



# BİR KATI MODELİ BOYAYABİLEN BİR MEKANİZMA GELİŞTİRİLMESİ

**Orçunsel DEMİRCAN**  
**Raşit KARAKUŞ**  
**Burak ABACI**

## ÖZET

Bu çalışmadaki amaç, işçi sağlığı ve güvenliği, çevresel atık yönetimi ve sanayide enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik, boyama prosesinde zaman, işçilik ve hammadde tasarrufunu sağlayan bir mekanizma geliştirilmesidir. Boya prosesleri, daldırma tekniği ya da püskürtme tekniği ile uygulanmakta olup, içerdiği uçucular nedeni ile işçi sağlığını tehdit etmektedir. Bununla birlikte, bu prosesler sonucu boya tüketimi uygulama türüne bağlı olarak çok olmaktadır. Robot kolların ya da benzer mekanizmaların boya proseslerinde kullanılmasının çok faydalı bir uygulama olabileceği öngörülmüştür.

## ABSTRACT

The objectives of this Project is to design a mechanism that provides, the occupational health and safety, environmental waste management; to supply the efficiency of industrial energy, time in dye process and conservation of labour and raw material. Dye processes, which is applied immersion or spraying techniques, threats the worker's health, owing to the volatiles that include. In addition to this, dye consumption is very high depending on the applying type. It is predicted that using robot arms and similar mechanisms is very beneficial application in dye processes.

## GİRİŞ

ISO TR 8373 tanımına göre endüstriyel robot, üç veya daha fazla programlanabilir eksenli olan otomatik kontrollü, programlanabilir, çok amaçlı, bir yerde sabit duran veya tekerlekleri olan endüstriyel uygulamalarda kullanılan manipülatördür. Amerikan Robot Enstitüsü ise robot tanımını, "programlanabilir, çok fonksiyonlu, malzemeleri, parçaları, aletleri ve özel aygıtları taşıyabilir ve çeşitli programlanmış fonksiyonları yaparak çeşitli görevleri yerine getirir" şeklinde yapmaktadır. Japonya'da ise robot, hafıza aygıtı takılmış, rutin işleri yaparak insanın yerini alabilen, belirlenmiş hareketleri otomatik olarak yerine getirebilen, ekipmanı tamamen sağlanmış makine olarak tanımlanmaktadır [1].

Robot, bir yere sabitlenmiş bir koldan meydana gelir. Bu koldaki her uzuv birbirine eklemler vasıtasıyla bağlanır. Robot kolunun ucunda robotun bileği vardır. Genelde robot bileği yukarı-aşağı, sağa-sola ve dönme hareketi yapar, dolayısıyla üç serbestlik derecesine sahiptir. Robot kolundaki uzuvlar koordinat sistemine göre değişiklik gösterir. Robot bileğine tutucu takılır. Tutuculara örnek olarak çok parmaklı tutucular, vakum, manyetik aletler, görünüm ve dokunma kabiliyetli olarak insan eline benzer tutucular gösterilebilir. Bu tutucular robota verilen göreve göre değişkenlik gösterir. Başka deyişle robotlar, tutucu vasıtasıyla işe özelleşmiş olurlar. Bunlardan başka tutucu vasfında olmasa da robot koluna



bağlanan çeşitli aletler vardır. Robotun yapacağı işe göre takılan bu aletler genelde sabit olup ayrıca işini yapabilmesi için gerekli malzemeyi dışarıdan ek olarak alırlar. Bunlara örnek olarak su-jetli kesme için alet olarak robotun ucuna takılan meme verilebilir. Gerekli olan basınçlı su bir boru vasıtasıyla ayrı bir motorlu sistemden sağlanır. Ark kaynağı, punta kaynağı v.b. işlemleri yapmak için robotun ucuna takılan aletler de buna örnek olarak gösterilebilir.

