

ROBOTİK KAYNAK SİSTEMLERİ ve GELİŞME İSTİKAMETLERİ*

Selahattin YUMURTACI

Doç .Dr., Y.T.Ü. Mak.Fak. Mak.Müh. Bölümü

Tolga MERT

Arş. Gör. Y.T.Ü. Mak.Fak. Mak.Müh. Bölümü

Günümüzde hızlı nüfus artışının doğal bir sonucu olarak farklı türdeki ürünlere olan talep giderek artmakta, dolayısıyla da imalat sistemlerinde olağanüstü gelişmeler meydana gelmektedir. Geçtiğimiz yüzyılın yarısında ortaya atılan otomasyona dayalı imalat sistemi genişleyerek optimizasyon devrine geçilmiş, üretkenliği arttırarak yatırım masraflarını azaltan, daha fazla üretim yapmanın yanı sıra kaliteyi de yükselten ve bu arada çok daha insancıl çalışma koşulları sunan 'robotlar' devri başlamıştır.

Bu çalışmada robot kullanımına karar vermede gözetilmesi gereken noktalar, değişik robot konfigürasyonları, robot ark kaynağı donanımları ile robotik uygulamalar incelenerek çeşitli ülkelerdeki robotların dağılımı ve geleceğe dönük öngörüler sunulmuştur.

Anahtar sözcükler : Robot, kaynak

As a result of rapid rise in population today, there has been an increasing demand on different types of products, therefore in manufacturing systems there have been extraordinary developments. As a consequence of expanding the automation-based manufacturing system that was suggested in the middle of last century, optimisation age was passed through; and the 'robot' era that allows to increase productivity by decreasing investment costs, increase quality level with production rate, and provide more humanitarian working conditions has begun.

In this study, main points that are required to be considered in deciding robot utilization, different robotic configurations, robotic arc welding equipment and robotic applications were studied. In addition to this, distribution of robots in different countries and suggestions for future were presented.

Keywords : Robot, welding

* 24 - 25 Ekim 2003 tarihinde Kocaeli'nde düzenlenen "Kaynak Teknolojisi IV. Ulusal Kongresi"nde bildiri olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Amerikan Robot Enstitüsü, robot kavramını şu şekilde ifade etmektedir:

" Robot, çeşitli görevlerin gerçekleştirilmesi için, malzeme, parça, takım ya da değişken programlanmış hareketler aracılığıyla, özel parçaları hareket ettirmek amaçlı tasarlanmış, çok fonksiyonlu, yeniden programlanabilir manipülatördür."

Sanayi robotunun en kapsamlı tanımı ve robot tiplerinin sınıflandırması ISO 8373 standardında belirlenmiştir. Bu standarda göre bir robot şöyle tanımlanır:

"Endüstriyel uygulamalarda kullanılan, sabit veya hareketli olabilen, üç veya daha fazla

programlanabilir eksene sahip, otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir çok amaçlı manipulatördür."

Tanımdaki terimlerin detaylı olarak açıklamaları aşağıdaki gibidir:

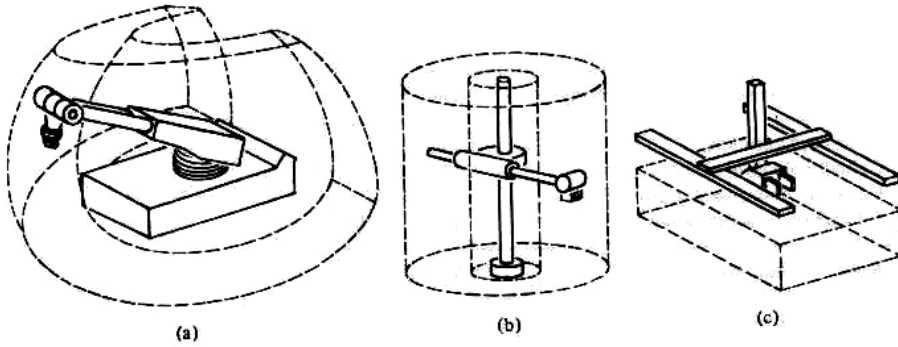
Yeniden programlanabilir: Fiziksel değişiklikler olmadan programlanmış hareketleri veya yardımcı fonksiyonları değiştirilebilen.

Çok amaçlı: Fiziksel değişikliklerle farklı bir uygulamaya adapte edilebilme yeteneği.

Fiziksel değişiklikler: Programlama kasetleri, ROM'lar vb. gibi değişiklikler hariç mekanik yapının veya kontrol sisteminin değiştirilmesi.

Eksen: Lineer veya dönel (rotasyonel) modda robot hareketini belirtmek için kullanılan yön.

