T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt: 6 Sayı:1 Yıl:1991

ENDÜSTRİDE ROBOT KULLANIMI VE EKONOMİK ETKİLERİ

Üzeyme DOĞAN (*)

ÖZET

Teknolojik yenilikler endüstride verimliliğin artmasına neden olmaktadır. Endüstri robotları, sayısal kontrollü makinalar, bilgisayarla tasarım ve imalat ve esnek imalat sistemleri ile düşük maliyetle düşük hacimli üretimi gerçekleştirebilmek olanaklıdır. Bir takım işlerin yapılmasında materyal ve araçları aktarmak üzere tasarımlanan yeniden programlanabilen makine olarak tanımlanan robotlar işgücünü azaltarak maliyetleri düşürmekte, kaliteyi ve kapasiteyi arttırmakta ve düşük hacimde çeşitli ürünler üretme esnekliği sağlamaktadır.

Bu çalışmada önce otomasyon ve ileri teknolojinin önemli kavramları üzerinde durulmakta, daha sonra robotlar ve endüstri robotları genel olarak incelenmekte ve robotların ekonomik etkileri araştırılmaktadır.

GİRİŞ

İşletme yönetiminin temel fonksiyonlarından biri, işletmede var olan kaynakların önceden saptanmış amaçlar doğrultusunda en verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak yöntemleri geliştirmek ve uygulamaktır.

İşletmelerde verimliliği artıracak yöntemlerden biri de yeni teknolojileri geliştirmek veya geliştirilen teknolojileri transfer ederek onlardan yararlanmaktır. Nitekim; Endüstri Devrimi'nden bu yana teknolojinin hızla gelişmesi endüstride verim artışına neden olacak birçok fırsatlar yaratmıştır. Örneğin, Almanya'nın Augsburg kentindeki Messerschmitt-Bolkow-Blohm fabrikasında bilgisayar kontrollü ekipmanın kurulmasıyla, Tornado saldırı uçaklarının imalat süresi 30 aydan 18 aya inmiştir. Kullanılan makina sayısında % 44 ve kullanılan alanda da % 30 oranında azalma olmuştur. Bu gelişmeler için gerekli sermaye

(*) Yrd.Doç Dr. D.E.Ü. İ.İ.B.F. İşletme Bölümü.

yatırımı 50 milyon dolardır (Evans v.d. 1987).

İmalat ve hizmet örgütlerinde otomasyonun ve gelişmiş teknolojinin önem kazanması şu nedenlerle bağlanmaktadır:

- Rekabetin uluslararası boyutlara ulaşması ve teknolojik yeniliklerin verimlilik artışı için zorunluluk kazanması,

- Yığın üretimi gerektiren çeşitli tip ürünlere aşırı bir yönelmenin olması,

- Ürünlerin kısa süreler pazarda kalmasını arzulayan pazarlama baskılarının, üretim sistemlerinin değişmelere çabuk ayak uydurabilmesini gerektirmesi,

- Ürünlerin karmaşıklığının artmasının, üretimle ilgili problemleri daha da güçleştirmesi.

Tüm sayılan bu nedenler, üretim sistemlerinin değişikliklere ayak uydurmaya yönelik ve esnek olmasını gerektirmektedir.

Endüstri devriminden bu yana, insan gücünün yerini makinaların almasıyla mekanik teknoloji dönemi ve daha sonra çok hacimli üretimle beraber otomasyon teknolojisi başlamıştır. Bilgisayarların gelişimiyle kontrol fonksiyonu da makinalar tarafından yapılmaya başlanmış ve otomasyonda yeni bir alan açılmıştır. İleri otomasyonda yeni gelişen teknolojiler şunlardır:

- Robotlar

- Nümerik kontrollü makinalar (NC)

- Bilgisayar destekli tasarım ve imalat sistemleri (CAD/CAM)

- Bilgisayarla bütün leşik imalat (CIM)

- Grup teknolojisi (GT)

- Esnek imalat sistemleri (FMS)

1960'lı yılların başında ortaya çıkan, 1980'li yıllarda yaygın bir üretim teknolojisi olan ileri otomasyon ve esnek üretim metodunun bir parçası olan endüstri robotlarının; verimliliğin artmasında imalat maliyetlerinin düşürülmesinde, işletmenin rekabet gücünün arttırılmasında

önemli rolü olacaktır. Mekanik, elektronik ve bilgisayar mühendisliği dallarının ortak çalışması ve yapay zeka (AI) çalışmalarının uzantısı olan endüstri robotları ve ekonomik etkileri konusu burada genel bir çerçeve içinde ortaya konulmaya çalışılacaktır.

1. ROBOT KAVRAMI

Çek dilindeki zorunlu çalışma anlamına gelen robota kelimesinden türetilen robot sözcüğünü ilk kez Çekoslavak yazar Karel Capek "Rossum'un Evrensel Robotları" adlı eserinde kullanmış, eser 1921'de Londra'da sahneye konmuştur (Rehg, 1985). Burada robot, insanlara hizmet eden araçlar anlamında kullanılmıştır.

