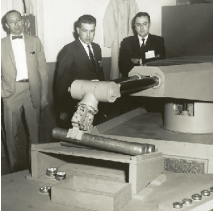
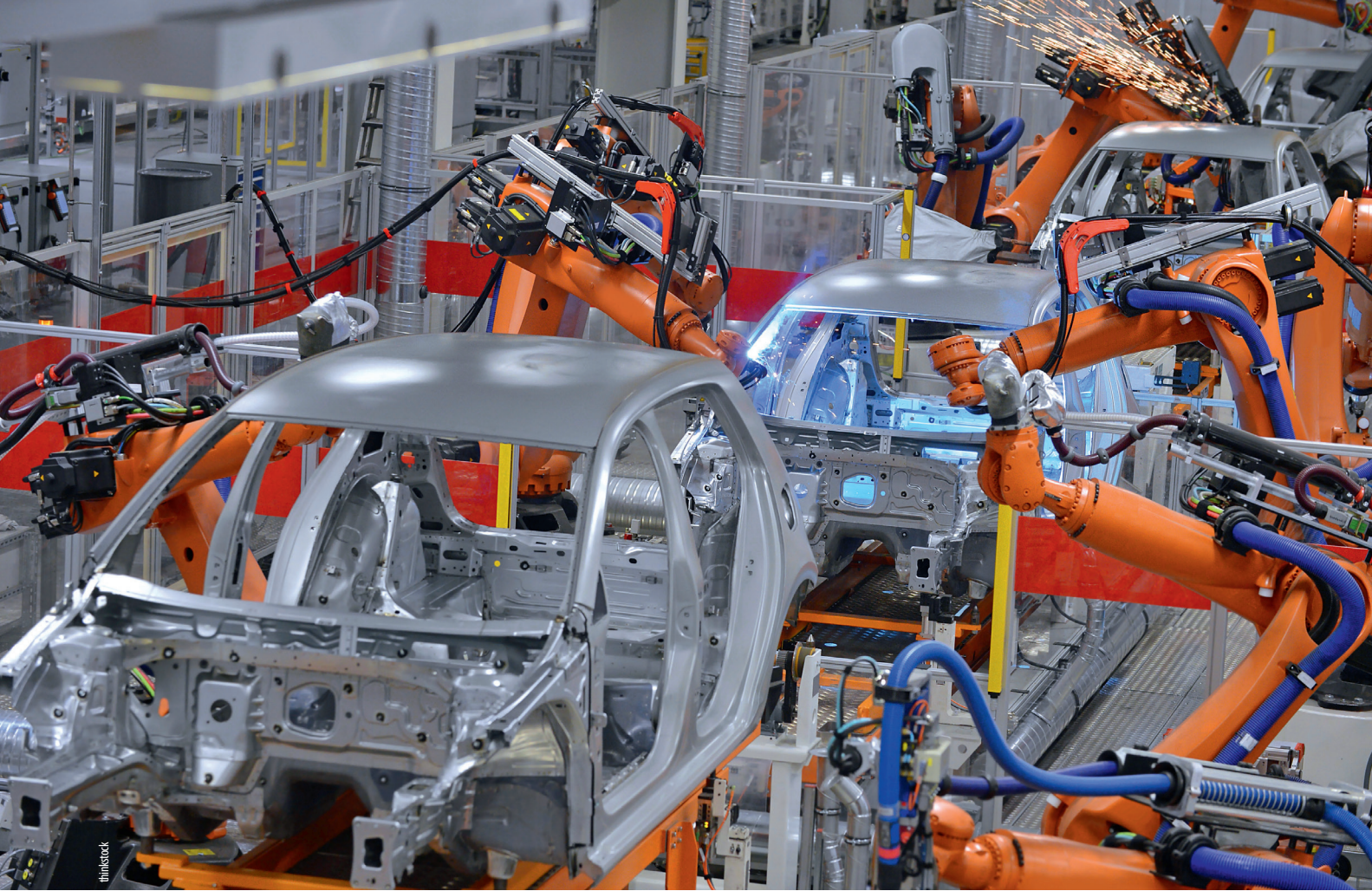