Şekil 1'de fiziksel konfigürasyonun, çalışma hacminin şekli üzerindeki etkisi gösterilmiştir. Kutupsal koordinat robotunun çalışma hacmi kısmen küreseldir; silindirik koordinat robotunun silindirik, kartezyen koordinat robotunun çalışma hacmi dikdörtgen prizma ve eklemliler-kol robotunun çalışma hacmi ise yaklaşık küreseldir. Her çalışma hacmi şeklinin büyüklüğü, kol komponentleri ve eklem hareketlerinin sınırları tarafından etkilenir. Robot seçimi, optimal çalışma hacmi için yapılmalıdır. Çünkü robot çalışma hacminin büyümesi, robot uzuv boyutlarının artması dolayısıyla ataleti, gerekli motor gücü, enerji tüketim miktarı ve robot fiyatının artmasıyla sonuçlanır.



a) kutupsal, b) silindirik ve c) kartezyen

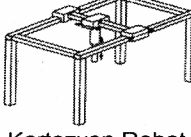
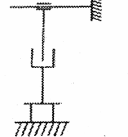
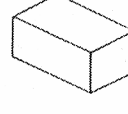
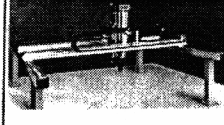
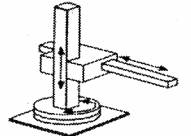
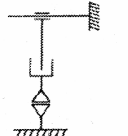

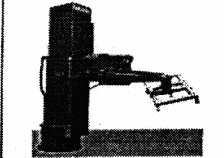
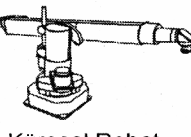
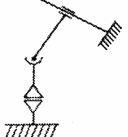


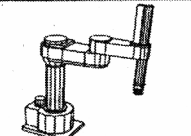
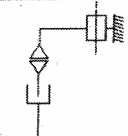

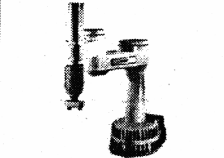
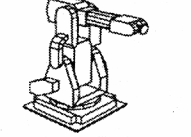
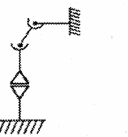

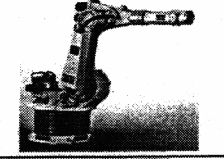
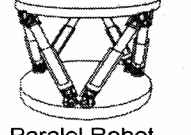
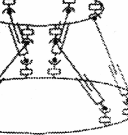

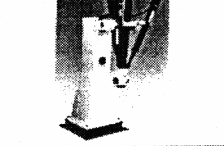
Şekil 1. Çeşitli Robot Anatomileri İçin Çalışma Hacimleri

a) Tamlık: Tamlık, çalışma hacmi içinde istenen bir noktaya, robotun bilek sonunu götürebilme yeteneğidir. Uzaysal çözülüm, robotun çalışma hacmini bölebileceği en küçük hareket artışıdır. Robotun tamlığı uzaysal çözülüm cinsinden ifade edilebilir çünkü hedef bir noktaya ulaşabilme yeteneği her eklem hareketi için robotun kontrol artımlarını ne derece tanımlayabildiğine bağlıdır. Tamlık, verilen bir hedef noktaya erişebilmek için robotun programlanabilme kapasitesiyle ilişkilidir.

b) Tekrarlanabilirlik: Tekrarlanabilirlik, uzayda robota önceden öğretilen bir noktaya, robotun, bileğini veya bileğine eklenen end efektörünü götürebilme yeteneğidir. Robotun öğretilen bir noktaya göre tekrarlanan hareketlerinin sonucunda, robot uç noktası ile öğretilen nokta arasında oluşabilecek maksimum hata miktarıdır. Genel amaçlı robotlarda tekrarlanabilirlik değerinin 0,1 mm ile 0,2 mm olması yeterli olabilmektedir. Özel olarak ark kaynağı uygulaması düşünülürse tekrarlanabilirlik değerinin kaynakta kullanılacak tel çapının yarısından küçük olması istenir.

c) Yük taşıma kabiliyeti ve hız: Maksimum yük taşıma kapasitesi, robotun minimum hızında tekrarlanabilirlik değerini koruyarak taşıyabileceği maksimum yük değeridir. Nominal yük taşıma kapasitesi de robotun maksimum hızda tekrarlanabilirlik değerini koruyarak taşıyabileceği maksimum yük miktarıdır. Bu yük taşıma kapasitesi değerleri taşınan malzemenin boyut ve şekline bağlıdır.

Robotlar, çeşitli ölçütlere (eksen sayıları, kontrol tipleri ve mekanik yapılarına) göre sınıflandırılabilir. Şekil 2'de, mekanik yapılarına göre yapılan bir sınıflandırma görülmektedir.

