutma pozisyonuna gitme(doğrusal hareket).....30 MVS PGET
- (4) İş parçasını tutma(el kapalı).....40 HCLOSE 1
.....50 DLY 1.0
- (5) 20mm. Yukarı taşıma(doğrusal hareket)..... 60 MVS PGET,+20
- (6) İş parçasını bırakacağı pozisyonun 20mm.üstüne gitme(mafsal hareketi).....
.....70 MOV PPUT,+20
- (7) İş parçasını bırakma pozisyonuna gitme(doğrusal hareket)..... 80 MVS PPUT
- (8) İş parçasını bırakma(el açık).....90 HOPEN 1
.....100 DLY 1.0
- (9) 20mm. Yukarı gitme(doğrusal hareket).....110 MVS PPUT,+20

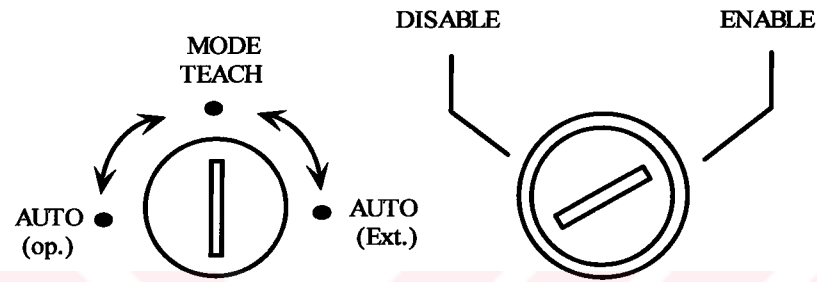
(10) Bekleme pozisyonuna gitme(mafsals hareketi).....120 MOV PWAIT

(11) Bitiş:.....130 END

Program 1 robot eli için yazılmıştır.

d. Program Girişi ve Kontrol

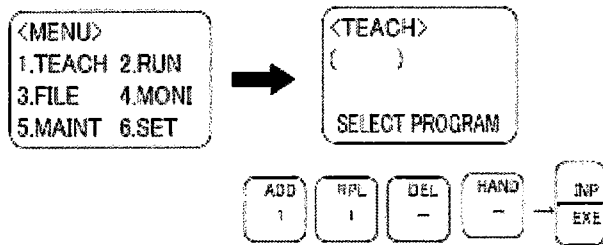
T/B operasyona hazırlamak:



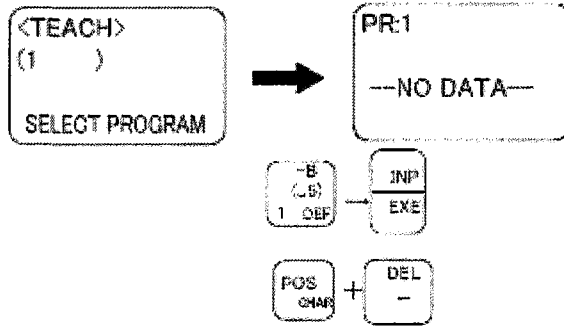
Şekil 5.10 Kontrol paneli program seçme şeması

- 1) Anahtar Teach Moda alınır.
- 2) T/B switc' Enable konumuna alınır.

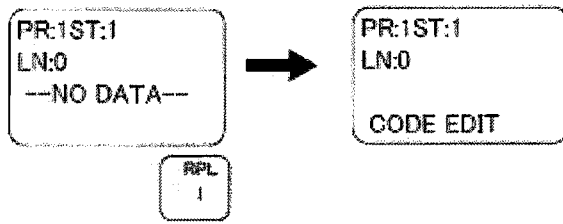
e. Programı Biçimlendirmek



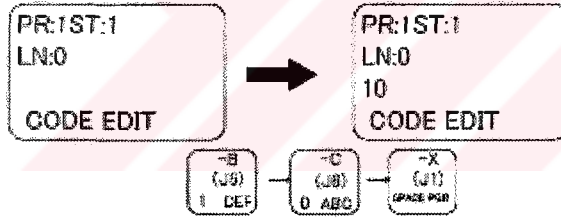
- 3) Menü den yön tuşları ile hareket ederek ekran yanda görülen şekilde ayarlanmalıdır.



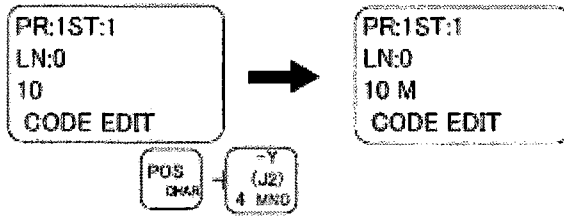
4) 1 ve INP tuşlarına basarak program numarası 1 yapılır.



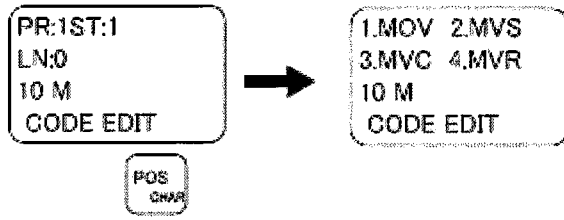
5) Aşağı ok tuşuna basarak komut oluşturma satırına gelinir.



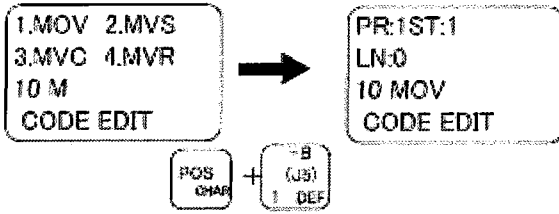
6) 1 ve 0 tuşlarına basarak yanda görüldüğü gibi 10 rakamını girilir.



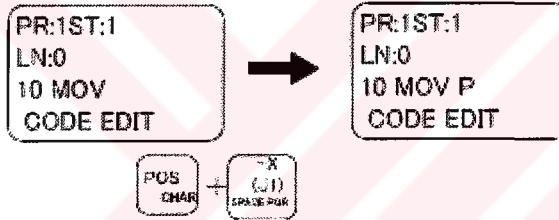
7) POS char tuşu ile M tuşuna basarak M harfini girilir.



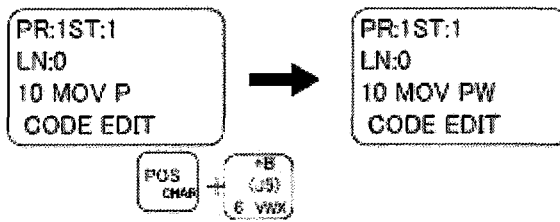
8) Aşağı tuşuna basarak M harfi ile başlayan 4 komutu açılır.



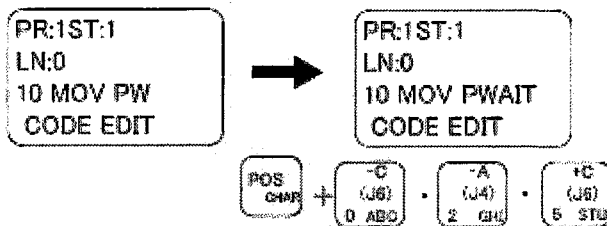
9) 1 ve CHAR tuşuna basarak MOV komutunu girilir.



