

**SERVO SİSTEMİN
MİKROKONTROLÖR (PIC) İLE DENETİMİ**

125996

MEHMET FATİH IŞIK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
(ELEKTRİK EĞİTİMİ)**

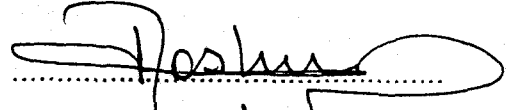
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**T.C. YÖKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

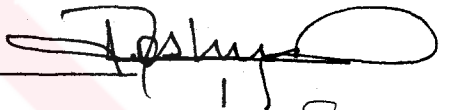
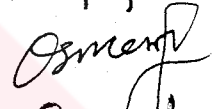
**Temmuz 2002
ANKARA**

125996

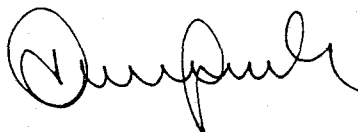
Mehmet Fatih IŞIK tarafından hazırlanan SERVO SİSTEMİN
MİKROKONTROLÖR (PIC) İLE DENETİMİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi
olarak uygun olduğunu onaylarım.


Tez Yöneticisi
Prof. Dr. İsmail COŞKUN

Bu çalışma, jürimiz tarafından Elektrik Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek
Lisans tezi olarak kabul edilmiştir

Başkan : Prof. Dr. İsmail COŞKUN 
Üye : Doç. Dr. Osman GÖRDAL 
Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Emin GÜVEN 
Üye : _____
Üye : _____

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına
uygundur.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. DOĞRU AKIM SERVO MOTOR	7
2.1. Doğru Akım Servo Motorunun Yapısı ve Çalışması	7
2.2. Projede Kullanılan Doğru Akım Servo Motorunun Özellikleri	11
3. MİKROİŞLEMCİLER VE MİKRODENETLEYİCİLER	12
3.1. Mikroişlemciler	12
3.2.1. CPU (Central processing unit)	12
3.2.2. I/O (Input-Output)	13
3.2.3. Bellek	13
3.2. Mikroişlemcide Kullanılan Yollar	13
3.2.1. Veri yolu	13
3.2.2. Adres yolu	13
3.2.3. Denetim yolu	14
3.3. Mikrokodenetleyiciler	14
3.3.1. Mikrodenetleyicinin avantajları	15
4. PIC MİKROKODENETLEYİCİLERİ	16
4.1. PIC Serisi Mikrodenetleyicilere Giriş	16
4.2. PIC Serisi Mikrodenetleyicilerin Tercih Sebepleri	16
4.3. PIC Serisi Mikrodenetleyicilerinin Kullanımı İçin Gerekli Olan Aşamalar	17
4.3.1. I/O (Giriş-Çıkış)	17
4.3.2. Yazılım	17
4.3.3. Donanım	17
4.3.4. Simülatör	17
4.3.5. PIC Master ICE	18
4.3.6. Programcı	18
4.3.7. Kaynak dosyası	18
4.3.8. Assembler	18
4.3.9. Nesne dosyası	19
4.4. PIC Serisi Mikrokontrolörlerin Özellikleri	19
4.4.1. Güvenirlik	19

4.4.2.	Hız	19
4.4.3.	Komut Seti	19
4.4.4.	Statik İşlem	20
4.4.5.	Sürme özelliği	20
4.4.6.	Seçenekler	20
4.4.7.	Çok yönlülük	20
4.4.8.	Güvenlik	20
4.4.9.	Geliştirme	21
4.4.10.	Liste dosyası	21
4.4.11.	Diğer dosyalar	21
4.4.12.	Bug' lar (Hatalar)	21
4.5.	PIC16F877 Mikrodenetleyicisi	22
4.5.1.	PIC16F877 mikrodenetleyicisinin iç yapısı ve özellikleri	22
4.5.2.	PIC16F877 mikrodenetleyicisinin pin görünüşü	23
4.5.3.	PIC 16F877 mikrodenetleyicisi bacak bağlantıları	24
4.5.4.	PIC16F877' ün besleme gerilimi	26
4.5.5.	PIC16F877' ün reset devresi	26
4.5.6.	PIC16F877 ün kristalin bağlanması	27
5.	PIC MİKRODENETLEYİCİSİ İLE YAPILAN SERVO MOTOR KONTROLÜ PROGRAMI	28
5.1.	Tasarlanan Sistemde Kullanılan Mikrodenetleyicinin Programlanmasına Ait Blok Diyagram	28
5.2.	Tasarlanan Sistemin Donanımına Ait Blok Diyagram	29
5.3.	Tasarlanan Sistemin Çalışması	30
5.4.	Tasarlanan Sistemin Açık Devre Şeması	32
5.5.	Elektronik Sürücü Devre Baskı Devre Şeması	34
5.6.	Elektronik Sürücü Devre Eleman Yerleşim Planı	35
5.7.	Tasarlanan Servo Sistem Modeli	36
6.	TASARLANAN SİSTEMİN PERFORMANS ANALİZİNİN TEST EDİLMESİ	37
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER	48
	KAYNAKLAR	50
	EKLER	52
	ÖZGEÇMİŞ	83