Robot	Eksenler		Örnekler
	Prensip	Kinematik Yapı	
 Kartezyen Robot			
 Silindirik Robot			
 Küresel Robot			
 SCARA Robot			
 Mafsallı Robot			
 Paralel Robot			

Şekil 2. Mekanik Yapılarına Göre Endüstriyel Robotların Sınıflandırılması

ROBOTLARIN KULLANIM ALANLARI

Robotlar döküm yolu ile biçimlendirme (özellikle pres dökümde), kaynak (özellikle nokta kaynağı, MIG/MAG, TIG ve plazma), sıcak dövme, spreyl boyama, paletleme, takım tezgahları yüklenmesi ve montaj hatlarında başarı ile kullanılmaktadırlar.

ENDÜSTRİYEL ROBOTLARIN DÜNYA ÇAPINDAKİ YAYILIMI

2000 Dünya Robot Pazarı
amaçlı robotlar, Japonya hariç:
1999'a göre %20 fazla
Japonya'daki tüm endüstriyel robot çeşitleri
1999'a göre %20 fazla
Pazar değeri: 5,7 milyar\$, 1999'a göre %14 fazla
Endüstriyel robotların toplam stoku:
Endüstriyel robotlar, Japonya hariç: 360300 adet,
%20 fazla Japonya'daki tüm endüstriyel robot
stokuna karşılık, 1999'a göre %4 fazla

Çok amaçlı endüstriyel robotların dünya çapındaki satışları 1990 yılında 80000 adete ulaşmıştır. 1991-1993 yılları arasında satışlar 53000'e düşmüştür. Daha sonra 1997 senesinde satışlar 82000 adete ulaşmıştır. Bununla birlikte 1998'de satışlar %16 düşerek 69000 adete düşmüştür. 1999 senesinde pazar, 1998 senesine göre %14 artış göstererek 79000 adet olmuştur. 2000'de satışlar %25 artış göstererek 99000 adet olarak gerçekleşmiştir.

İki sene boyunca düşüş gösteren veya durağan olan satışlardan sonra 2000 yılında Japonya'da büyük bir toparlanma olmuştur. Tüm endüstriyel robotların satışları 1999'da %32 artarak 47000 adede ulaşmıştır.

1997 ve 1998 yıllarındaki Asya krizi esnasında Kore Cumhuriyeti'nde düşen satışlar, 1999 ve 2000 yılında hızla toparlanarak sırasıyla %70 ve %95 artış göstermiştir.

Avrupa Birliği'nde, çok amaçlı endüstriyel robotların satışları %20 artarak 30000 adete ulaşmıştır. En yüksek artış 1999 yılına göre %56 ile İsveç'te olmuştur. Bunu %30 artış ile İspanya takip etmiştir.

1995 ila 2000 yılları arasında ABD'de satışlar durgundu veya düşüş göstermekteydi. 1995,1997 ve 1999'da %28 ve %37 arasında artış göstermiştir. Bunun aksine 1996 ve 1998'de pazar %5 ila %13 arasında düşüş göstermiştir. Bununla birlikte çok amaçlı endüstriyel robotların en yüksek satışı 13000 adetle 2000 yılında olmuştur.

1990'larda, endüstriyel robotların mekanik ve elektronik karakteristiklerinin ölçülen performansları sürekli artarken, fiyatları düşmüştür. 1990-2000 yılları arasındaki periyodu içeren en güncel ECE/IFR araştırmasına göre şu sonuçlar elde edilmiştir.