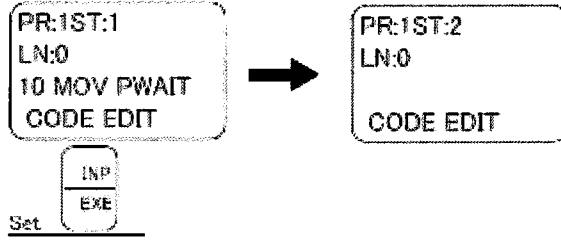
10) CHAR ve P tuşuna basarak P harfini girilir.



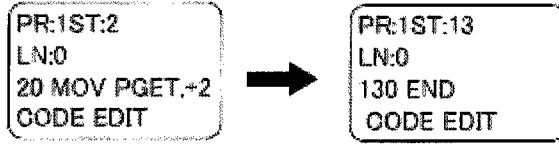
11) CHAR ve W tuşuna basarak W harfi girilir.



12) A,I,T harfleri de aynı şekilde girilir.



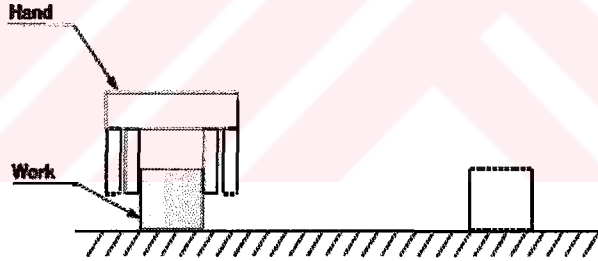
13) INP Tuşuna basarak 10 MOV PWAIT kurulur.



14) Aynı şekilde yandaki ekran görüntüsü oluşacak şekilde giriş yapılır.

5.5 Robotu Pozisyonların Öğretilmesi

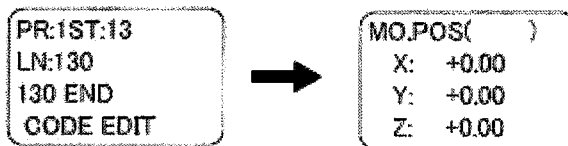
Jog operasyon ile pozisyonun belirlenmesi



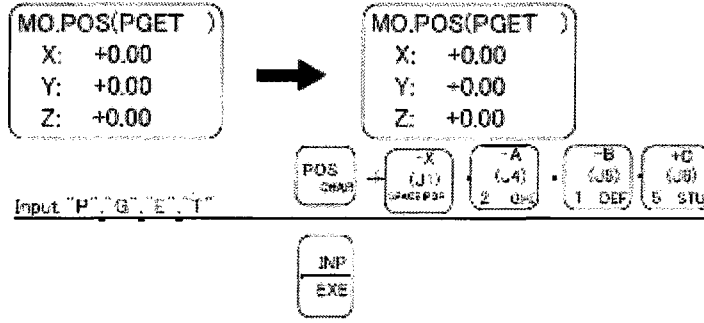
Şekil 5.11 Robot tutucu şeması

1) Jog operasyon ile robotun konumu ayarlanarak parçayı tutması sağlanır.

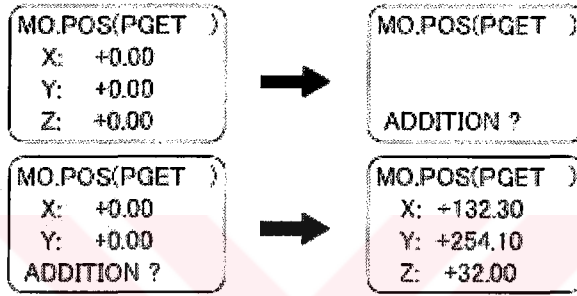
Pozisyon bilgilerini kayıt etmek (teaching PGET)



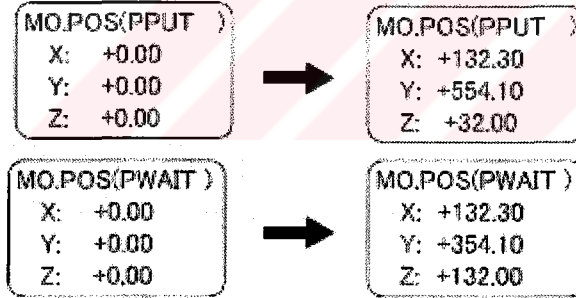
2) POS ve ADD tuşuna basarak pozisyon kayıt bilgilerinin bulunduğu menü açılır.



3) PGET komutunu girdikten sonra INP tuşuna basılarak. Pozisyon değışkeni PGET oluşturularak ekranda pozisyon koordinat değeri nin gözükmesi sağlanır.

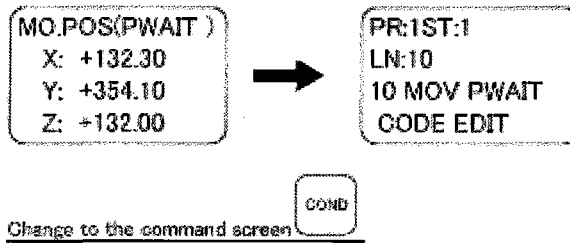


4) STEP tuşuna basılı iken ADD tuşuna basarak, kolun o andaki pozisyonunun sayısal değeri kaydedilir.

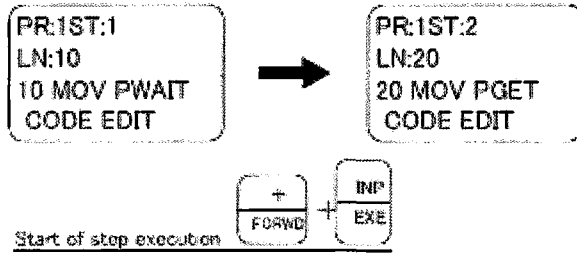


5) PPUT ve PWAIT çalışma pozisyonları da yukarıda anlatıldığı gibi gerçekleştirilir.

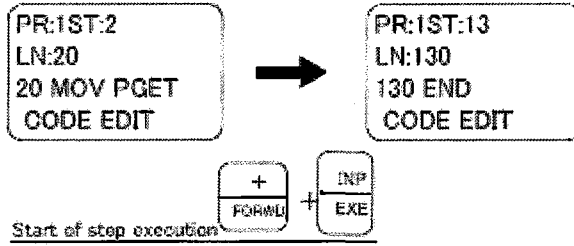
a. Programı Onaylamak



1) Yandaki ekran görüntüsünde iken COND tuşuna basılarak onaylanır.



2) FORWARD ve EXE tuşlarına basarak robotu çalışmaya hazırlanır.

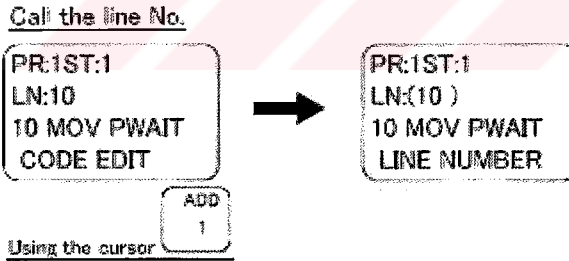


3) Adım operasyonundan çıkarak satır numarası 130 a gelinir ve yukarıdaki uygulamaya yapılabilir.