Boyamada robot kullanılmasının temel nedeni boyama atölyelerinde çalışma ortamının sağlığa zararlı ve yangına elverişli olmasıdır. Robotun boyama işlerinde kullanımı, Norveç'li mühendis Ole Molaug'un küçük bir firmadaki araba alt boyama işini bir manipülatöre yaptırmaya karar vermesiyle başladı. Gerçekleştirilen uygulamada, operatör arabanın altına bir kere girip robota boyamayı yaptırarak öğretiyor, robot diğer arabalar için aynı işlemleri tekrarlıyordu. 1969'da Norveç'te Tralfa firması, boya tabancası kullanan uzun önkollu robotlar üretmeye başladı. İlk tümüyle robotize sayısal denetimli boyama ünitesi ise General Motors'un ABD'de Doraville'deki tesislerinde kuruldu. Bu tesiste, yapılacak iş, robotlara ayrı bir bölmede öğretilmekte, robotların çalıştığı boyama bölümüne insan girmemekte ve arabaların kapılarını robotlar açıp kapamaktadır.

Aşağıda verilenler robotun insan yerine tercih edilme sebeplerinden bazılarını göstermektedir.

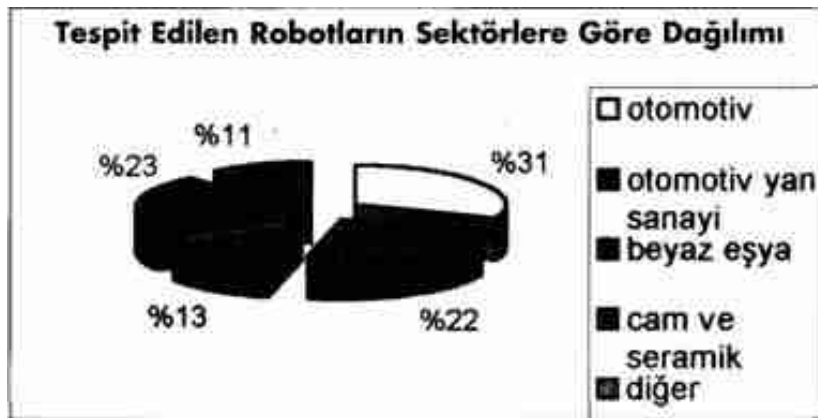
- Emek maliyetlerinin yüksek olduğu ülkelerde robot sayısının artmasındaki en önemli unsurlardan biri üretim maliyetlerinin robot kullanımıyla düşürülmesidir. Sosyal, sağlık ve emeklilik gibi yardımların da göz önüne alınmasıyla ortaya çıkan maliyet robot için harcanan paranın 3-4 katını bulabilmektedir. Ancak, emeğin ucuz olduğu ülkelerde tam tersi bir durum ortaya çıkmaktadır.
- İşçilerin görevde olduğu sürecin % 15-20'lik bir bölümü ortaya çıkan yorgunluğun giderilmesi ve diğer ihtiyaçların karşılanması için geçer. Bu süre robotlarda % 2'yi geçmemektedir.
- Robotlarda yorgunluk ve dikkat kaybı söz konusu olmadığından hatalı imalat sayısı insanın neden olduğu hatalı imalat sayısına göre neredeyse 0'dır. Böylece hatalı imalatın üretim maliyetindeki payı çok düşük kalır.
- Robotun insanlar gibi haftalık 40 saat çalışma süresi kısıtı yoktur. Tüm hafta gece gündüz çalışabilir. Dolayısıyla insanlar bir işte vardiyalar halinde çalışıp sürekli değişim olurken o işte aynı robot devamlı çalışmaktadır. Bu yönüyle de birim üretim maliyeti çok düşmektedir.
- Robotlar bazı işlerde insanlara kıyasla çok daha hızlı çalışırlar. Örneğin bir ark kaynağı robotu dakikada 75 cm. kaynak yapabilirken ortalama bir kaynak ustası dakikada ancak 25 cm. kaynak yapabilir. Hacimlerin ve ekipmanların daha etkin kullanımı ile belirli bir program dâhilinde üretkenlik artmaktadır.
- Robotların pozisyonlama yeteneği insana göre daha yüksektir. Robot ile gerçekleştirilen bir kaynak dikişi genellikle taşlanmaya ihtiyaç duymaz ve robot ile üretilen parçalar insanın ürettiklerinden daha iyi toleranslara sahiptirler. Bazen operasyon hızının yüksek olması kaliteyi artırabilir. Örneğin ince parçaların kaynağının hızlı yapılması ısı yayılımını önleyerek parçalardaki çarpımların azalmasını sağlayacaktır. Ayrıca hızın kontrol edilmesiyle homojen bir kaynak dikişi elde edilecektir.
- Sıcak dövme preslerinde tezgâh yüklenmesi ve boşaltılması robotların ilk uygulama alanlarından biri olmuştur. Yüksek sıcaklıktaki dövme esnasında parça belirli bir konumda tutulmalıdır. Önceleri bu işi, iki kişi uzun maşalar vasıtasıyla yaparken robot uygulanmasıyla tutma işi tutucu yardımıyla robot tarafından yapılmaya başlanmıştır. Böylece daha büyük hızlara ulaşırlarken çalışanlar da sıcak parça ve kıvılcım sıçrama tehlikesinden uzaklaştırılmış olurlar. Daha iyi bir konumlamayla da ürün kalitesi artırılmış olur.