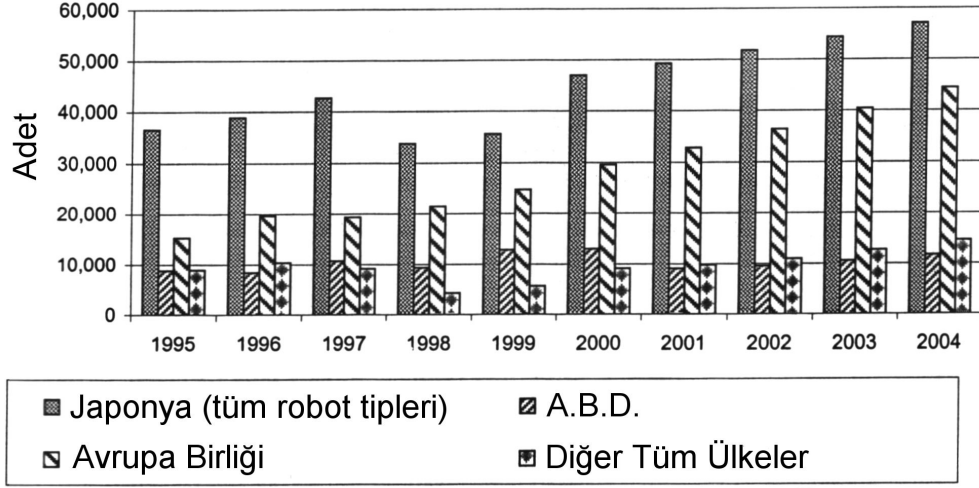
- Bir robot ünitesinin liste fiyatı -%43
- Sevkedilen ünite sayısı +%782
- Müşterilere sağlanabilecek ürün değişkenlerinin sayısı +%400
- Toplam taşıma kapasitesi (tutucu modülü dahil) +%26
- Tekrarlama doğruluğu +%61
- 6 eksenin hızı +%39
- Maksimum ulaşma +%36
- Bozulmalar arasındaki ortalama süre +%137
- MB cinsinden RAM +416 kere
- İşlemcinin bit-geniliği +%117
- Kontrol edilebilen maksimum eksen sayısı +%45

Örneğin A.B.D.'de 1990-2000 yılları arasındaki periyotta endüstriyel robotların fiyat indeksi 100'den 37'ye inmiştir ki 2000 yılında kurulan robotların performansı 1990 yılındakilerden çok daha yüksektir (Şekil 5 ve Tablo 2). Kalite değişiklikleri gözönüne alındığında bu indeksin 18'e düşmesi beklenmektedir. Diğer bir deyişle, aynı performansa sahip bir robot, 1990 yılındaki maliyetinin beşte birine 2000 yılında üretilebilirdi.

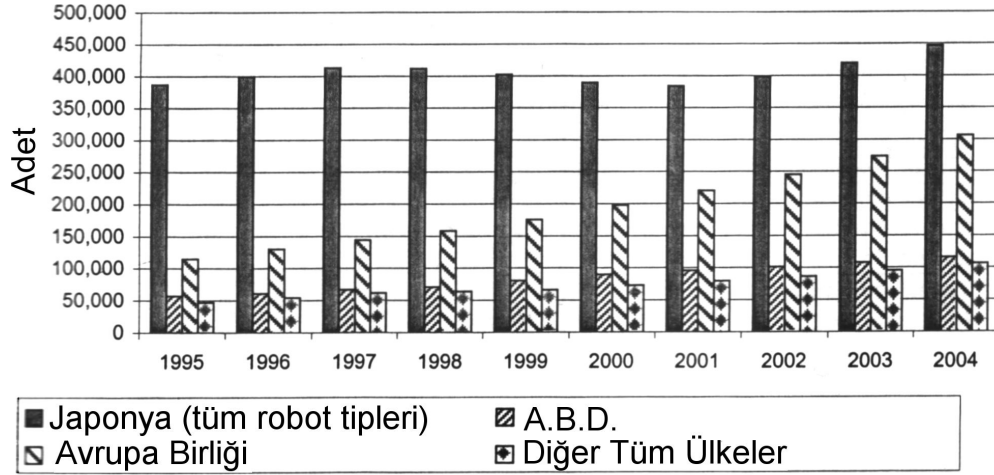
Tablo 1. 2000 Yılındaki Çok Amaçlı Endüstriyel Robotların Operasyonel Stoku ve Yıllık Kurulumları ile 2001-2004 Arası Tahminler. Adet Olarak.

Ülke	Yıllık kurulumlar			Sene sonu operasyonel stok		
	2000	Tahmin		2000	Tahmin	
		2001	2004		2001	2004
Japonya (tüm endüstriyel robotlar)	46986	49300	57100	389400	384000	447200
ABD	12986	9100	11700	89900	95500	116000
Avrupa Birliği	29582	32800	44400	197800	220500	306000
Almanya	12781	15100	20800	91200	101600	141200
İtalya	5897	6500	8700	39200	44000	60800
Fransa	3793	3400	4500	20700	22700	31200
Birleşik Krallık	1538	1700	2300	12300	13200	17600
Avusturya a/	320			3000		
Benelüks a/	540			7800		
Danimarka	307			1400		
Finlandiya	492			2600		
İspanya	2941			13200		
İsveç	973			6300		
Diğer Avrupa Ülkeleri	944	1000	1300	11300	11100	10500
Çek Cumhuriyeti a/	150			1300		
Macaristan	20			100		
Norveç	97			500		
Polonya	100			500		
Rusya Federasyonu a/,b/	250			5000		
Slovakya c/	/			/		
Slovenya c/	/			/		
İsviçre a/	327			3800		
Asya/Avustralya	6381	7000	10200	53500	59100	79700
Avustralya	400			3000		
Kore Cumhuriyeti	4731			38000		
Singapur a/	500			5600		
Tayvan	750			6900		
Diğer Ülkeler a/	1820	1800	3100	7900	9400	16100
Kısmi toplam, Japonya hariç	51700	51700	70700	360300	395500	528400
Toplam, Japonya'daki tüm endüstriyel robotlar dahil	98700	101000	127800	749800	779500	975600