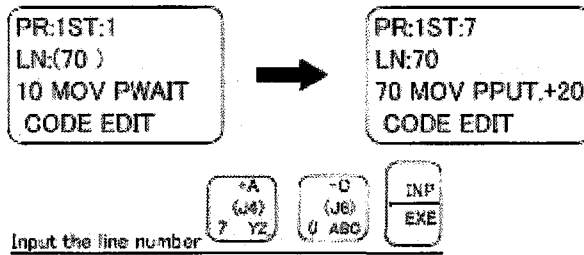
Eğer robot operasyonlarında veya pozisyonlarında hata varsa düzeltilmelidir

b. Programın Düzeltilmesi

70 MOV PPUT,+20 satırındaki bilgileri 70 MVS PPUT,+20 ile değiştirelim.

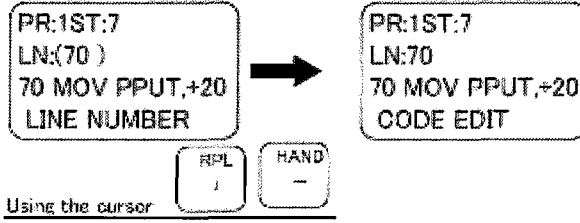


1)Yukarı ok tuşuna basarak kursör LN:() satırına getirilir.

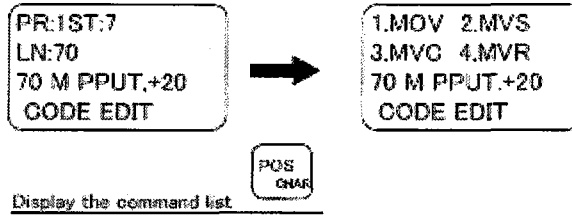


2) 7 ve 0 rakamlarını girerek, Line No.70 yazısı görülür.

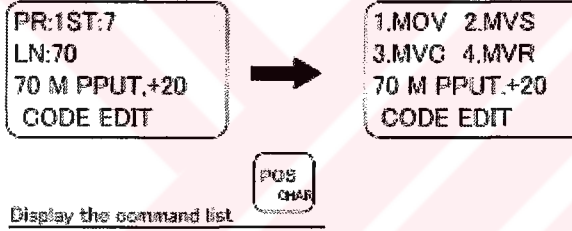
Change to the command



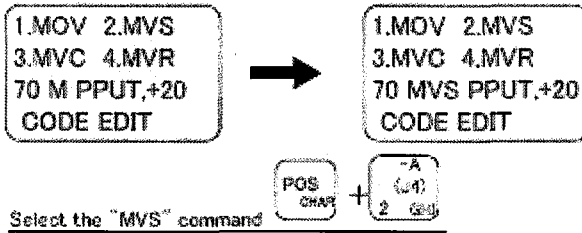
3) Aşağı ve sağ ok tuşuna basarak yandaki görüntü elde edilir.



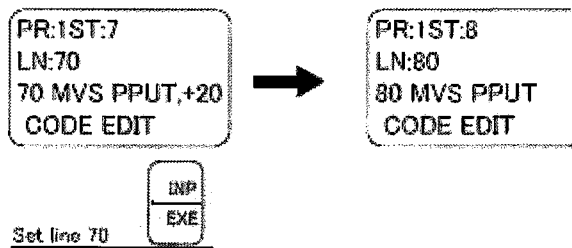
4) DEL tuşuna basarak 'OV' harflerini silip M harfini bırakınız..



5) CHAR tuşuna basılı tutarak 4 komutun çıkmasını sağlarız.

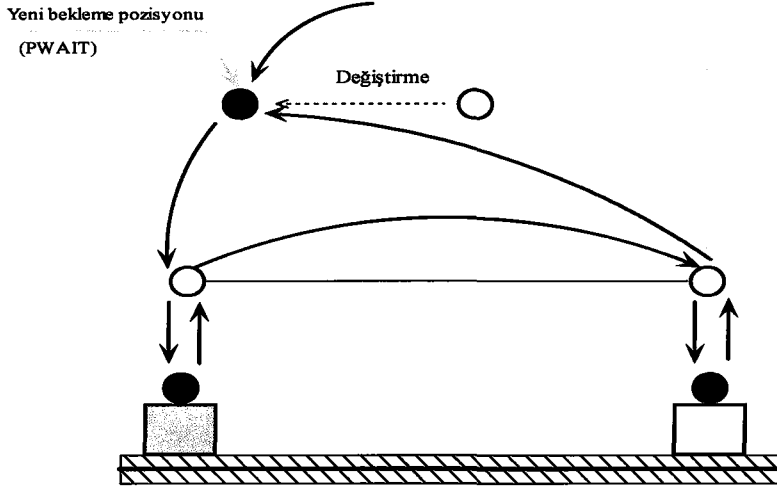


6) CHAR tuşuna basılı iken 2 tuşuna basarak, 'MVS' komutu girilir.



7) INP tuşuna basarak Line No:70 den Line No:80'e geçilir.

c. Doğru Pozisyonun Öğretilmesi



Şekil 5.12 Robot'a pozisyon öğretme şeması

Change the movement position

```
PR:1ST:8  
LN:(80 )  
80 MVS PPJT  
CODE EDIT
```



```
MO.POS( )  
X: +0.00  
Y: +0.00  
Z: +0.00
```

POS
CHAR

ADD
I

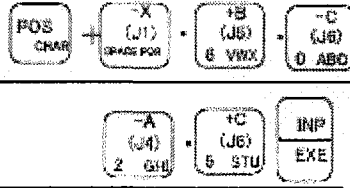
Change to the position screen

- 1) Ekrandaki ilk görüntüyü elde ettikten sonra POS tuşu ile birlikte ADD tuşuna da basarsak pozisyon tablosu görünür.

```
MO.POS(PWAIT )  
X: +0.00  
Y: +0.00  
Z: +0.00
```

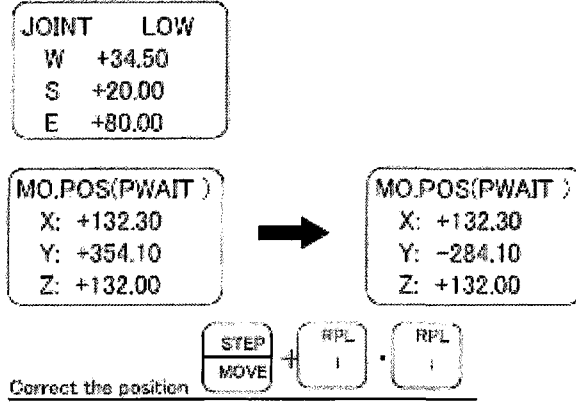


```
MO.POS(PWAIT )  
X: +132.30  
Y: +354.10  
Z: +132.00
```



Input "P", "W", "A", "T", "I"

- 2) Parantezin içine 'PWAIT' yazdıktan sonra INP tuşuna basarak o andaki pozisyon bilgilerini görürüz.