SERVO SİSTEMİN MİKRODENETLEYİCİ (PIC) İLE DENETİMİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Mehmet Fatih IŞIK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz-2002

ÖZET

Bu çalışmada PIC16F877 mikrodnetleyicisi ile servo sistemin kontrolü gerçekleştirilmiştir. PIC 16F877 mikrodnetleyicisi flash teknolojisi kullanılarak üretilmiştir. Bu yüzden enerji kesildiğinde mikrodnetleyici hafızasında ki bilgileri otomatik olarak saklanmaktadır. Gerçekleştirilen bu sistemde motor miline bağlı olan dişli sistemi ve konum potansiyometresi ile istenilen konum değerleri elde edilmiştir. Sistemden istenen konum değeri, sistem kontrol panelinde bulunan tuşlar yardımıyla girilmektedir. Ayrıca istenen konum değeri bilgisi ve motordan alınan konum değeri bilgisi sisteme eklenen LCD ekran ve mile bağlanan bir kadran ile görüntülenmektedir. Sonuç olarak sistemin çıkışındaki devir sayısı, güç, moment ve dişliler arasındaki verim gibi değerler belirlenmiş ve istenen performans elde edilmiştir.

Bilim Kodu : 626.01.01

Anahtar Kelimeler : Mikrodnetleyici, Servo Sistem, Servo Motor

Sayfa Adedi : 83

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. İsmail COŞKUN

CONTROLLING OF SERVO SYSTEM WITH MICROCONTROLLER (PIC)
(M. Sc. Thesis)

Mehmet Fatih IŞIK

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECNOLOGY
July 2002

ABSTRACT

In this study, servo system control has been implemented with PIC 16F877 microcontroller. PIC 16F877 microcontroller has been produced using flash technology. Therefore, when energy turn off, microcontroller automatically save information having in the memory. In the developed system requested position is obtained with a gear box system and position potantiometer which are coupled with motor' s shaft. In order to enter requested position information a keypad maunted on the control panel has been used. Besides, requested position data and motor output position data is displayed on the LCD display. Finally quantities such as speed, power, torque and efficieny between gear input and gear output are determined and good performance is obtained.

Science Code : 626.01.01
Key Words : Microcontroller, Servo system, Servo motors
Page number : 83
Adviser : Prof. Dr. İsmail COŞKUN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışmanım Sayın Prof.Dr.İsmail COŞKUN' a yine tecrübelerinden yararlandığım hocam Arş.Gör.Cemal YILMAZ' a, değerli yardımlarından dolayı Öğr.Gör.Hilmi YANMAZ' a, Öğr.Gör. Bünyamin ATMACA' ya Yasin ÇELEBİ' ye ağabeyim Öğr.Gör. Ercan IŞIK' a ve tüm mesai arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim Aileme, Serkan DIŞLITAŞ' a ve Kazım BALOĞLU' na da teşekkür ederim



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. PIC 16F877 serisi mikrodnetleyici özellikleri	22
Çizelge 4.2. PIC 16F877 mikrodnetleyicisi bacak bağlantıları	24
Çizelge 6.1. Sistem performansına ait değerler	39