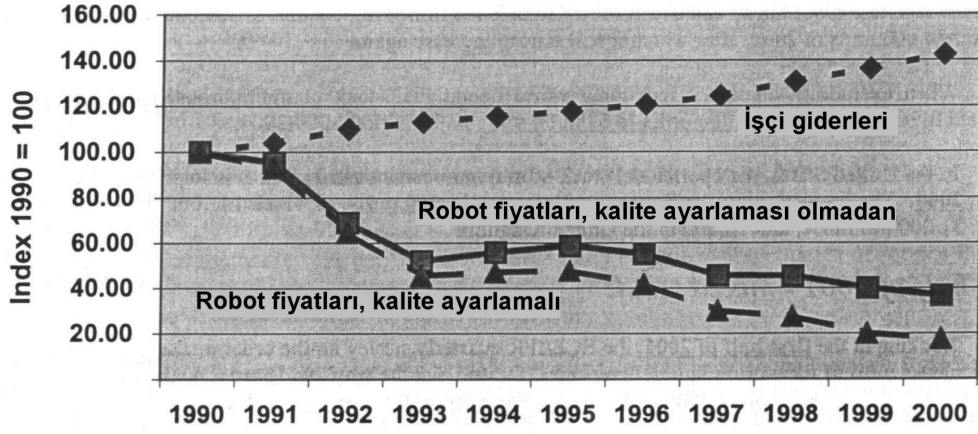
Aynı zamanda, Amerikan iş sektöründeki iş kompenzasyon indeksi 100'den 142'ye yükselmiştir (Şekil 5 ve Tablo 2). Bu, robotların rölatif fiyatlarının 1990'da 100'den 2000'de 26'ya düşmesi ve robotlardaki kalite geliştirmeleri hesaba katıldığında 12'ye düşmesi demektir.



Şekil 3. 1994-1999 Arasındaki Çok Amaçlı Endüstriyel Robotların Yıllık Kurulumları ve 2000-2003 Arası Öngörüler



Şekil 4. 1994-1999 Arası Çok Amaçlı Endüstriyel Robotların Tahmini Operasyonel Stoku



Şekil 5. A.B.D.'deki Endüstriyel Robotların Kaliteli Ayarlamalı ve Kalite Ayarlamasız Tahmini Fiyat İndeksi. A.B.D. İş Sektöründeki İşçi Kompensasyonunun İndeksi

2001-2002 Yılları Arasında Türkiye'deki Sanayi Robotu İthalat ve İhracat Bilgileri

İTHALAT	
YIL	MİKTAR (DOLAR)
2001	11,222,242
2002	8,131,714
TOPLAM	19,353,956

İHRACAT	
YIL	MİKTAR (DOLAR)
2001	123,688
2002	303,502
TOPLAM	427,190

ROBOTLAR ile YAPILAN KAYNAK YÖNTEMLERİ

Başta nokta direnç kaynağı (punta kaynağı) olmak üzere, MIG/MAG, TIG ve plazma kaynak yöntemlerinde robotlar başarı ile kullanılmaktadırlar.

Nokta

Direnç

Kaynağı

Endüstride robotların ilk yaygın kullanım alanı, nokta kaynağıdır. Otomobil üretiminde binek arabaların yapımı için yaklaşık 700 adet preslenmiş ve kesilmiş parça ile 400 adet talaş kaldırılarak işlenmiş parça kullanılır. Bu parçalar civata, perçin, kıvrırma, lehimleme, yapıştırma ile birleştirilmelerinin yanısıra daha çok kaynak yolu ile birbirlerine bağlanmaktadır. Toplam kaynaklar; yaklaşık olarak 5000 nokta kaynağından, 30 metre kadar ark kaynağından, 1 metre elektron ışın kaynağından ve 15 adet de sürtünme kaynağından oluşmaktadır.