# Endüstriyel Robotların Yükselişi



İlk endüstriyel robot Unimate

Fabrika otomasyon sistemleri günümüz endüstrisinin gözbebeği. Bu sistemlerin önemli bir parçası olan endüstriyel robotların hayatımıza girişiyle üretimde yeni bir çağa da girilmiş oldu. Böylece otomatize edilmiş üretim teknolojisi de fabrikalarda köklü değişiklikleri beraberinde getirdi. Peki endüstriyel robotların günlük hayattaki etkileri neler? Son hız gelişmeye devam eden robotların kullanımıyla üretim teknolojisinin gelecekte ulaşacağı noktayı bugünden tahmin etmek mümkün mü?

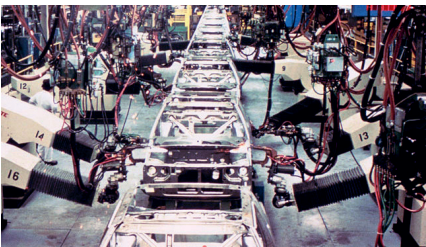




## Genel Perspektif

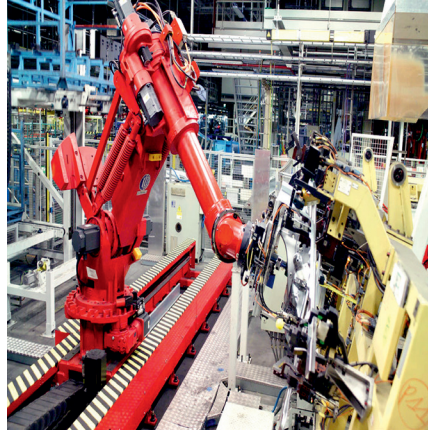
Endüstriyel robotların doğuşuyla, otomatikleşme süreci kendini ilk olarak otomotiv ve elektrik-elektronik endüstrilerinde gösterdi. Endüstriyel robotların geliştirilme sebeplerinin başında kirli, tehlikeli ve zor koşullarla karşı karşıya kalan fabrika çalışanlarının çalışma şartlarını iyileştirmek gelir. Günümüzdeyse bu amacın ilerisine geçilmiş ve artık farklı uygulama çözümleri sunan, üretimde maliyeti azaltan, hızlı, verimliliği ve kaliteyi artıran, çok çeşitli pazar ihtiyaçlarının karşılanmasına olanak sağlayan robotlar fabrikalardaki yerini almıştır.

Günden güne genişleyen bir çeşitliliğe, ürün yelpazesine sahip endüstriyel robotların tanımının sınırlarını çizelim. ISO (International Organization for Standardization) standardı, endüstriyel robotu “otomatik kontrol edilen, yeniden programlanabilir, üç veya daha fazla eksenle programlanabilen, çok amaçlı, endüstriyel otomasyon uygulamalarında kullanılmak üzere uzayda sabitlenmiş veya hareketli olabilen manipülatör” şeklinde tanımlar. Bu çerçevede, onları endüstriyel otomasyon uygulamalarında kullanılan, üretim faaliyetini programlandıkları şekilde yerine getiren robot kollar olarak düşünmek yanlış olmaz. Endüstriyel robotların geçmiş George Devol ve Joe Engelberger’in 1956 yılında kurdukları Unimation şirketine kadar uzanır. Engelberger nükleer elektrik santrali ve jet motoru için kontrol sistemi tasarlayan bir fizikçidir ve mucit Devol ile bir partide şans eseri tanışır. Bu iki bilim insanı, Isaac Asimov’un robotlarla ilgili kısa hikâyelerinden ve romanlarından da ilhamla, Devol’un bir patentini temel alarak ilk endüstriyel robot kolu 1959 yılında üretir.