Webster'e göre Robot, insanların gördüğü fonksiyonları gören ya da insan zekası gibi çalışan bir alettir (Engelberger,1985).

1979 yılında Amerikan Robot Enstitüsü'nce yapılan tanıma göre robot, bir takım görevleri yapmak üzere çeşitli proglamlanmış hareketlerle, özel araç-gereçleri, aletleri, parçaları, materyelleri hareket ettirmek üzere tasarımlanmış, yeniden programlanabilen çok fonksiyonlu bir alettir (Buffa v.d., 1987).

Genel kabul görmüş bir tanım yapmak zordur. Fakat kesin bir tanım yapılması çeşitli ülkelerdeki robot sayısının belirlenmesi için önemlidir. Herhangi bir tanım yapmadan Japonya'da kullanılan robotlar 85.000 dolayında bildirilirken, 1979 yılında yapılan tanım robotlara uygulandığında bu sayı 12.000'e inmiştir.

Verilen tanımlardan da anlaşıld ğı gibi, yeniden programlanabilir olma ve çok fonksiyonlu olma robotun iki ana özelliğini belirtmektedir. Yeniden programlanabilir olma, farklı bir işi yapmak için hareketlerinin yönünün değiştirilebilmesini, çok fon siyonlu olma; programa göre robotun farklı fonksiyonlar görebilmesini göstermektedir.
Robotlar kullanım yerlerine göre:

-1) Endüstri robotları

-2) Kişisel robotlar

-3) Eğitsel robotlar

Hareket yeteneklerine göre :

-1) Sabit robotlar

-2) Hareketli robotlar olmak üzere sınıflandırılabilir.

İncelemede söz konusu olan robotlar endüstri robotlarıdır.

2. ENDÜSTRİ ROBOTLARI

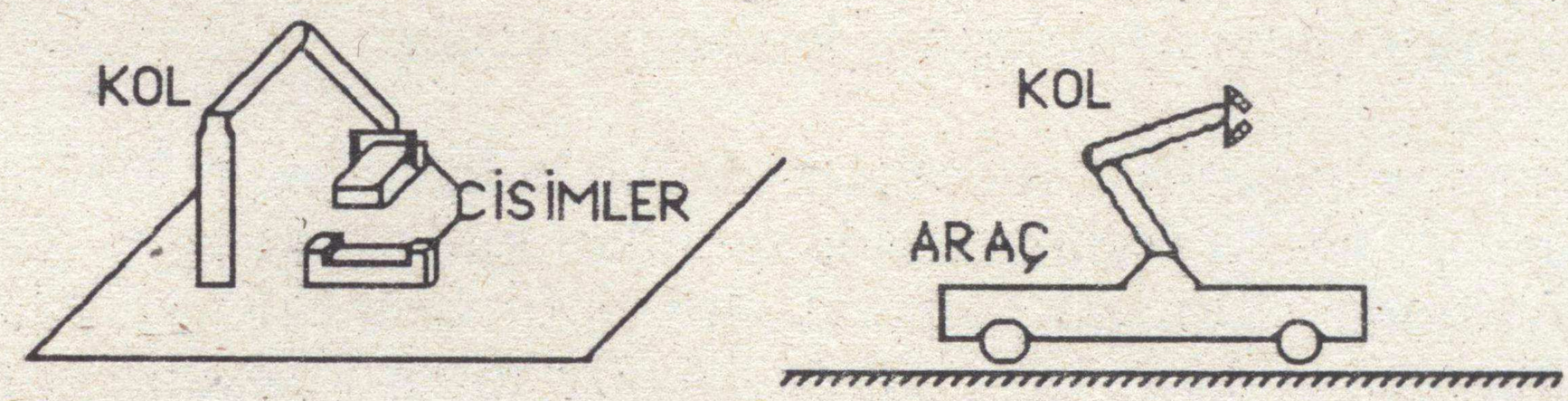
Tipik bir endüstri robotu, parçaları toplamak ve hareket ettirmek üzere, genelde belli bir zemine oturtulmuş sabit bir makinadır.

Bir endüstri robotu iki ana kısımdan oluşmaktadır.

1) Çalışan Kısım: Robotun insanın eli, bileği, kolu gibi çalışan kısmıdır. Bu kısımların hareket edebilmesi için güç kaynağı gereklidir. Güç kaynağı elektrik, pnömatik yada hidrolik sistemle sağlanır.

2) Kontrol Sistemi: Kontrol insan tarafından programlanan bilgisayarlar ile sağlanmaktadır. Bilgisayarlarda, Basic, Fortran, Pascal, Cobol gibi diller yanında özellikle robotlar için Unimation tarafından geliştirilen VAL ve IBM tarafından geliştirilen AML dilleri de kullanılmaktadır (Heath, 1985).

