

**ARŞİV DÜZENLEYEN ROBOTUN SENSÖR
VERİLERİNİ YORUMLAYACAK VE ANA SUNUCU
İLE İLETİŞİMİNİ DÜZENLEYECEK ARABİRİMİN
GELİŞTİRİLMESİ**

YASİN BEKTAŞ

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
EKİM – 2007**

**ARŞİV DÜZENLEYEN ROBOTUN SENSÖR VERİLERİNİ
YORUMLAYACAK VE ANA SUNUCU İLE İLETİŞİMİNİ
DÜZENLEYECEK ARABİRİMİN GELİŞTİRİLMESİ**

YASİN BEKTAŞ

**Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Ana Bilim Dalı**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. HÜSEYİN CANBOLAT**

**MERSİN
Ekim-2007**

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin CANBOLAT

Jüri Üyesi
Prof.Dr. C.Cengiz ARCASOY

Jüri Üyesi
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin MUTLU

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../.....tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mahir TURHAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Mobil robotlar yardımı ile oluşturulan arşiv düzenleme sistemi, hastanelerin arşiv düzeni ve işleyiş prensipleri temel alınarak tasarlanmıştır. Sistem temelde bir kullanıcı programı vasıtası ile kullanıcıdan alınan hasta numarasından dosyanın arşiv adresini getirmekte ve bu bilgiyi seri port üzerinden dış ortama yollayarak robot düzeneğine iletilmesini sağlamaktadır. Robottaki uç birimler sayesinde dosyadaki bazı bilgiler tekrar kullanıcı programına getirilerek rapor edilebilecektir. Robot hareketlerinin Macromedia Flash isimli animasyon programında simülasyonu hazırlanmıştır. EAGLE baskı devre çizim programı yardımıyla devre çizimleri yapılmıştır. Uygulama yazılımı için Microsoft VB.Net platformu ve Microsoft'un SQL Server isimli veritabanı yönetim sistemi tercih edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Baskı devre, uygulama yazılımı, uç birim, seri port, veritabanı yönetim sistemi, mobil robot.

ABSTRACT

Archive arrangement system, which uses mobile robots, is designed based on the hospital management principles. The system operation is carried out by sending the patient number to the robot system through the serial port of the client PC, which runs a user interface. Robot uses several end-effectors, that makes possible to feedback the information about the patient file to the client. Operation of mobile robot is simulated using Macromedia Flash software, which is capable of making animations. The required circuits to implement the communication are drawn using printed circuit board software called EAGLE. Microsoft VB.NET platform and Microsoft SQL Server are used for the application program and the database management, respectively.

Keywords: Printed circuit, application software, end effectors, serial port, data base management system and mobile robot.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında emeği geen tez danıŐmanım Yrd. Doç. Dr. Huseyin CANBOLAT'a teŐekkürü bir borç bilirim.

Macromedia Flash programının kullanımında değerli desteğini benden esirgemeyen arkadaŐım Hakan YILMAZER'e, elektronik devre tasarımlarında yardımcı olan Hakan IŐIKER'e ve laboratuvarlarını kullanımına sunan Erciyes Üniversitesi Mekatronik Bölümü'ne ve saygı değer bölüm başkanı Doç.Dr. Şahin YILDIRIM' a teŐekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalıŐmalarımda bana her türlü manevi destekte bulunan değerli eŐım Jale BEKTAŞ'a sevgimi sunar ve çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
3. MATERYAL ve METOD	6
3.1. ELEKTRİK MOTORLARI.....	6
3.1.1. DC Motorlar.....	6
3.1.2. Adım Motorlar.....	10
3.1.3. Servo Motorlar.....	17
3.2. SERİ PORT.....	19
3.2.1. Standart Seri Portun Yapısı.....	19
3.3. ROBOT SİSTEMLERİ İÇİN BİLEK VE UÇ ELEMAN TASARIMLARI.....	21
3.3.1. Bilek.....	21
3.3.2. Uç Eleman.....	23
3.4. ROBOT EKLEMLERİNİN KİNEMATİK HESABI.....	25
3.4.1. Düz Kinematikler.....	25
3.1.1.2. Denavit-Hartenberg(DH) dönüşümü.....	26
3.4.2. Ters Kinematikler.....	29
3.5. MOBİL ROBOT SENSÖRLERİ.....	34
3.5.1. Dokunma Sensörleri.....	34
3.5.2. Basınç Sensörleri.....	35
3.5.3. Işık Sensörleri.....	36
3.5.3.1. Fotodirençler.....	37
3.5.3.2. IR(Infra-Red, kızılötesi) sensörler.....	38

3.5.3.3. Fototransistörler	39
3.5.3.4. Yansıma sensörleri	40
3.5.3.5. Uzaklık ve engel tanıma sensörleri	41
3.6. YAZILIM ARAÇLARI	43
3.6.1. Microsoft Visual Studio 2005	43
3.6.2. Microsoft SQL Server	44
3.6.3. Macromedia FLASH	45
3.6.4. Cosirop	45
3.7. SİSTEMİN GENEL YAPISI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ	46
3.7.1. Sistemin Genel Yapısı	46
3.7.2. Robot Düzeneginin Yapısı	47
3.7.2.1. Tasarlanan robotun kinematiklerinin hesabı	47
3.7.2.2. Robotun düzeneginin uç birim tasarımı	50
3.7.3. Kontrol Devresi	52
3.7.4. Kullanıcı Yazılımı	53
3.7.4.1. Veri tabanı yapısı	54
3.7.4.2. Yazılım arayüzü	56
3.7.4.3. Arşiv animasyonu	60
3.7.5. Robot Kontrolü Deneyi	62
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	65
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	66
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>SAYFA</u>
Çizelge 3.1. Adım motorun sinyal tablosu.....	12
Çizelge 3.2. Tam adım sinyal tablosu	13
Çizelge 3.3. Yarım motorun sinyal tablosu.....	13
Çizelge 3.4. Bipolar ve unipolar adım motorlarının kontrol tablosu	15
Çizelge 3.5. Seri portta bulunan pinler ve işlevleri.....	20
Çizelge 3.6. “ArsivKullanici” tablosunun yapısı	54
Çizelge 3.7. “ArsivRafBilgisi” tablosunun yapısı.....	54
Çizelge 3.8. “ArsivSicil” tablosunun yapısı.....	55
Çizelge 3.9. “ArsivKuyruk” tablosunun yapısı.....	55
Çizelge 3.10. “ArsivBirimler” tablosunun yapısı	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>SEKİL</u>	<u>SAYFA</u>
Şekil 2.1. Tasarlanan arşiv robotu sistemi	4
Şekil 3.1. Bobin yerleşiminin şematik gösterimi	6
Şekil 3.2. Bobinden geçen akımla oluşan manyetik alan.....	7
Şekil 3.3. İletken şeklinin manyetik alana ve kuvvet yönüne etkisi	7
Şekil 3.4. Manyetik alanın dairesel hareket dönüşmesi	8
Şekil 3.5. Sargı görüntüsü	8
Şekil 3.6. Sürücü devresi örneği 1	9
Şekil 3.7. Sürücü devresi örneği 2	9
Şekil 3.8. DC Hız ayarlayıcı devre.....	10
Şekil 3.9. Adım Motor temel yapısı	11
Şekil 3.10. Adım Motor temel yapısı 2	11
Şekil 3.11. Adım motor çalışma prensibi ve sinyal tablosu.....	12
Şekil 3.12. Adım motor çalışma prensibi 2.....	12
Şekil 3.13. Bipolar adım motorlarının yapısal şekli.....	14
Şekil 3.14. Unipolar adım motorlarının yapısal şekli	14
Şekil 3.15. Adım motorlar için sürücü devresi	15
Şekil 3.16. Adım motorlar için sürücü devresi 2	16
Şekil 3.17. Servo motor yapısı	17
Şekil 3.18. Servo motor sürücü devresi	18
Şekil 3.19. Servo motor sürücü devresi 2	19
Şekil 3.20. Seri port görüntüsü.....	20
Şekil 3.21. Üç serbestlik derecesine sahip bilek koordinat eksenleri	22
Şekil 3.21. n+1 uzva sahip robot düzeneği	26
Şekil 3.22. Denavit-Hartenberg çerçeve ataması	28
Şekil 3.22. Stanford Arm manipülatör	29
Şekil 3.23. Üç uzuvlu düzlemsel manipülatör	31
Şekil 3.24. Dokunma sensörü ve uzatma çubuğu görüntüsü.	35
Şekil 3.25. Bir basınç sensörünün yapısı	35
Şekil 3.26. Işık kaynaklarının göz ile algılanma grafiği	36

Şekil 3.27. Işık şiddetine bağlı direnç değişimi	38
Şekil 3.28. IR çalışma devresi.....	39
Şekil 3.29. Fototransistörün led ile birlikte kullanım devresi	40
Şekil 3.30. Yansıma sensörü için karşılaştırıcı devresi.....	41
Şekil 3.31. Engel tanıma sensörü temsili görüntüsü	42
Şekil 3.32. Engel tanıma sensörü uygulama şeması	43
Şekil 3.33. Yapılması düşünülen arşiv sisteminin yapısal gösterimi.....	46
Şekil 3.34. İçinde çalışılacak arşiv yapısı	46
Şekil 3.35. En yüksek noktadaki robot pozisyonu	48
Şekil 3.36. Uzun kolun yere paralel olması durumu.....	49
Şekil 3.37. En düşük noktadaki robot pozisyonu.....	50
Şekil 3.38. Genel amaçlı pnömomatik güçle çalışan iki parmaklı tutucu.....	50
Şekil 3.39. Sensör konumlandırılmış uç birim tasarımı.....	51
Şekil 3.40. Elektronik kart çalışma prensibi	52
Şekil 3.41. Kontrol devresinin şematik gösterimi.....	53
Şekil 3.42. Elektronik kart çalışma prensibi	52
Şekil 3.43. Tabloların ilişki şeması	56
Şekil 3.44. Kullanıcı giriş ekranı.....	56
Şekil 3.45. Dosya oluşturma ekranı	57
Şekil 3.46. Arşivde dosya oluşturma işlemi akışı	58
Şekil 3.47. Arşivden dosya çağırma işlemi akış şeması.....	59
Şekil 3.48. Raf Bilgileri ekranı	59
Şekil 3.49. Kullanıcı ayarları ekranı	60
Şekil 3.50. Üstten arşiv görünümü	61
Şekil 3.51. Bir rafın karşıdan görüntüsü	61
Şekil 3.52. Mitsubishi RV-2AJ robotu.....	62
Şekil 3.53. Deney için kullanılan raf düzeneği	63
Şekil 3.54. “Jog Operation” aracı.....	64

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

SGN	: Signal Ground	(V)
θ_i	: Eklemler arasındaki açı değeri	(Derece)
Φ	: Uç birimin X eksenine olan izdüşümü	(Derece)
d_i	: Kayar eklemlerde kayma miktarı	(m)
T_x	: Transfer matrisi	
H	: Homojen dönüşüm matrisi	
pw_x	: Son eklemin X eksenine olan izdüşümü	(m)
pw_y	: Son eklemin Y eksenine olan izdüşümü	(m)
LED	: Light Emission diode (Işık yayan diyot)	
IR	: Infrared Receiver(Kızılötesi alıcı)	
LDR	: Light Dependent Resistor (Işığa duyarlı direnç)	
GPS	: Global Positioning System (Küresel Yer Belirleme Sistemi)	
UV	: Ultra Viole(Mor Ötesi)	
R_x	: Direnç	(Ω)
ADO	: Active Data Object (Aktif Veri Nesnesi)	
XML	: Extensible Markup Language(Genişletilebilen İşaret Dili)	
SQL	: Structured Query Language(Yapısal Sorgulama Dili)	
OLTP	: Online Transaction Processing(Anlık Dönüşüm İşlemi)	
OLAP	: Online Analytical Processing(Anlık Analiz İşlemi)	
RDBMS	: Relational Database Management System(İlişkisel Veritabanı Yönetim Sistemi)	
MDX	: Multi-Dimensional eXtensions(Çok Boyutlu Açılımlar)	

1. GİRİŞ

Öncelikle büyük araştırma hastaneleri başta olmak üzere hasta dosyası takip eden tüm sağlık kuruluşunda dosyaların arşivden çağırılması, dosyaların getirilmesi ve tekrar eski yerine yerleştirilmesi kalabalık ve yoğun zamanlarda sıkıntı yaratmaktadır. Bu sıkıntı daha çok dosyanın doktor önüne geç gelmesi hatta hiç gelmemesi türünden olabileceği gibi dosya kayıpları şeklinde de olabilmektedir. Dosyaların arşivde yanlış yerlere yerleşmesi de dosyaya ulaşılmasında çok büyük problemler yaratmaktadır.

Önerilen sistemde arşivin düzenlenmesi mobil robotlar tarafından sağlanmaktadır. Dosyaların, tedavisi yapılacak hastaya ait dosya talebi mevcut kullanılan hastane otomasyon yazılımından sisteme alınacak ve sistemimiz tarafından bu hastaya ait numaradan dosyanın raflardaki adresi saptanacaktır. Robotun ilgili adresten alacağı dosya ilgili kişiye ulaştırılacaktır. Bu noktada robotun dosyayı kavrayabileceği uç birimlerin tasarlanması gerekmektedir. Ve dosyanın yıpranma durumunun raporlanabilmesi için gerekli sensörlerin de robota eklenmesi projenin en zor kısımlarını oluşturmaktadır. Servislerden gelen dosyalar ise yine robotun uç biriminde bulunan barkot okuyucu tarafından adresleri çözülerek yerlerine geri konacaktır. Oluşturulan sistemin yazılım tarafı bize dosyalar ile ilgili her türlü istatistikî raporları verebildiği gibi aynı zamanda kullanıcı ile ilgili güvenlik ayarlamalarına da sahip olacaktır. Robot ile bilgisayar sisteminin haberleşmesinde RS232 denen iletişim standardı temel alınıp tasarlanan dönüştürücüler sayesinde her türlü bilgisayar dış birimi üzerinden iletişim sağlanacaktır. Robotun çalışma uzayı yani arşivin bulunduğu mekandaki raf sayısı, koridor sayısı gibi bilgiler yazılım sayesinde esneklik kazanacaktır.

Bu proje sayesinde arşivlerdeki hasta dosyalarına daha hızlı ve düzenli bir erişim sağlanarak hastaların muayene, teşhis ve tedavi süreçleri kısalmaktadır. Dosya arşivlemesinin mobil robotlar aracılığı ile yapılması işlemler esnasındaki hata payını asgari düzeye indirecektir. Bunların sonucunda da hastaların daha kaliteli bir hizmet alması amaçlanmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sanayinin her alanında baş döndürücü bir hızla kullanılmaya başlanan robotlar, insanların yapabileceklerinin çok daha iyisini, kalitelisini ve hızlısını yapabilmektedirler. Üretimin bütün aşamalarında sanayi robotları kullanılmakta ve bu sayede büyük zaman ve para tasarrufu sağlanmaktadır[1].

Her geçen gün robotlar, kullanılan hareket algoritmalarının, servo ve adım motorlarının, sürücü ve diğer donanımların geliştirilmesiyle daha hızlı, daha kabiliyetli ve daha akıllı olmaktadır. Sanayi robotlarının mekanik tasarımlarının ilerlemesine ek olarak hareket algoritmalarının geliştirilmesi de çok önemlidir. Ayrıca algoritmadan gelen bilgilere göre robotun uzuvlarını hareket ettirecek elektronik donanımın kurulması ve çalıştırılması da gereklidir [1].

Bir makineye robot diyebilmek için, en önemli koşullardan biri algılamadır. Bir robot az veya çok dış dünyadan bir algılama yapabilmelidir. Bu algılamalar sensörlar sayesinde olur. Isı, ışık, şekil, dokunma şeklinde olabilir. Daha sonra bu bilgileri otonom olarak yorumlamalı, algıya ne gibi tepkide bulunacağına karar vermelidir. Son olarak da robot verdiği kararı uygulamaya koyabilmelidir. Özetlenirse robot 3 ana kısımdan oluşmaktadır. Buna göre bir robotta; çevre hakkında gerçek zamanlı bilgi edinmek için kullanılan sensörler, karar vermeyi sağlayan mikroişlemci, verilen kararların uygulanmasını sağlayan eyleyiciler ve hareket sistemleri bulunur[2]. Günümüzde robot sistemleri değişik uygulama alanları bulmuştur, robot sistemlerini şu şekilde sınıflandırılacak olursa;

1. Servis robotları hastanelerde doktorları asiste eden, elektrik direklerinin kablolarını bağlayan ve genel temizlik işlerine bakan aygıtlar gibi genel hizmet cihazlarını kapsamaktadır [3,4].

2. Askeri robotlar, televizyonlarda savaş haberlerinde, filmlerde çok sık izlediğimiz düşmanı yok etmeye veya kesif görevi görmeye yarayan uzaktan kumandalı aygıtlardır. Mayın arama cihazlarından, insansız casus uçaklarına kadar pek çok alet bu sınıfa girmektedir [5].

3. Günümüzde robotların büyük bir çoğunluğu endüstride kullanılmaktadır. Sanayi tipi robotlar boyama, sızdırmazlık, kaynak, montaj, makinelere parça yükleme, boşaltma işlerinde ve kimya, beyaz eşya, otomotiv endüstrilerinde kullanılmaktadır. Bunlar tamamen insan kolunun biyolojik özelliklerini taklit ederek çalışan sistemlerdir. En büyük özellikleri ise mekanik ve elektronik olarak insan eklemlerinin hareketlerini modelleyerek taklit etmeleridir. Robotlar, insanın hareket sahasını üç-dört kat genişletebilmektedir. En yeni teknolojik donanım ve yazılımlarla yüklü olan bu robotlar, yaklaşık beş yüz kiloluk yükleri yüz mikron hassasiyetinde bir hata payı ile kaldırıp istenen noktaya yerleştirebilmektedir. Robotlar hassaslık ya da güç gerektiren işleri, büyük bir hızla hatasız olarak yerine getirebilmektedir. Bu yüzden robot teknolojilerini geliştirmede büyük şirketler (Sony, Honda ...), üniversiteler ve teknoloji kurumlarıyla baş başa gitmektedirler [4].

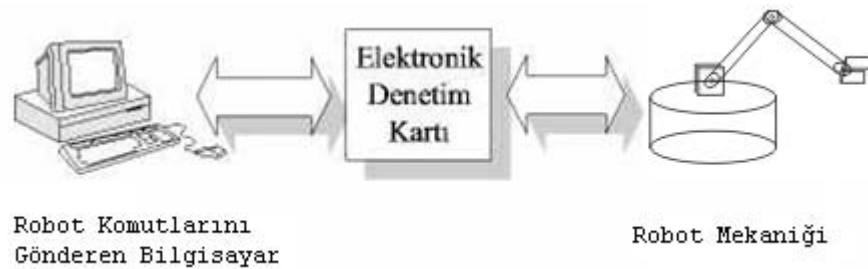
4. Robotlar, endüstriden başka okyanusların derinlikleri, volkan kraterleri gibi insanların çalışamayacağı yerlerde de sıklıkla kullanılmaktadır. İnsanların gidemeyeceği yerlere onlarca mini robot gönderilerek araştırmalar yapılmaktadır. NASA da robotları uzay araştırmalarında sıklıkla kullanmaktadır. Mars'a gönderilen Pathfinder, Spirit, Opponent bunların sadece birkaçıdır. NASA'nın hedefiyse diğer gezegenlerde bizim yerimize hayat arayacak robotlar yapmak. Belki, yaşam ışık hızıyla gitsek bile bizden yüzlerce belki de binlerce yıl uzakta hiçbir insan ömrü buna yetmeyeceği için şimdilik en iyi fikir robotlardır. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT) geliştirilen 'kismet' adlı robot, yüz ifadeleri olarak adeta bir insandır. İnsanların yüzlerini tanımlayıp, korku, merak mutluluk gibi ifadeleri taklit edebilmektedir [6].

Görüldüğü üzere robot sistemlerinin günümüzde girmedığı alan hemen hemen yok gibidir.

Robot tasarımı mekanik, elektronik, bilgisayar donanımı ve yazılımını içeren birden çok konuda uzmanlık gerektirir. Bu sistemler; elektronik denetleyici, iletişim

sistemi, ortam algılayıcıları, hareket denetimi için ek devreler, yön bulucu ve bilgisayar programı ile operatör giriş/çıkış yazılımı ve donanımını içermektedir. Bu çalışmada bir arşiv robotu için elektronik denetim sistemi donanımının tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Tasarlanan gezgin robotun mekanik sistemi, diferansiyel sisteme sahip dört tekerlek üzerinde bulunan gezgin tabandan meydana gelmektedir. Mekanik sistem, elektronik denetim sistemiyle denetlenmektedir [7].