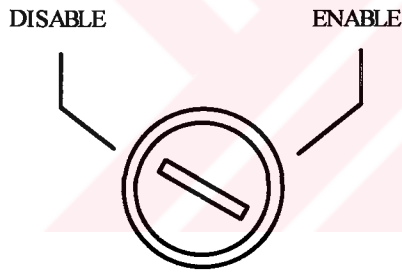


3) Jog operasyon ile robot kolunu yeni pozisyona taşırız.

4) STEP tuşu ile birlikte RPL tuşuna basın, buzzer ın sesini duyarız RPL tuşuna tekrar basarak sesin durmasını sağlarız. 'Replacing' mesajını gördüğümüzde doğru pozisyona girmiş oluruz.

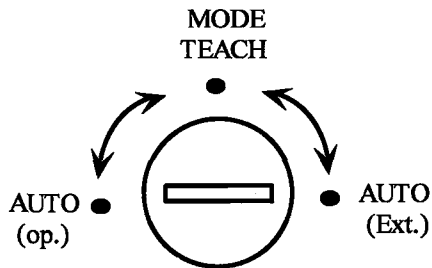
5.6 Otomatik Operasyonun Başlatılması

a. Kontroller Ayarlama



Şekil 5.13 Robot kontroller seçme şeması

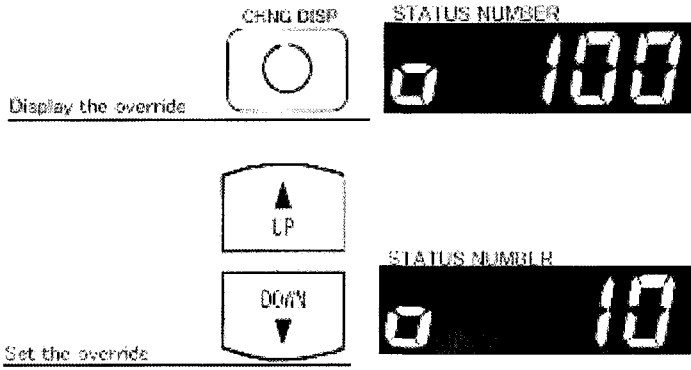
1) T1B anahtarı Şekil 5.13de görüldüğü gibi DISABLE konumuna alınır.



Şekil 5.14 Robot kontroller seçme şeması

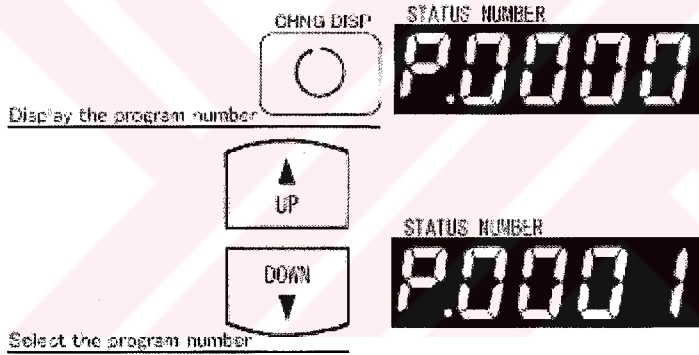
2) MODE anahtarı Şekil 5.14 de görüldüğü gibi AUTO(op.) konumuna alınır.

Set the operation speed



- 3) Kontrolör üzerindeki CHNG DISP tuşuna basarak ekranın sol kenarında a harfinin çıkması sağlanır yan tarafındaki rakam robotun hızını göstermektedir. DOWN tuşuna basarak hız yavaşlatılır. Yanda hız %10 a indirilmiştir.

Select the program number



Start automatic operation

- 4) CHNG DISP tuşuna basarak program numarasının yazılı olduğu ekrana ulaşılır. Hangi program'ı çalıştırmak istiyorsak aşağı-yukarı tuşlarına basarak o program numarasına gelinir.



- 5) START düğmesine basarak program 1 çalıştırabilir ve END tuşuna basarak hareketleri tek tek yaptırabiliriz.

6. DENEYSEL ÇALIŞMA VE YÖNTEM

Bu çalışmada; Endüstriyel otomasyon sistemini, cam mozaik üretim işletmesinde uygulanan mozaiklerin değişik desenlerde sıralanması işlemini gerçekleştirmek için uyguladık. Şu anda mozaiklerin sıralama işlemleri yaygın olarak elle yapılmakta olup, bu ekonomik anlamda birçok kayba neden olmaktadır. Uygulamamız beş eksenli bir robot kol ile esnek üretim sistemi birleştirilerek gerçekleştirildi. Robot olarak RV 2AJ tip beş eksenli Mitsubishi marka robot kol ve bunun yanında Festo firmasının FMS 50 esnek üretim sistemi kullanılmıştır.

Yazılım olarak robota ait olan derleyici COSİROP programı kullanılmıştır. Melpha Basic programında yazılan program robot kontrol ünitesine RS 232 haberleşme port'u ile gönderilip robotun çalışması sağlanmıştır.

El ile Çalışmanın Analizi



Şekil 6.1 Mozaiklerin el ile sıralanma işlemi

El ile mozaik sıralama işlemi üç safhada gerçekleştirilir. (1) Ön hazırlık safhası. (2) Uygun sıralama işlemi. (3) Ek görevler. Manüel olarak mozaik sıralama işlemi şekil -1 de gösterilmiştir. Önce çalışma alanı temizlenir, kuru ve düzgün olmasına dikkat edilir. Daha sonra mozaikler, kullanılacak aletler ve zambak hazırlanmalıdır.

Mozaik süsleme işlemi direkt veya indirekt yapılabilir.

Direkt metot; Mozaikler direkt olarak zamka batırılarak yüzey üzerine konur.

Endirekt metot; Mozaikler zamklı kâğıt üzerine sıralanarak yapılır.

Mozaiklerin sıralanmasında dikkat edilecek hususlar;

- Mozaik parçaları gerekli olan pozisyona konmalıdır.
- Yan yana olan mozaikler arasında eşit mesafe bulunmalıdır.
- Yan yana olan mozaik parçaları aynı yükseklik seviyesinde olmalıdır.
- Kullanılan zamk özel bir spatula ile bütün yüzeye yayılmalıdır.
- Kullanılan mozaikler çatlak, ufalanmış ve başka bir deformasyona uğramamış olmalıdır.
- Mozaik parçalarının aynı seviyeye gelmesi için üzerine bastırıp alttaki zamkın dağılıp kirlilik yapmamalıdır.