Unimate General Motors fabrikalarında kaynak yapıyor

Unimation şirketinin ilk ürünü olan 2 ton ağırlığındaki, Unimate adı verilen bu robot hidrolik eyleyicidir. Kontrol sistemi dijital kontrol, manyetik tambur bellek ve ayırık katı-hal kontrol bileşenlerine dayanır. Dünyanın ilk endüstriyel robotunu geliştiren Unimation şirketi robotunu, 1961 yılında General Motors’un kapı ve pencere kolu, vites kolu, lamba armatürü ve başka otomotiv iç donanımı ürettiği fabrikasının üretim hattına sokmuştur. Bu robot üretim hattında kullanılan ilk robottur. Yaklaşık 2 ton ağırlığındaki bu robot kol, fabrikada sıcak metal dökümünün sıralanması ve dizilmesi görevlerini yerine getiriyordu. Bu ilk endüstriyel robotla ilgili en çarpıcı gerçekse, maliyetinin 65.000 ABD doları olmasına rağmen Unimation firmasının bu robotu 18.000 dolara yani yaklaşık dörtte biri fiyatına, zararla satması.



6-eksenli eklemlili robot (Comau)

Unimation’ın başı çekmesiyle birlikte endüstriyel robot üretimi başka şirketlerin de katılımıyla çeşitlendi. Böylece endüstriyel robotların üretim hatlarında kullanımı farklı formlarıyla farklı görevleri yerine getirecek şekilde hızla arttı. 1969 yılına gelindiğinde endüstriyel robotlar bir daha çıkmamak ve her gün biraz daha güçlenmek üzere Unimate robotlarıyla birlikte Japon pazarında boy göstermeye başladı. 1973 yılına gelindiğinde ise tüm dünyadaki fabrikalarda kullanılmakta olan endüstriyel robotların sayısı 3000’i, 2003 yılında 800.000’i buldu. 2011 yıl sonu itibarıyla da 1,1 milyonu geçti.

## Endüstriyel Kazanımlar

Müşteri memnuniyetinin öneminin yüksek olduğu günümüzde üretim kalitesi, hızı ve doğruluğu önem kazanıyor. İmalatçı firmalar yüksek rekabet ortamında hayatta kalabilmek ve dolayısıyla verimliliklerini, ürün kalitesini, üretim hızını artırabilmek için endüstriyel otomasyon sistemlerine, özellikle endüstriyel robotlara yatırım yapıyor. Böylece entegre ve optimize edilmiş süreçlerin gerçekleştirilmesiyle üretimde etkili performans artışı sağlanıyor. Ürün kalitesi, güvenilirliği, kullanım kolaylığı ve üretim hassasiyeti artıyor. Üretim masraflarının azalması, ürün geliştirme süreçlerinin kısılması ve en önemlisi yeni ve yenilikçi ürün ve servislerin hayata geçirilmesi mümkün hale geliyor.



Kompakt noktasal kaynak robotu (FANUC)

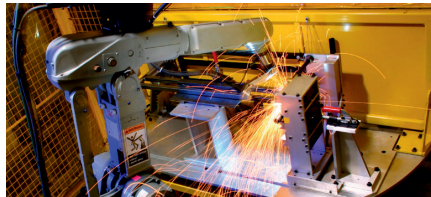
Endüstriyel robot sistemleri en çok otomotiv ve elektrik-elektronik imalat sektöründe kullanılır. Yaklaşık 40 yıldır otomotiv endüstrisinin üretim zincirinin birçok halkasında kaliteyi ve başarıyı sağlayan faktörün robotlar olduğu söylenebilir. Otomotiv endüstrisinde robotların kullanımını tipik bir otomobilin üretim hattının her aşamasını kapsar. Robotlar preshaneden boyahaneye, son montajdan paletlemeye kadar her adımda kullanılır. Otomobilin döşeme sacının kaynaklanması ve civatalanmasında, ağır kaynak tabancasının tutulmasında, dökümde, lazer uygulamada, boyama/kaplama işleminde, parçaları kaldırmada, taşımada ve son olarak da