Endüstri robotları sabit ve hareketli olabilmektedir. Sabit robotta gövde sabit, hareketli robotta ise gövde bir araca bağlıdır. Çizim 1' de tek kollu sabit bir robot ile hareketli robot görülmektedir.



a) Tek kollu sabit robot b) Hareketli robot

Çizim 1. Tek kollu sabit robot ve hareketli robot

3. ROBOTLARIN FONKSİYONLARI VE KULLANILDIKLARI YERLER

Robotların sabit veya hareketli oluşlarına göre fonksiyonları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

SABİT ROBOTUN FONKSİYONLARI

1. Aktarma (makinaları yükleme, boşaltma gibi)

2. Dönüştürme (boyama, kaplama, delme, eğme, basma gibi)

3. Montaj (cisimlere tekrar ayrılabilir şekil verme)

4. Çözme (parçalara ayırma)

5. Daimi birleştirme (yapıştırma, kaynak, lehim, perçin gibi)

6. Ölçme (cisme ilişkin kantitatif bilgi toplama).

HAREKETLİ ROBOTUN FONKSİYONLARI

1. Cisimleri taşıma

2. Yayılmış cisimleri toplama

3. Uzaktaki cisimler üzerinde iş yapabilme (tele-işlem)

Günümüzde robotlar zehirli maddelerin olduğu yerlerde, aşırı ısının olduğu haddehane ve fırınlarda, nükleer enerji santrallerinde, muayene, denetim ve materyal aktarma işlemlerinde, nokta ve ark kaynak, spray boya ve montaj işlemlerinde kullanılmaktadır.

Otomotiv endustrisi robotların sürekli kullanıcısıdır. Makina, metal, elektronik, tekstil endüstrileride robotları kullanmakta ve kullanım hızla artmaktadır. Örneğin General Motors firması 1985 yılında 4.000 robot kullanmaktayken, 1990 yılıda 14.000 robot kullanmayı planlamaktadır. (Buffa v.d., 1987)

4. ROBOTLARIN GEÇMİŞİ VE BUGÜNÜ

Robotların gelişimi incelendiğinde, geçmişin robotların gelişmesinde önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Halen mevcut endüstri ro-

botlarının gelişmesine otomatik makinalar yol göstermiştir.

Aşağıda robotların gelişiminde rol oynayan bazı olaylar sırasıyla sayılmıştır (Regh, 1985) :

- 1801 Punch kartla işleyen, yığın üretimi yapabilen tekstil makinasının icad edilmesi.

- 1921 Karel Capek'in eserinde ilk robot kelimesinin kullanılması.

- 1946 Pennsylvania Üniversitesinde Amerikalı bilim adamları tarafından ilk büyük elektronik bilgisayar Eniace'nın kurulması .

- 1954 George Devol tarafından ilk programlanabilir robotun tasarımlanması.

- 1959 Planet şirketinin ilk ticari robotu pazarlaması

- 1962 General Motors firmasının üretim hattına ilk endüstri robotunu (Unimation) kurması.

- 1973 İlk ticari, bilgisayar kontrollü endüstri robotunun Cincinati şirketi için Richard Hohn tarafından geliştirilmesi. T_3 robotu (The Tomorrow Tool)

- 1978 PUMA robotunun geliştirilmesi .

Görüldüğü gibi robotun geçmişi yeni değildir. 1960'lı yıllarda başlamıştır. Ondan önceleride robot benzeri mekanik aletler kullanılmakta idi. Ançak hızlı gelişim 1970'li yıllarda başlamıştır. 70' li yıllardan sonra hızlı gelişimin birinci nedeni ekonomikti. 1970 petrol krizi sonrası, A.B.D.' nde enflasyonun artmasıyla işçi ücretlerindeki artışlar robot çalıştırmanın maliyetini daha önceki yıllara göre azaltmıştır. İkinci neden ise, mikro-işlemcilerin gelişimiyle bilgisayarların kapasitesinin ve hızının artması ve dolayısıyla robotların hareket yeteneklerinin ve hızlarının artmasıdır.

Endüstri robotların önemi 1978 yılında Japonların da bu yeni teknolojiyle yakından ilgilenmesiyle daha da artmıştır. Japonlarin robotları başarıyla uygulayabilmeleri, işçilerini robotların onların işini almayacağı, aksine işçilere daha cazip ve gerekli işler verileceği yönünde ikna edebilmeleri ile mümkün olmuştur. İşgücündeki azaltım ise yeni işe almama yada kısıtlama yoluyla ve erken emekliğin özendirilmesiyle ile gerçekleştirilmiştir (Holland, 1983).

Günümüzde başta Japonya ve A.B.D. olmak üzere birçok ülkede robotların kullanımı hızla yayılmaktadır. Önceleri büyük ve tanınmış şirketler robotları imalata sokmalarına karşın bugün daha çok küçük şirketler teknolojisini araştırmakta ve yığın üretiminde, müşteri siparişine göre üretimde ve partiler halinde üretimde kullanılmaktadırlar. Halen imalatta metal işleri sektöründe robotlar en fazla kullanılmakta ve A.B.D' de bu şirketler toplam robotların %90' nını kullanmaktadırlar. (Maus v.d., 1986).