Elektronik denetim sisteminin donanımı, sırasıyla algılayıcıların bağlanabilmesi için sayısal ve örneksel giriş ve mekanik sistemdeki motorları denetlemek için servo motor sürücü çıkış arabirimlerine sahip bir mikro denetleyici temelli sistemden meydana gelmektedir. Bilgisayardaki RS-232 portu, robot ile bilgisayar arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Gezgin robot sisteminin yazılımı, kişisel bilgisayar üzerinde çalışmakta olup robot programlama dili (RPL) olarak adlandırılır. Robot programlama dili kullanıcının kendi becerisine göre farklı dillerde yazılabilmektedir. Ayrıca gezgin robot üzerindeki elektronik denetim donanımını oluşturan mikro denetleyici temelli sistem içindeki yazılım, bilgisayardan gelen komutları alan gezgin robotun fiziksel hareketini sağlayan makine dili yazılımıdır[8,9]. Şekil 2.1.' de gerçekleştirilen bu sistemin blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 2.1. Tasarlanan arşiv robotu sistemi

Hastane arşivleme sistemleri olarak günümüzde birkaç yöntem kullanılmaktadır. Bunların başında klasik dosyalama sistemleri gelmektedir. Bu yöntem tamamen insan yeteneklerine ve dikkatine bağlı olduğundan hataya oldukça meyilli bir yöntem olmaktadır. Bunun dışında çok kullanılan yöntemlerden bir tanesi

de görüntü arşivleme yöntemidir. Bahsedilen yöntemde kâğıt belgelerin taranarak (fotokopi çekmeye benzer bir işlem) görüntülerinin elektronik ortama aktarılması ve belirli arama/sınıflandırma bilgileri ile indekslenmesidir. Kullanıcılar bu arama/sınıflandırma bilgileri ile ilgili belgeye bilgisayarlarından ulaşabilmektedirler. Bahsedilen bu yöntemde tüm taranan evrakların elektronik ortamda saklama maliyeti ve ilk günden beri arşivlenen tüm dosyaların taranması ve sisteme dahil edilmesi gerekmektedir. Bunun yanında dosyalara tüm bilgisayarlardan ulaşılması ile çok büyük bir avantaj sağlanmaktadır. Günümüzde arşivleme için kullanılan mevcut sistemlerin sonuncusu olarak doküman arşivlemeden bahsedebiliriz. Doküman arşivleme ise, kâğıt belgelerin yanı sıra elektronik belgelerin de (Word, Excel, mail, vb.) indekslenerek saklanmasını içermektedir. Doküman yönetim sistemlerinin doküman arşiv sistemlerinden temel farkı, dokümanların dinamik (değişken) olmasıdır. Bahsedilen iki yöntemde de kullanıcıların iyi eğitilmeleri ve işlem güvenliğinin üst seviyeye getirilmesi zorunlu olmaktadır [10,11].

Gerek araştırma hastanelerinde gerekse birçok kamu kuruluşunda dosyaların fiziksel olarak arşivlemesinin bir yasal zorunluluk olması üstte bahsedilen yöntemlerin hepsini yetersiz kılmaktadır. Bu noktada arşivdeki dosyaların buldukları yerden getirilip tekrar yerine konması istenmektedir. Bu sebeple oluşan ihtiyaç için tasarladığımız “Arşiv Robot”u çözüm olabilmektedir. Projenin avantajı insan dikkatsizliğini ortadan kaldırarak dosya yıpranmasını ve kaybolmasını en alt düzeye indirmektir. Bununla beraber robot sistemlerinin kurulum ve işletim maliyetleri böyle bir çözümün pratikte kullanılmasını zorlaştırmaktadır[12].

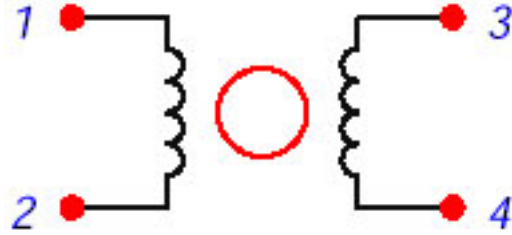
3. MATERYAL ve METOT

3.1. ELEKTRİK MOTORLARI

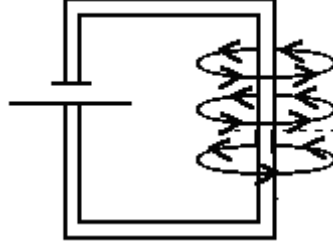
Elektrik motoru kavramı manyetik alan kuvvetinin elektrik akımıyla oluşturulmasıyla ortaya atılmıştır. Bir demir nüve üzerine sarılan çok spirli bobin telin üzerinden akım geçirildiğinde demir nüve kutup başları olan N ve S kutuplarını oluşturarak çevresindeki zıt kutupları veya metal cisimleri çekmektedir. Bu teoriden yola çıkan bilim adamları çekme itme kuvvetini ardı ardına koyarak ve bu hareketi dairesel harekete çevirerek ilk elektrik motorunu yapmışlardır. Bu motorlar kendi aralarında ana hatlarıyla üç guruba ayrılırlar[13].

3.1.1. DC Motorlar

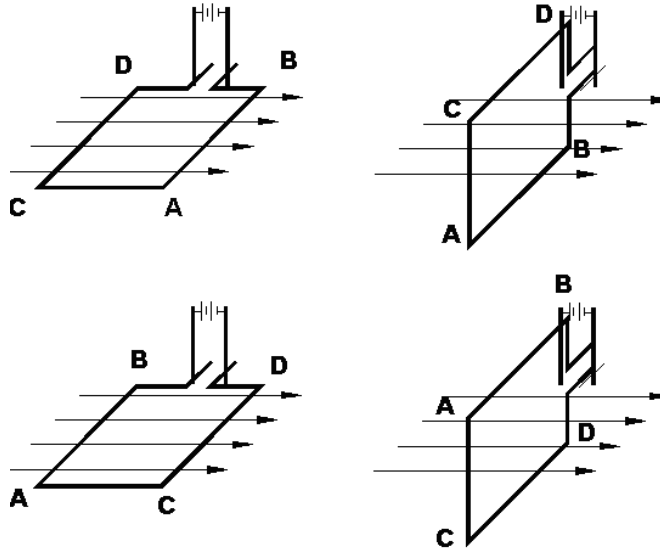
Mantık olarak bobin üzerinden geçen akımın sonucunda meydana gelen manyetik kaçaklar sayesinde oluşturduğu kutuplaşmayı ileri ve geri yönlü olarak kullanarak yani zıt kutupların çekmesi ve de aynı kutupların birbirini itmesi prensibinin dairesel harekete dönüştürülmesini temel alan en basit yapıdır. Döner motorların tamamı bu mantık üzerine kurulmuştur[13].



Şekil 3.1. Bobin yerleşiminin şematik gösterimi

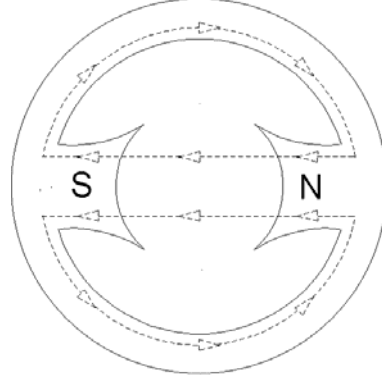


Şekil 3.2. Bobinden geçen akımla oluşan manyetik alan

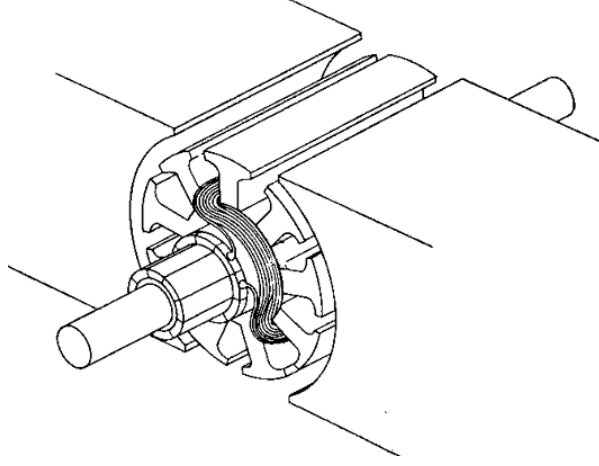


Şekil 3.3. İletken şeklinin manyetik alana ve kuvvet yönüne etkisi

Şekil 3.3.'de akımın yönünün, iletkenin şeklinin, manyetik alanı ve de kuvvet yönünü nasıl etkilediği görülmektedir. Şekil 3.4.'de ise bu hareketin dairesel harekete dönüştürülmesini görebilmekteyiz.



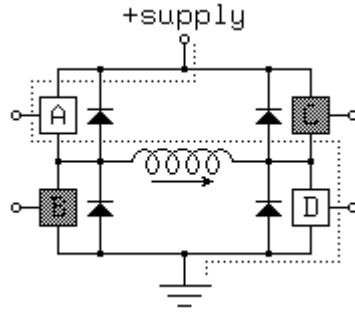
Şekil 3.4. Manyetik alanın dairesel hareket dönüşmesi



Şekil 3.5. Sargı görüntüsü

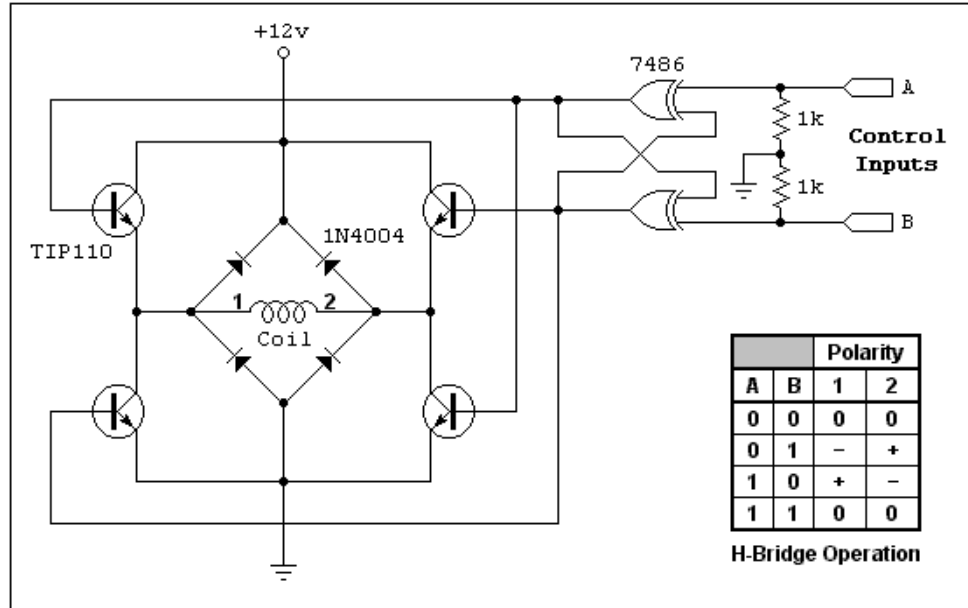
Mıknatıs mantığında oluşan N ve S kutuplaşması kullanılarak N kutbu tarafına S kutbu gelecek ve de S kutbu tarafına da N kutbu gelecek şekilde akımın yönü değiştirilerek hareket ivmesi kazandırılmaktadır.

DC motorlarda yapısal olarak akım geldiği sürece motor akımın yönüne bağlı olarak döner fakat akımın şiddeti ve şekli motoru doğrudan etkilemektedir. Aşağıda ilk olarak, Wien köprüsüyle akımın yönünü değiştirmeyi ve de akımın zamansal bölünmesini ayarlayarak hızını etkileyebiliriz.



Şekil 3.6. Sürücü devresi örneği 1

Şekil 3.6.'daki devrede görülen ABCD uçları aynı tipteki transistor yani anahtarları temsil etmektedir. Anahtarların çapraz açılışına göre motor ileri ya da geri tetiklenerek dönüş yönünü değiştirmektedir. Diyotlar ise ters akımlardan transistorları kısaca besleme devrelerini korumak için konmuştur.

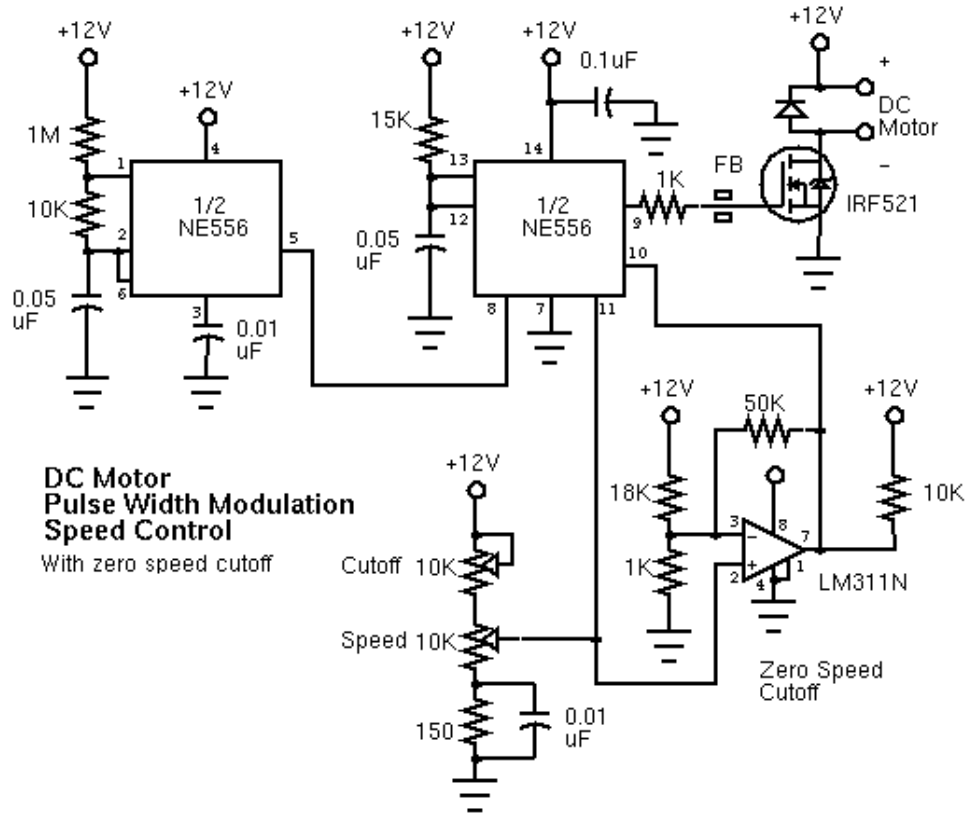


Şekil 3.7. Sürücü devresi örneği 2

Şekil 3.8.'de DC hız ayarlayıcı devresi pulse mode yani darbe modlu çalışan bir hız devresi görülmektedir. Devrede ana gerilim transistoru tetiklenerek DC motora gerilim verilerek motor hareketlendirilip transistor kesime götürülerek DC motor beslemesi kesilmektedir. Bu sayede motor tetiklenme aralığına göre hız

kazanmaktadır. Tork beklenen yapılar için sakıncalı bir devredir, tercih edilmesi gereken akıma dayalı gerilim bölme ya da kısıtlama yapılarıdır.

DC motorlar ilk üretilen motorlardan biri olması nedeniyle çoğu alanda kullanıldığını düşünürsek yapısal olarak bir imkansız başarımıştır. Fakat robotik açılarından sıfırın altında bir kontrol alanına sahiptir çift kutup değişimi yüzünden açısız veya konumsal kontrol yapılamamakta emule edilen (micro wave) motor sürücü devreleri ise ağır şartlar altında iflas etmekte ve uzun ömürlü olmamaktadır.

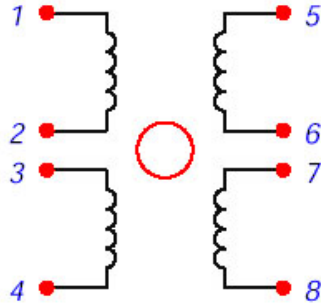


Şekil 3.8. DC Hız ayarlayıcı devre

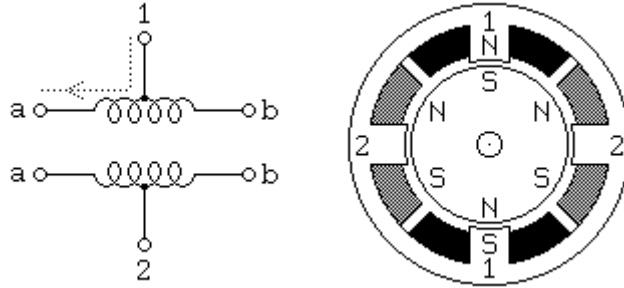
3.1.2. Adım Motorlar

Yapısal açıdan DC motora çok benzemekle beraber bobin sargı sayısı ile sarım şekli değişmektedir. Bu sayede motor adım adım ilerletilebilmekte ve

herhangi bir adımda durdurulabilmektedir[13]. Şekil 3.9.'da temel olarak bir Adım Motorunun yapısı görülmektedir.



Şekil 3.9. Adım Motor temel yapısı



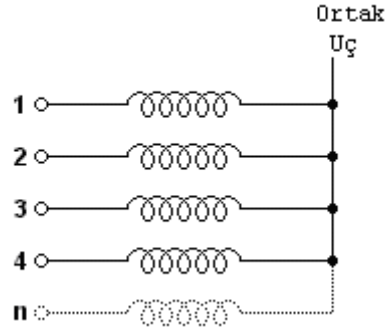
Şekil 3.10. Adım Motor temel yapısı 2

Şekil 3.9. ve Şekil 3.10.'da görüldüğü gibi akımın geçebileceği birden fazla bobin sargıları vardır, bu sargıların sayısı artırıldıkça adım atabilme yetisi yani açısal dönüşü o kadar küçülür. Örneğin 4 ayrı sargılı fakat 100 parçalı bir adım motoru bir devirde $100 \cdot 4 = 400$ adım atabilmektedir. Açısal olarak ise $360/400 = 0,9$ derecedir. Şekil 3.11 ve Şekil 3.12'de bir adım motorunun çalışması canlandırılmıştır. Çizelge 3.1.'de ise adım motorunun sinyal tablosu verilmiştir.

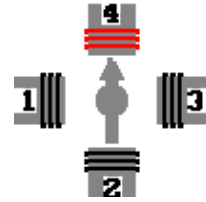
Çizelge 3.1. Adım motorun sinyal tablosu

İndeks	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	0	1	0	0
7	0	0	1	0
8	0	0	0	1

Saat yönünde dönüş
↓



Şekil 3.11. Adım motor çalışma prensibi ve sinyal tablosu



Şekil 3.12. Adım motor çalışma prensibi 2

Adım motorunda aynı anda iki kutbun aktif olmasıyla dönen kısım olan rotor bu iki kutbun ortasında durabilmektedir. Fakat Rotor üzerinde uygulanan güç iki farklı noktaya zıt yönlerde çekildiğinden tutuş gücü olan tork düşmektedir. Çizelge 3.2’de tam, Çizelge 3.3’de ise yarım adım sinyal tabloları görülmektedir.

İndeks	1a	1b	2a	2b
	1	2		

Çizelge 3.2. Tam adım sinyal

1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0
4	0	0	1	1
5	1	0	0	1
6	1	1	0	0
7	0	1	1	0
8	0	0	1	1

tablosu

Saat yönünde dönüş
↓

Çizelge 3.3. Yarım adım sinyal tablosu

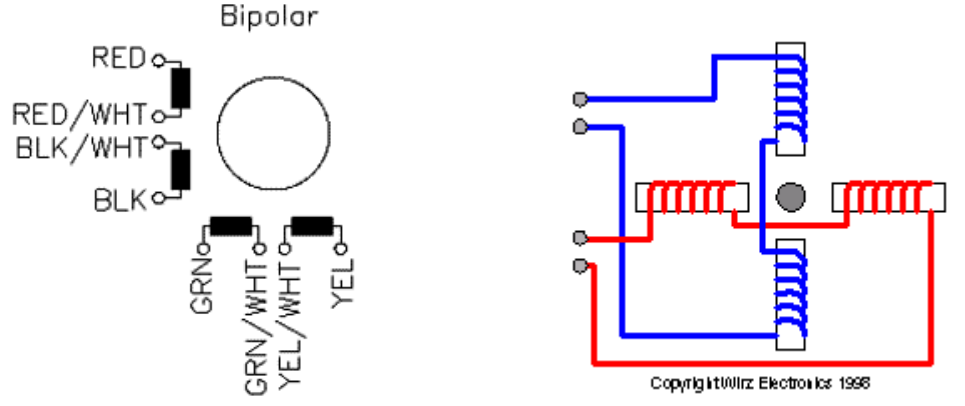
İndeks	1a	1b	2a	2b
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1
9	1	0	0	0
10	1	1	0	0
11	0	1	0	0
12	0	1	1	0
13	0	0	1	0
14	0	0	1	1
15	0	0	0	1
16	1	0	0	1

Saat yönünde dönüş
↓

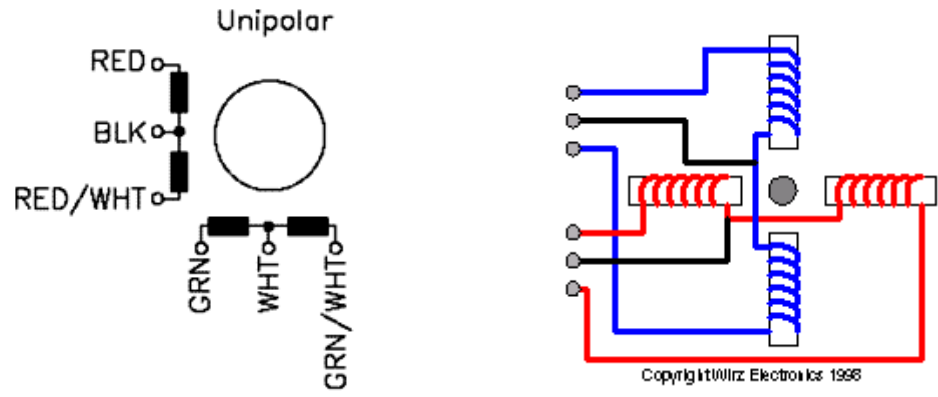
Bu noktadan hareketle adım motorunun atacağı 400 adımı half step (yarım adım) sayesinde ikiye katlayarak 800 adıma çıkarıyoruz. Ayrıca adım açısı 0,9 dereceden 0,45 dereceye düşmektedir. Bu bize daha hassas işlem yapabilme gücü getirdiği düşünülse de kayıp olarak bizden step motorun en büyük avantajı olan torksal tutunabilme kabiliyetini çalmaktadır.