Robotların üretimde kullanımı

özellikle montaj sırasında birçok kademede görev alırlar. Şasenin taşıyıcıya yerleştirilmesinden itibaren alttan üste ve içten dışa doğru montaj başlar. Robotlar çok ağır olan motorun ve şanzımanın şaseye yerleştirilmesi, süspansiyonun monte edilmesi, gaz tankının, arka ve ön aksın, dişli kutusunun, direksiyon kutusunun, tekerlek kampanasının ve fren sisteminin sırasıyla kurulmasında etkin rol alır.

Robotların elektrik-elektronik endüstrisinde kullanımları yarı-iletken teknolojisinde başta olmak üzere elektronik bileşenlerin çoklu üretiminde önemlidir. Robot kullanımını, temiz odalarda yonga plakası, entegre devre ve çip üretimindeki çizilme, kırılma, kopma gibi hataları en aza indirir. Makine yükleme, boşaltma ve üretilen parçaların transferinde, montajında, paketlemesinde ve sınanmasında görev alarak en az hata oranıyla hızlı üretim sağlar.



Kaynak uygulaması (Cygnet)

Robotların diğer endüstriyel kullanım alanlarından olan havacılıkta, robotlar uçağın üretilmesinde, özellikle hassasiyet gerektiren kompozit ve metal parçaların ve gövdenin boyanmasında kullanılır.

Uzay çalışmalarında da insanlar için risk faktörü yüksek gezegen yüzey keşif ve araştırmalarında insan yerine robotlar görevlendirilir. Medikal robotlar ise rehabilitasyon amaçlı kullanılmalarının yanı sıra hassas operasyonların da başarıyla sonuçlanmasına olanak sağlar. Robotlar yüksek teknoloji alanlarında kullanılmalarına ek olarak demircilik, inşaat, metal ve makine endüstrileri, yiyecek ve içecek, lastik ve plastik gibi başka endüstrilerde de kullanılır. Özellikle insanlar için yapması güç olan ve zaman alan işlerde, mesela montaj, paketleme ve test faaliyetlerinde tercih edilir. Bir robot, bazı durumlarda 100 veya daha fazla sayıda insana ihtiyaç duyulan işleri bile tek başına yapabilir. Ayrıca hiç ara vermeden çalışabilirler. Bu nedenle, endüstriyel robotlar büyük küçük her işletmenin ihtiyaçları doğrultusunda alıp kullanabileceği bir teknoloji olarak ön plana çıkıyor.

Robot kullanımında %36'lık pazar payıyla motorlu araç ve otomotiv parçalarını kapsayan otomotiv endüstrisi başı çekiyor. Bunun yanı sıra bilgisayar, TV, haberleşme araçları, medikal, optik gibi alanları da kapsayan elektrik-elektronik endüstrisiyse %23'lük oranla robot kullanımında ikinci sırada yer alıyor. 1961 yılından günümüze her yıl endüstriyel robotların kullanımı arttı. 2013 yılından 2015 yılının sonuna kadar dünya çapındaki robot satışlarının her yıl %5'lik

bir artışla yıllık 207.500 satış rakamına ve toplam kullanımdaki işlevsel stok sayısının da en az 1.575.500 rakamına ulaşacağı tahmin ediliyor.

Robot endüstrisinin büyüme sürecine katkıda bulunan ülkelerin başında Çin, ABD ve Almanya geliyor. Ancak %39-51 arasında değişen büyüme yüzdelere rağmen henüz Japonya ve onu takip eden Güney Kore'nin dünya çapındaki pazar paylarını yakalayabilmiş değiller. Türkiye de bu yarışta yerini almış durumda. Ülkedeki otomasyon yatırımları robot taleplerini her gün biraz daha artırıyor. Türkiye %156'lık bir artışla yıllık satış rakamını 2011 yılında 864'e çıkardı.