Gelişen sanayileşme ile birlikte, seri imalat işletmelerinin çoğalması kalifiye eleman çalıştırma sayısı azalacaktır. Bu gelişmeler sağlandık ça geleneksel mozaik sıralama yöntemleri son bulacaktır. Maalesef elle sıralama işlemi çok yavaş olduğu için esnek üretim sistemine geçmek zorunludur. Çünkü her müşterinin mamuldeki renk, sitil ve büyüklük istekleri farklı olmaktadır. Her mozaik sitili için özel kalıp, çizim veya sıralama işlemi için, doğru pozisyonların belirlenmesi gerekir. Bu nedenle bilgisayar ve bilgisayar programları çağdaş mozaik sıralama işleminde kullanıla bilinir. Sağladığı faydalardan dolayı müşteriler robotlu esnek üretim sistemlerinin üretmiş olduğu değişik sitilde sıralanmış mozaiklerle ile tanışmak istemektedir[A.Oral 2004].

a. Cam mozaik

Toz haline getirilmiş camdan, 900 °c'de pişirilerek elde edilen mozaiktir. Camdan cam mozaik (cam seramik) malzemeye dönüşümü sağlayan kristalizasyon olayı cam içerisindeki kristal tozların çekirdeklenme ve büyümelerini sağlayan uygun ve dikkatli bir ısıl işlem sonucu olur. İyapıları cam malzemedan kristalleşme sonucu oluştuğundan cam mozaik (cam seramik) olarak isimlendirilir. Ana cam içinde kristallerin boyutlarının küçük olması bu malzemenin tokluk, darbe dayanımı, aşınma gibi etkenlere karşı mukavemetini arttırır.

Geleneksel cam şekillendirme yöntemleri ile üretilen cam seramik malzemelerde amaç, kullanılan şekillendiriciler ile ısı işlem, sıcaklık ve süresinin optimize edilerek amort olarak üretilmiş camın mikro yapısında ince taneli ve düzenli dağıtılmış kristallerin elde edilmesidir.

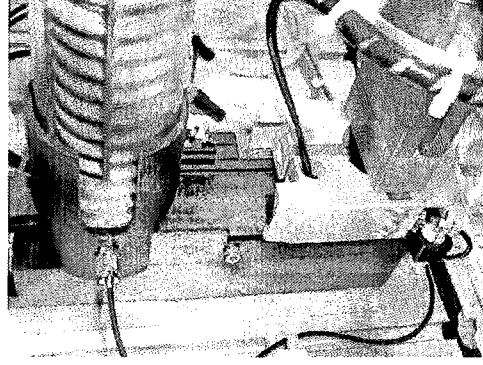
b. Cam Mozaik Uygulaması

Kaba sıvadan sonra düzgün yapılan ince ve taze sıva üzerine mozaik plakaları muntazam şekil de tahta bir takoz yardımıyla yapıştırılır. Kâğıtlar ıslatılarak sökülür. Cam mozaiklerin dez aralıkları renkli veya beyaz çimento şerbeti ile doldurulur. Daha sonra fırça ile temizlenmesinden sonra, üstübu ile yüzeyler silinerek parlatılır.

Bina dış cepheleri, zeminler, yüzme havuzları, direk ve sütunlar, bina içi mutfak, hol, banyolar ve dekorasyon düşünülen her yerde kullanılabilir.

6.1 Cam Mozaiklerin Sisteme Gönderilmesi

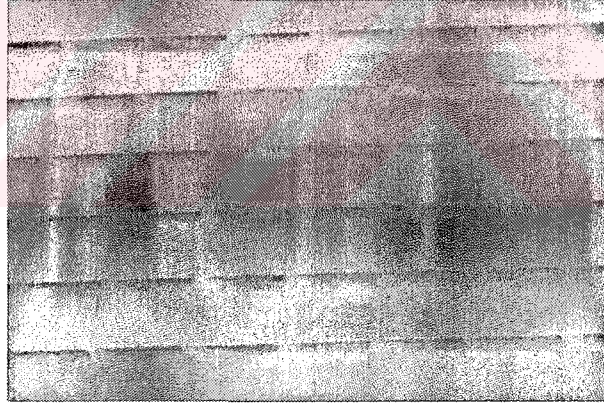
Uygulamada üç renk cam mozaik kullanılarak desen oluşturulmuştur. Bu uygulama aynı zamanda robot kolun tutucu ucu değiştirilerek mermer mozaik parçalarının sıralama işleminde de kullanılabilir. Biz uygulamada iki renk kullandık renk sayısını istenildiği takdir de artırma imkânımız vardır. Her renk için şekil: 6.1 deki gibi bir tane depo dizayn edilerek kullanılabilir. Elle depoya boşaltılan mozaikler deponun altında bulunan pünomatik bir piston ile robotun mozaiği aldığı pozisyona itilmektedir. Robot mozaik parçasını aldıktan sonra haznenin boş olduğu bir sensör ile algılanıp sisteme bilgi gönderiliyor ve piston bir başka mozaik parçasını ileri ittiriyor ve devamlı olarak robotun parçayı aldığı hazne dolu bulunduruluyor.



Şekil 6.2 Cam mozaik sürücü ünitesi

6.2 Robotun Cam Mozaikleri Sıralama İşlemi

Programlama aşamasında robota malzemeleri alacağı iki pozisyon (renk sayısına göre daha fazla olabilir) ve parçaları sıralayacağı pozisyonlar öğretilir veya direk olarak pozisyonların koordinatları Cosisop Programından girilir. Robot programda yazılmış olan hareket tarzları ile bu noktalar arasında hareket ederek parçaları desen oluşturacak şekilde aşağıda şekil: 6.2 de ki gibi bir tablaya sıralar.



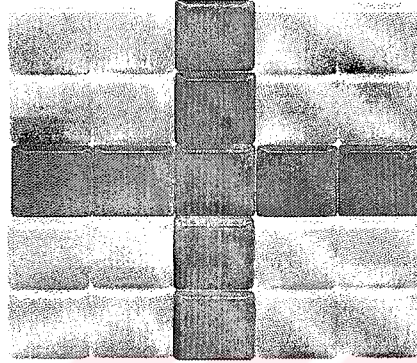
Şekil 6.3 Cam mozaiklerin sıralandığı tabla

Bu desenin uygulamasını yaparken 15 adet 25x25 mm. ebadında cam mozaikler kullanıldı. Üç farklı desen oluşturmak için sıralama işlemini yaptırıldı ve bu işlem sonucunda Şekil 6.4, Şekil 6.5. Şekil 6.6 deki 125x125 mm. ebadında ki desenleri oluşturuldu. Bu desenler temel desenler olup farklı desenlere de uygulama yaptırılması mümkündür. Tablaya konulan cam mozaiklerin üzerine zamka batırılmış bir bez yapıştırılarak 125x125 mm ebatlarındaki desenler oluşturulur. Bu desenler alt alta veya yan yana zemine dolgu maddeleri ile yapıştırılarak geniş alanların süsleme veya kaplama işlemleri gerçekleştirilir.

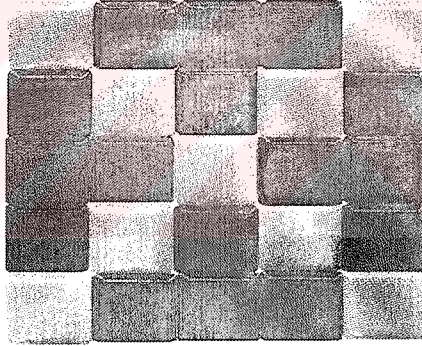
7. İŞLEMİ GERÇEKLEŞTİRECEK PROGRAM

Program Cosirop editör programında Melpha Basic programlama programı ile yazılmıştır.