Ayrıca yarım adımdan sonra bir de mikro step adı altında çalışmalar yapılmaktadır. Burada ise amaç 2 kutbu ayrı ayrı farklı voltajlarda yükleyerek rotoru konumsal olarak arada tutarak daha hassas adım attırmaktır ama yine güç kaybı her şeyin sonu olmaktadır.

Şekil 3.13 ve Şekil 3.14’ de iki tür olan Bipolar ve Unipolar step motorlarının yapısal özellikleriyle Çizelge 3.4.’de konumsal kontrol avantajları yer almaktadır.



Şekil 3.13. Bipolar adım motorlarının yapısal şekli

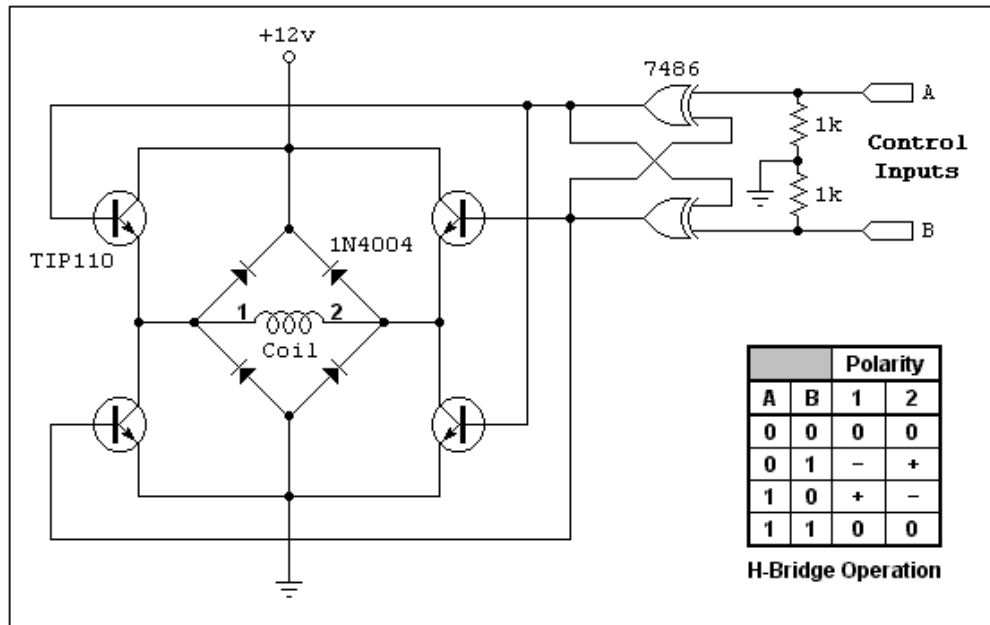


Şekil 3.14. Unipolar adım motorlarının yapısal şekli

Çizelge 3.4. Bipolar ve unipolar adım motorlarının kontrol tablosu

Adım		Tam Adım Modelleri								Yarım Adım			
Yön		1.Evre				2.Evre							
CW	CCW	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
S	8	■				■	■			■			
1	7		■				■	■		■	■		
2	6			■				■	■		■		
3	5				■	■			■		■	■	
4	4	■				■	■					■	■
5	3		■				■	■				■	■
6	2			■				■	■				■
7	1				■	■			■	■			■
8	S	■				■	■			■			

Yapılarındaki kolaylıktan dolayı adım motorlarının sürülmesi oldukça kolaydır. Amaç adım motorunun bobin uçlarına adım şemasına göre sırayla tatbik edilmesidir. Uygulanan gerilim aracı bir tampon katla güç devresi olarak kullanılmaktadır. Şekil 3.15.'de örnek devre yer almaktadır.

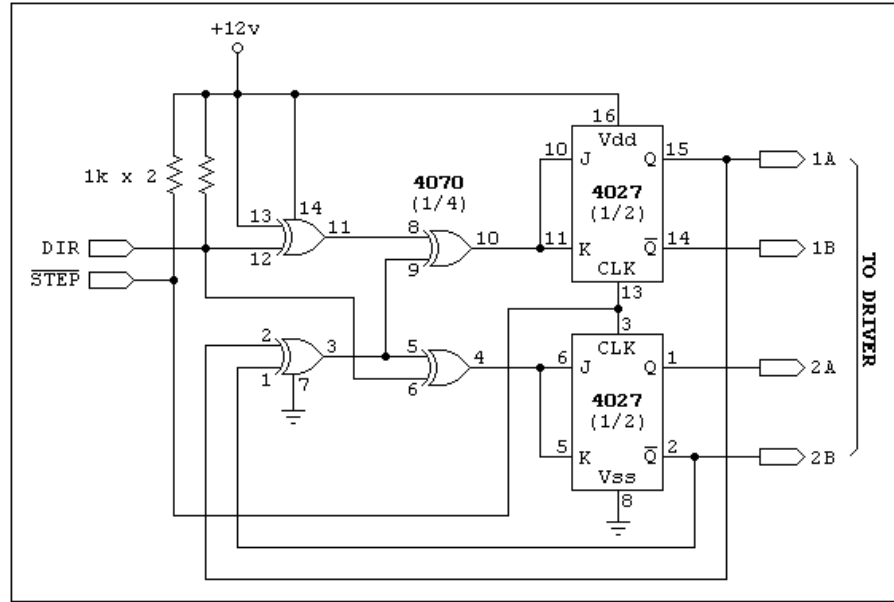


Şekil 3.15. Adım motorlar için sürücü devresi

Yukarıdaki devre ana şema olarak bir step motorun tetiklenmesini içermektedir. Devre DC motor yapısında olduğu gibi 4 ana noktadan farklı

kutuplarla tetiklenerek akım yüklenmektedir. Fakat DC motorda olduğu gibi bu farklılık dönüş yönünü değil bir sonraki adımın yerine karar vermektedir. Mantıksal bir kontrol sağlanmakla birlikte Şekil 3.16.'da çok daha kolay bir devre verilmiştir.

Ana adım yapısı XOR kapılarıyla sağlanmaktadır. Bu yapı iki adet JK flip flopa uygulandığında bobinler için gerekli olan adım atma yapısı 2 lojik uç kontrolüyle sağlanmaktadır. DIR (direction) yönden gelmektedir, bir sonraki adımın yönüne karar vermek için kullanılır. STEP ise adıma karşılık gelir bir adım atılmasını söyler sıfırda aktiftir.

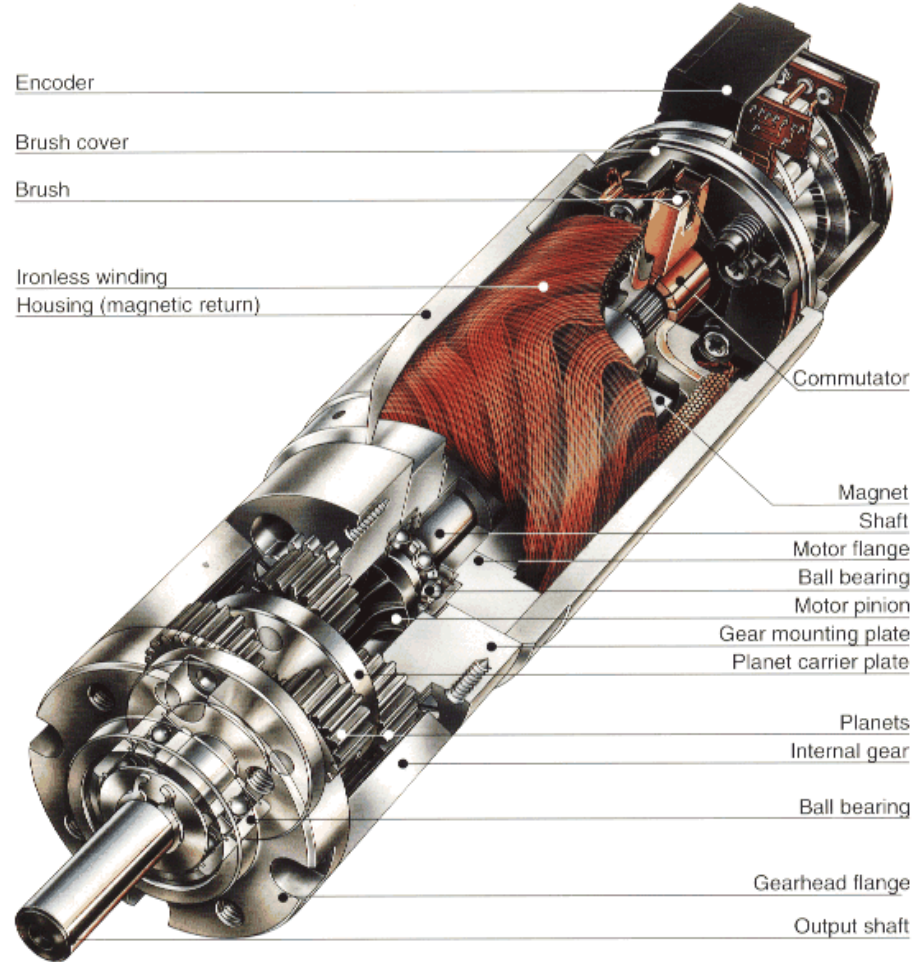


Şekil 3.16. Adım motorlar için sürücü devresi 2

Bu devrenin; hız problemleri var belli bir hızın üstünde adımı kaçıрма ve gerileme hatta tepki verme durumuna giriyor. Kararlılığı ısısal olarak çok çabuk değişiyor. Tam adımda genel olarak başarılı fakat yarım adımda veya mikro stepte etkisini yitiriyor. Hata anında eski pozisyonuna dönmede problem yaşanıyor. DC motorlardan avantajlı fakat servolara göre biraz ilkel kalmaktadır.

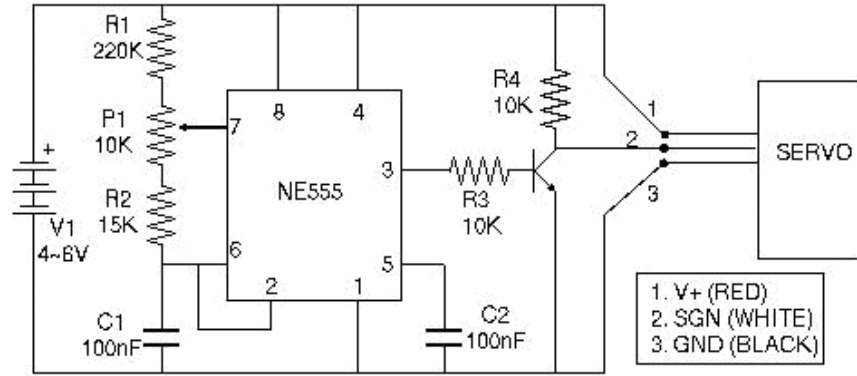
3.1.3. Servo Motorlar

Adım motorunun yapısal frenleme ve çözünürlük sağlamasından dolayı amaca uygun olarak gözüke de sorun olarak karşımıza yetersiz çözünürlük ve de hız problemleriyle çıkan adım kaçırma sorunları çıkınca cazibesini yitirmektedir. Servo motor kavramı burada ortaya çıkmaktadır. Yapı adım motorla DC motorun birleştirilmesiyle oluşmuştur. Üç ana dış bobin yapısıyla step motorun parçalama teorisine, döndürme prensibiyle de DC motoru çağrıştırmaktadır. Ek olarak konum algılama sensörleri ve gelişmiş sargı teknikleri yer almaktadır. Şekil 3.17.'de gelişmiş bir SERVO-GEAR(DİŞLİ)-ENCODER(SAYICI) üçlemesinin yer aldığı bir örnek görülmektedir.



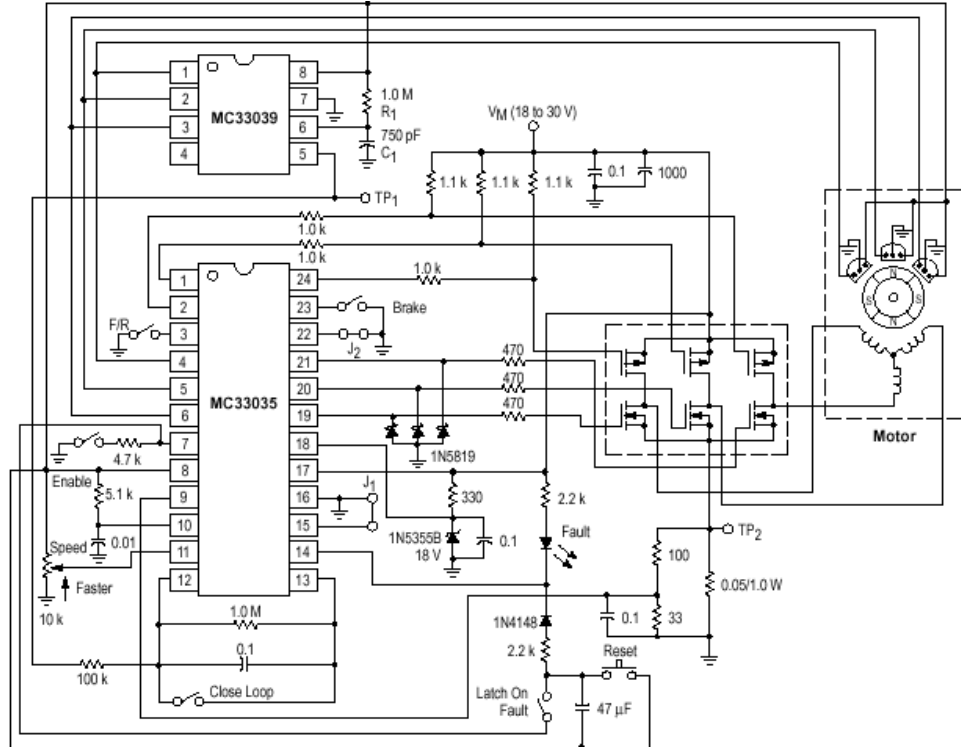
Şekil 3.17. Servo motor yapısı

Servo motorlar yapısal olarak DC benzeri ve kullanım açısından step'i çağrıştırmasına rağmen step gibi kullanım kolaylığı olan bir motor türü değildir. Motor zamansal olarak verilen palslarla yeniden ateşlenerek döndürülmesi devam ettirilmektedir. Palslar ne kadar sık olursa o kadar hızlı, palslar ne kadar güçlü olursa da o kadar güçlü hareketler sağlamaktadır. DC motorlardaki kalkış problemi yaşanmamakla birlikte yüksek gerilimde kullanılmak zorundadırlar.



Şekil 3.18. Servo motor sürücü devresi

Şekil 3.18.'de ki devrede NE555 entegresi tipik osilatör kaynağını oluşturarak temel üç uçlu bir servo motoru tetikleyerek döndürmektedir.



Şekil 3.19. Servo motor sürücü devresi 2

Şekil 3.19’da ise Motorola çiplerinin kullanıldığı bir DC servo lojik sürücüsü görülmektedir.

Servo motorların olumsuz yanları pek yok gibidir. Teknolojisi en iyi durumunda olanların yüksek hızlarda hiçbir sorunu neredeyse yoktur. Ayrıca kaliteli bir kontrolcüyle çok daha iyi sonuçlar verebilir. Gearboxlı yapılar tavsiye edilmektedir. Kontrolcüsünü yapmak biraz zordur ama hazır satılanlar bayağı ucuzdur. Yüksek devirli kullanılacaksa mutlak olarak ball bearingli alınmalıdır.

3.2. SERİ PORT

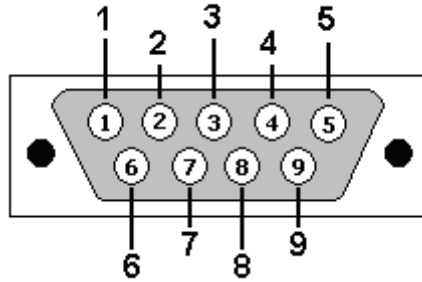
3.2.1. Standart Seri Portun Yapısı

Seri port, bilgisayar sistemlerinde seri asenkron olarak gönderilen verinin alınması veya iletilmesini gerçekleştiren cihazlar arasında seri haberleşmenin sağlanabilmesi için geliştirilmiştir. Seri port aslında 25 pin olmasına rağmen hepsi

kullanılmamaktadır. Bu sebeple kullanışlı bir kullanım için pin sayısı 9'a kadar düşürülmüştür. Seri portta bu 9 adet pin asenkron bir iletişim için 3 gruba ayrılır. Bunlar data, kontrol ve elektrik hatlarıdır. Data kısmında gönderilmek istenen veri gönderilirken veya alınmak istenen veri alınırken Çizelge 3.5.'de gösterilen uçlar kullanılmaktadır. Bunun yanında, bu verinin istenen yere ulaşip ulaşmadığının veya belirli bir düzen içerisinde haberleşmenin sağlandığını görmek için kontrol uçları kullanılır. Elektrik hattında ise diğer uçlar gerekli olan toprak hattını belirtir.

Çizelge 3.5. Seri portta bulunan pinler ve işlevleri

Kategori	9-Pin Konektör	25-Pin Konektör	Sinyal İsmi	Kısaltma
Data	3	2	Gönderilen Data	TD
	2	3	Alınan Data	RD
Kontrol	7	4	Veri Gönderme İsteği	RTS
	8	5	Veri Gönderilen Hat Açık	CTS
	6	6	Veri Düzenegi Hazır	DSR
	1	8	Veri Taşıyıcısı	DCD
	4	20	Veri Terminali Hazır	DRT
	9	22	Ring Indicator	RI
Elektrik	5	7	Sinyal Toprak	SGND



Şekil 3.22. Seri port görüntüsü

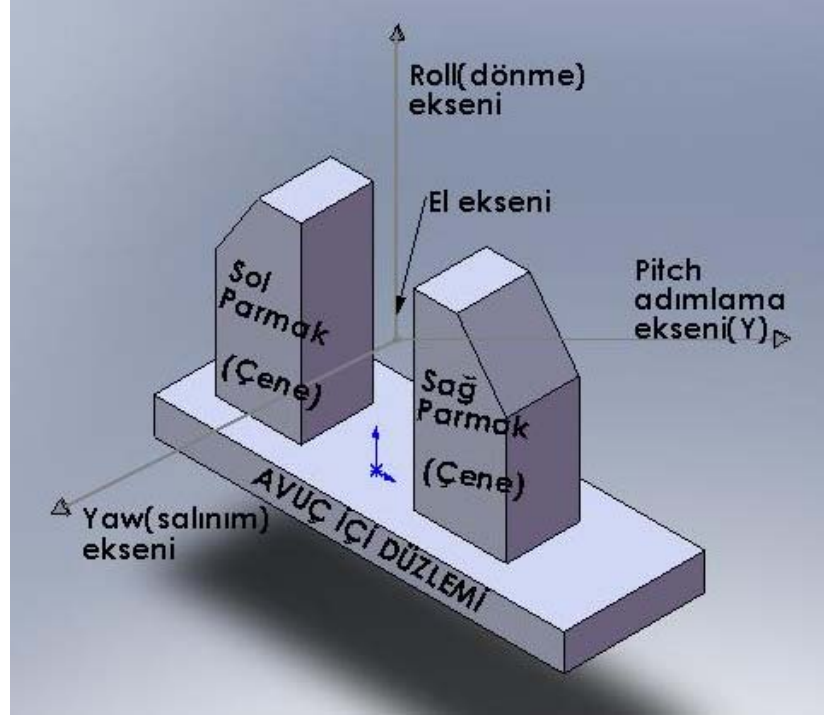
3.3. ROBOT SİSTEMLERİ İÇİN BİLEK VE UÇ ELEMAN TASARIMLARI

Endüstri gibi birçok ortamlarda kullanılan robot sistemlerinde, robot kollarının birtakım karmaşık işleri yapabilmeleri için özel tasarlanmış bilek mekanizmaları ve uç elemanlarıyla birlikte kullanılması gerekmektedir. Robot sistemler üzerinde çalışılırken sadece kol tasarımı değil, aynı zamanda bilek ve uç eleman tasarımı da, sistemin orijinalliğini etkilemektedir. Yapılması istenen göreve en uygun olan robot kol seçimi yapıldıktan sonra, kol ile uyumlu çalışabilecek ve hareketin tamamlanmasında kola yardımcı olacak bir bilek ve ona bağlı olacak işin türüne uygun bir uç elemanının sisteme yerleştirilmesi gerekmektedir[14].