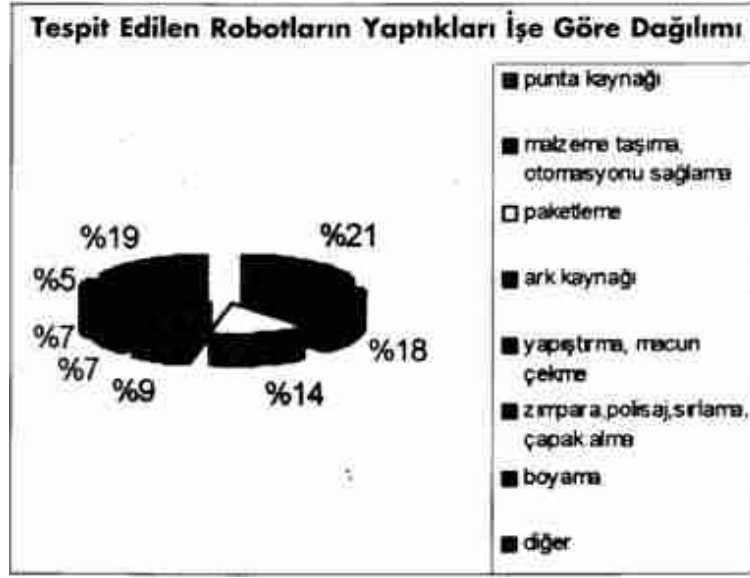
- Bazı boyama işlerinde asit boyalar kullanılır ve bu boyalar da boyama görevlisinin sağlığı açısından çok tehlikelidir. Personelin sızdırmaz giysileri ve başlıklarla çalışmaları gerekir. Takılan başlıklara sürekli hava beslemesi gerekir. Bu koşullar altında çalışmak verimsiz ve yorucudur. Oysa aynı iş ortamında bulunan ve daha önceden programlanmış hareketleri yapan bir robot vasıtasıyla daha hızlı olarak daha yüksek kalitede gerçekleştirilebilir.
- Her idarecinin birbirleriyle sürekli rekabet eden ve her söyleneni yapan çalışanları tercih edeceği aşikârdır. Aslında böyle bir durum her idarecinin hayalidir. Bazıları bir robot sistemi oluşturarak ve diğer ekipmanları da bu sisteme uydurarak bu hayali gerçekleştirmeye başlamışlardır. Yapılacak işlemler çok hassas biçimde programlanabilir ve malzemeler robot iş hücrelerine bilgisayar kontrolü altında ulaştırılabilir.
- Robotlar, önceden programlanmış hareketleri büyük bir doğrulukla gerçekleştirdikleri gibi ne yapıldığını da büyük bir doğrulukla kaydedebilirler. Bu kayıtlar programlama, planlama ve kontrol işlemlerinin iyileştirilmesinde önemli bilgileri teşkil eder.
- Robotlar, yeniden programlama hatalarının düzeltilmesi işleminin basitliği dolayısıyla değişik işlere adaptasyonda önemli güçlük doğurmazlar ve işlemler uzun süreli üretim durmasına neden olmaz. Oysa sabit otomasyonda değişiklik yapmak, uzun süreli üretim aksamalarına neden olmaktadır.
- Çeşitli uygulama durumlarında yeniden programlanabilme yeteneği, tutucunun değiştirilebilme özelliği, sistem ömrünü uzatır. Sabit otomasyon sistemlerinde değişiklik yapmak önemli bir harcamayı gerektirir ki bu harcamaya zaman zaman sistemin yeniden oluşturulma maliyetine yakın olabilir [1].