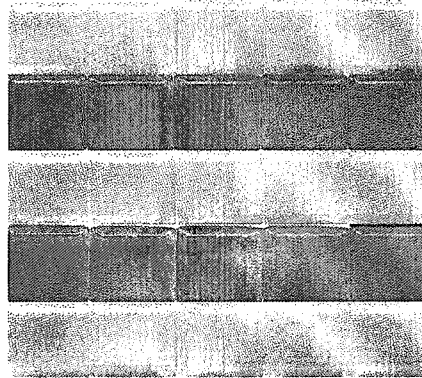
7.1 Robotla Sıralama Sonucu Elde Edilebilecek Şekiller



Şekil 6.4 Artı şekli



Şekil 6.5 Çarpım şekli



Şekil 6.6 Çizgi şekli

a. Artı Deseni

10 MVS P1	: Doğrusal Hareketi İle P1 Noktasına Gider
20 DLY 1	: P1 Noktasında 1sn. Bekler
30 MOV P2,-100	: Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
40 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
50 HCLOSE 1	: Tutucu ağzını kapatarak parçayı tutar
60 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
70 MOV P6,-100	: Joint Hareket İle P6 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
80 OVRD 100	: Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
90 MVS P6	: Doğrusal Hareketi İle P6 Noktasına Gider
100 HOPEN 1	: Tutucu ağzını açarak Parçayı P6 Noktasına Bırakır
110 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P6 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
120 DLY 0.5	:P6 Noktasında 0.5 sn. Bekler
130 MOV P3,-100	: Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
140 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
150 HCLOSE 1	: Tutucu ağzını kapatarak parçayı tutar
160 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
170 MOV P7,-100	: Joint Hareket İle P7 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
180 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
190 MVS P7	: Doğrusal Hareketi İle P7 Noktasına Gider
200 HOPEN 1	: Tutucu ağzını açarak Parçayı P7 Noktasına Bırakır
210 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P7 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
220 DLY 0.5	:P7 Noktasında 0.5 sn. Bekler
230 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
240 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
250 HCLOSE 1	: Tutucu ağzını kapatarak parçayı tutar
260 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
270 MOV P8,-100	: Joint Hareket İle P8 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
280 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
290 MVS P8	: Doğrusal Hareketi İle P8 Noktasına Gider
300 HOPEN 1	: Tutucu ağzını açarak Parçayı P8 Noktasına Bırakır
310 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P8 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
320 DLY 0.5	:P8 Noktasında 0.5 sn. Bekler
330 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider

340 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
350 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
360 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
370 MOV P9,-100	: Joint Hareket İle P9 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
380 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
390 MVS P9	: Doğrusal Hareketi İle P9 Noktasına Gider
400 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P9 Noktasına Bırakır
410 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P9 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
420 DLY 0.5	:P9 Noktasında 0.5 sn. Bekler
430 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
440 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
450 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
460 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
470 MOV P10,-100	: Joint Hareket İle P10 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
480 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
490 MVS P10	: Doğrusal Hareketi İle P10 Noktasına Gider
500 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P10 Noktasına Bırakır
510 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P10 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
520 DLY 0.5	:P10 Noktasında 0.5 sn. Bekler
540 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
550 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
560 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
570 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
580 MOV P11,-100	: Joint Hareket İle P11 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
590 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
600 MVS P11	: Doğrusal Hareketi İle P11 Noktasına Gider
610 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P11 Noktasına Bırakır
620 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P11 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
630 DLY 0.5	:P11 Noktasında 0.5 sn. Bekler
650 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
660 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
670 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
680 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
690 MOV P12,-100	: Joint Hareket İle P12 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
700 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder

710 MVS P12	: Doğrusal Hareketi İle P12 Noktasına Gider
720 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P12 Noktasına Bırakır
730 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P12 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
740 DLY 0.5	:P12 Noktasında 0.5 sn. Bekler
750 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
760 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
770 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
780 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
790 MOV P13,-100	: Joint Hareket İle P13 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
800 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
810 MVS P13	: Doğrusal Hareketi İle P13 Noktasına Gider
820 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P13 Noktasına Bırakır
830 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P13 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
840 DLY 0.5	:P13 Noktasında 0.5 sn. Bekler
860 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
870 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
880 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
890 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
900 MOV P14,-100	: Joint Hareket İle P14 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
910 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
920 MVS P14	: Doğrusal Hareketi İle P14 Noktasına Gider
930 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P14 Noktasına Bırakır
940 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P14 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
950 DLY 0.5	:P14 Noktasında 0.5 sn. Bekler
960 END	: Program Sonu

b. Çarpı Deseni

10 MVS P1	: Doğrusal Hareketi İle P1 Noktasına Gider
20 DLY 1	: P1 Noktasında 1sn. Bekler
30 MOV P3,-100	: Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
40 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
50 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
60 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
70 MOV P6,-100	: Joint Hareket İle P6 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
80 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
90 MVS P6	: Doğrusal Hareketi İle P6 Noktasına Gider
100 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P6 Noktasına Bırakır

110 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P6 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
120 DLY 0.5	:P6 Noktasında 0.5 sn. Bekler
130 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
140 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
150 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
160 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
170 MOV P7,-100	: Joint Hareket İle P7 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
180 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
190 MVS P7	: Doğrusal Hareketi İle P7 Noktasına Gider
200 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P7 Noktasına Bırakır
210 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P7 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
220 DLY 0.5	:P7 Noktasında 0.5 sn. Bekler
230 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
240 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
250 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
260 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
270 MOV P8,-100	: Joint Hareket İle P8 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
280 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
290 MVS P8	: Doğrusal Hareketi İle P8 Noktasına Gider
300 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P8 Noktasına Bırakır
310 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P8 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
320 DLY 0.5	:P8 Noktasında 0.5 sn. Bekler
330 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
340 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
350 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
360 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
370 MOV P9,-100	: Joint Hareket İle P9 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
380 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
390 MVS P9	: Doğrusal Hareketi İle P9 Noktasına Gider
400 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P9 Noktasına Bırakır
410 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P9 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
420 DLY 0.5	:P9 Noktasında 0.5 sn. Bekler
430 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
440 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
450 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar

460 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
470 MOV P10,-100	: Joint Hareket İle P10 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
480 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
490 MVS P10	: Doğrusal Hareketi İle P10 Noktasına Gider
500 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P10 Noktasına Bırakır
510 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P10 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
520 DLY 0.5	:P10 Noktasında 0.5 sn. Bekler
540 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
550 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
560 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
570 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
580 MOV P11,-100	: Joint Hareket İle P11 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
590 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
600 MVS P11	: Doğrusal Hareketi İle P11 Noktasına Gider
610 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P11 Noktasına Bırakır
620 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P11 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
630 DLY 0.5	:P11 Noktasında 0.5 sn. Bekler
650 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
660 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
670 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
680 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
690 MOV P12,-100	: Joint Hareket İle P12 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
700 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
710 MVS P12	: Doğrusal Hareketi İle P12 Noktasına Gider
720 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P12 Noktasına Bırakır
730 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P12 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
740 DLY 0.5	:P12 Noktasında 0.5 sn. Bekler
750 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
760 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
770 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
780 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
790 MOV P13,-100	: Joint Hareket İle P13 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
800 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
810 MVS P13	: Doğrusal Hareketi İle P13 Noktasına Gider
820 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P13 Noktasına Bırakır
830 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P13 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider

840 DLY 0.5	:P13 Noktasında 0.5 sn. Bekler
860 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
870 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
880 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
890 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
900 MOV P14,-100	: Joint Hareket İle P14 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
910 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
920 MVS P14	: Doğrusal Hareketi İle P14 Noktasına Gider
930 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P14 Noktasına Bırakır
940 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P14 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
950 DLY 0.5	:P14 Noktasında 0.5 sn. Bekler
960 END	: Program Sonu

c. Çizgi Deseni

10 MVS P1	: Doğrusal Hareketi İle P1 Noktasına Gider
20 DLY 1	: P1 Noktasında 1sn. Bekler
30 MOV P2,-100	: Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
40 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
50 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
60 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
70 MOV P6,-100	: Joint Hareket İle P6 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
80 OVRD 100	: Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
90 MVS P6	: Doğrusal Hareketi İle P6 Noktasına Gider
100 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P6 Noktasına Bırakır
110 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P6 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
120 DLY 0.5	:P6 Noktasında 0.5 sn. Bekler
130 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
140 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
150 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
160 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
170 MOV P7,-100	: Joint Hareket İle P7 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
180 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
190 MVS P7	: Doğrusal Hareketi İle P7 Noktasına Gider
200 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P7 Noktasına Bırakır
210 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P7 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
220 DLY 0.5	:P7 Noktasında 0.5 sn. Bekler

230 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
240 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
250 HCLOSE 1	: Tutucu ağzını kapatarak parçayı tutar
260 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
270 MOV P8,-100	: Joint Hareket İle P8 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
280 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
290 MVS P8	: Doğrusal Hareketi İle P8 Noktasına Gider
300 HOPEN 1	: Tutucu ağzını açarak Parçayı P8 Noktasına Bırakır
310 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P8 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
320 DLY 0.5	:P8 Noktasında 0.5 sn. Bekler
330 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
340 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
350 HCLOSE 1	: Tutucu ağzını kapatarak parçayı tutar
360 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
370 MOV P9,-100	: Joint Hareket İle P9 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
380 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
390 MVS P9	: Doğrusal Hareketi İle P9 Noktasına Gider
400 HOPEN 1	: Tutucu ağzını açarak Parçayı P9 Noktasına Bırakır
410 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P9 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
420 DLY 0.5	:P9 Noktasında 0.5 sn. Bekler
430 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
440 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
450 HCLOSE 1	: Tutucu ağzını kapatarak parçayı tutar
460 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
470 MOV P10,-100	: Joint Hareket İle P10 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
480 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
490 MVS P10	: Doğrusal Hareketi İle P10 Noktasına Gider
500 HOPEN 1	: Tutucu ağzını açarak Parçayı P10 Noktasına Bırakır
510 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P10 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
520 DLY 0.5	:P10 Noktasında 0.5 sn. Bekler
540 MOV P3,-100	:Joint Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
550 MVS P3	: Doğrusal Hareketi İle P3 Noktasına Gider
560 HCLOSE 1	: Tutucu ağzını kapatarak parçayı tutar
570 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P3 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
580 MOV P11,-100	: Joint Hareket İle P11 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
590 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder

600 MVS P11	: Doğrusal Hareketi İle P11 Noktasına Gider
610 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P11 Noktasına Bırakır
620 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P11 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
630 DLY 0.5	:P11 Noktasında 0.5 sn. Bekler
650 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
660 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
670 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
680 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
690 MOV P12,-100	: Joint Hareket İle P12 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
700 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
710 MVS P12	: Doğrusal Hareketi İle P12 Noktasına Gider
720 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P12 Noktasına Bırakır
730 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P12 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
740 DLY 0.5	:P12 Noktasında 0.5 sn. Bekler
750 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
760 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
770 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
780 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
790 MOV P13,-100	: Joint Hareket İle P13 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
800 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
810 MVS P13	: Doğrusal Hareketi İle P13 Noktasına Gider
820 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P13 Noktasına Bırakır
830 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P13 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
840 DLY 0.5	:P13 Noktasında 0.5 sn. Bekler
860 MOV P2,-100	:Joint Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
870 MVS P2	: Doğrusal Hareketi İle P2 Noktasına Gider
880 HCLOSE 1	: Tutucu ağızını kapatarak parçayı tutar
890 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P2 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
900 MOV P14,-100	: Joint Hareket İle P14 Noktasının 100 mm. Üzerine Gider
910 OVRD 100	:Ayarlanmış Olan Hızının 100/100 ü ile Hareket eder
920 MVS P14	: Doğrusal Hareketi İle P14 Noktasına Gider
930 HOPEN 1	: Tutucu ağızını açarak Parçayı P14 Noktasına Bırakır
940 MVS,-100	: Doğrusal Hareket İle P14 Noktasının 100 mm. Üzerine Geri Gider
950 DLY 0.5	:P14 Noktasında 0.5 sn. Bekler
960 END	: Program Sonu

Tablo 6.1 Robot kolun pozisyon tablosu

Koordinat	X	Y	Z	A	B
P1	262.26	6.74	371.12	138.16	-2.29
P2	298.97	-87.32	327.7	133.57	9.33
P3	298.96	-23.13	327.86	133.57	9.33
P4	92.55	47.12	321.33	133.57	9.33
P5	92.55	389.34	363.95	132.93	28.8
P6	92.55	332.15	363.95	132.93	25.35
P7	92.48	280.62	365.31	132.71	25.35
P8	138.21	332.23	365.31	132.71	25.56
P9	138.21	332.23	365.31	132.71	25.56
P10	138.2	280.93	364.51	132.71	25.56
P11	191.88	387.35	364.51	132.71	23.48
P12	191.88	332.07	364.51	132.71	23.48
P13	191.88	280.3	364.51	132.71	23.48
P14	114.15	307.34	239.89	135.41	25.85

8. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Endüstriyel otomasyon sistemleri hızla gelişerek birçok iş sahasında insan gücünün yerini almıştır. Gelişmiş ülkeler, otomasyon sistemlerinin sağladıkları faydalardan dolayı endüstrinin birçok alanında kullanımını yaygınlaştırmışlardır. Ülkemiz, otomasyon sistemlerini ve robot teknolojisini kullanma konusunda dünyada ki gelişmiş ülkelerin oldukça gerisinde kalmıştır.

Robot kullanılan sistemlerde üretim kalitesi ve verimlilik artmaktadır. Üretim sektörünün rekabet ortamında vazgeçilmez iki unsuru, kaliteli ve ucuza imalat yapmaktır. Bu sağlandığı takdirde diğer üreticilerle rekabet etme imkânı bulunmaktadır. Aksi takdirde modernize olmuş teknolojik olarak donanımlı bir işletme ile rekabet etme şansımız yoktur.