Robot kol sistemine yeni bilek ve tutucu uç eleman eklemeye karşımıza bazı problemler çıkmaktadır. Bu problemlerin başında üretim maliyeti gelmektedir. Yapması istenen görevleri yerine getirirken, aynı zamanda robot kol sisteminin maliyetini çok fazla yükseltmeyecek bir tasarım yapılmalıdır. Sadece işin mali yönünü düşünmek de sistemin kullanışlı olması için yeterli değildir. Bilek ve uç eleman tasarımında uyulması gereken özel imal ve montaj kurallarına dikkat edilmesi gerekmektedir.

3.3.1. Bilek

Bilek, robot sistemlerde kolun ucunda ve sanki kendisi başka bir kolmuş gibi görev yapan özel bağlantı biçimidir. Robot kol sistemi konum kontrolündeki son aşama, uç elemanları ve onun bağlı olduğu bileğin kontrol edilmesidir. Bu yüzden robot sistemlerde bileğin konumu ve yönlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Robot kollarındaki altı serbestlik derecesinin arasında, bilek hareketini yapan eklemin üç serbestlik derecesine sahip bulunması, istenen konum ve yönlendirme hareketlerinin çok daha hassas bir biçimde yapılmasını sağlamaktadır. Bileğinde üç serbestlik derecesi bulunan robot kol sistemleriyle, insan elinin yapabildiği temel bilek hareketleri robota yaptırılabilir. Bilek hareketleri robota yaptırılabilir.



Şekil 3.21. Üç serbestlik derecesine sahip bilek koordinat eksenleri

Robot kol bilek mekanizmaları, karmaşık yapıya sahip sistemler olduğundan üretim masrafları yüksektir. Bundan dolayı yaptığı temel iş hareketleri çok karmaşık olmayan robot kol sistemlerinde, 3 eksenli bilekler yerine maliyet fiyatı daha düşük olan iki eksenli bilekler kullanılmalıdır.

Üç serbestlik derecesine sahip robot sistem bileklerinde, serbestlik derecesi bulunan eksenlerdeki hareketleri roll (dönme), pitch (adımlama) ve yaw (salınım) özel isimlerini alırlar.

İki serbestlik derecesine sahip bilek mekanizmalarının bir kısmı konik dişlilerin kullanılmasıyla yapılmıştır. Kullanılan bu konik tahrik dişlilerinden, ikisi aynı hızda zıt yönde dönerlerse uç elemanın yaw (salınım) hareketi, iki tahrik dişlisi aynı hızda aynı yöne dönerlerse uç elemanın pitch (adımlama) hareketi yapması sağlanır.

Robot sistem bilek mekanizmaları sayesinde istenen zorluktaki ve karmaşık hareketlerin robota yaptırılması sağlanabilir, istenen hareket ve görevleri yapabilmek için mekanizmanın yeterli özelliklere sahip olması gerekir. Bilek mekanizması tasarımında şu özelliklere dikkat edilmelidir[14].

1. Boyutları sistemle orantılı olarak, mümkün olduğu kadar küçük olmalıdır.
2. Robot uç elemanın bağlanacağı yüzey dayanıklı ve eksenine çok hassas olmalıdır.
3. Matematiksel modelleri mümkün olduğu kadar kolay hesaplanabilir olmalıdır.
4. Bileğin kola bağlanacağı yüzeyler ve kolun rijitliğinin sağlanmış olması gerekir.
5. İş sahalarının mümkün olduğu kadar sade olmasına dikkat edilmelidir.
6. Öğrenme ve playback gibi programlama şekillerine uyumlu yapılmalıdır.
7. Karmaşık işlemler yapması gereken robot bileklerinde, üç serbestlik derecesi tercih edilmelidir.
8. Robot bilek sistemini hareket ettiren sürücü ve mekanizmaların denetimleri, çok hassas kontrol elemanları kullanılarak yapılmalıdır.
9. Bilek mekanizması içerisindeki hareket eden elemanların her birindeki güç kontrolünün yapılabilmesi sağlanabilmelidir.

3.3.2. Uç Eleman

Günümüz teknolojisinde, uç elemanlar yapılacak görevin amacına bağlı olarak değişik biçimlerde tasarlanabilmektedirler. Örneğin bazı durumlarda uç eleman doğrudan iş makinesinin kendisi olabilmektedir. Otomobil boyama sanayisinde boya spreylere, fırçalar, kaynak aparatları gibi makineler bileğe uç eleman olarak doğrudan takılabilirler.

Robot kol sistemlerinde kullanılan uç elemanlar genellikle aşağıdaki biçimlerden biri şeklinde olmaktadır.

1. Genel amaçlı tutucular (Gripper).
2. Belirli bir parçayı tutmak üzere tasarlanmış tutucular.
3. İş aletleri.

Endüstriyel robotların birçoğu makine veya elektronik parçaların montajı sahasında kullanılmaktadır. Bu tür uygulamalarda ve montaj robotlarında uç eleman olarak tutucular (gripper) kullanılır. Uç elemanlarının en yaygın türlerinden birinin tutucular olduğu bilinmektedir. Tut-yerleştir işlevinin toplam robot pazarının %25-35 'ini oluşturduğu hesaplandığından beri tutuculara verilen önem artmıştır.

Genel amaçlar için hazırlanmış pnömatik ve mekanik sistem birleşimi tutucular, çoğunlukla, iki parmaklı biçimdedirler, küresel ve prizmatik parçaları rahatlıkla kavrayabilecek parmaklara sahiptirler.

Tutucular genellikle adım motorları ya da pnömatik piston sürücülerıyla çalıştırılır. Havanın sıkıştırılabilir olmasından dolayı, pnömatik sistemler belirli bir pasif uyum gösterirler. Kavrama kuvvetini kontrol etmek amacıyla genel amaçlı bu tutucularda, basit ve ucuz kuvvet ölçüm sensörleri kullanılır. Sıkma kuvvetinin ayarlanmasında bu sensörler çoğu sistemler için yeterli olmaktadır.

Robot kol sistemlerinden maksimum verim alınabilmesi için, robot kolu ile uyumlu şekilde çalışabilecek bilek ve uç elemanının çok iyi seçilmesi ya da tasarlanması gerekmektedir. Yapılması düşünülen bilek ve uç elemanlarının sistemin ihtiyaçlarına cevap vermesi aynı zamanda da ekonomik olması gerekmektedir. Robot sistemlerde üç eksenli bilek ve tutucu kullanmak yerine, ilgili hareketin gerçekleştirilmesi için yetecek seviyede serbestlik derecesine sahip bilek veya uç eleman kullanmak gerekir. Robot kollar, kontrolleri ve programlanmaları karmaşık sistemler olduklarından, tasarlanan bilek ve uç eleman mekanizmaları da sistemi daha karmaşık hale getirmemeleri için basit yapılardan tercih edilmelidirler. Fakat

sürekli değişen iş şartlarında çalışan robot sistemlerinin mekanik yapılarına müdahale etmeden, bilgisayara yeni program yükleyerek işe hazır hale getirmek de mümkündür. Bu şekilde istenen bir robot sistemin kollarında üç serbestlik derecesinin yanında, bilek hareketini yapan eklemin de üç serbestlik derecesine sahip olması ve robot uç elemanının çok kullanışlı bir yapıda olması gerekir. Böylelikle robot, sistemin iş alanına ve kapasitesine uygun olan farklı işler bir tek robot kol sistemine yaptırılabilir.

3.4. ROBOT EKLEMLERİNİN KİNEMATİK HESABI

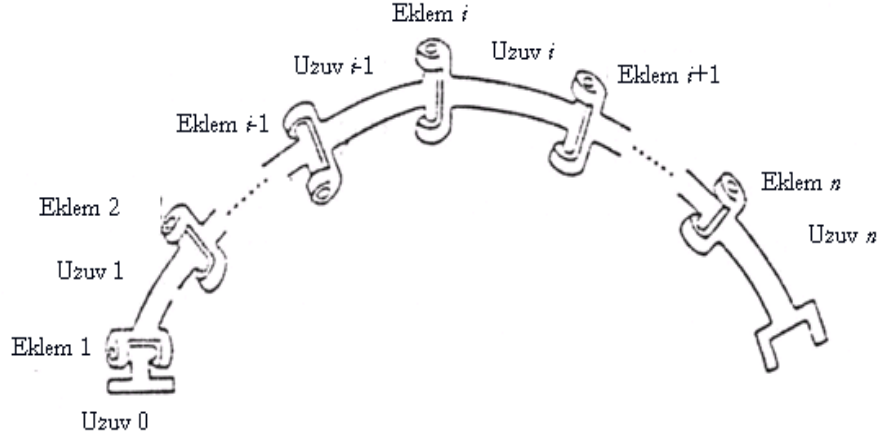
Kinematik, hareket inceleme bilimidir. Robot kolu uzuvları referans koordinat çerçevesine göre dönebilir veya ötelenebilir. Denavit ve Hartenberg tarafından geliştirilen sistematik ve genel bir yaklaşım robotun uç noktası ile robot kolu uzuvlarının toplam yer değiştirmeleri arasındaki ilişkiyi kurar. Uzuvlar arasındaki açısal ve doğrusal yer değiştirmeler mafsallık koordinatları olarak adlandırılır ve uzuv değişkenleri tarafından tanımlanır. Uç noktasının referans koordinat sistemine göre dönme ve öteleme miktarını belirlemek için, her uzuv dönme ve öteleme miktarını gösteren A matrisleri sırasıyla birbiri ile çarpılır. Uç noktasının koordinatlarının verilmesi durumunda, geriye doğru gidilerek uzuv değişkenleri elde edilebilir. Bu işlemler “İleri Kinematik” ve “Ters Kinematik” olarak isimlendirilir[15].

3.4.1. Düz Kinematikler

Robotikte düz (ileri) kinematikler manipülatörün verilen eklem değişken değerleri için sonlandırıcının konumunu ve yönelimini bulmak olarak tanımlanabilir. Eklem değişkenleri, eklemin döner olması durumunda uzuvlar arasındaki açı, eklemin kayar olması durumunda uzuv uzanma miktarıdır[17,18].

$$q_i = \begin{cases} \theta_i & \text{döner eklem için} \\ d_i & \text{kayar eklem için} \end{cases} \quad (3.1)$$

Manipulatörleri eklemlerle birleştirilmiş bir dizi uzuv olduğundan yola çıkarak Şekil 3.21 'de gösterildiği üzere n+1 uzva sahip bir robot düzeneğimiz olduğunu ve her bir uzva bir koordinat çerçevesi atandığını düşünelim.



Şekil 3.21. n+1 uzva sahip robot düzeneği

Şimdi T_{i-1}^i 'in çerçeve i 'den çerçeve i-1'e homojen dönüşüm matrisi olduğunu düşünülün. Burada T_{i-1}^i matrisinin sabit olmadığına, düzeneğin hareketiyle değiştiğine dikkat edilmelidir. Bu ifadelere bağlı olarak sonlandırıcının konumunu ve yönelimini temel(base) koordinat çerçevesinde elde etmek için homojen dönüşüm matrisi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$H = T_0^n = T_0^1 T_1^2 \dots T_{n-1}^n \quad (3.2)$$

3.4.1.1. Denavit-Hartenberg(DH) dönüşümü

Formül 3.2. ile elde edilen dönüşüm kolay gibi görünse de her bir eklem için koordinat çerçevelerinin yerleştirilmesi ve birbirlerine göre yorumlanması anlam karmaşasına yol açmaktadır. Bu anlam karmaşasını ortadan kaldırmak için Denavit ve Hartenberg 1955 yılında sistematik bir yöntem önermişlerdir[16].

Bu yöntemde aşağıdaki kurallara göre önce koordinat çerçeveleri atanır , daha sonra dönüşüm için gerekli uzuv ve eklem parametreleri bulunur. Yöntem dokuz adımdan oluşmaktadır ve bu adımlar aşağıda verilmiştir :

1.Eklem eksenleri $z_0 \dots z_{n-1}$ 'i konumlandır.

2.Temel çerçeveyi sağ el kuralına göre düzenle.

$i = 1, \dots, n-1$ için adım 3-5'i tekrarla.

3. Merkez o_i 'yi yerleştir.Eğer z_i, z_{i-1} ile kesişiyorsa o_i 'yi bu noktaya yerleştir. Eğer z_i, z_{i-1} paralelse o_i 'yi eklem i üzerine yerleştir.

4. x_i 'yi yerleştir. Eğer z_i, z_{i-1} kesişiyorsa ikisinin oluşturduğu düzleme dik olarak x_i 'yi yerleştir. Eğer z_i, z_{i-1} paralelse bunların ortak normalleri boyunca o_i 'ye doğru x_i 'yi yerleştir.

5. Sağ el çerçevesini tamamlayacak şekilde y_i 'yi yerleştir.

6.Sonlandırıcı çerçevesi $o_n x_n y_n z_n$ 'i yerleştir. Bu yerleşim sonlandırıcı tipine göre değişir. Bu ilk altı adım koordinat çerçevelerinin yerleştirilmesi için kullanılır, daha sonraki üç adım eklem ve uzuv parametrelerini verir.

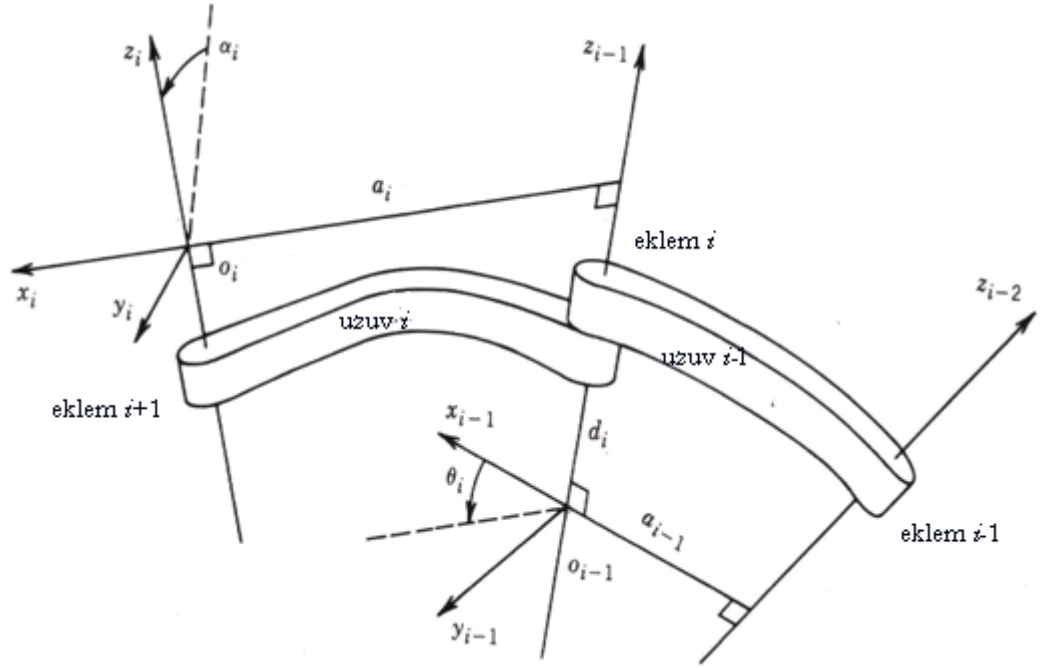
7.Daha sonra eklem ve uzuv parametreleri belirle. Bu parametreler aşağıdaki gibidir ve Şekil 3.22 üzerinde gösterilmiştir :

uzuv uzunluğu a_i : x_i boyunca o_i 'den x_i ve z_{i-1} 'nin kesişimlerine olan uzaklık

uzuv ofseti d_i : z_{i-1} boyunca o_{i-1} 'den x_i ve z_{i-1} 'in kesişimlerine olan uzaklık.

uzuv bükümü α_i : x_i etrafında z_{i-1}, z_i arasındaki açı

eklem açısı θ_i : z_{i-1} etrafında x_{i-1}, x_i arasındaki açı



Şekil 3.22. Denavit-Hartenberg çerçeve ataması

8. Aşağıdaki matrisle bağlı olarak iki çerçeve arasındaki homojen dönüşüm matrisini hesaplar.

$$A_i = Rot_{z, \theta_i} Trans_{z, d_i} Trans_{x, a_i} Rot_{x, \alpha_i} = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i c\alpha_i & s\theta_i s\alpha_i & a_i c\theta_i \\ s\theta_i & c\theta_i c\alpha_i & -c\theta_i s\alpha_i & a_i s\theta_i \\ 0 & s\alpha_i & c\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.3.)$$

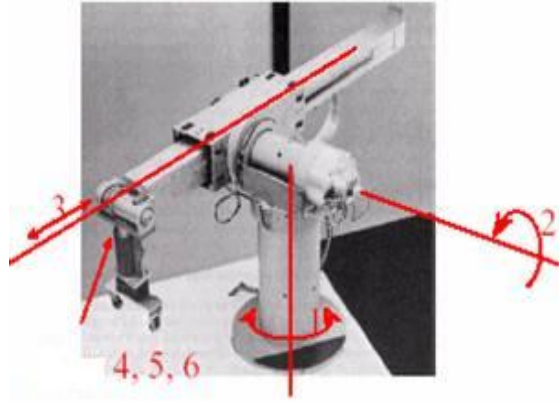
9. Daha sonra sonlandırıcı koordinat çerçevesinden temel çerçevesine dönüşüm matrisini hesapla.

$$T_0^n = A_1 \dots A_n \quad (3.4)$$

3.4.2. Ters Kinematikler

Düz kinematiklerin tersi biçimde robotikte ters kinematikler verilen sonlandırıcı konum ve yönelimi için gerekli eklem değişken değerlerini bulmak olarak tanımlanabilir. Ters kinematik problemlerinde düz kinematiklerin tersi biçimde homojen dönüşüm matrisleriyle oluşturulan doğrusal olmayan denklemlerin çözülmesi istenir[15].

Şekil 3.22.'de verilen 6 uzumlu Stanford Arm manipülatörü incelenirse Formül 3.5.'de verilen homojen matris değerleri için Formül 3.6'daki doğrusal olmayan trigonometrik eşitlikler çözümlenmelidir.



Şekil 3.22. Stanford Arm manipülatör

$$T_0^6 = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & d_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & d_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & d_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned}
c_1 [c_2 (c_4 c_5 c_6 - s_4 s_6) - s_2 s_5 c_6] - s_1 (s_4 c_5 c_6 + c_4 s_6) &= r_{11} \\
s_1 [c_2 (c_4 c_5 c_6 - s_4 s_6) - s_2 s_5 c_6] + c_1 (s_4 c_5 c_6 + c_4 s_6) &= r_{21} \\
-s_2 (c_4 c_5 c_6 - s_4 s_6) - c_2 s_5 c_6 &= r_{31} \\
c_1 [-c_2 (c_4 c_5 c_6 + s_4 s_6) + s_2 s_5 c_6] - s_1 (-s_4 c_5 c_6 + c_4 c_6) &= r_{21} \\
s_1 [-c_2 (c_4 c_5 c_6 + s_4 s_6) + s_2 s_5 c_6] + c_1 (s_4 c_5 c_6 + c_4 c_6) &= r_{22} \\
s_2 (c_4 c_5 s_6 + s_4 c_6) + c_2 s_5 c_6 &= r_{32} \\
c_1 (c_2 c_4 s_5 + s_2 c_5) - s_1 s_4 s_5 &= r_{13} \\
s_1 (c_2 c_4 s_5 + s_2 c_5) + c_1 s_4 s_5 &= r_{23} \\
-s_2 c_4 s_5 + c_2 c_5 &= r_{33} \\
c_1 s_2 d_3 - s_1 d_2 - d_6 (c_1 c_2 c_4 s_5 + c_1 c_5 s_2 - s_1 s_4 s_5) &= d_x \\
s_1 s_2 d_3 + c_1 d_2 + d_6 (c_1 s_4 s_5 + c_2 c_4 s_1 s_5 + c_5 s_1 s_2) &= d_y \\
c_2 d_3 + d_6 (c_2 c_5 - c_4 s_2 s_5) &= d_z
\end{aligned} \tag{3.6}$$

Bu eşitliklerin kapalı formda doğrudan çözümlenmesi çok zordur, bu yüzden çözüm için etkin ve sistematik yöntemler gerektirir. Bu tip eşitliklerin çözümü için iki ana yöntem mevcuttur:

1. Kapalı Form Yaklaşımı: Kapalı form yaklaşımı homojen dönüşüm matrisinden elde edilen eşitliklere bağlı olarak genel eklem değişkenleri çözümü elde etmeyi sağlar. Böylece çok hızlı hesaplamaların gerektiği online robot uygulamaları için pratik ve hızlı bir yaklaşım sağlar. Ayrıca çoklu(multiple) çözümlerin olduğu durumlarda bu çözümlerden sadece birini seçerek çözüm karmaşasını ortadan kaldırır.