Yıllara göre çeşitli ülkelerdeki robot kullanımı çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Yıllara Göre Robot Kullanımı

	1980	1985	1990(Tahmin)
Japonya	14.250	31.000	60.000
A.B.D.	4.100	7.700	30.000
B.Almanya	1.420	5.000	12.000
İsveç	940	2.300	5.000
İngiltere	371	2.300	21.000
Diğer	1.700	8.000	62.000
Toplam	22.781	57.000	190.000

Kaynak: Worldwide Robotics Survey and Directory, RIA, Nov . 1986.

5. ROBOTLARIN GELECEĞİ

Gelecekte robotların kullanım alanları genişleyecek, yeni teknolojiler sayesinde robotlar ucuzlayarak ve çok yönlü olarak daha geniş kitlelere ve pazarlara hitap edebilceklerdir. Hareketli ve çok kollu robotlar daha fazla uygulamaya konacak ve özellikle tarım ve maden endrüstrisine girerek fabrika dışında da uygulama alanı bulacaklardır. Otomatik fabrika bugün var olmamasına karşın bazı fabrikaların bazı bölümlerinin gerçekten otomatik olduğu görülmektedir. Örneğin Seiko firması saatlerin otomatik montajı için insan girdisi olmayan bir sistem geliştirmektedir. General Motors'un bir işletmesinde otomobil jantları insan yardımı olmadan imal edilmekte, montaj hattına hammadde olarak giren çelik bitmiş ürün olarak çıkmaktadır (Buffa v.d., 1987). Esnek imalat sistemleri General Electric ve Japon Fanuc ve Yamakazi fabrikalarında uygulanmakta, buralarda işlemlerin hemen hemen tamamı otomatiğe yakındır. Esnek imalatın ilginç bir örneği Japon Fanuc fabrika-

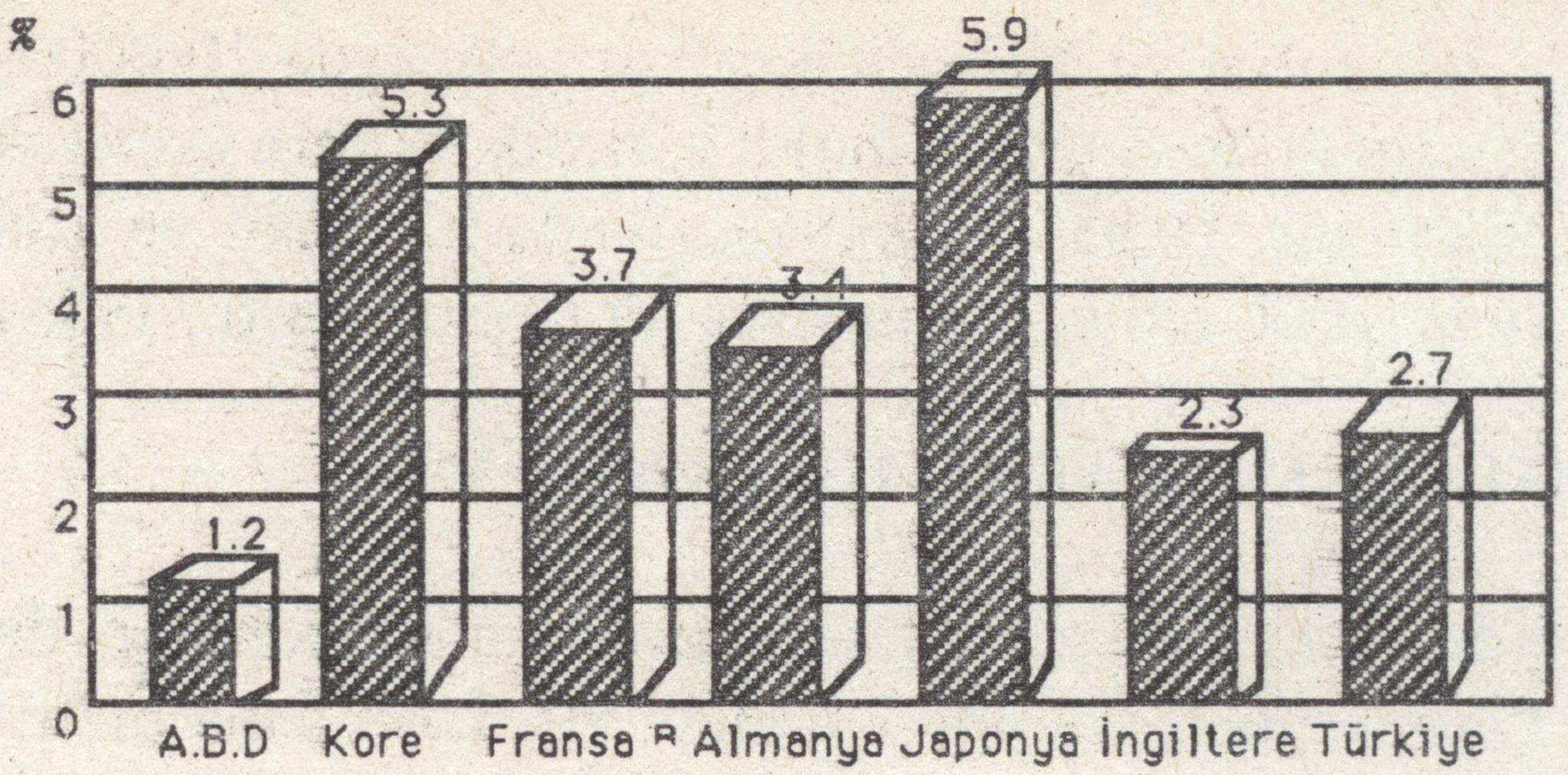
sında (geleceğin fabrikası) görülmektedir. Fabrika 30 milyon dolara mal olmuş ve halen 101 robot ve 60 işgücü çalıştırarak ayda 10.000 motor üretmektedir. Sistem 40'ın üzerinde farklı elektrik motoru üreterek, verimliliği 3'e katlamıştır. Daha önceki fabrikada 32 robot ve 108 kişi çalışmakta ve ayda 6.000 motor yapılmakta idi (Asimov v.d., 1985).