Robot işgücü ve insan arasında tercih yapılırken maliyetler de mutlak olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Sonuçta robotlarında makineden bir farkı yoktur. Çalışma alanının maksimum kullanımı, robot parkını kurmak için gerekli yatırım, diğer maliyetler işletme açısından hayati önem taşırlar. Yatırımın geri dönüş süresi de göz ardı edilmemesi gereken bir konudur.

Robot kol teknolojisi sanayileşmiş ülkelerde çok ileri safhalarda olmasına karşın, ülkemizde bu teknolojinin önemi henüz kavranamamıştır. Dünya üzerinde şu anda 60000'e yakın robot çalışmakta iken Türkiye'de ki robot kol kullanan sektörler Şekil 1'de belirtilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de robot kolların sektörel dağılımı



Şekil 2. Türkiye’de robot kolların yaptıkları işler

## PROJENİN TEMEL TEORİSİ & PRENSİPLERİ

HPKON 2008 proje yarışması için tasarımı yaptıığımız makine bir boyama robotudur. Robot, boya işinin optimum kalitede olması için boyanması istenilen yüzeyin her noktasına aynı uzaklıktan ve uygun debide (gerektiğinde boya akışını durdurarak) boya püskürtmek üzere tasarlanmıştır. Günümüzde, sanayide benzeri pek çok makine mevcut olmasına karşın, tasarladığımız robot kendine has özellikleri içinde barındırmaktadır. Öncelikle robotumuz gerekli hareketi pnömatik rodless pistonlardan almaktadırlar. Pnömatik sistemler hassasiyet konusunda güven veren sistemler olarak bilinmemelerine rağmen bir boyama sistemi için hassasiyetleri yeterlidir. Robotun en önemli özelliklerinden bir diğeri ise kontrolüdür. Bilindiği üzere günümüzde pek çok sanayi ürünü bilgisayar ortamında, 3 boyutlu tasarım ve imalat ( CAD/CAM) programları kullanılarak tasarlanmakta ve imal edilmektedir. Bu sayede ürün daha en baştan bilgisayar ortamına aktarılmış olur. CAM programlarının özelliğinden faydalanarak bilgisayar ortamındaki ürünün yüzey koordinatları G kodu, bir başka deyişle CNC tezgahlarında kullanılan kodlar olarak elde edilebilir. Elde edilen bu kodlar ara bir bilgisayar kullanılarak elektriksel çıktılar haline getirilebilir ve bu çıktılar aracılığıyla robot kontrol edilebilir. (tıpkı bir CNC torna kaleminin hareketi gibi). CAM programlarından hem 3, hem de 5 ekseninde hareket için uygun kodlar alınabilir. Bu seçim yüzeyin karmaşıklığına göre yapılır.