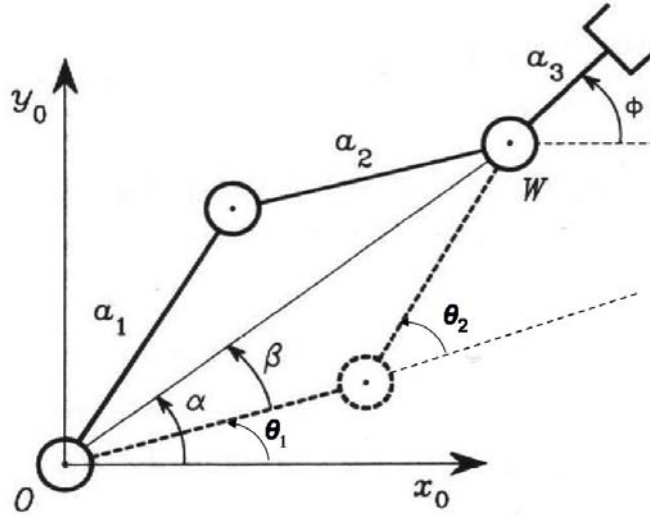
Kapalı form yaklaşımı iki alt başlıkta incelenir:

- a) Geometrik yaklaşım: Bu yaklaşım manipülatör duruşuna bağlı olarak oluşan geometrik şekilden yararlanır. Bu sebeple ters konum kinematiklerinin çözümünde tercih edilir.
- b) Cebirsel yaklaşım : Bu yaklaşım manipülatörün parametreleri ve eklem değişkenleri arasındaki cebirsel ilişkilerden yararlanır. Çoğunlukla ters yönelim kinematiğinin çözümünde tercih edilir.

2. Sayısal(İteratif) Yaklaşım: Bu yaklaşım manipülâtörün diferansiyel kinematik eşitliklerinden ve eklem değışkenlerinin başlangıç değeriinden yararlanarak eklem değışkenlerinin zamana bağlı sayısal değeriini bulur.

Sayısal yaklaşım robot kontrolünde ve benzetiminde çok az uygulamada yer bulduğundan üzerinde durulmayacaktır.

Şekil 3.23’de verilen üç uzuvlu düzlemsel manipülâtör üzerinde geometrik ve cebirsel yaklaşımlar incelenebilir.



Şekil 3.23. Üç uzuvlu düzlemsel manipülâtör

a) Geometrik Yaklaşım:

Şekil 3.23’de görünen açı değeri incelenirse Formül 3.7 elde edilir.

$$\phi = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 \quad (3.7)$$

W noktasının x ve y düzlemindeki izdüşümü Formül 3.8’de verilmiştir.

$$\begin{aligned}pw_x &= a_1c_1 + a_2c_{12} \\pw_y &= a_1s_1 + a_2s_{12}\end{aligned}\tag{3.8}$$

Birinci eklem, ikinci eklem ve W noktasına merkezden çizilen doğrunun oluşturduğu üçgende kosinüs teoremi uygulanırsa Formül 3.9 elde edilir.

$$pw_x^2 + pw_y^2 = a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2 \cos(\pi - \theta_2)\tag{3.9}$$

$$\cos(\pi - \theta_2) = -\cos \theta_2\tag{3.10}$$

Formül 3.10 eşitliğinden yararlanılarak Formül 3.11' deki eşitliklere ulaşılır.

$$\begin{aligned}c_2 &= \frac{pw_x^2 + pw_y^2 - a_1^2 - a_2^2}{2a_1a_2} \\ \theta_2 &= A\cos(c_2)\end{aligned}\tag{3.11}$$

Burada $\theta_2 \in (-\pi, 0)$ dirsek yukarı, $\theta_2 \in (0, \pi)$ dirsek aşağı duruşuna karşılık gelmektedir.

Daha sonra Şekil 3.23'de çözüm için yerleştirilmiş α ve β değerlerinden yararlanılarak Formül 3.12 deki yöntemle çözüm bulunur.

$$\begin{aligned}\alpha &= A \tan\left(\frac{pw_y}{pw_x}\right); \\ c_\beta \sqrt{pw_x^2 + pw_y^2} &= a_1 + a_2c_2; \\ \beta &= A \cos\left(\frac{pw_x^2 + pw_y^2 + a_1^2 - a_2^2}{2a_1 \sqrt{pw_x^2 + pw_y^2}}\right) \\ \theta_1 &= \alpha \pm \beta; \\ \theta_3 &= \phi - \theta_1 - \theta_2;\end{aligned}\tag{3.12}$$

b) Cebirsel Yaklaşım:

Bu yaklaşımda yine Formül 3.7 ve Formül 3.8 geçerlidir. Formül 3.8' deki eşitliklerin karelerini alıp toplanırsa Formül 3.13 elde edilir.

$$pw_x^2 + pw_y^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2c_2 \quad (3.13)$$

Formül 3.13 'da c_2 terimi çekilirse Formül 3.14 elde edilir.

$$c_2 = \frac{pw_x^2 + pw_y^2 - a_1^2 - a_2^2}{2a_1a_2} \quad (3.14)$$

$$s_2 = \pm\sqrt{1-c_2^2} \quad (3.15)$$

Formül 3.14 den Formül 3.15 elde edilir. Formül 3.15'de \pm dirsek yukarı ve dirsek aşağı duruşlarına karşılık gelmektedir. Devamında Formül 3.16 elde edilir.

$$\theta_2 = A \tan(s_2, c_2) \quad (3.16)$$

Tüm değerler Formül 3.8'de yerine konduğunda Formül 3.17'deki denklemler elde edilir.

$$s_1 = \frac{(a_1 + a_2c_2)pw_y - a_2s_2pw_x}{pw_x^2 + pw_y^2} \quad (3.17)$$
$$c_1 = \frac{(a_1 + a_2c_2)pw_x + a_2s_2pw_y}{pw_x^2 + pw_y^2}$$

Benzer biçimde de Formül 3.18'de belirtilen değer elde edilir.

$$\theta_1 = A \tan(s_1, c_1) \quad (3.18)$$
$$\theta_3 = \phi - \theta_1 - \theta_2$$

3.5. MOBİL ROBOT SENSÖRLERİ

Mobil robotlar dış dünyayı algılamak için sensörlerini kullanırlar. Robotlarda kullanılan sensörler doğal canlılardan esinlenerek tasarlanmışlardır. Örneğin kedilerin bıyıklarından esinlenerek dokunma bıyık sensörleri, yarasaların gece görüşünde kullandığı ultrasonik seslerden esinlenerek ultrasonik sensörler gibi.

Sensörler bir dış uyarıyı işlenebilen, ölçülebilen elektrik sinyallerine dönüştürürler. Sensörlerin verilerini kullanabilmek için her tip sensörün uygun bir arayüzle robotun kontrol kartına bağlanması gerekir[17]. Hobi robotlarda en çok kullanılan sensörler mekanik dokunma sensörleri (dokunma, çarpma, bıyık, tampon, eğim, basınç), ışık sensörleri (güneş pili, LDR, LED, fotodirenç, fotodiyod, fototransistör, IR, CMUcam kamera), ses sensörleri (mikrofon, ses tanıma, ultrasonik), uzaklık sensörleri, pozisyon sensörleri (opto-komütatörler, encoderlar, odometre, takometre, elektronik pusula, GPS), hareket sensörleri, UV sensörler, ısı sensörleri, koku sensörleri, nem sensörleri, vs...

3.5.1. Dokunma Sensörleri

Nasıl karanlıkta göremediğimizde ellerimizle dokunarak yön buluyorsak, kediler bıyıkları ile dokunarak yön buluyorlarsa, robotlar da hareketleri esnasında cisimlere temas ederek dokunarak yön bulabilirler. Robotun dokunma sensörü hiçbir şeye dokunmuyorsa önünün açık olduğunu, bir cisme temas ettiğinde sensörün cinsine göre bir engel, bir duvar, bir rakip önünde olduğunu veya sınırda olduğunu anlar ve yüklü programına göre davranır.

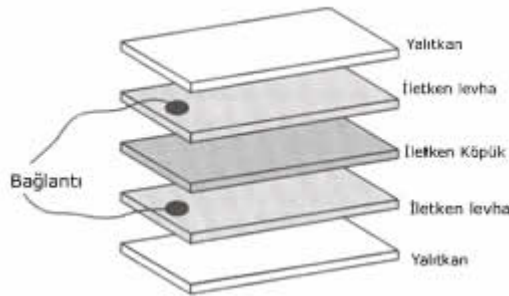
Dokunma sensörleri genel olarak lojik tip (0, 1, var, yok, kapalı, açık) bilgi veren devre açma/ kapama anahtarlarıdır. Bıyık tipi dokunma sensörlerinin en basiti ve hobi robotikte en yaygın kullanılanıdır. Bu tip sensörün imalatında kullanılan mikro devre açma/kapama anahtarının Şekil 3.24.'de üst tarafında görünen yaylı levye uzatılarak kedi bıyığı benzeri bir bıyık dokunma sensörü elde edilir.



Şekil 3.24. Dokunma sensörü ve uzatma çubuğu görüntüsü

3.5.2. Basınç Sensörleri

Basınç sensörleri bir engel veya çarpma algılamak için kullanılan diğer araçlardan biridir. CMOS entegre devrelerin ambalajlanması, taşınması esnasında kullanılan iletken köpükten basitçe imal edilebilir. Bu basınç sensörünü imal etmek için 2 iletken ince plaka (alüminyum veya bakır levha) arasına bu iletken köpükten bir bant koyup, metal plakalardan bağlantı telleri alıp, arabirim devresine bağladığımızda, bir basınç sensörü elde etmiş oluruz. Bir ambalajdan alınan iletken köpüğün hassasiyeti, öteki tip bir ambalajdan aldığımızdan farklıdır. Deneme yanılma metodu ile işimize en uygun tip köpük bulunabilir[17].



Şekil 3.25. Bir basınç sensörünün yapısı

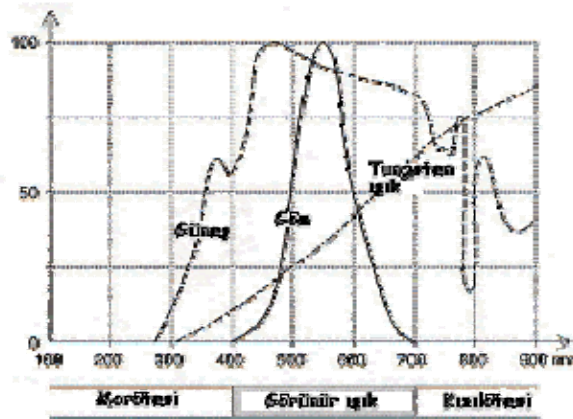
Bu sensörü kullanabilmek için basıncı elektrik sinyaline dönüştüren (çeviren) bir devre gerekir. Bu sensörde ölçülen değer dirençtir, 1 ila 30 kΩ arasında değişebilir. Bu sensörü (varyable direnç gibi), seri olarak başka bir dirence bağlayarak bir gerilim bölücü köprü elde ederiz. Sensörden gelen gerilimi ve ayarladığımız varyable dirençten gelen referans gerilimini, LM339'da kıyaslarız. Kıyaslayıcıdan çıkan gerilim, sensörün durumuna göre 0 V'tan doyuma ulaşacaktır.

Bu tip sensörler bir robotun tüm çevresine bir kuşak gibi yerleştirilebilir. Çarpma anında robot gövde şasi etrafında oluşan basınç anında ölçülebilir.

Bu tip sensörün diğer bir kullanım alanı ise bir robot kol kısıkaçıdır. Kısıkaçın kavradığı nesne üzerinde, kavrama esnasında uyguladığı basınçlar ölçülebilir. Bu basınç varyasyonları, gerilim varyasyonlarına çevrilerek elde edilen bilgiler işlenerek, kısıkaçın kavradığı nesne üzerine uyguladığı kuvvet hesaplanır.

3.5.3. Işık Sensörleri

Işık, ilginç bir etki-tepki unsurudur. Sıkça robot kontrolünde ve güdümünde kullanılır. Çünkü ışık enerjisi birçok elektronik elemanlar üzerinde etki yapar: LDR, fototransistör, fotodiyot, fotovoltaiik hücreler (güneş pilleri) gibi. Görünen veya görünmeyen ışık bilgilerini kullanan tüm sensörler bu kategoride yer alır: Fotodirençler, fototransistörler, fotodiyotlar, pyro-elektrik detektörler, kameralar...



Şekil 3.26. Işık kaynaklarının göz ile algılanma grafiği

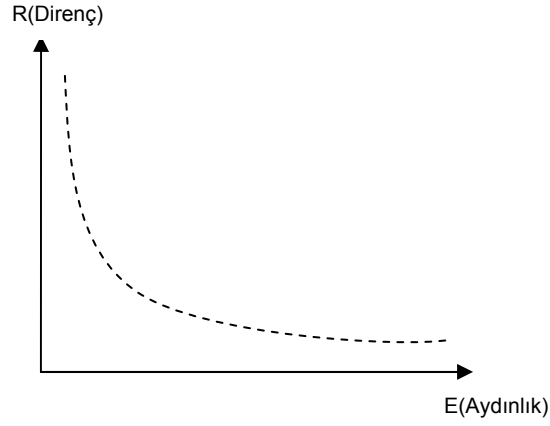
Bir modelin veya ötekinin seçimi, dalga boyuna veya okuma hızı gibi birçok parametreye bağlıdır. Dalga boyu, mor ötesinden kırmızı ötesine (görünen ışık dahil) ışık kaynağının rengini belirler. Şekil 3.26.'daki grafik bilinen ışık kaynaklarının (güneş, tungsten ampul,) insan gözü algılama özelliklerine göre durumunu gösteriyor.

Bir sensörün etkiye cevap zamanı, bu bilgiyi geçerli kılmak için gerekli hesaplama zamanı üzerinde çok önemli bir faktördür. Fotodiyotlar ve fototransistörler çok hızlı iken, fotodirençler ve kameralar yavaşlardır. Fototransistörler, baz, kollektör bacaklar ters kutuplandığında, fotodiyot gibi davranan transistörlerdir. Bu tip "fotodiyotun" akımı, transistörün yükseltici etkisinden faydalanır.

3.5.3.1. Fotodirençler

Fotodirençler veya LDR (light dependent resistor)'ler, ışık ortamına göre değeri değişen dirençlerdir. LDR'ler genellikle kadmiyum sülfid (CdS) yapılmış, maruz kaldığı ışık yoğunluğuna göre değeri değişen bir dirençtir. Işık yoğunluğu düşüncü direnç değeri yükselir. Karanlıkta 100 k Ω olan değer, gün ışığında 10 k Ω 'a kadar düşebilir.

Bu elemanın bir kontrol kartının analogik girişine arayüz bağlantısı çok kolaydır. LDR ile seri olarak bağlanan bir direnç yeterlidir. Her iki elemanın arasından bir gerilim çıkışı alınır. Böylece, değeri ışıkla değişen bir gerilim bölücü köprü elde ederiz. Bu devre ile direnç varyasyonlarını, gerilim varyasyonlarına çevirme imkanına sahip oluruz. Transistorlu basit devrelerde, alınan bu farklı sinyaller operasyonel amplifikatörler tarafından işlenebilir. LDR'ye seri bağlanan direncin, ayarlanabilir değişken bir direnç olması, foto direncin hassaslık ayarında bizlere yardımcı olur.



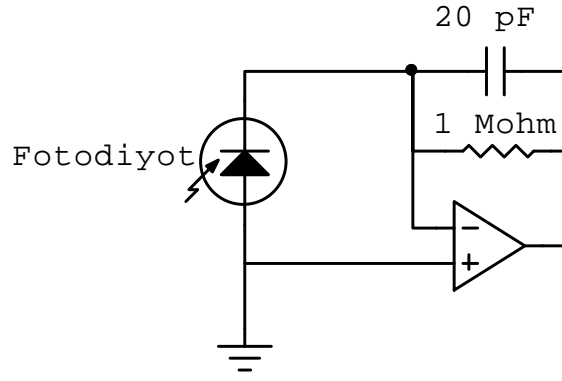
Şekil 3.27. Işık şiddetine bağlı direnç değişimi

Bu sensörün çalışmasını iyileştirmek, parazit ışıklardan korumak için, LDR'ler küçük bir siyah tüpün içine yerleştirilebilir. Böylece, sensör daha direktif olacaktır. Sadece, üstüne doğrudan yönlendirilen ışığı algılayacaktır.

3.5.3.2. IR (Infra-Red, kızılötesi) sensörler

Fotodiyotlar ve fototransistörlerde ışığı algırlarlar. LDR'lerin çalışması için bir besleme akımı gerekirken, ışığa maruz kalan fotodiyot ise bir jeneratör gibi akım üretir ($1\mu\text{A} / \text{Lux}$ değerinde kısa devre akımı). Fotodiyotlar, fotodirençlerden daha hızlıdır. IR kızılötesi sensörler fototransistör veya fotodiyotturlar. Fotodiyotların ve fototransistörlerin ışık tayfi kızılötesi bölgesinde maksimum düzeydedir.

Kodlanmış (şifrelenmiş) bir emisyonu (TV kumandası, vb gibi...) algılamak gerektiğinde fotodiyotlar tercih edilir. Ancak alınan sinyal bir arayüzle yükseltilirerek kuvvetlendirilmelidir. Fotodiyotlar kontrol kartına doğrudan bağlanamazlar.



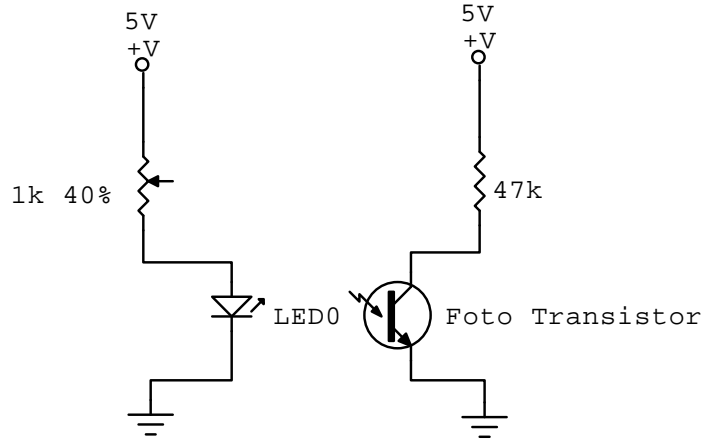
Şekil 3.28. IR çalışma devresi

3.5.3.3. Fototransistörler

Fototransistörler, ortam ışığındaki değişiklikleri (varyasyonları) hızlıca algılamak (detekte etmek) için fotodirençlerin yerine kullanılırlar. Fotodirençler gibi, basit bir arayüzle, kontrol kartına bağlanırlar.

Fototransistorlar genellikle LED'ler gibi bir ışık kaynağı ile beraber kullanılırlar. Böylece bir basit yansıma sensörü elde ederiz.

LED'ler ortam ışığının sensör üzerindeki etkilerini azaltmak için kullanılırlar. Çıkan (üretilen) foton miktarını ayarlamak için bir değişken dirençle kutuplanırlar. Böylece algılayıcının aşırı yoğun fotonlarla doyup bloke olması (saturation) ve çalışmaz hale gelmesi önlenir. Yük direncinin değeri modele göre değişir. Optimal değeri bulmak için deneylerin yapılması gerekir.



Şekil 3.29. Fototransistörün LED ile birlikte kullanım devresi

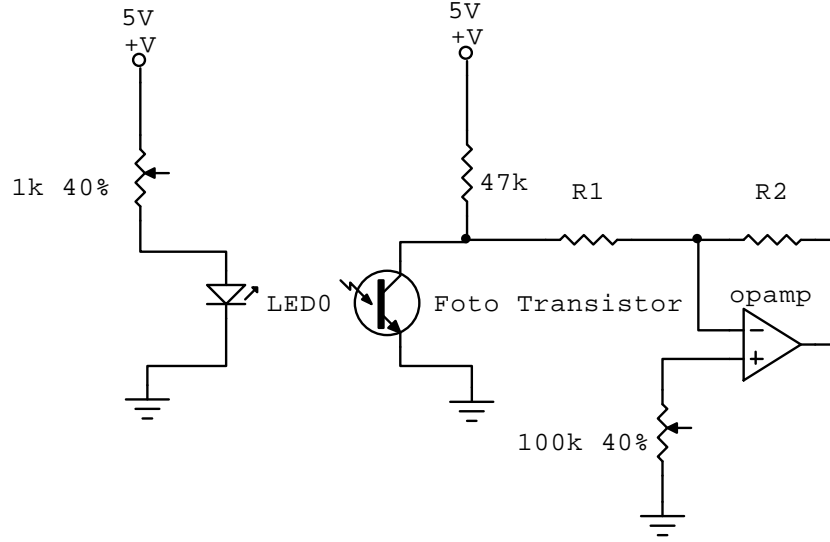
3.5.3.4. Yansıma sensörleri

Bu tip sensörün bir ışık yayıcı (IR veya LED) ve bir ışık toplayıcı parçası vardır. Işık yayıcı ve ışık toplayıcı parçalar aralarına bir engel konarak yan yana monte edilirler. Bu sisteme bir nesne yaklaştığında, ışık yayıcı tarafın yaydığı ışığın nesneye çarpıp geri yansıtılarak ışık toplayıcı parçaya gelmesi prensibiyle çalışır. Bu parçalardan birisinin gönderdiği ışığın, öteki tarafından toplanma yüzdesi sensörün çıktığı sinyalini verir. Yansıma sensörleri düz bir zemindeki renk varyasyonlarını algılamada kullanılırlar. Zemin rengi koyu ise fotonlar emilirler ve transistör bloke olur. Zemin açık renkli ise ışık fototransistöre yansır onu doyurur (saturation). Optimal algılama mesafesi 4 - 5mm dir. Mesafe değiştiğinde, algılama performansı değişir, bozulur.