6. ROBOTLARIN EKONOMİK ETKİLERİ

İşletmelerde otomasyona gidilmesi tamamen ekonomik nedenlerden ötürüdü.. Otomasyon teknolojisi demek, malların daha hızlı, daha ucuz ve kalite kaybı olmadan üretilmesi demektir. Bu üç faktör şirketin imalattaki başarısını, dolayısıyla ekonomik başarıyı ve kârı göstermektedir. Otomasyonda bilgisayarların kullanılması, ekonomik başarıyı arttırmaktadır. Bilgisayarlı otomasyonun bir parçası olan robotlar; işgücünü azalttığından maliyeti düşürmekte, kaliteyi, kapasiteyi arttırmakta daha esnek ve küçük hacimde üretim yapabilmekte ve hepsinden önemlisi
asla şikayetçi olmamaktadırlar. Robotların tüm bu olumlu etkileri sonunda verimlilik artışına dönüşmektedir. Verimlilik çalışılan saat başına çıktı olarak belirlenir ve malzeme, işgücü, sermaye ve enerjinin ekonomik kullanımıyla arttırılabilir. Çizim 2.'de çeşitli ülkelerde 1960-1983 arası ortalama verimlilik artışları görülmektedir. Çizimden anlaşıldığı gibi aynı dönemde Japonya, A.B.D.'nin 5 katı verimlilik artışı göstermiştir. Aynı dönemde Japonya da, verimliliğin hızla artmasının nedeni teknolojik yeniliklerin, robotlar, otomasyon, istatistiki kalite kontrolu gibi kavramların A.B.D.'nde geliştirilmiş olmasına rağmen, son yıllarda Japonya da daha iyi uygulandığı ve sermayenin buralara kaydığı yönündedir (Asimov v.d., 1985 Buffa v.d., 1987).

Çizim 2. 1960-1983 arası verimlilikteki ortalama değişme (çalışan kişi başına brüt milli hasıla olarak.)

Yukarıda belirtildiği gibi robotların ekonomik etkileri 4 ana gurupta toplanabilir:



1-Robotların işgücü maliyetleri üzerindeki etkisi

2-Robotlarin üretim kapasitesi üzerindeki etkisi

3-Robotların kalite üzerindeki etkisi

4-Robotların esneklik üzerindeki etkisi

6.1. ROBOTLAR-İŞGÜCÜ MALİYETLERİ İLİŞKİSİ

Robotların kullanımıyla, robotlar kalifiye olmayan işgücünün yerini alacaklardır. Halen A.B.D. ve Japonya 'da onbinlerce işçi robotlarla yer değiştirmiştir ve teknoloji geliştikçe 2.000 yılına doğru bu sayı milyonlara ulaşacaktır. Bunun sonucu olarak direkt insan-işgücünde bir azalma olacak, çıktı artacaktır. Bu, robotların çalışma kapasitesinin fazla olmasından dolayıdır.

Ortalama olarak bir robotun maliyeti 50.000 ile 100.000 dolar arasındadır. Ortalama robot maliyeti 50.000 dolar kabul edildiğinde robotun 1 saatlik çalışma maliyeti 6-8 dolar arasında olmaktadır (Buffa v.d.,1987). A.B.D.'indeki işçi ücretlerine bakıldığında Demir-Çelik sektöründe ortalama saat ücreti 26 dolar, oto imalatında 20 dolardır. Bu durumda robotların ekonomik olduğu aşikardır. Çizelge 2.'de çeşitli sayılarda robot bulunduran bazı endüstri kollarında işgücü maliyetinden sağlanan tasarruflar gösterilmektedir.