Robotumuz yapı itibarıyla son derece basittir. Projemiz için tasarladığımız robot üç ekseninde doğrusal hareketler yaparak yüzeyi boyar.

- Sonuç olarak tasarladığımız makine:
- İstenilen mesafeden, mesafeyi muhafaza ederek boyama yapacak
- Çok farklı parçaları çok kolay bir şekilde tanıyabilecek
- Kontrol sadece CNC kodlarını kullanabilecek bir bilgisayar donanımına / yazılımına ihtiyaç duyacak
- Hareket sistemi olarak pnömatik pistonları kullanacak
- Kurulumu ve işleyişi basit
- Ekonomik

bir boyama robotudur.



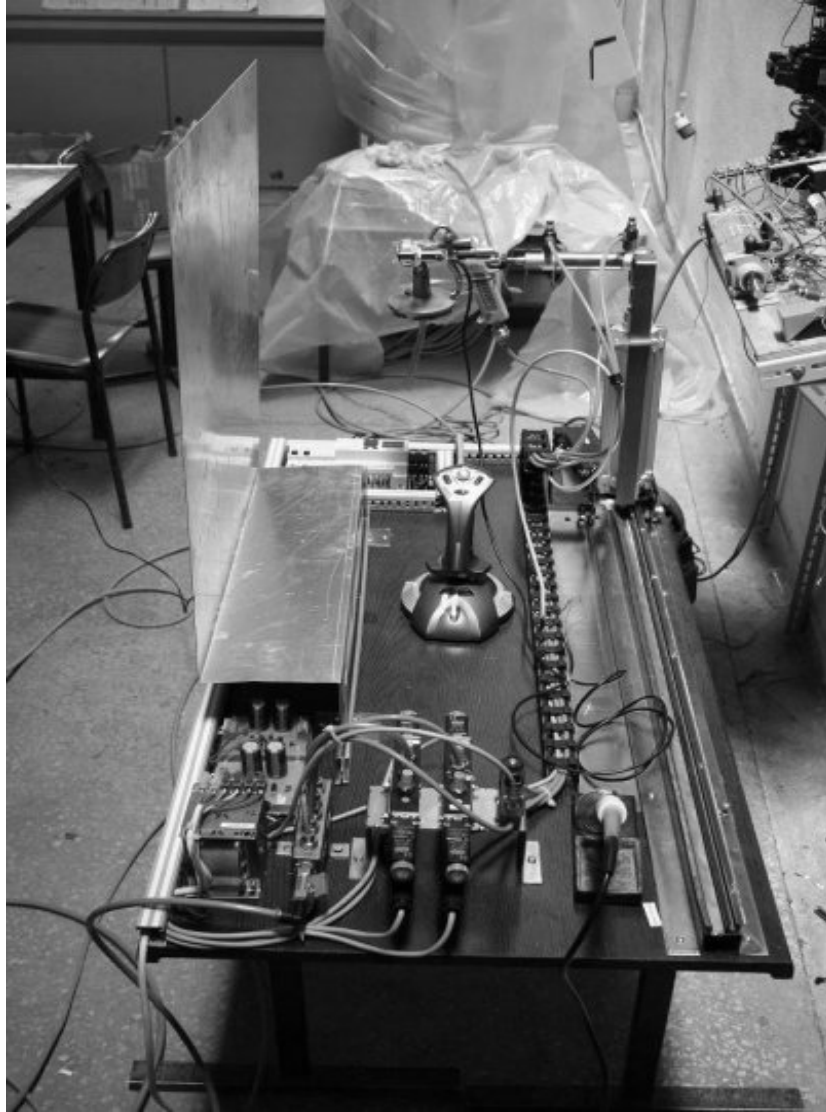
## DENEYSEL DÜZENEK

Tasarlanan robot kolu çalışma prensibi açısından üç farklı kısımdan oluşmuştur. Kontrol sistemi yürüyen aksam ve pnömatik aksamı yönlendirir.