Yansıma sensörünün siyah veya beyaz çizgi izleyen bir robotta kullanacaksa arayüz şemasına kıyaslayıcı devresi eklenerek biraz daha geliştirilmelidir. Böylece çizgi izleyen robotlarda kullanabileceğimiz bir kontrast renk sensörü elde ederiz.

Çizgi algılama sensörü çizgiyi fark edebilmek için yerin kontrastından yararlanır. Kızılötesi ya da görünür LED zemine sürekli ışın yayar. Eğer Led beyaz zemin üstündeyse beyaz ışığı yansıtacağından alıcı sensöre ışın gider ve çıkış +5V olur. Eğer LED siyah çizginin üzerindeyse ışınlar siyah tarafından emileceğinden

herhangi bir ışın geri yansıyıp sensorün alıcı kısmına ışık gitmez ve çıkış 0V olur. Normalde sensörden bu kadar net gerilimler çıkmaz. Örneğin 0V çıkması gerekirken 0,7 V, +5V çıkması gerekirken de 4,2 V çıkabilir bu sebeple voltajı netleştirmek ve bir sınır voltajı koymak için karşılaştırıcı devresi konur.



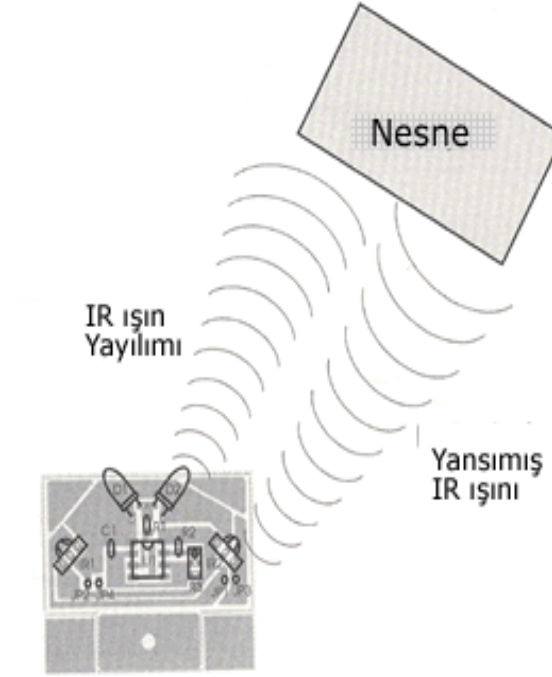
Şekil 3.30. Yansıma sensörü için karşılaştırıcı devresi

3.5.3.5. Uzaklık ve engel tanıma sensörleri

Prensip biraz daha geliştirilmiş haliyle yansıma sensörleri gibidir. IR kızılötesi ışın emisyonu kodlanmış olmalı (TV kumandası IR ışığı gibi), emisyon devamlı değil, anlık aralıklı atımlarla yapılarak parazit kızılötesi ışınların (güneş, ısı kaynakları) ters etkisi önlenir. Robotun önüne bir engel çıkarsa, IR ışık geri yansır ve alıcı parça tarafından algılanır ve kaynak emisyonla karşılaştırılır. Sistemin etkinliği IR ışığın gücüne, yansıma açısına, engelin doğasına, şekline, rengine ve alıcı parça hassasiyetine bağlıdır[17].

IR emisyonu 38 – 40 kHz'e kodlanmış (şifrelenmiş) olmalıdır. Çıkan IR sinyali bir alıcı parça tarafından algılanır. Alıcı parça, bir fotodiyot, bir amplifikatör, bir 40 kHz demodülatör devresinden oluşmaktadır. Bu parçanın verdiği çıktı bilgileri bir kontrol kartının girişleri ile uyumlu lojik bilgiler olmalıdır. İşlenebilen bilgi almak için IR emisyonu 1 ms yapıp, daha sonra 1 ms beklenmelidir. Bu süre

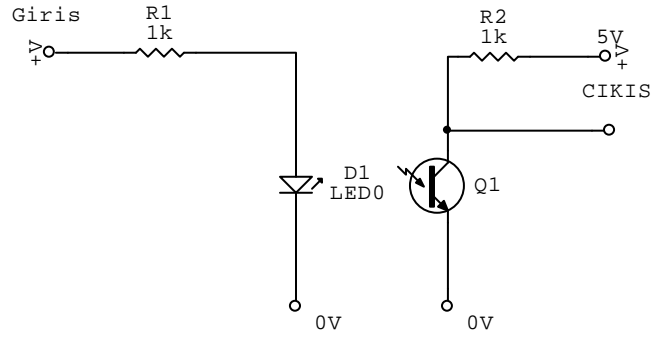
deneylerle kısaltılabilir. Emisyon anında alıcı okunur, ancak, emisyon durunca, alıcı da artık bilgi vermiyorsa engelin varlığı kanıtlanır.



Şekil 3.31. Engel tanıma sensörü temsili görüntüsü

Şekil 3.32. deki uygulama şeması bu tip sensörün basitliğini göstermektedir. HIM602 veya benzeri bir entegre modülü alıcı olarak kullanılabilir. Algılama mesafesini arttırmak veya azaltmak için direnç değeri üzerinde oynanabilir.

Bu tip sensörlerden robotun etrafına birçok sensör yerleştirilerek bir detektörler kuşağı elde edilebilir. Diğer bir yöntem ise sensörü, bir servo motorla sağa ve sola döndürülebilen bir papuç üstüne monte etmektir. Böylece sensör daha geniş bir alanı tarayabilir.



Şekil 3.32. Engel tanıma sensörü uygulama şeması

3.6. YAZILIM ARAÇLARI

3.6.1. Microsoft Visual Studio 2005

Microsoft tarafından üretilen programlama ortamı yeni dönem yazılım geliştirme şekli olan platform bağımsız yazılım geliştirme imkanlarını sağlamaktadır. Bunun yanında birçok programlama dilini aynı anda kullanma imkanı sağlamaktadır. Microsoft Visual Studio birçok platformda çalıştırılabilmesinden dolayı farklı yazılımlar ile bütünleşik bir çözüm üretmede oldukça başarılı sonuçlar vermektedir[18].

Microsoft Visual Studio bünyesinde bulundurduğu ADO.NET teknolojisi sayesinde birçok farklı veritabanı sistemine üst düzey bir performansla bağlanabilmektedir. XML mimarisini kullanan ADO.NET ile gelecek teknolojilerine de uygun bir alt yapı oluşturulmaktadır. ADO.Net ile çok basit bir şekilde XML dosyası veritabanı olarak kullanılabilir. ADO.Net'in en çok göze çarpan özelliği ise veri okurken veya yazarken mutlaka veritabanına bağlı olmasına gerek olmamasıdır. Yani sistem veri okurken veritabanına sadece bir kere bağlanıp verileri alıyor daha sonra bağlantıyı koparıyor. Ondan sonra eldeki veri kullanılıyor[18].

ADO.Net'in bir başka özelliği de projede kullandığımız veritabanı yönetim sistemi olan SQL Server için özel komutları olmasıdır. Yani Microsoft kendi

ürünlerine özel destek sağlamıştır. Öyle ki normal veritabanları için System.Data.OleDb namespace'ini kullanırken SQL Server için System.Data.SqlClient namespace'ini kullanılmaktadır. SqlConnection, SQL Server için farklılaştırılmış ve hız kazandırılmıştır. Böylece SQL Server kullanılırken normal OleDb bağlantılarından biraz daha hızlı çalışmak mümkün olmaktadır.

3.6.2. Microsoft SQL Server

Bir veritabanı yönetim sistemi olan SQL Server ile yoğun verileri işleyebilir, saklayıp analiz edebilir ve yeni uygulamalar geliştirilebilir. SQL Server OLTP(Online Transaction Processing) ve OLAP(Online Analytical Processing) için gerekli olan veri saklama ürünlerini ve teknolojilerini destekler[19]. SQL Server bir ilişkisel veritabanı yönetim sistemidir(RDBMS: Relational database management system). Bu özelliği sayesinde SQL Server;

- Veri işleme ve analiz için saklanan veri yığınlarını yönetebilir.
- Client uygulamalarından gelen isteklere cevap verebilir.
- SQL Server ve clientlar arasında veri göndermek için T-Sql (Transact SQL), XML, MDX veya SQL-DMO kullanabilir.

Bir RDBMS aşağıdaki işlemlerden sorumludur;

- Bir veritabanındaki veriler arasında ilişkiler kurmak.
- Verileri hatasız bir şekilde saklamak ve veriler arasında tanımlanan ilişkileri bozmamak.
- Bir sistem hatası durumunda tüm verileri kurtarabilmek.

OLTP Veritabanları: Bir OLTP veritabanı içinde veriler genellikle ilişkisel tablolar içinde organize edilir. Gereksiz veri yığınları azaltılır ve veri güncelleme hızı artırılır. SQL Server çok sayıda kullanıcının gerçek zamanlı olarak veri analiz edebilmesini ve güncellemesini sağlar. Örnek olarak OLTP veritabanları havayolu bilet satış bilgileri ve bankacılık işlemlerini içerir[19].

OLAP Veritabanları: OLAP teknolojisi büyük verilerin organize edilmesi ve incelenmesini sağlar. Örneğin bir analist, büyük verileri hızlı ve gerçek zamanlı olarak değerlendirebilir. SQL Server Analiz Servisi toplu raporlama ve analizde, veri modelleme ve karar desteğe kadar geniş alanda çözümler sunar.

3.6.3. Macromedia FLASH

Flash, Macromedia firmasının çıkarmış olduğu ve gerek internette gezinenler gerekse de web tasarımcılarının ve grafikçilerinin gözdesi olan Windows ve Mac OS işletim sistemleri üzerinde çalışabilen bir grafik programıdır.

Flash, çalışma tekniği olarak vektör grafikleri kullanmaktadır. Flash animasyonlarının, çizgi filmlerinin, efektlerinin temelinde aslında matematiksel işlemler yer almaktadır. Yani Flash'ta çizilen her şey aslında tek tek piksellerden oluşturulmak yerine, tamamen matematiksel denklemler üzerine kurulmaktadır. Bu yüzden flash ile çizilen bir nesne istendiği kadar yakın yapılsa da normal piksellerden oluşan grafiklerdeki oluşan basamaklı görüntü oluşmamaktadır.

Flash ile beraber Macromedia, grafiksel animasyonları ve arayüzleri yaparken daha kullanıcı dostu ve etkileşimli yapıya sahip olması için ActionScript adı verilen bir dili de kullanmamıza olanak sağlamaktadır.

3.6.4. Cosirop

Cosirop, Melsoft firması tarafından üretilmiş olan bir robot programlama dilinin yanında aynı zamanda güçlü bir programlama ortamıdır.

Cosirop, bütün Mitsubishi robotları için kullanılan programlama ortamıdır. MELFA BASIC IV veya MOVEMASTER COMMAND robot dilleri kullanılarak çok kısa sürelerde programlar oluşturulabilir, sonra da bunların test ve optimizasyon aşamalarının ardından çok kolay bir şekilde robota aktarılabilir. Bu işlem, bir ağ

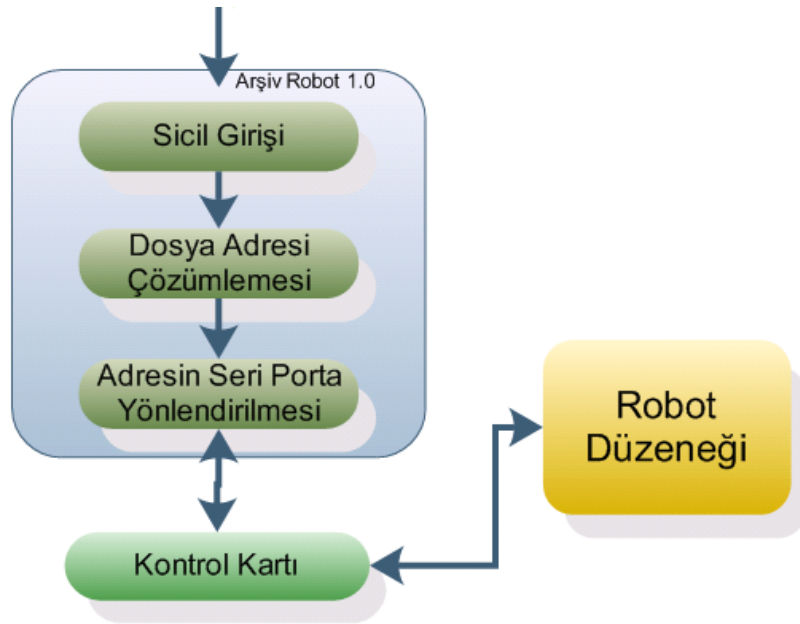
arabirimi veya seri bağlantı üzerinden PC ve robot arasındaki direkt bağlantı aracılığıyla çok etkin bir şekilde gerçekleştirilir.

Programlar çalıştırılırken robotlar Cosirop'un geniş kapsamlı kontrol ve hata teşhis fonksiyonları aracılığıyla denetlenir ve görüntülenir. Gerçek zamanlı eksen hızları ve motor akımları, robotun giriş ve çıkışlarının geçerli durumlarıyla birlikte açık bir şekilde görüntülenir. Kontrolör tarafından çalıştırılan bütün programları canlı olarak izlenebilir ve böylece program hataları hızlı ve güvenilir bir şekilde tespit edilebilir.

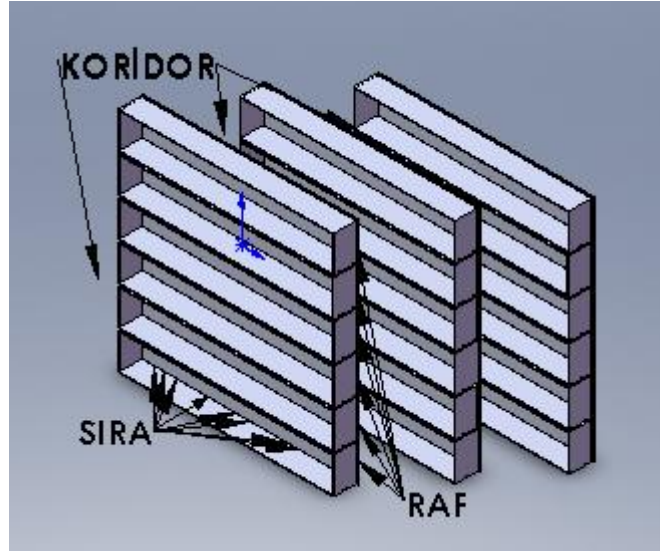
3.7. SİSTEM YAPISI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

3.7.1. Sistemin Genel Yapısı

Sistem üç bölümden oluşmaktadır. Bunlar robot düzeneği, kontrol kartı ve kullanıcı yazılımıdır. “Arşiv Robot 1.0” isimli kullanıcı yazılımından gelen talepler doğrultusunda tasarlanan kontrol kartı üzerinden robot ile gerekli iletişim sağlamaktadır. Sistemin blok yapısı şekil 3.33’de gösterilmiştir.



Şekil 3.33. Yapılması düşünülen arşiv sisteminin yapısal gösterimi



Şekil 3.34. İçinde çalışılacak arşiv yapısı

3.7.2. Robot Düzeneginin Yapısı

Tasarlanan robot düzenegi iki kol, bir uç birim ve yerde hareketi sağlayan ayak mekanizmasından oluşmaktadır. Hesaplamalarda kullanılmak üzere verilen ölçüler mümkün olabilecek bir arşiv boyutu temel alınarak hesaplanmıştır. Robotun yerde hareketini sağlayan ayak boyu 20cm, hareketli iki kolun uzunlukları da 90cm ve 126cm olarak belirlenmiştir. En son dosyayı tutacak olan bilek yapısının boyu ise 10cm olarak tasarlanmıştır. Bahsedilen değerlerin hesaplanmasında genelde arşiv için kullanılan dolap yüksekliği ve dosyaların boyları göz önünde bulundurularak karar verilmiştir. Dolaplar ise her bir raf 35cm'den yerden yüksekliği ise 20cm olarak düşünülürse toplam dolap boyu 230cm olmaktadır. Robotun raflara ulaşmak için bulunduğu referans noktası ise raflardan daima 60cm açıkta olarak hesaplanmıştır.

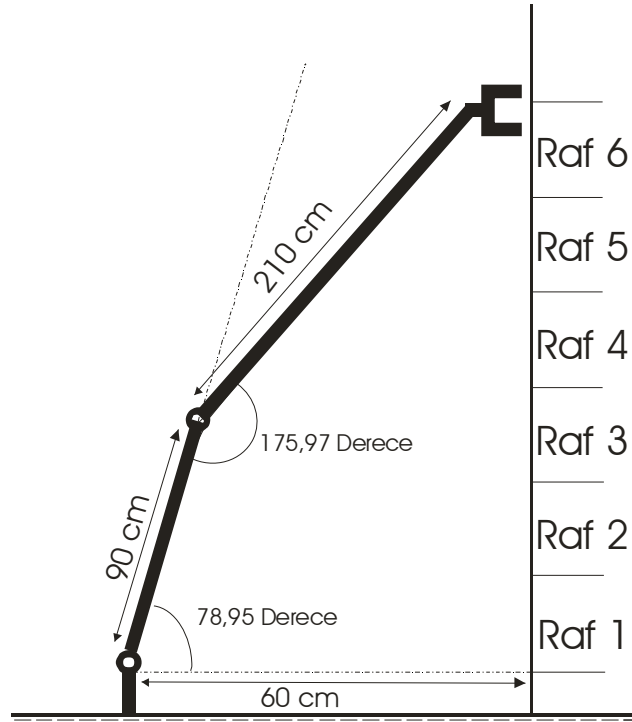
3.7.2.1. Tasarlanan robotun kinematiklerinin hesabı

Robotun istenen raf yüksekliğine ulaşması için gerekli açı değerlerinin hesaplanmasında kinematik metotlarından geometrik yaklaşım yönetimi

kullanılmıştır. Aşağıdaki örneklerde robotun en üst rafa sonra ortadaki bir noktaya ve en alt rafa ulaşması için gerekli olan hesaplamalar yapılmıştır.

a) En üstteki rafa ulaşmak için gerekli açı değerleri;

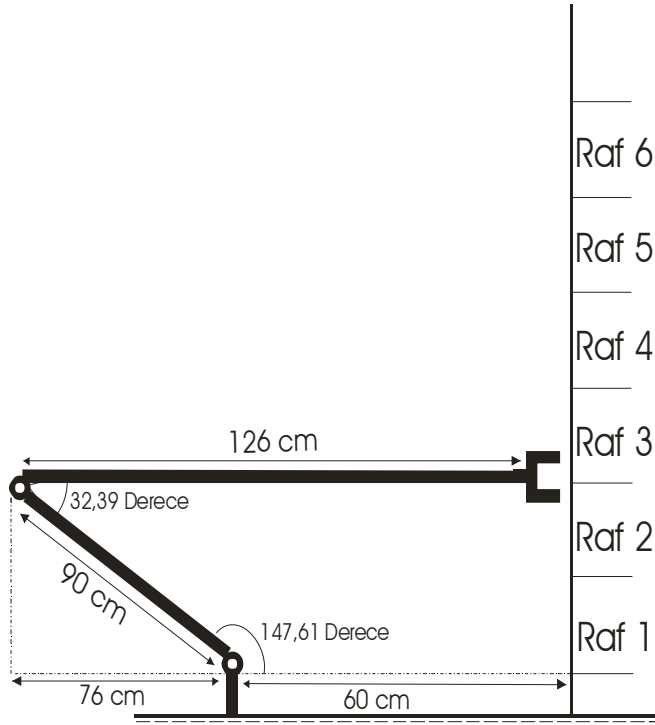
Örneğimizde en üst rafın yerden yüksekliği 230cm'dir. 20cm olan ayak mesafesi çıkarılırsa koordinat düzleminde ulaşmak istenen noktanın Y değeri 210cm olacaktır. Robotun bulunduğu referans noktasından ulaşmak istenen noktanın X eksenindeki değeri uç birimin uzunluğu hariç tutulursa 50cm olmaktadır. Kollar arasındaki olması gereken açı değerleri geometrik yaklaşım metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Şekil 3.35'de robot düzeneğinin en üst raftaki bir dosyaya ulaşması için alması gereken pozisyon ve açı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.35. En yüksek noktadaki robot pozisyonu

b) Yere paralel durumdaki olması gereken açı değerleri;

Robot kolunun raflar içinde hareketini gerçekleştirirken alt sıralara ulaşmak için belli anda uzun kolun yere paralel olması gereken durumlar olacaktır. Bahsedilen pozisyonda önemli olan nokta robotun dirseğinin dışı doğru açıldığı maksimum değeri bulmaktır. Robotun dirsek hareketi takip edildiğinde arşiv koridorlarının minimum genişliği hesaplanmaktadır. Tasarlanan düzeneğe göre robotun referans noktasının en fazla 76cm dışarı taşıdığı belirlenmiştir. Referans noktası raflara 60cm uzakta olması düşünüldüğüne göre arşiv koridoru 136cm'den büyük olmalıdır. Şekil 3.36'da robot kolunun dışı açılımı ve hesaplanan değeri görülmektedir.