ÇIZELGE 2. Robotların İşgücü Maliyetlleri Uzerindeki Potansiyel Etkileri

Endüstri Kolu	(% İşgücü Mal./Çıktı	Robotun insanla yer değiştir mesinin işgücü maliyetinde sağ ladığı tasarruf (%) AZ	ORTA	YÜKSEK
Radyo-TV vs.	16,5	1,5	5,4	11,8
Makina parçaları	24,5	3,4	9,4	17,3
İnşaat ekipmanı	18	2,3	6,5	11,9
Araba gövdesi	9.8	1,1	3,3	6, 5

Kaynak: Rax Maus, Randall Allsup, "Robotics", 1986:195

Çizelge 'de görüldüğü gi az sayıda robot bulunduran fabrikalarda ortalama olarak toplam işgücü maliyetinden % 2 dolayında tasarruf sağlanmakta, orta sayıda robot kullanıldığında ortalama %7, çok sayıda robot kullanıldığında orta ıma %13 tasarruf edilmektedir.

Robotların işgücü maliyetleri üzerindeki etkisi mutfak eşyası imal eden bir örnek işletmede gösterildiğinde; insan işgücü kullanıldığında yılda 90.000 birim üretilmekte ve isçilik maliyeti 20.000 dolar olmaktadır. Üretilen birim başına işgücü maliyeti 0,22 dolardır. Oysa robot kullanıldığında yılda 52 000 birim üretilmekte ve robotun maliyeti 100.000 dolar olmaktadır. Üretilen birim başına robot işgücü maliyeti 0,19 dolardır. (Heath,1985)

Görüldüğü gibi bu örnekte ve endüstri genelinde robotlar, 1 yıllık analiz dikkate alındığında büyük bir tasarruf sağlanmamaktadır. Fakat soruna uzun süreli bakıld ında robot hemen hemen sıfır maliyete gelmektedir. Çizelge 3.'de örnek işletmenin 5 yıllık üretimi ve maliyet analizi görülmektedir. 5 yıllık analizde robotun birim başına maliyeti, insan gücünün kullanılması halii deki birim maliyeti yaklaşık 1/5 'ine gelmektedir.

ÇİZELGE 3. Örnek İşletmenin 5 Yıllık Maliyet Analizi ve Üretimi

	Robot Kullanılması Durumu	İnsan Kullanılması Durumu
İşgücü maliyeti	100.000$	5 yılx20.000=100.000$
Üretim miktarı (adet)	5yılx525.600=2.628.000	5yılx90.000=450.000
Üretilen birim başına işgücü maliyeti	$ 0,038	$ 0,22

Kaynak: Larry Heath, Fundamentals of Robotics, 1985

Ancak işgücü maliyeti yanında diğer faktörlerinde dikkate alınması gerekmektedir. Üretilen parçaya bu kadar çok miktarda gerek var mıdır? Üretilen parça , ürerimi tamamlayan bir ara ürün ise diğer bölümler bu kadar çok üretimi kaldırabilecek kapasitede mi? Eğer ürün tamamlanmış bir ürün ise bu miktarda satılabilecek midir?

Robotlar genelde yüksek miktarda üretimin yada esnek üretimin gerekli olduğu durumlarda seçilmelidir.

6.2 ROBOTLAR- ÜRETİM KAPASİTESİ İLİŞKİSİ

Robotlar ve bilgisayar destekli imalatta üretim kapasitesinin artması endüstri üzerinde büyük bir etki yapabilmektedir. Halen günümüzde makinalar işçilerin onları kullanmadıkları sürede boş beklemektedirler. Bu büyük bir sermaye kaybına yol açmaktadır. Makinalara yatırılan paranın boş kalması gece uyuyan bir işçiye para ödenmesi gibidir. Yapılan araştırmalar makinaların ortalama olarak zamanın %70'inde boş kaldıklarını göstermektedir (Maus v.d., 1986). Bu büyük bir para- ve kaynak kaybına neden olmaktadır. Işte bu boş saatlerde robotlar ve bilgisayar otomasyonu devreye girerek, üretim kapasitesini arttırabilir, ünite maliyeti düşer ve ekonomik yararlar sağlanabilir. Çizelge 4.'de boş saatlerin robotlar tarafından kullanılmasıyla fabrikada çıktıda sağlanan artışlara ilişkin bir araştırmanın sonuçları verilmektedir.

Çizelge 4. Boş Saatlerde Robot Kullanımıyla Çıktıda Sağlanan Potansiyel Artış Yüzdesi

Fabrika Tipi	Çıktıda Toplam Artış (%)
3 vardiya	31
2 vardiya	198
1 vardiya	335

Kaynak: Rax Maus, Randall Allsup, "Robotics", 1986, s: 198.