Kontrol sistemi yürüyen arabanın motorundan, boyama parçasına yakınlık sensöründen, valflerden, joystick komutlarından, konum sensörlerinden girdi alır.

## KONTROL SİSTEMİ

Projenin bu bölümü makinanın diğer aksamalarının gerek manuel gerekse otomatik yönlendirilmesini sağlar. Sisteme monte edilmiş plc sayesinde girdiler joystick ile manuel ya da programlanmış ve plc ye yüklenmiş hazır program sayesinde otomatik olarak da girilebilir.



Şekil 3. Deneysel düzenek





## SONUÇ

Tasarlanmış bu sistem, bilgisayarda modellenmiş bir parçanın çıkış kodlarını G kodu olarak plc ye tanıtip boyama parçasını bu kodlara göre boyamayı öngörmektedir fakat bu kodları plc ile uyumlu çalıştırabilen kartlar pahalı olduğundan dolayı bu tasarımı gerçekleştirmek mümkün olmamış, prensip olarak sistemin bir prototipi hazırlanmıştır.

Bu sistem hassasiyet bakımından yeteri derecede hassas ve linner elemanlarla çalışmasa da istenilen elemanlar monte edilerek istenilen hassasiyet düzeyine ulaştırılabilir.

Ayrıca yalnızca boyama elemanları değil başka çalışma elemanları ve pnömatik prensiple çalışan diğer elemanlarda çalışma basınçları uygun olduğu ölçüde monte edilebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] RAMESH, J., RANGACHAR, K., BRIAN, S., "Machine Vision", Mc Graw Hill, 1995.
- [2] UYAR, E., GÖREN, A., AYBERK, A., "A combined vision-Robot Arm System for Material Assortment", MED2002, Lizbon-Portekiz, 2002.
- [3] ERÜNVER, M., Ö., "Gerçek zamanlı görsel nesne tanıma", Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 2001.
- [4] UYAR, E., ERÜNVER;M., Ö., "Assortment of materials due to visual characteristics by a robot arm", 6.th International IFAC Symposium on Robot Control, Syroco 2000, Vienna-Austria, 2000.

## ÖZGEÇMİŞLER

### Orçunsel DEMİRCAN

1983 yılı Ankara ili Yenimahalle ilçesi doğumluyum. İlkokulu Anıttepe İlkokulu, Orta Okulu ve Liseyi Gaziçiftliği Lisesi(süper lise)'de okudum. Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında mezun oldum. Gazi Üniversitesi-D.P.T.'nin GEÇER projesinde çalışmaktayım. Almanca'yı başlangıç seviyesi ve İngilizce'yi ileri seviyede biliyorum.

### Raşit KARAKUŞ

1983 yılı Ordu ili Perşembe ilçesi doğumluyum. İlk, orta ve lise eğitimimi Ankara Çankaya'da tamamladıktan sonra Kütahya Dumlupınar üniversitesi, makine mühendisliği bölümünde 1 yıl öğrenim gördüm. Buradaki eğitimimi bırakıp 2003 ÖSS ile Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde öğrenimime başladım. Bu öğrenimim sırasında Erasmus öğrenci değişim programı dahilinde 2007 yaz döneminde Almanya, Kaiserslautern Teknik Üniversitesi (TU Kaiserslautern)'nde öğrenim gördüm. Halen Gazi Üniversitesi , son sınıf öğrencisi olarak öğrenimime devam etmekteyim.

### Burak ABACI

1985 yılı Ankara'nın etlik ilçesi doğumluyum. İlkokul ortaokul ve liseyi Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nde okudum. Halen Gazi Üniversitesi'nde Makine Mühendisliği lisans programında okumaktayım. İleri derecede İngilizce biliyorum.