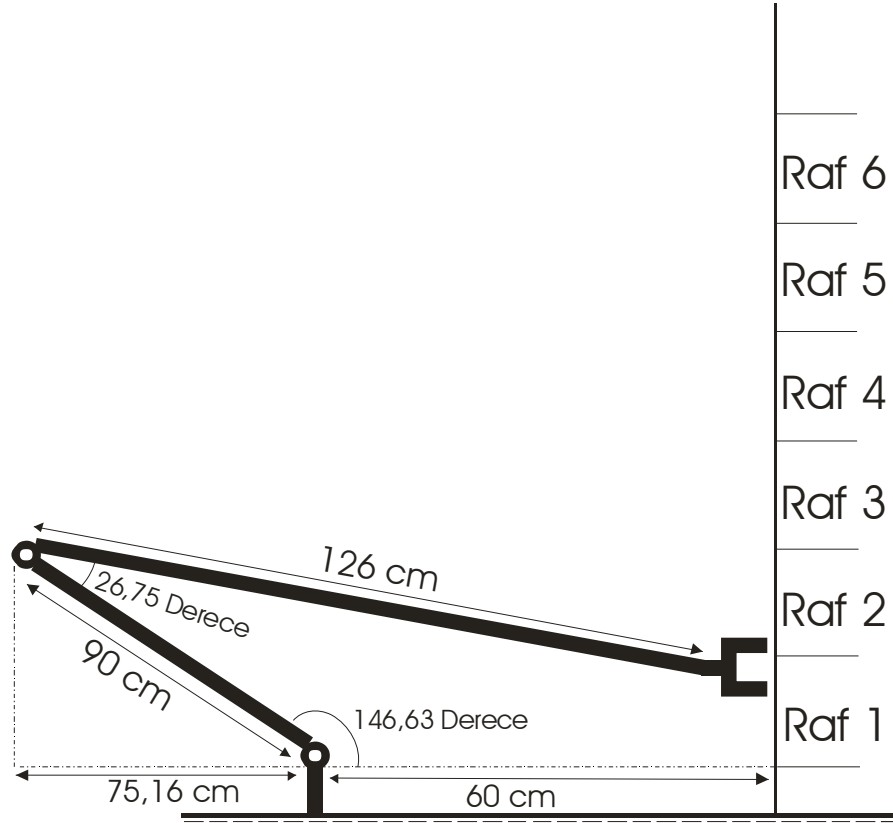


Şekil 3.36. Uzun kolun yere paralel olması durumu

c) En alttaki rafa ulaşmak için gerekli açı değerleri;

Robot düzeneği en alttaki rafa ulaşmaya çalıştığında yerden yüksekliği yani Y eksenindeki değeri 35cm olmaktadır. Robot düzeneğinin sınırlarını

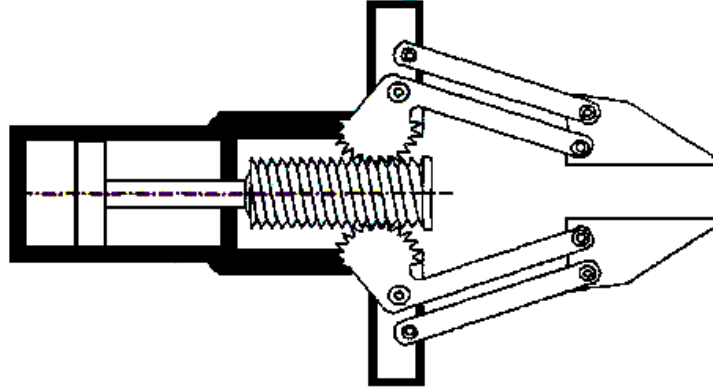
hesaplamak adına en alttaki noktayı örneklendirmek önemli olmaktadır. Robotun en alt rafa ulaşmak için alması gereken pozisyon ve açı değerleri şekil 3.37’de gösterilmiştir.



Şekil 3.37. En düşük noktadaki robot pozisyonu

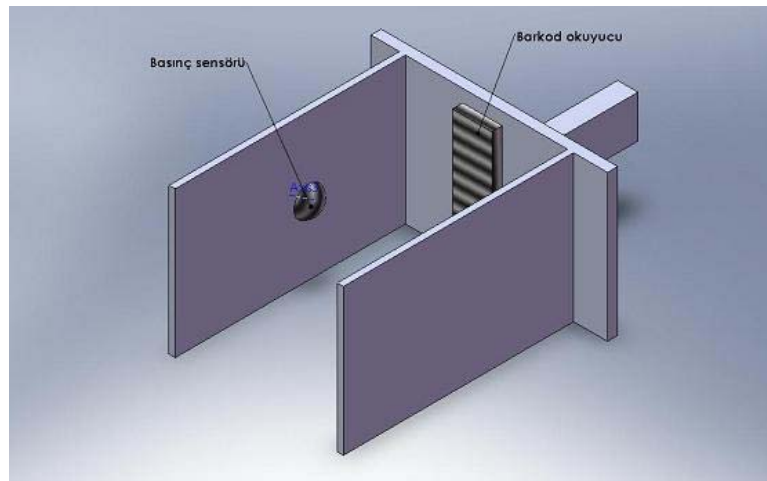
3.7.2.2. Robotun düzeneğinin uç birim tasarımı

Tasarımı yapılan arşiv robotunun en hassas bölümlerinden biri olan uç birimin tasarımında Şekil 3.38’de gösterilen pnömatik güç ile çalışan iki parmaklı tutucu modelinden faydalanılmıştır.



Şekil 3.38. Genel amaçlı pnömatik güçle çalışan iki parmaklı tutucu

Tutucu işlevine sahip olan uç birim bazı işlemleri yaparken bir takım elektronik sensörlerden faydalanmaktadır. Bu sensörlerin başında optik barkod okuyucu gelmektedir. İki temel amaca sahip okuyucu öncelikle getirilecek dosyanın doğruluğunu kontrol için kullanılmaktadır. Diğer bir amacı ise arşive geri dönecek olan dosyaların adreslerini veritabanından çekmek amacıyla tasarlanmıştır. Okuyucu ikinci bir uç birim tasarımı gerektirmemesi için okuyucunun mevcut bileğin ortasına konması düşünülmüştür. Uç birime yerleştirilmesi düşünülen bir diğer sensör çeşidi ise basınç sensörüdür. Basınç sensörü uç birimin parmak kısımlarına yerleştirilerek pnömatik sistemin parmakları ne kadarlık bir kuvvete kadar sıkıştıracağına karar vermek amacıyla düşünülmüştür. Bahsedilen iki sensörün de uç birime yerleşimleri Şekil 3.39’da gösterildiği gibi tasarlanmıştır.



Şekil 3.39. Sensör konumlandırılmış uç birim tasarımı

3.7.3. Kontrol Devresi

Tasarlanan arşiv sisteminde yazılım ile robot düzeneği arasındaki anlaşmanın sağlanabilmesi amacıyla bir elektronik arabirim kartına ihtiyaç duyulmaktadır. Tasarlanan elektronik kartın çalışma prensibi Şekil 3.40'da gösterildiği gibidir.

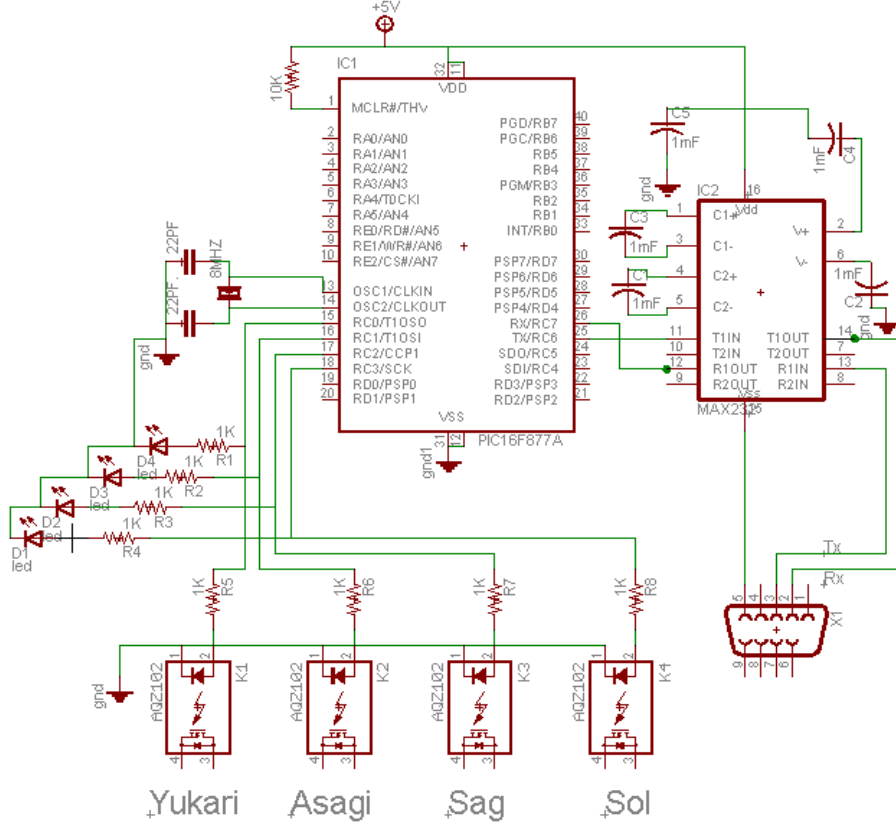


Şekil 3.40. Elektronik kart çalışma prensibi

Sistemdeki bilgisayar yazılımının tasarlanan robot düzeneğini kontrol edebilmesi için bilgisayarın haberleşme portu olan seri port kullanılmaktadır. Seri portun sinyal voltaj aralığı -12/+12V'dur. Fakat kontrol kartında bulunan mikro denetleyicinin seri portunun sinyal voltaj aralığı 0-5V'dur. Haberleşmenin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle sinyal seviyelerinin eşitlenmesi gerekmektedir. Bu işlem için Dallas firmasının üretmiş olduğu MAX232C seviye dönüştürücü entegresi kullanılmaktadır.

Kontrol devresinde mikro denetleyici olarak PIC16F877A elemanı kullanılmıştır. Bu devrede mikro denetleyicinin kullanım amacı öncelikle seri porttan gelen komutları işleyerek çoğullamaktır. Bu sayede robot eklemlerinde bulunan motorların aynı anda kontrolü yapılmaktadır. Mikro denetleyicinin bir diğer önemli görevi ise sensörlerden alınan bilgileri anlamlı değerlere dönüştürerek seri

port üzerinden bilgisayara göndermektir. Tasarlanan kontrol devresine ait şematik çizimi Şekil 3.41’de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.41. Kontrol devresinin şematik gösterimi

3.7.4. Kullanıcı Yazılımı

Projede robot ile insan arasındaki etkileşimi sağlayan kullanıcı programının adı “Arşiv Robot 1.0” olarak isimlendirilmiştir. Söz konusu yazılım Microsoft Visual Studio paketi içerisinde bulunan Visual Basic.NET programlama aracı kullanılarak hazırlanmıştır. Bu sayede tüm .NET dillerine otomatik dönüşüm sistem tarafından sağlanmaktadır. Program tarafından işlenmek üzere girilen bilgiler ise Microsoft SQL Server veri tabanı tarafından saklanmıştır. Programın robot düzeneğine veri yollamada kullandığı yöntem ise tüm sistemler tarafından desteklenen veri standardı olan XML sayesinde yapılmıştır. Uygulama yazılımı ile animasyon arasındaki haberleşmede yine aynı şekilde bir XML dosyası üzerinden yapılmaktadır.

3.7.4.1. Veri tabanı yapısı

Verileri saklamak amacı ile Microsoft SQL Server üzerinde oluşturulan veritabanı “ArşivRobot” olarak isimlendirilmiştir.

Sistemde kullanıcıları saklamak amacıyla Çizelge 3.6.’de yapısı görünen “ArsivKullanici” isimli tablo oluşturulmuştur. Bu tablo sayesinde sisteme girecek kullanıcılar kodlanmış ve giriş yetkileri için şifrelendirilmiştir. Bunun dışında kullanıcılar sisteme girdikten sonra yaptıkları işlemler de yine aynı kullanıcı bilgileri sayesinde sistemde tutulabilmektedirler.

Çizelge 3.6. “ArsivKullanici” tablosunun yapısı

Alan İsmi	Veri Tipi	Uzunluk(Byte)	Boş Değer
Artis(+)	İnt	4	Hayır
KulAdi	Varchar	10	Evet
Sifre	Varchar	10	Evet
BirimKod	İnt	4	Evet

Sistem arşivin değişken fiziksel durumuna göre arşiv düzenleme işlemini yenileyebilmektedir. Arşivin koridorlardan, koridorların raflardan ve her rafında belli sayıda sıradan oluştuğu varsayıldığından bu değerleri tutmak amacıyla Çizelge 3.7.’de yapısı görünen “ArsivRafBilgisi” adıyla bir tablo oluşturulmuştur. Bu tablo aynı zamanda arşive yeni gelecek dosyanın adresini belirlemek için daima son dosyanın adresini de saklamaktadır.

Çizelge 3.7. “ArsivRafBilgisi” tablosunun yapısı

Alan İsmi	Veri Tipi	Uzunluk(Byte)	Boş Değer
KoridorNoMax	İnt	4	Evet
RafNoMax	İnt	4	Evet
SiraNoMax	İnt	4	Evet
KoridorSon	İnt	4	Evet
RafNoSon	İnt	4	Evet
SiraNoSon	İnt	4	Evet

Sisteme kayıtlı olan tüm dosya bilgilerinin saklandığı tablo ise Çizelge 3.8.'de yapısı gösterilen “ArsivSicil” isimli tablodur. Bu tablo sayesinde sistem dosyanın sahip olduğu barkod numarasına ulaşılmakta ve dosyanın fiziksel konumu saptanmaktadır. Dosyanın fiziksel konumu 3 kırımlı bir kodlama sistemi ile saptanmaktadır A.B.C gibi. Bu kodlamadaki A koridor, B raf, C ise sıra numarasını belirtmektedir.

Çizelge 3.8. “ArsivSicil” tablosunun yapısı

Alan İsmi	Veri Tipi	Uzunluk(Byte)	Boş Değer
Artis(+)	İnt	4	Hayır
SicilNo	İnt	4	Evet
BarkodNo	Varchar	50	Evet
DosyaAdresi	Varchar	50	Evet

Programda arşivden çağırılan her dosyanın çıkış ile ilgili ve geri dönüşü ile ilgili işlemleri takibi için “ArsivKuyruk” adında bir tablo hazırlanmıştır. Bu tablo ile hangi kullanıcının hangi dosyayı ne zaman istediği ve ne zaman geri döndüğü bilgileri bulunmaktadır.

Çizelge 3.9. “ArsivKuyruk” tablosunun yapısı

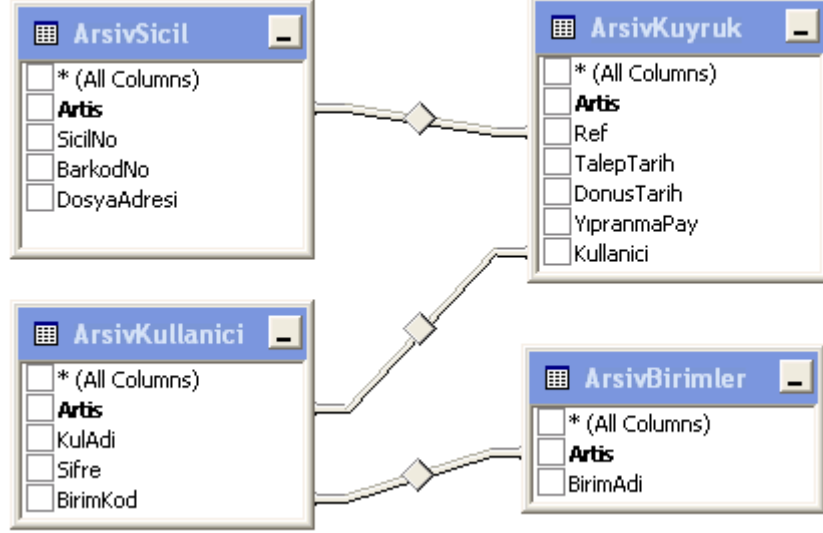
Alan İsmi	Veri Tipi	Uzunluk(Byte)	Boş Değer
Artis(+)	İnt	4	Hayır
Ref	İnt	4	Evet
TalepTarih	Datetime	8	Evet
DonusTarih	Datetime	8	Evet
YipranmaPay	İnt	4	Evet
Kullanici	varchar	10	Evet

Kullanıcıların birimlerini tutmak ve dosyaların arşivden çıktıktan sonra hangi birimlerde olduğunun bilgisine rahat ulaşmak için tüm birimler “ArsivBirimler” adı verilen tabloda saklanmıştır.

Çizelge 3.10. “ArsivBirimler” tablosunun yapısı

Alan İsmi	Veri Tipi	Uzunluk(Byte)	Boş Değer
Artis(+)	İnt	4	Hayır
BirimAdi	varchar	50	Evet

Yukarıda amaçları anlatılan tüm tabloların birbirleri ile hangi alanları üzerinden ilişkili oldukları Şekil 3.43’de gösterilmiştir.



Şekil 3.43. Tabloların ilişki şeması

3.7.4.2. Yazılım arayüzü

“Arşiv Robot 1.0” ilk çalıştırıldığında karşımıza Şekil 3.44’de görülen kullanıcı giriş ekranı gelmektedir. Sisteme girişin sağlandığı bu ekran aynı zamanda giriş yapan kullanıcının birimine göre programda dosya hareketini sağlamaktadır. Sisteme daha önceden tanımlanmış kullanıcı isimlerinden biri ile giriş yapılabilir. Yeni kullanıcı tanımlama veya diğer ayarların yapılabilmesi için sisteme sabit olan “Admin” isimli kullanıcı ile girilmesi gerekmektedir.



Şekil 3.44. Kullanıcı giriş ekranı

Sisteme girildikten sonra karşımıza gelen ana ekranda “Sicil Seçimi”, “Dosya Oluştur”, “Raf Bilgileri”, “Dosya Sırası”, “Kullanıcılar” olmak üzere program menüleri bulunmaktadır.

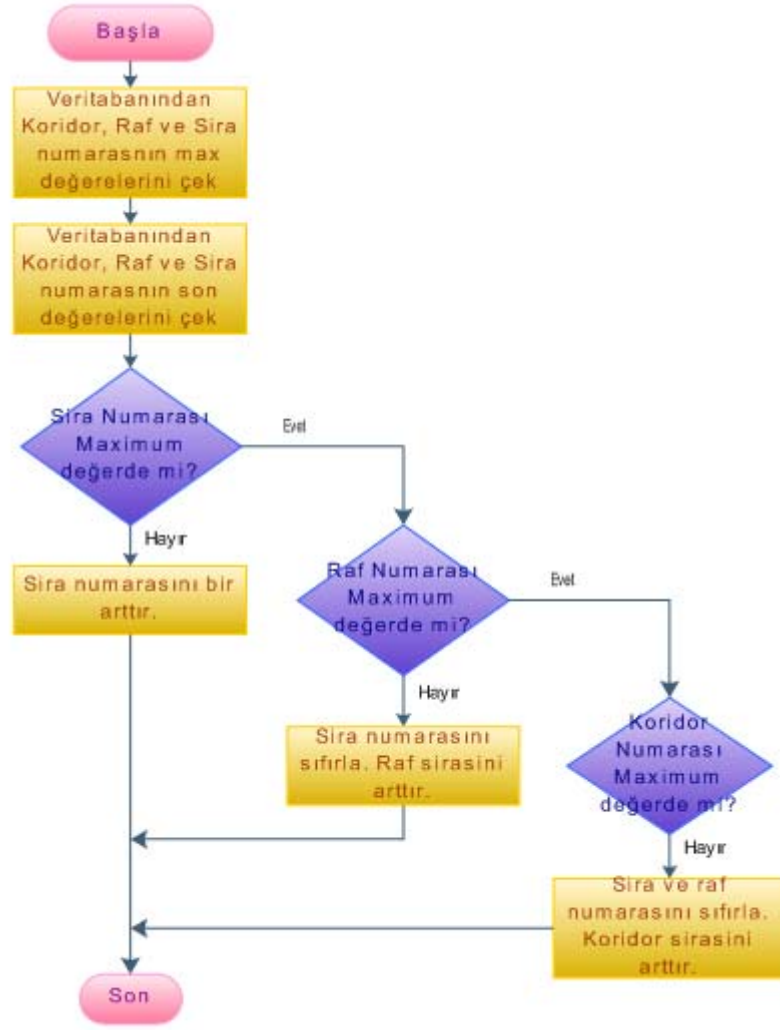
Bahsedilen menülerden “Dosya Oluştur” menüsünün ekranı şekil 3.45.’de gösterilmiştir.



The screenshot shows a software window titled "Arsiv Robot 1.0" with a menu bar containing "Sicil Seçimi", "Dosya Oluştur", "Raf Bilgileri", "Dosya Sırası", and "Kullanıcılar". The main area has a red header with the text "Arşiv Robotu Dosya Kaydı". Below the header, there are three input fields: "Sicil No : 32453", "Barkod No : 38749590", and "Dosya Adresi : 0.0.7". A "Dosya Oluştur" button is located at the bottom center of the form.