Ancak tek bir atölyede tek bir robot uygulaması sadece o bölümde verimliliği artırabilir, fakat tüm bölümler dahil edildiğinde verim artışı çok küçük kalabilir. Maksimum potansiyel verimliliği sağlayabilmek ve bunun maliyet üzerindeki etkilerini görebilmek için otomasyon sistemlerinin tüm fabrikada uygulanması gerekmektedir.

Görüldüğü gibi robotların diğer otomasyon teknolojileriyle birlikte kullanımıyla iş kapasitesi büyük bir hızla artabilir, ancak üretim kapasitesinin artışı bu ürünler için pazarın artacağını göstermemektedir. Arz, talebi aştığı zaman ürünün fiyatı düşmekte, böylece beklenen büyük ekonomik kazançlar, otomasyonun kendisi tarafından yok edilmiş olmaktadır.

6.3 ROBOT-ESNEKLİK İLİŞKİSİ

İşietmelerde genellikle üretilen parça çeşidi arttıkça, parçaların üretim hacmi azalmaktadır. Oysa üretime bir kez başlandıktan sonra mümkün olduğunca çok aynı parçadan üretmek daha etkin ve ekonomiktir. Fakat sadece 20.000 fren balatası satabilen bir imalatçının 100.000 fren balatası üretmesi düşünülemeyeceğinden,pazarlanabilen miktarda üretmek ve diğer zamanlarda potansiyel pazara sahip olan başka ürünleri üretmek gerekmektedir. Geleneksel imalat yöntemlerinde bir üründen başka bir ürün üretmeye geçmek zaman kaybından ötürü etkinliği azaltır. Oysa robotların kullanımı ile üretim esnekliği artmakta,çeşitli ürünler istenildiği zaman istenildiği miktarda üretilebilmektedir. Zaman kaybı minumuma inmektedir. Esneklik robotun kısa sürede yeniden programlanabilmesi ile sağlanmaktadır.

6.4 ROBOT-KALİTE İLİŞKİSİ

Genelde endüstrilerin yakındığı ortak nokta, ürünlerin aynı kalitede üretilememesi ve otomasyon imalat tekniklerini kullananlarla dış pazarlarda rekabet edilememesidir. Bilgisayar otomasyonu ve robotlar üretime hız ve kalite getirmekte, kusurlu oranında azalma görülmekte ve daha fazla kalite kontrol gereği ortadan kalkmaktadır.

Ayrıca robotlar kalite kontrolde, muayene işinde kullanılmakta böylece hata yapma riski azalmakta ve verimlilik artmaktadır. Boya ve kaynak işlerinde de robot kullanımının kaliteyi arttırdığı ispatlanmıştır (Maus v.d.,1986). Robotların böyle tekrarlamalı işlerde insan gücüne oranla daha fazla ve sürekli aynı hassasiyeti göstermesi kaliteyi arttırmakta ve artan kalite, güvenilirliliği arttırmaktadır. Kalitenin artması iç ve dış pazarları arttırmakta, ülke ekonomisine katkıda bulunmakta ve uzun dönemde imalat sektöründe büyüme olmaktadır.

7. ROBOTLARIN İSTİHDAM YAPISI UZERİNDEKİ ETKİSİ

Endüstriyel toplumlarda yeni teknolojilerin kullanılmasıyla sosyal yapıda değişiklikler olmaktadır. Değişikliklerin şekli ve derecesi mal ve hizmet üretiminde kullanılan yeni teknolojilerin etkileriyle orantılıdır (Chacko, 1986).

Örneğin A.B.D.'de 1890 yılında nüfusun %80'i tarımda çalışırken 1983'de nüfusun %3'ü çalışmaktadır (Retig,1985). Türkiyede ise 1960'da nüfusun %77,7'si, 1987'de ise %50,9'u tarımda çalışmaktadır. Tarım teknolojisi tarımda çalışanlarır sayısında azaltma yaratmış fakat bunu destekleyen başka işler yaratılmıştır. A.B.D.ve Türkiye'de çalışanların iki ana sektöre göre dağılımı Çizelge 5.' de görülmektedir. Görüldüğü gibi gelişmiş toplumlar, mal üreten toplumlardan hizmet üreten toplumlara doğru değişmektedir.

ÇİZELGE 5: A.B.D.ve TÜRKİYE'DE ÇALIŞANLARIN 2 ANA SEKTÖRE GÖRE DAĞILIMI

	A.B.D		TÜRKİYE			
Sektör	1950	1981	1955	1960	1981	1987
İmalat	%47	%33	%87.7	%85.5	%68.5	%66.2
Hizmet	%53	%67	%12.3	%14.5	%31.5	%33.8
Toplam	100	100	100	100	100	100

Kaynak: Monthly Labor Review, January 1983, 77. İktisadi Rapor, 1990.