Nokta direnç kaynağında kullanılan robotlar, prosesi gerçekleştirmek için bazı yetenek ve

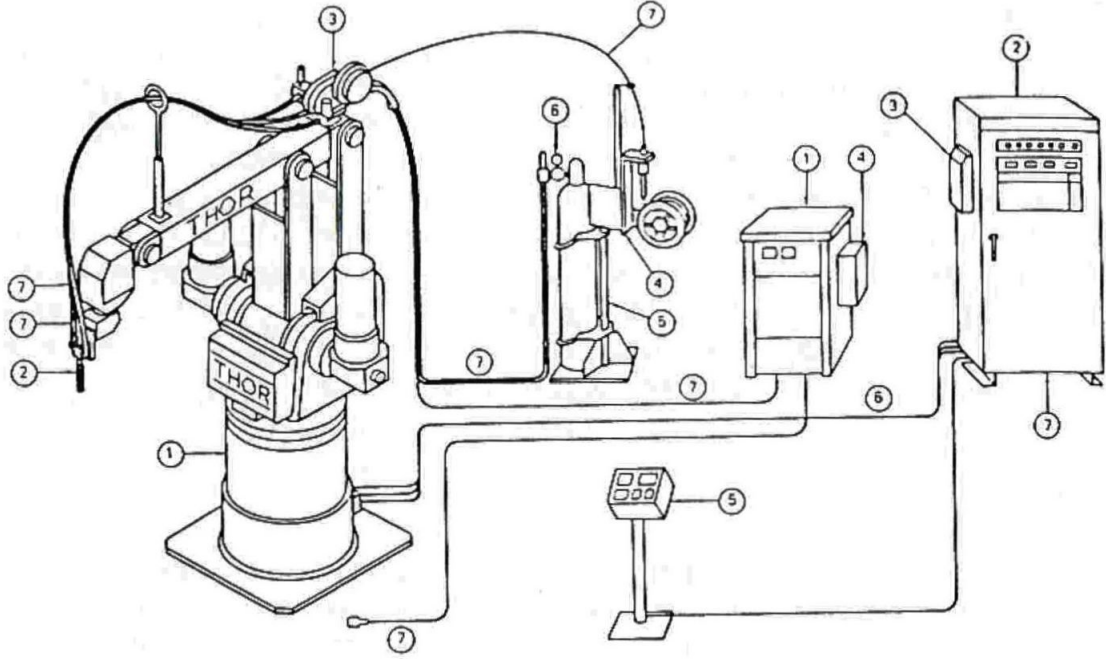
özelliklere sahip olmalıdır. Çalışma hacmi, parçanın boyutuna uygun olmalıdır. Robot, parça üzerinde ulaşılması güç olan yerlerde kaynak tabancasını konumlayabilmeli ve oryante edebilmelidir. Bu ise serbestlik derecesinin sayısının artması ihtiyacını doğurur. Kontrolör hafızası, nokta direnç kaynak döngüsü için gerekli birçok konumlama adımlarını gerçekleştirebilecek kapasiteye sahip olmalıdır. Bazı uygulamalarda, kaynak hattı, birçok farklı model ürünün üretimi için tasarlanabilir. Böylece, modeller değiştiğinde, robotlar bir programdan diğerine geçebilmelidir. Çok yönlü robotların bulunduğu kaynak hatları için, çeşitli kaynak istasyonlarında değişik modellerin izlenebilmesi ve iş istasyonlarındaki robotlara programların yüklenebilmesi için programlanabilir kontrolör kullanılır.

Robotlar aracılığıyla gerçekleştirilen nokta direnç kaynağı prosesinin otomasyonundan elde edilen faydalar, artırılmış ürün kalitesi, operatör güvenliği ve imalat operasyonuna daha fazla hakim olunmasıdır. Kalitenin artması, kaynak dikişlerinin daha tutarlı olması ve kaynakların konumundaki tekrarlanabilirliğin daha iyi olmasındandır. Göreceli olarak çok iyi bir tekrarlanabilirliğe sahip olmayan robotlar bile insanlara nazaran nokta kaynaklarını daha doğru bir şekilde konumlandırabilirler. Elektriksel şok ve yanık tehlikelerinin bulunduğu çalışma alanından insanın uzak tutulması ile güvenlik artırılmış olur. Nokta direnç kaynağı prosesini otomize etmek için robotların kullanılması, üretim planlama ve proses içi envanter kontrolü gibi alanlarda gelişmelere neden olacaktır. Robotların ve kaynak ekipmanının bakımı, nokta direnç kaynağı hattının otomizasyonunun başarıyla gerçekleştirilmesi için önemli bir faktördür.

Ark Kaynağı

Ergitme esaslı kaynak yöntemleri içinde, MIG/MAG ve TIG (Tungsten Inert Gas) yöntemlerinde robotlar çok kullanılmaktadırlar. Ancak ark kaynak yöntemlerinin uygulanmasında önemli teknik ve ekonomik problemlerle karşılaşmaktadır.