Paletleme robotu (FANUC)

## Ürün Gamı ve Fonksiyonel Özellikler

Endüstriyel robotlar formlarına, uygulama alanlarına ve kullandıkları endüstri kollarına göre çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Eklemliler robotlar endüstride en sık kullanılan robot kol formu olarak karşımıza çıkar. Eklemliler bir robot gövde tabanı, robot el kısmı, eklemler, bağlantı eksenleri ve kontrol biriminden meydana gelir. Bu robotlar döner eklemleri aracılığıyla kendi çalışma alanlarına robot el kısımlarından erişir. Genellikle birbiri ardına dizilmiş eklem yapısıyla, eklemler bir sonraki eklemi destekleyerek hareket eder. Basit iki eklemli yapıda veya on ya da daha fazla sayıda etkileşimli eklemli yapıda olabilirler.

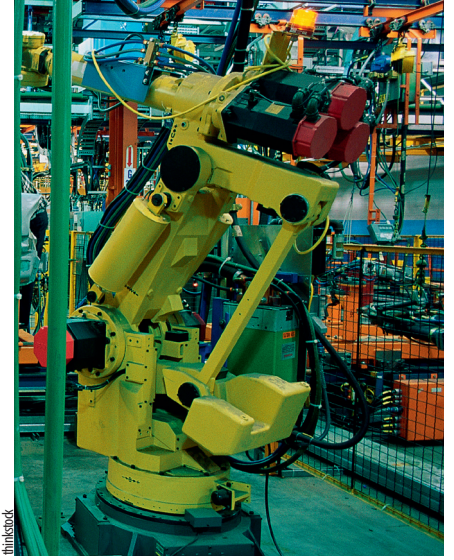


Robotların uygulamada kullanıldıkları alanlar ise ihtiyaçlara göre şekilleniyor. Üretimde boyama, kaplama ve taşlama gibi malzeme işleme faaliyetlerinde, parçaların birbirine kaynaklanması ve montajında aktif olarak robotlar görevlendirilir. Üretimde kullanılacak parçaların transferi ve üretilen parçaların taşınması ve paketlenmesi görevlerini yerine getirmek de yine robotlara düşüyor. Bu görevlerin yanı sıra kontrol ve denetleme amaçlı kullanımları da giderek yaygınlaşıyor. Örnek olarak robotlar kaynaklama faaliyetini özellikle otomotiv ve metal endüstrilerinde nokta kaynağı ve ark kaynağı uygulamalarında yerine getirir. Kaynak robotları, kaynaklama işlemini tamamen otomatikleştiren mekanik programlama araçlarıdır. Kaynaklama ekipmanı robot kol ucuna monte edilir. Robot kol, beyin görevi gören kontrol birimi üzerinden idare edilir. Önceden planlandığı şekilde gelen komutla eksenler hareket eder ve robot el kısmı istenen konum ve hıza ulaşarak verilen görevi yerine getirir.