Robotlu üretim sistemleri; üretimde insan kaynaklı hataları ortadan kaldırdığı gibi insan sağlığını riske edecek ortamlarda kullanımı avantaj sağlamaktadır. Kuruluş maliyetinin yüksek olmasına rağmen sonradan kendini amorti edip karlılık sağlayan bir sistem olduğu için üretim sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada ülkemizde ve yöremizde endüstriyel robotlu otomasyon sistemlerinin kullanımını yaygınlaştırmak amacı ile cam mozaik ve mermercilik sektörü için robot uygulaması FMS eğitim setinde gerçekleştirilmiştir.

Cam mozaik ve mermer mozaik sektörün de mozaiklerin desen oluşturacak şekilde sıralama işlemi, insan eliyle taşların tek tek alınarak sıralanması şeklinde yapılmakta olup, bu şekilde ki üretim sistemi hem pahalı olmakta hem de kaliteli olmamaktadır. Ayrıca işçilerin part-time çalışmaları gerektiği için işçi bulma sıkıntısı ve alınan siparişlerin zamanına yetiştirilememesi, fabrika işletmecilerini zaman zaman sıkıntıya sokmaktadır.

Bu tür sakıncaları ortadan kaldırmak için robotlu üretim sistemlerinin kullanılması fayda sağlayacaktır. Daha az işçiye ihtiyaç gösteren sistem sayesinde üretim kalitesi artmakta ve daha ekonomik üretim yapılmaktadır. Ayrıca fabrika işletimi de kolaylaşmaktadır.

Robota yazılan tek program ile birden fazla pozisyon tablosu oluşturarak çok sayıda desen elde etmemiz mümkündür. Pozisyon tablosu oluşturma işlemi çok fazla teknik bilgi gerektirmediğinden, kalifiye eleman bulamama konusunda bir avantaj oluşturmaktadır. Yani bu üretim sistemi kurulumu gerçekleştirildikten sonra çok fazla teknik bilgiye sahip elemana ihtiyaç göstermeden üretim yapabilmektedir.

Sistem esnek üretim sistemi olduğu için farklı üretim yöntemlerine ve yeni gelişmelere adapte edilebilir. Desen değişikliği veya üretimi yapılan malzemedeki değişikliklere, robotun programın da değişiklikler yapılarak adaptasyonu sağlanabilmektedir.

Sonuç olarak robot kullanılan üretim sistemlerinin üretime yaptığı katkılarından dolayı kullanmak, diğer üretim sistemlerinden daha avantajlı olduğu araştırmalarımız sonucunda görülmüştür. Dünya da kullanımı hızla yaygınlaşan endüstriyel robotların ülkemizde de kullanımının yaygınlaştırılması giderek zorunluluk haline gelmeye başlamıştır.

KAYNAKLAR:

- Bozdemir M. 1996 “Robot Sistemleri, Elemanları ve Hareket Analizleri”
Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara; Gazi Üniversitesi Fen
Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Ana Bilim Dalı,
- Ö. Doğan 2000 “Kalite Uygulamalarının İşletmelerin Rekabet Gücü Üzerine
Etkisi”Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Cilt 2 Sayı 1 .
- De Silva D.,“Reactions to Robots, Engineering”., April, 1987, s. 227-230
- Hartley J., “Robots at Works”, North-Holland Publishig Company, 1983,
s. 145–162
- Mendi, F. ve Çetinkaya, K. ‘Robotlarda Performans ve Robot Kullanımını
Etkileyen Faktörler,’ Teknik gelişim, Sayı 9, Sayfa 8-10, Şubat 1995.
- Bruccoleria M, Zbigniew J. Pasekb, Korenb Y, ”Operation
Management in Reconfigurable Manufacturing Systems:
Reconfiguration For Error Handling” Accepted 13 October 2004
- J. Norberto , J.M.G. SA DA COSTA”Object-Oriented and Distributed
Approach for Programming Robotic Manufacturing Cells” accepted 23
April 1999
- J. Korvo. A “Fundamentals For Control Of Robotic Manipulators”
- Nakamura Y. “Advanced Robotics Redundancy and Optimization”
- Stadler W. “Analytical Robotics and Mechatronics”
- Oral A. and Erzincanli F. “Computer Assisted Robotics Tiling of
Mosaics” Robotica (2004), 22:235-239 Cambridge University Pres
Copyright © 2004 Cambridge University Press

<http://www.betascammozaik.com/html/tr/html/icindex5.html> 10.2.2005

<http://www.osmanlicammozaik.com/uygulama.asp> 10.2.2005

A.Berkay, M. Şeker, M. Esin, Pnömatik Robot UygulamasI, Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, Elektrik Mühendisleri Odası, İstanbul Haz. 2003

Mitsubishi Industrial Robot, “Instruction Manual” (Mitsubishi Electric Corporation) Nagoya, Japan.

Mitsubishi Industrial Robot ,“Standart Specifications Manual” (Mitsubishi Electric Corporation), Nagoya, Japan.

Mitsubishi Industrial Robot, Instruction Manual , “Controller Setup, Basic Operation, Maintenance” ,(Mitsubishi Electric Corporation). Nagoya, Japan.

Mitsubishi Industrial Robot, Instruction Manual, “Functions and Operations”, (Mitsubishi Electric Corporation) ,Nagoya, Japan.

Mitsubishi Industrial Robot, Instruction Manual, “Explanations of Movemaster Commands” ,(Mitsubishi Electric Corporation), Nagoya, Japan.

Mitsubishi Industrial Robot, Instruction Manual, “Troubleshooting” (Mitsubishi Electric Corporation), Nagoya, Japan.

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalıőmamda bana yol gösteren ve öncülük eden danıőmanım ve değerli hocam Doç.Dr. Hasan ÇİMEN'e ve manevi yardımlarımı esirgemeyen aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



ÖZGEÇMİŞ

1973 Yılında Afyon'da doğdu. İlköğretimini Çakır İlköğretim Okulunda tamamladı. orta öğretimini Merkez Orta okulu ve lise öğrenimini Merkez Anadolu Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümünde tamamlayarak 1989 yılında mezun oldu.1992 'de Anadolu Üniversitesi Afyon Meslek Yüksek Okulu Elektrik Programından mezun oldu.1992' de Marmara Üniversitesi Elektrik Öğretmenliği bölümüne kayıt oldu.1996 yılında buradan mezun oldu.1996 Yılında Polatlı Endüstri Meslek Lisesi'nde Elektrik Bölümü Öğretmeni olarak bir yıl çalıştı ve askerlik görevini yaparak 1999 yılında okula tekrar döndü.1999 Yılında evlenerek Afyon'a geldi ve Afyon Merkez Anadolu Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümünde 1999–2001 yılları arasında elektrik öğretmeni olarak çalıştı.2001-2002 öğretim Yılında Afyon Ali Çetinkaya Kız Meslek Lisesinde Bilgisayar Bölümü açılmasından dolayı bir yıl burada Bilgisayar öğretmenliği yaptıktan sonra, 2002 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Öğretmenliği Bölümünde asistan olarak göreve başladı. Yüksek lisansını 2005 yılında tamamladı.