Sürekli ark kaynağındaki tehlikeler yüzünden, proseste endüstriyel robotların kullanımı mantıklıdır. Bununla birlikte, robotların ark kaynağı için uygulanmasında karşılaşılan önemli teknik ve ekonomik problemler vardır. Sürekli ark kaynağı, düşük sayıda üretilen ve birçok komponentten oluşan ürünlerin imalatında sıklıkla kullanılır. Bu şartlar altında herhangi bir otomasyon şeklinin uygulanması zordur. Ark kaynağı, depoların içi, basınçlı kaplar ve gemi gövdeleri gibi ulaşmanın güç olduğu sıkışık alanlarda gerçekleştirildiği için bir problem teşkil eder. Bu tip alanlarda insanlar daha rahat çalışabilirler.



Robot Donanımları :

- 1) Ark Kaynak Robotu
- 2) Robot Kontrol Ünitesi
- 3) Öğretme (Teaching) Kutusu
- 4) Kaynak Sinyal Ünitesi
- 5) Kontrol Ünitesi
- 6) Kablolar

Kaynak Makinası Donanımları :

- 1) Güç Ünitesi
- 2) Kaynak Torcu
- 3) Tel Besleme Ünitesi
- 4) Tel Kontrol Ünitesi
- 5) Koruyucu Gaz Ünitesi
- 6) Manometre
- 7) Kablo ve Hortumlar

Şekil 6. Ark Kaynak Robot Donatımı

Robotlarda Ark Kaynağı Donanımları

Endüstride kullanılan bir robotik ark kaynağı donanımı aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır.

- 1- Manipülâtör (Robot kolu)
- 2- Kaynak torku
- 3- Güç ünitesi
- 4- Kontrol ünitesi
- 5- Tel sürme ünitesi
- 6- Tel kontrol ünitesi
- 7- Koruyucu gaz ünitesi
- 8- Öğretme (teaching) kutusu
- 9- Kaynak sinyal ünitesi
- 10- Manometre
- 11-Robot kontrol ünitesi
- 12 - Kablo ve hortumlar
- 13- Pozisyoner

Ark Kaynağı Robotunda Olması Gereken Özellikler

Ark kaynağı gerçekleştiren endüstriyel robotun bazı özellik ve yeteneklere sahip olması gerekir. Ark kaynağı uygulamalarında göz önünde bulundurulan bazı teknik konular şunlardır:

a) alışma hacmi ve serbestlik dereceleri:

Robotun alışma hacmi, kaynak edilecek parçaların boyutlarına yetecek büyüklükte olmalıdır. Kaynak torcunun yeterli manipölasyonuna izin verilmelidir. Ayrıca, eğer iş istasyonunda iki parça tutucu varsa her iki tutucuda da hareket döngüsü gerçekleştirmek için robot uygun erişime sahip olmalıdır. Ark kaynağı robotları için genellikle beş veya altı serbestlik derecesi gerekir. Bu sayı, kaynak işinin karakteristiklerinden ve parça manipölörünün hareket yeteneklerinden etkilenir. Eğer parça manipölörü 2 serbestlik derecesine sahipse, robotun daha az serbestlik derecesine sahip olmasına izin verilebilir.

b) Hareket kontrol sistemi

Ark kaynağı için sürekli-yol kontrolü gereklidir. Kaynak dikişinin üniformitesini sağlamak için robot, pürüzsüz sürekli harekete sahip olmalıdır. Buna ilaveten, kaynak döngüsünde hareketin başlangıcında kaynak banyosunu oluşturmak için bir bekleme, hareketin sonunda da kaynağı bitirmek üzere bir bekleme gerçekleştirilmelidir.

c) Hareketin kesinliği

Robotun tamliğı ve tekrarlanabilirliği kaynak işinin kalitesini belirler. Kaynak işlerinin kesinlik gereksinimleri, boyut ve endüstrinin pratiğine bağlı olarak değişiklik gösterir ve en uygun robot seğilmeden önce her kullanıcı tarafından bu gereksinimler tanımlanmalıdır.

d) Diğer sistemlerle arayüzleme

Robot, hücredeki diğer ekipmanlarla birlikte çalışabilmek için yeterli giriş/çıkış ve kontrol yeteneklerine sahip olmalıdır. Bu diğer ekipmanlar, kaynak ünitesi ve parça pozisyonerleridir. Hücre kontrolörü, robotun hızı ve yörüngesi ile parça manipölörünün operasyonu ve tel besleme hızı gibi kaynak parametrelerini koordine etmelidir.

e) Programlama

Robotun sürekli ark kaynağı için programlanması dikkat gerektirir. Düzensiz şekillere sahip kaynak yolları için, robotun hareket yolu boyunca fiziksel olarak hareket ettirildiği gösterme ile programlama (walkthrough) metodunu kullanmak uygundur. Düz (doğrusal) kaynak yolları için robotun, uzaydaki iki nokta arasındaki interpolasyonu gerçekleştirecek yeteneğe sahip olması

gereklidir. Bu, programcının kaynak başlangıç ve bitiş noktalarını belirlemesine ve robotun noktalar arasındaki düz çizgi yörüngeyi hesaplamasına izin verir.