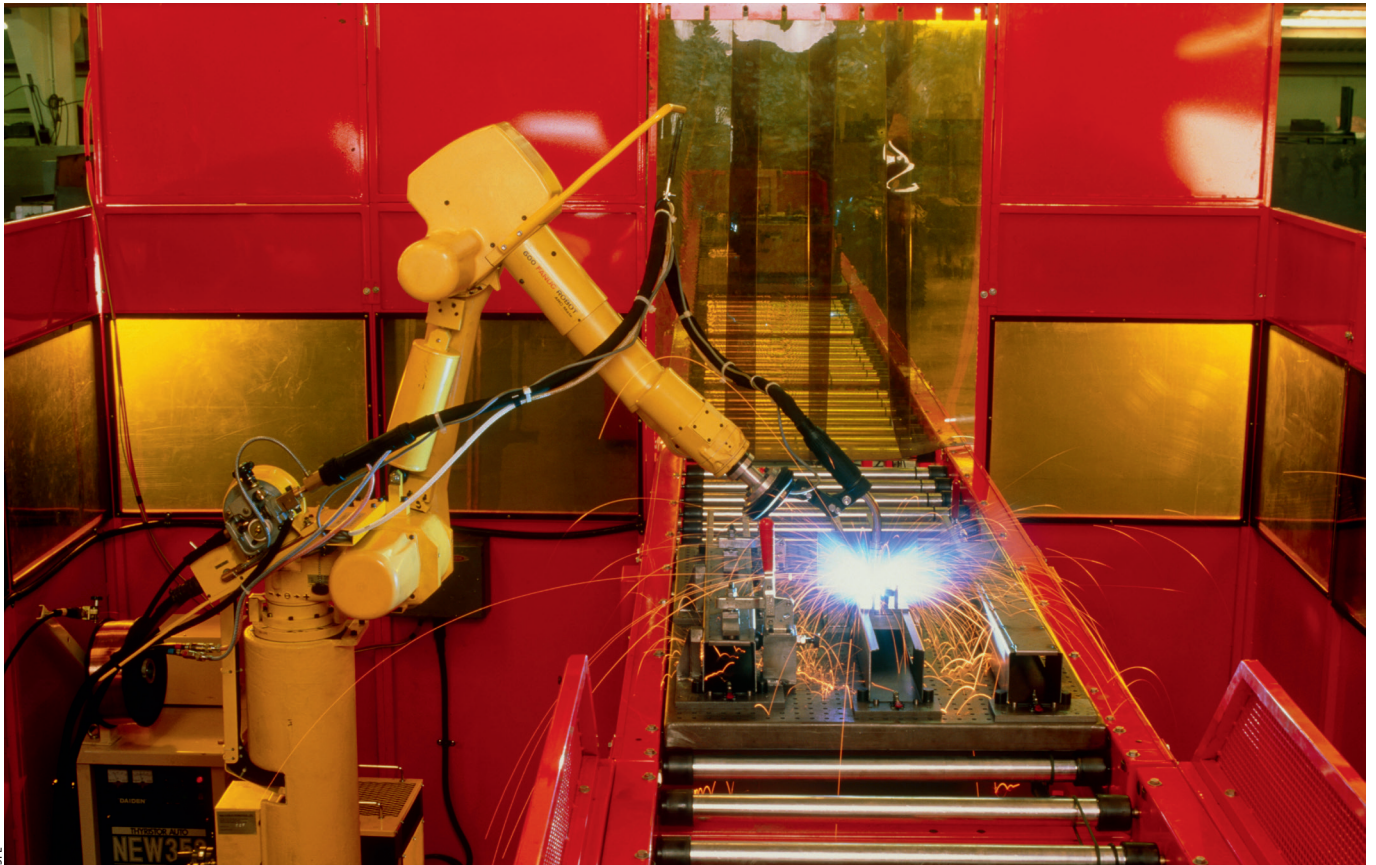
Ayrıca günümüz teknolojisiyle robotların kameralı sistemlerle (makineyle görme) gerçek zamanlı kontrol edilmesi de mümkündür.

Robotların nasıl kullanıldığına baktığımızda, daha çok belirli bir işi tekrar tekrar ve her seferinde aynı sonucu doğuracak yüksek bir doğruluk derecesiyle yapmak üzere görevlendirildiklerini görürüz. Bu işler, bir dizi koordineli hareketin yönünü, ivmesini, hızını, alacağı yolu belirleyen, önceden programlanmış rutinlerden oluşur. Bunun yanı sıra yaptıkları işte daha yüksek esneklik payı olan, yapay zekâ özelliğine sahip akıllı robotlar da var. Robotların sahip olduğu özelliklere her gün bir yenisini daha ekleniyor. Günümüzde robotlar hem birbirleriyle hem de insanlarla etkileşimli olarak çalışabilecek, birlikte bir görevi yerine getirebilecek şekilde geliyor. Böylece yüksek kuvvet gerektiren veya bir insanın tek başına yapamayacağı güçlükteki işlerde insanların robotlarla etkileşimli olarak çalışması üretimdeki sorunların da çözümü olacak,

üretimde robotların çalışma ortamını insanlarınkinden ayırmak da gerekmeyecek. Robot-robot etkileşimli çalışma zor, hareketli veya yüksek manevra gerektiren işlerde birden fazla robotun birbirleriyle etkileşimli çalışmasına olanak sağlayacak bir özellik.