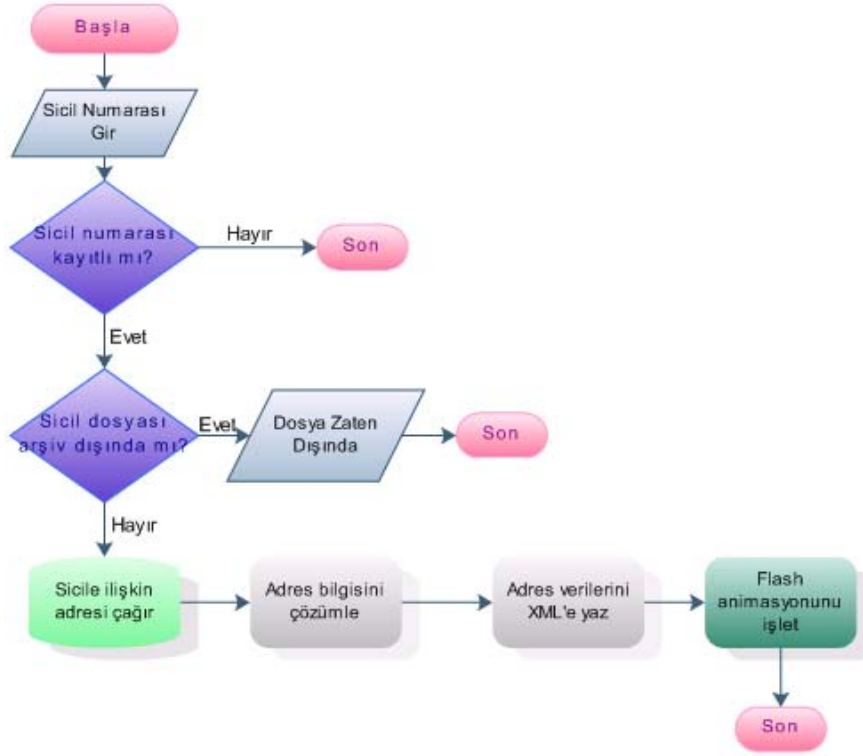
Şekil 3.45. Dosya oluşturma ekranı

Dosya oluşturma işleminde amaçlanan arşive yeni gelecek bir dosya için yapılacak işlemlerdir. Bu işlemlerin başında bu dosyaya verilecek olan barkod numarası oluşturulmakta ve arşivde dosyanın konacağı adres hesaplanmaktadır. Arşivde yeni oluşturulan dosya adresi için izlenecek olan yolun akış şeması Şekil 3.46’da gösterilmiştir.



Şekil 3.46. Arşivde dosya oluşturma işlemi akışı

Sicil seçimi bölümünde ise dış ortamdaki robot düzeneği ile yazılımın haberleşmesi sağlanır. Girilen sicil numarasından kişinin dosyasının yolu bulunur ve bu bilgi robot düzeneğine aktarılır. Bu noktadan sonra ilgili işlemler robot tarafından sağlanır. Bu işlem ile ilgili akış şeması Şekil 3.47’de verilmiştir. Robot işlemlerini fiziksel olarak test etme şansımız olmadığı için arşivden dosya getirme işlemi yerine Macromedia Flash programı ile hazırladığımız animasyonumuz çalışmaktadır. Yazılım arabirimi ile animasyon arasındaki haberleşme ise “DosyaAdresi.xml” adındaki XML türündeki veri dosyası ile yapılmaktadır. Bahsedilen dosyada getirilecek dosyaya ilişkin koridor, raf ve sıra numaraları bulunmaktadır.



Şekil 3.47. Arşivden dosya çağırma işlemi akış şeması

Yazılımda kullanılan diğer bir menü de arşivin fiziksel yerleşim bilgilerinin girildiği ve takip edildiği şekil 3.48’de görünen “Raf Bilgileri” bölümüdür.

Şekil 3.48. Raf Bilgileri ekranı

“Dosya Sırası” menüsünden arşivdeki dosya hareketleri kullanıcı bazında takip edilebilmektedir. Şekil 3.49’da görüntülenen menü elemanına da sadece admin isimli kullanıcının girmesine ve işlem yapmasına izin verilmektedir.



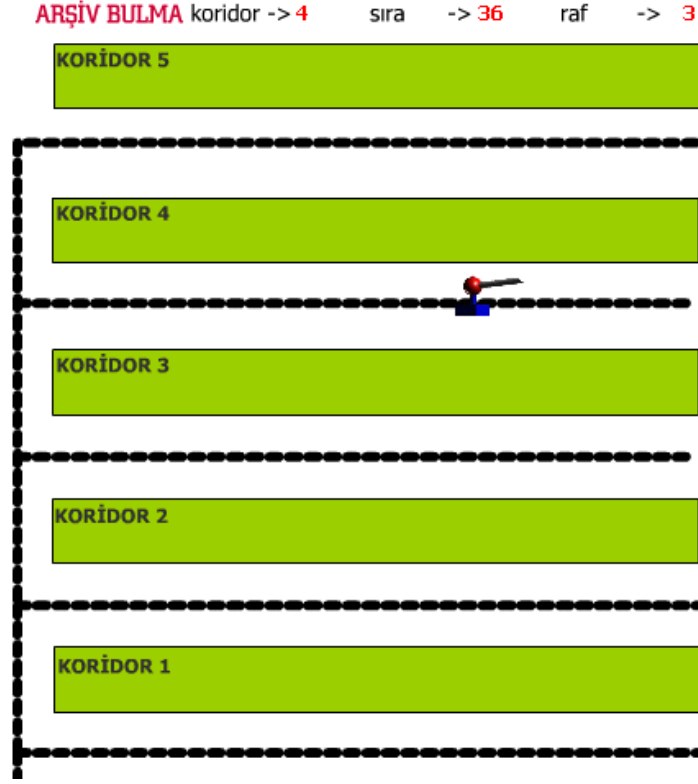
Şekil 3.49. Kullanıcı ayarları ekranı

3.7.4.3. Arşiv animasyonu

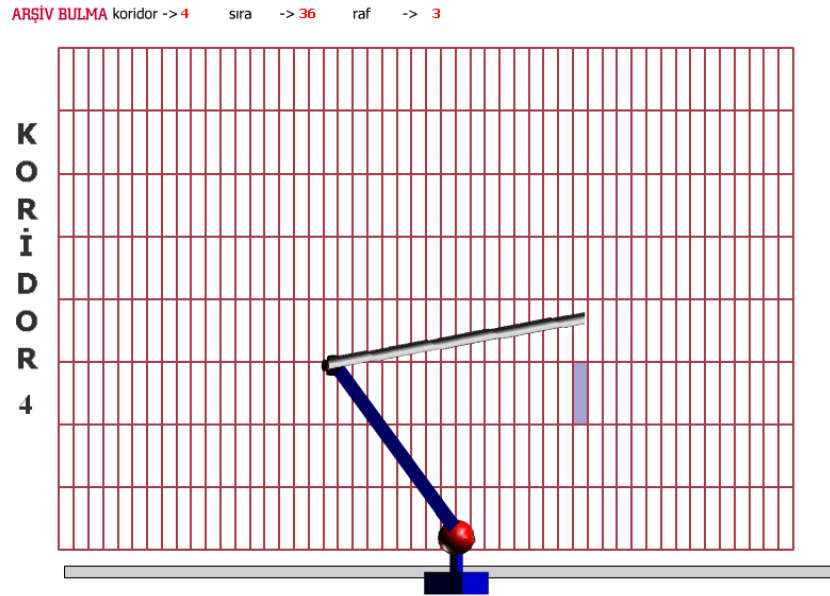
Oluşturulan proje çerçevesinde testler mobil bir robot eşliğinde yapılamadığından dolayı, çıktıyı görmek için izlenen yol animasyon oynatma olmuştur. Macromedia Flash programı ile oluşturulan animasyon “Arşiv Robot 1.0” programı içerisinden çağırılmaktadır. İki uygulama arasındaki veri transferi önceden bahsedilen XML dosyası üzerinden yapılmaktadır.

“Arşiv Robot 1.0” programından değişken olarak belirlenebilen koridor, raf ve sıra numarası animasyonda da kullanılmaktadır. Animasyon öncelikle şekil 3.50’de görüldüğü gibi üstten bir görüntü ile robotun hareketi koridor ve sıra bazında takip edilmektedir. İstenen noktaya konumlandıktan sonra animasyon ilgili koridorun karşıdan görüntülediği bir şekle dönüşmektedir. Artık ulaşılmak istenen

dosyanın tam yeri görünmektedir. Robot bu noktaya belirlenen açı değerleri ile ulaşır ve dosyayı alıp tekrar referans noktasına dönmektedir.



Şekil 3.50. Üstten arşiv görünümü

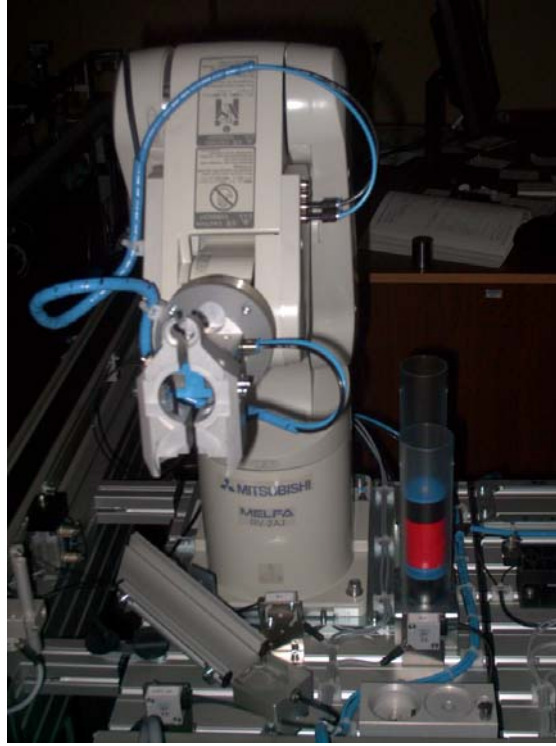


Şekil 3.51. Bir rafın karşıdan görüntüsü

Arşiv işleminde dosya boyutu sabit hesaplanmıştır ve bu oranda raf ve sıra numarası arttırılıp azaltılabilir. Bunun sonucu arşiv boyutu değişmesine rağmen sistemin işleyişinde bir değişim olmayacaktır.

3.7.5. Robot Kontrolü Deneyi

Projede robot hareketlerini görebilmek amacıyla Mitsubishi Electric firmasına ait RV-2AJ modeli olan 6 serbestlik derecesine sahip olan 2 kilogram taşıma kapasiteli şekil 3.52' deki robot kullanılmıştır.



Şekil 3.52. Mitsubishi RV-2AJ robotu

Robotun eklem uzunluklarının kısa olmasından dolayı çalışma uzayı içerisinde kalacak şekilde her bir rafının yüksekliği 14 cm' den üç kat olan ve içerisine bilgisayar CD'si yerleştirebileceğimiz bir raf düzeneği oluşturuldu. Şekil 3.53.

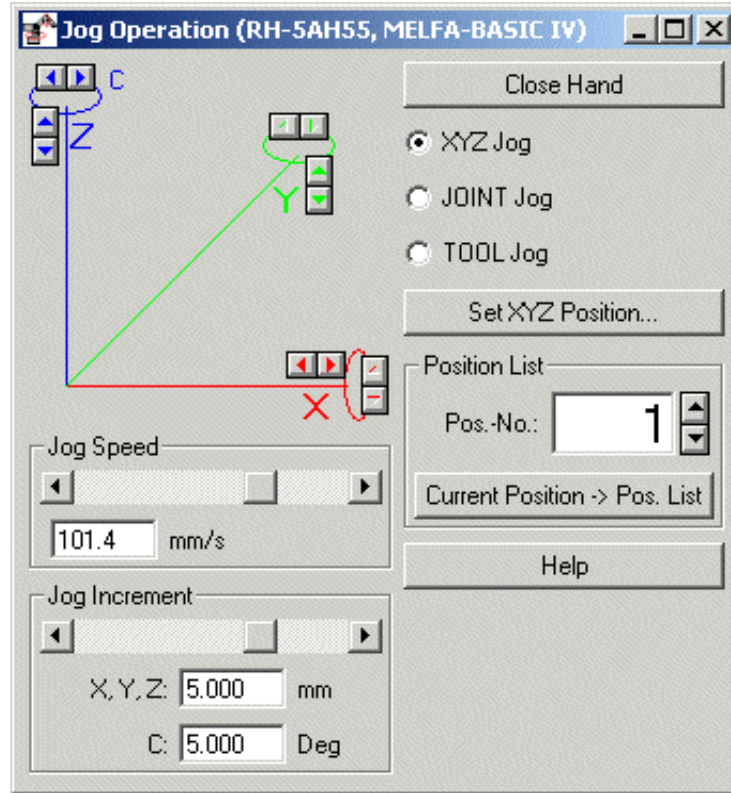


Şekil 3.53. Deney için kullanılan raf düzeneği.

Robotun sahip olduğu pnömomatik sistem ile çalışan uç birimin açık durumdaki iç genişliği yeterli olmadığı için deneyde kağıt kutulu CD' ler kullanılmıştır.

Deney, kullanılan robot mobil olmadığından dolayı robotun bulunduğu sabit düzlemle aynı düzleme yerleştirilen CD'leri alması ve belirlenen sabit bir noktaya koyması şekilde yapıldı.

Robot çalışma uzayı gereği düzeneğin üç rafına erişebileceği için deney bu üç kata ait pozisyon listesinin oluşturulması ile başlamıştır. İlgili pozisyon kordinatları Cosirop programlama ortamında bulunan şekil 3.54.'deki "Jog Operation" aracı kullanarak belirlenmiştir. Daha sonra "Arşiv Robot 1.0" yazılımından seçilen dosyanın adresi kullanılarak ulaşılabilecek raf numarası belirlenmiştir. Bunun sonucunda robot üzerinde her raf için oluşturulan ilgili program çalıştırılarak dosyanın robot tarafından alınarak bir noktaya bırakılması sağlanmıştır.



Şekil 3.54. “Jog Operation” aracı

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada istenen dosyanın numarası “Arşiv Robot 1.0” isimli yazılıma girilerek işlem başlatılır. Bu işlemden sonra yazılım ilgili dosyanın koordinatlarını arşiv robotuna kontrol devresi aracılığı ile iletir. Tasarlanan kontrol kartına, yazılım aracılığı ile seri port üzerinden haberleşme sağlanmıştır. Bu haberleşmenin doğruluğunu ve verilen komutların sonuçlarını görebilmek için kontrol kartı çıkışına motor ve sensör yerine LED ile buton bağlanmıştır. LED’ler çıkış olarak motorları temsil etmektedir. Butonlar ise giriş sensörleri yerine kullanılmıştır.

Robot hareketleri Flash programı ile yapılan bir animasyonla canlandırılmıştır. Bahsedilen animasyon ile robotun kol hareketlerindeki kinematik fonksiyonlar test edilmiştir. Bunun sonucunda, robot kolunun üç konumu ele alındığında raf yüksekliği 6*35cm temel alınarak kol boylarının en az 90cm ve 126cm olması gerektiği bulunmuştur. Robot kolunun yere paralel olması durumunda robot kolu dirseğinin arkaya çıkan maksimum mesafesi hesaplanarak iki raf arası boşluğun en az 136cm olması gerektiği sonucu çıkarılmıştır.

Tasarlanan robot sistemi iki eklemlidir. Bu sayede tasarımı kolay maliyeti ise düşüktür. Buna karşın raflar arası boşluk geniş seçilmesi gerekmektedir. Bu ise toplam arşiv alanını verimli kullanmamızı engellemiştir. Robotun eklem sayısı artırıldığında mevcut alan daha verimli kullanılabilir. Fakat buna karşın arşiv sisteminin robot maliyeti artmakla birlikte sistem daha karmaşık bir yapıya dönüşür.

Sistemin, robot ile haberleşmesini görmek ve robot programının testi amacıyla Kayseri Erciyes Üniversitesi’nin Mekatronik Bölümünde bulunan Mitsubishi Electric firmasına ait RV-2AJ robotu kullanılmıştır. Tasarımımızdan farklı olarak altı serbestlik derecesine sahip robot ile iletişim başarılı bir şekilde sağlanmış ve Cosirop programlama ortamı ile hazırlanan programlar işletilebilmiştir. Robot mobil olmamasından dolayı, deneyimizde kullanılan CD’ler aynı düzlemde olacak şekilde üç kata yerleştirilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma ile hastanelerde kullanılan mevcut uygulama yazılımları ile tam entegre olabilecek bir arşiv düzenleme sistemi geliştirilmiştir. Sistem hasta dosyalarının daha sağlıklı ve daha düzgün arşivlenmesini sağlayarak insan müdahalesini en alt seviyeye çekmektedir. Bunun sonucunda da hata payları düşürülmüş olacaktır.

Arşiv düzenlemek amacı ile tasarlanan sistem, raf düzenliğini kullanan her türlü malzemede uygun uç birim seçilmek sureti ile kullanılabilir. Örnek olarak sanal alışverişlerde istenen ürünü ilgili raftan alıp paketleyerek kargoya hazır hale getirebilir. Bu sayede uzun vadede pratik ve ucuz bir sistem geliştirilmiş olur. Fakat bu tip sistemler ilk maliyetten dolayı işletmeler açısından cazip bulunmamaktadır. Gelişen teknoloji ve düşen maliyetler ile beraber robot sistemlerinin kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır.

Hasta dosyalarının robot sistemi ile arşivlenmesinde ve bu arşivlemenin farklı alanlarda kullanılmasında yapılan çalışmanın en başta ülkemiz insanına ve daha sonra uluslar arası teknolojiye katkı yapması ümit edilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Eren, İ. “ Gereğinden Çok Serbestlik Dereceli Robot Kolu Kontrol Sistemi Tasarımı ve Uygulaması ”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 1, (2006).
- [2] Shircliff, D. “ Build A Remote-Controlled Robot ”, McGraw-Hill, USA, 112s., (2002).
- [3] Hayashibe, M., Suzuki, N., Hashizume, M., Konishi, K. Ve Hattori, A. “ Robotic Surgery Setup Simulation With The Integration Of Inverse-Kinematics Computation And Medical Imaging ”, Computer Methods and Programs in Biomedicine, **83(1)**: 63-72, (2006).
- [4] Edwards, M. “ Robots In Industry: An Overview ”, Applied Ergonomics, **15(1)**: 45-53, (1984).
- [5] Narikiyo, T. Ve Ohmiya, M. “ Control Of A Planar Space Robot Theory And Experiments ”, **14(8)**: 875-883, (2006)
- [6] Ranch, R. (14 Şubat 2004) Type Of Robot, Erişim: <http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html>, [24 Aralık 2006].
- [7] Brogardh, T. “ Present And Future Robot Control Development-An Industrial Perspective ”, **31(1)**: 69-79, (2007).
- [8] Lin, F. Ve Levesque, H. “ What Robots Can Do:Robot Programs And Effective Achievability ”, **101(1-2)**: 201-226, (1998).
- [9] Zieliński, C. “ Description Of Semantics Of Robot Programming Languages ”, **2(2)**: 171-198, (1992).
- [10] Ulaş, M. Ve Tatar, Y. “ Medikal Görüntülerin Sayısal Ortamda Arşivlenmesi ”, National Symposium on Biomedical Engineering, BİYOMUD İstanbul-Türkiye 242-247s., (2005).
- [11] Otonom (12 Eylül 2003) otoArchive, Erişim: <http://www.otonom.com.tr/goster.asp?idarticle=109>, [06 Mart 2006].
- [12] Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü. Devlet Arşiv Hizmetleri Hakkında Yönetmelik, s:2, Ankara, (2005)
- [13] Hughes, A. “ Electric Motors And Drives ”, Newnes Press, Oxford, 410 s., (1990)
- [14] Robots For Industry (30 Mayıs 2001) End Effectors, Erişim: <http://www.robots.com/faq.php?question=end+effectors>, [02 Ocak 2006].

- [15] Lewis, F., Abdallah, C. Ve Dawson, D. “ Control Of Robot Manipulators ”, MacMillan Publishing Company, New York, 614 s., (1993)
- [16] Dartmouth Computer Science (28 Eylül 1999) FORWARD KINEMATICS: THE DENAVIT-HARTENBERG CONVENTION, Erişim: <http://www.cs.dartmouth.edu/~donaldclass/Bio/current/Papers/chap3-forward-kinematics.pdf>, [02 Ocak 2006]
- [17] Robot.org (14 Temmuz 2001) Mobil Robot Sensörleri, Erişim: <http://www.robbot.org/default.aspx?pid=4290>, [08 Ocak 2006]
- [18] Katre, D., Halari, P., Gupta, M. Ve Deshpande, M. “ Migrating to .NET ”, Prentice Hall PTR, USA, 487 s., (2002)
- [19] Syverson, B. Ve Murach, J. “ Murach’s SQL Server 2005 for developers ”, Mike Murach, USA, 702 s., (2007)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Yasin BEKTAŞ

Doğum Tarihi ve Yeri: 09.07.1979 / Üsküdar

Öğrenim Durumu:

İlkokul:	29 Ekim İlkokulu-İstanbul	1990
Ortaokul:	29 Ekim Ortaokulu-İstanbul	1993
Lise:	Haydarpaşa Ana. Tek.Lisesi-İstanbul	1998
Üniversite:	Mersin Üni., Bilgisayar Müh.-Mersin	2002

Yabancı Dili: İngilizce

Adres: Me.Ü.Erdemli MYO Erdemli/Mersin