MANUEL ve ROBOTİK KAYNAĞIN KARŞILAŞTIRILMASI

Ark kaynağı robotlar tarafından yapılacaksa, genellikle, parçaların tutturulduğu kışkaçlarla donatılmış bir döner masa gerekir. Operatör, masanın bir tarafında, parçaları kışkaçlara yerleştirir. Masanın öbür tarafında ise robot, parçalara gereken kaynağı yapar. Masanın iki tarafı bir pano ile ayrılmıştır ve operatör arkadan rahatsız olmaz. Bu düzenleme özellikle bir parça üzerinde birçok kısa kaynak yapılacaksa verimli olmaktadır. İnsanın ancak dakikada 70 cm hızla kaynak yapabildiği parçayı robot hızlı ve düzgün hareket becerisiyle, daha yüksek akım kullanarak, dakikada 270 cm hızla kaynak edebilmektedir. Robotun kaynatılan ayrıtı düzgün izleyebilmesi için geliştirilen algılayıcılar, doğrusal tarama yapan ince bir kızılötesi ışın ile ayrıtın profilini algılayabilmektedir. Böylece bir ayrıtın tam ve düzgün kaynatılması için yalnızca başlangıç ve bitiş noktalarının 15 mm'lik toleransla programlanması yetmektedir.

New York'ta Dahlstrom firması bilgisayar şasesi üretmek için gereken 35-70 arası kaynağı, bir Cincinatti Milacron T3 robota yaptırmıştır. Kaynak teli makarası dahil kaynak makinasının büyük bölümü robot kola monte edilmiştir. Robot bu birimde, el ile 42 dakika süren, her biri 50 mm uzunluktaki 44 kaynağı yalnızca 12 dakikada bitirmektedir.

SONUÇ

Robot uygulamaları sayesinde dar tolerans limitleri içinde imalat olanaklı hale gelmekte, ayrıca yapılan işin kalitesiyle birlikte üretim hızı da artmakta, dolayısıyla da maliyet düşmektedir.

Kaynak robotlarının kendi maliyetlerini uzun sürede amorti etmelerine rağmen, robot kaynağı kalitesi her zaman için insanların yaptığı kaynaktan çok daha kaliteli ve tutarlı olmaktadır.

Özellikle son yıllarda çalışanların sağlığını gözeten ve onlara çok daha insancıl, konforlu çalışma ortamları (duman, ısı, çeşitli kimyasallar, gazlar, ışınlar vb.'den uzak) sunulmasını sağlayan yönetmeliklerin yürürlüğe girmesi sonucunda robotlar daha da önem kazanmışlardır.

Ülkemizde de özellikle otomotiv sektörü başta olmak üzere çok sayıdaki endüstriyel kuruluşta, çok çeşitli amaçlarla başarı ile kullanılmakta olan robotların, dünyada da giderek yaygınlaşmasının işsizliğe neden olacağı görüşü tebessümle karşılanmalıdır. Zira bir kaynak robotunu tasarlayan, imal eden ve programlayan da yine insandır ve yaptığı iş daha az yorucu olmakla birlikte normal bir kaynak operatöründen daha az değildir.

KAYNAKÇA

1. **Groover, M.**, 1986, *Industrial Robotics*, McGraw-Hill Company International Editions, Singapore.
2. **Asfahl, C.**, 1985, *Robotics and Manufacturing Automation*, John Wiley&Sons Inc., U.S.A.
3. The International Federation of Robotics, 2001, *World Robotics 2001*, United Nations Publications.
4. **Yücel, İ.**, 1991, *Sanayide Robot Teknolojisi-Uygulaması ve Önemi*, DPT Sosyal Planlama Genel Müdürlüğü Planlama Dairesi, Ankara.
5. **Ceyhun, V.**, 1996, *Kaynak Robotları ve Ekonomisi*, Gedik Eğitim Vakfı Uluslararası Kaynak Teknolojisi'96 Sempozyum Bildirileri, İstanbul.
6. **Tülbentçi, K.**, 1998, *MIG-MAG Gazaltı Kaynak Yöntemi*, Rem Matbaacılık, İstanbul.
7. Devlet İstatistik Enstitüsü, 2001-2002 yılları sanayi robotlarına ait ithalat ve ihracat bilgileri.