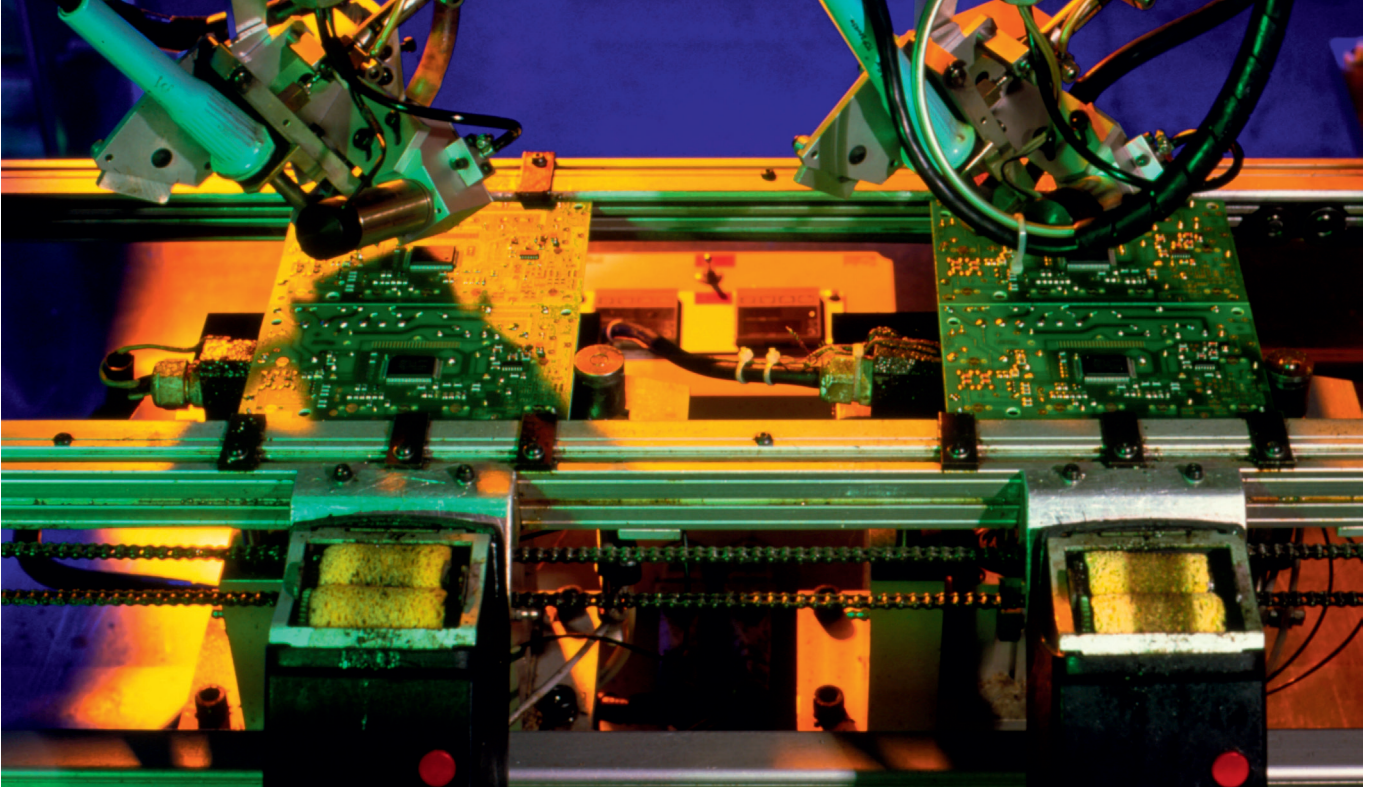


Robotların üretimde kullanımı



Robotların üretimde kullanımı





Robotların üretimde kullanımı

Diğer bir yenilikse robotların sahip olmaya başladıkları “görme” özelliği sayesinde birlikte yürüttükleri işi kusursuz idare etme yeteneği kazanması. Bu özellik sayesinde kamerayla alınan görüntü, robotlarda “göz” işlevi görerek hem görüntü işleme yöntemiyle hatalı ürünü üretim hattından çıkarma, ürünleri ayırıştırma gibi görsel algılama gerektiren hem de el-göz koordinasyonu gerektiren işlerin yüksek hassasiyetle robotlar tarafından yapılabilmesine olanak sağlanıyor.

## Robot Üreticileri

Günümüzde robotik teknolojisinde tartışmasız lider olan ülke Japonya. Robotların geliştirilmesinde de fabrikalarda kullanımında da durum böyle. Bir Japon şirketi olan FANUC, robot üretiminde dünya liderliğini uzun zamandır elinde tutuyor.

Dünyada bir çok farklı ülkeye dağılmış 1000’in üzerinde endüstriyel robot üreticisi var. Bunların yanı sıra 20’den fazla üniversite ve araştırma kurumu da bu robotların geliştirilmesine öncülük ediliyor.

Dünyadaki en büyük endüstriyel robot üreticisi şirketlerin başında FANUC, KUKA ve ABB geliyor. Robot üreticilerinin yanı sıra 1000’e yakın yardımcı endüstri de görüntü sistemleri, yazılım, mühendislik ve danışmanlık, tasarım, parça üretimi gibi uzmanlık alanlarıyla robotların geliştirilmesine katkıda bulunuyor. Endüstriyel robotların geliştirilmesi ve üretilmesine öncülük eden ülkelerin başındaysa Japonya, Almanya, İsviçre, İtalya, Kore ve ABD geliyor.