Robotların devreye girerek insan işgücünün yerinin alınmasıyla insanlara başka işler yaratılabilecekse sorun olmayacaktır. Bir örnek verilmek istenirse, General Motors firması robot kullanımıyla 1990 yılında;nokta kaynak işinde %3-5 oranında, ark kaynak işinde %15-20,materyal aktarmada %30-35, spray boyada %5, montajda %35-50 ve diğer işlerde %7-10 oranında daha az isci çalıştıracağını tespit etmişttir (James, 1985). Bir yazara göre mikro-elektronik devrim endüstri devriminden farklı olacak, mikro elektronik insanın hem fiziksel hem zihinsel yerini alacak, istihdam ve işgücünü etkileyecektir. Yeni teknoloji ile verimlilik artarken, işsiz insanların sorunu, teknolojik değişimin meyvasını acılaştıracaktır (James, 1985).

8. ROBOT KULLANIMINDA DİKKATE ALINACAK HUSUSLAR

1-Teknolojik Bakımdan Dikkate Alınacak Hususlar:

Fabrikaya alınacak tek bir robotun mucize yaratması beklenemez. Robotun tüm üretim sistemi ile uyum içinde olması gerekmektedir.Özellikle yeni üretim sistemine geçişte tüm fabrikada robot kullanılması halinde olumlu sonuçlar alınmaktadır. Ayrıca robotun hareket alanı, hızı,zekası,gücü, harcadığı enerji türü gibi hususların dikkate alınması, ihtiyaca uygun olması gerekmektedir.

2-Ekonomik Açıdan Dikkate Alınacak Hususlar:

Robotun ve robot kullanmanın maliyetinin sağlayacağı yarardan düşük olması gerekmektedir. Diğer bir anlatımla; işgücü maliyetinden, malzeme kullanımından, üretim artış ndan, hatalı üretimin azalmasından sağlanan tasarrufun, robotun maliyetinden fazla olmaması gerekmektedir ve fark arttığı ölçüde tercih edilecektir.

3-İşletme Politikası Açısından Dikkate Alınacak Hususlar:

Dünyanın erken kalkanlara ait olduğunun unutulmaması gerekir. Diğer ülkelerle dış pazarlarda ve ülke içinde iç pazarlarda rekabet edebilmek için teknolojik yeniliklere zamanında ayak uydurmak gerekmektedir. Bu nedenle diğer işletmelerin robota geçme eğilimleri sezinlendiğinde, geride kalmamak için hemen robot teknolojisine geçme hazırlıkları yapılmalıdır.

INDUSTRIAL ROBOTS AND THEIR ECONOMIC EFFECTS

Automation and advanced technologies are dramaticially chancing the scope of manufacturing. The advanced reprogrammable technologies of robotics, numerically controlled machines, computer aided design and manufacturing systems, and flexible manufacturing systems have ushered in an era of process flexibility unknown in the past,making low-volume manufacturing also low cost.A robot, shortly being defined as a programmable machine designed to handle materials or tools in the performance of a variety of tasks, brings about those benefits such as cost savings through reduced labor, improvemet in quality,increased capacity.and more flexibility of low-volume production equipment.

In this work, at first some of the important concepts of automation and advanced technology that impact operation management decisions are introduced. Then the overall perspective and use of robots are described.Finally, the economic issues of robotics are examined.

KAYNAKÇA

-Asimov, Isaac and Karen A.Frenkel (1985);**"Robots:Machines in Man's Image"**, Harmony Books, New York.

-Buffa, Elwood S., Rakesh K. Sarin (1987); **Modern Production/ Opertions Management**, Eighth Edition, New York: John Wiley and Sons.

-Chacko, George K.(1986); **Robotics/Artificial Intellegence/ Productivity: US-Japan Concomitant Coalitions,** Petrocelli Books Inc.

-Engelberger, Joseph F. (1985); The Ultimate Worker. Edited by Marvin Minsky, **ROBOTICS**, Omni Press Book.

-Evans, James R.Anderson, Dennis J. Sweeney, Thomas A.Wiliams(1987); **Applied Production and Operations Management,** Second Edition, New York: West Publishing Company.

-Health, Larry (1985); **Fundamentals of Robotics: Theory and Applications**, Preston Publishing Company

-Holland, John M. (1983); **Basic Robotic Concepts,** Howard W. Sams and Co. , Inc.

-James, Samuel D.K. (1985); **The Impact of Cybernation Technology on Black Automative Workers in the U.S.** , UMI Research Press, Ann Arbor, Michigan Research for Business Decisions, No.84

- L'Hote, Francois, Jean-Marie Kauffmann, Pierre Andre, and Jean-Pierre Taillard (1983); **Robot Techonology:Robot Components and Systems,Volume 4**, Prentice-Hall, Inc.

-Maus, Rax, Randall Allsup (1986); **Robotics:A Manager's Guide,** Wiley Press.

-Rehg, James A. (1985); **Introduction to Robotics: A Systems Approach,** Prentice-Hall, Inc.

-Serarslan, Nahit M.(1989); Bilgisayar Donanımları ve İşletim Sistemleri. Mess, **Bilgisayar Destekli Yönetim Sistemleri,** 1988 yılı Seminerleri-I, Eğitim Kitapları Dizisi-20, İstanbul.