## Robot Endüstrisinin Geleceği

Son yıllarda endüstriyel robot teknolojisi, özellikle de robot kollar, üretimde birçok ihtiyacı karşılayacak olgunluğa erişmiş durumda. İstenen hız, doğruluk ve kullanım kolaylığı sağlanıyor. Bundan sonraki gelişmelerin başında robotların “görüş” işlevlerinin, dolayısıyla el-göz koordinasyonlarının iyileştirilmesi geliyor. Ayrıca bu alanda yapılan araştırma-geliştirme çalışmaları robot-robot ve robot-insan etkileşiminin olgunlaştırılması yönünde ivme kazanmış durumda.

Üretimde esnekliğin sağlanması, hızla değişen üretim teknolojisi ve hızla gelişen ürün çeşitliliğine endüstrinin ve üretimin uyum sağlaması açısından çok önemli bir yer tutuyor. Üretimde esneklik ancak fabrika otomasyonu ve dolayısıyla endüstriyel robotların kullanımı sayesinde mümkün olabilir. Bu ise endüstriyel robot kullanımının yaygınlaşması ve robotların esnek çalışma ortamına ayak uydurmasıyla sağlanır. Ayrıca robot kalibrasyonunun ve kullanımının kolaylaştırılması ve daha basit endüstriyel ihtiyaçları karşılayacak yönde robotların büyüklüklerinin çeşitlenmesi, küçülmesi ve fiyatlarının azalması da önemli. Daha yüksek beklentilerin başında ise mikro büyüklükte robot kolların üretimde yerini alması geliyor.

- Kaynaklar**
- ISO Standard 8373:1994, “Manipulating Industrial Robots-Vocabulary”, ISO, 1994.
  - International Federation of Robotics, “History of Industrial Robots”, 2012.
  - International Federation of Robotics, “World Robotics 2012”, 2012.