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1.	D.C Servo motorun transfer fonksiyonu blok diyagramı10
Şekil 3.1.	Mikroişlemcinin temel bileşenlerine ait blok diyagramı12
Şekil 3.2.	Mikrodenetleyicinin temel bileşenlerine ait blok diyagramı14
Şekil 4.1.	PIC 16F877 pin görünümü24
Şekil 4.2.	PIC 16F877 mikrodenetleyicisinin besleme gerilimi26
Şekil 4.3.	PIC 16F877 mikrodenetleyicisinin reset devresi26
Şekil 4.4.	Kristalin PIC' e bağlanması27
Şekil 5.1.	Tasarlanan sistemin yazılımına ait blok diyagramı28
Şekil 5.2.	Tasarlanan sistemin donanımına ait blok diyagramı29
Şekil 5.3.	Tasarlanan sistemin açık devre şeması32
Şekil 5.4.	Elektronik sürücü devre baskı devre şeması33
Şekil 5.5.	Elektronik sürücü devre eleman yerleşim planı34
Şekil 5.6.	Tasarlanan servo sistem modeli35
Şekil 5.7.	Tasarlanan sistemin yan görüntüsü36
Şekil 6.1.	D.C. servo motor' a tatbik edilen PWM sinyali37
Şekil 6.2.	t_1 süresi sabitken motora ait akım değişimi38
Şekil 6.3.	t zamanı değişimine bağlı olarak PWM sinyal değişimi38
Şekil 6.4.	t zamanı değişimine bağlı olarak akım değişimi.....39
Şekil 6.5.	Motor miline bağlı olarak redüktör dönüş sayıları40
Şekil 6.6.	Motor miline bağlı olarak redüktörlerdeki güç oranları41
Şekil 6.7.	Motor miline bağlı olarak redüktörlerdeki moment oranı42
Şekil 6.8.	Sistem verimine ait blok diyagram43

Şekil 6.9	Redüktörlerde ki verim	44
Şekil 6.10.	LCD ekran başlama görüntüsü	45
Şekil 6.11.	LCD çalışma görüntüsü	45
Şekil 6.12.	Kadran başlangıç görüntüsü	46
Şekil 6.13.	Kadranın çalışma görüntüsü	47



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur

Simgeler

B	Sürtünme katsayısı
e	D.C. servo motorda endüklenen gerilim
J	Atalet momenti
K	Hız gerilim katsayısı
L	Rotor sargısı toplam endüktans
L_u	Uyartım sargısı toplam endüktansı
M_m	Motorda endüklenen moment
M_L	Yük momenti
R	Rotor sargısı toplam direnci
R_u	Uyartım sargısı toplam direnci

Kısaltmalar

Açıklama

A.C	Alternatif akım
A/D	Analog dijital çevirici
CPU	Merkezi işlem birimi
D.C	Doğru akım
EPROM	Yazılıp okunabilen bellek
EEPROM	Elektrikle yazılıp okunabilen bellek
Hz	Hertz (Frekans)
I/O	Giriş\Çıkış
LCD	Likit kristal ekran
PIC	Çevresel arabirim kontrol
PWM	Darbe genişlik modülasyonu
RAM	Geçici hafıza birimi
ROM	Sadece okunabilen hafıza birimi

1. GİRİŞ

Kontrol uygulamalarında elektrik motorları büyük bir yer teşkil etmektedir. Elektrik motorları elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren sistemlerdir. Elektrik motorları çalışma akımlarına göre doğru akım ve alternatif akım olmak üzere iki tipte üretilirler. A.C motorlar stator ve rotordan oluşmaktadır. D.C. motorlarda ise stator sargısının yerini uyartım (alan), rotor sargısının yerini de endüvi sargısı alır[1]. Senkron motorlar, asenkron motorlar, sargı bilezik rotorlu motorlar, kısa devre rotorlu motorlar, universal motorlar, step(adım) motorlar, servo motorlar endüstride yaygın bir şekilde kullanılan motorlardır. Bu motorlar içinde step ve servo motorlar konum kontrolleri gerektiren uygulamalarda daha fazla kullanılırlar.

Konum kontrol için seçilecek motorun çok hassas kontrolleri yapmaya izin vermesi ve oluşacak olan konum hatasını sisteme bildirip sistemin hata yapıp yapmadığını sistemin kendisinin kontrol etmesine müsaade etmesi gerekmektedir.

Konum kontrolü için genelde step motor veya servo motorlar kullanılır. Step motorlar açık-çevrim kontrol tarzında gerçekleştiği için konum hatasına neden olacaktır bu hatanın giderilmesi için sistemin yeniden tasarlanması gerekecektir. Bu nedenle genelde küçük tipteki mekanik sistemlerde tercih edilir. Fakat sürtünme kayıplarının da fazla olduğu büyük sistemlerde servo motorlar kullanılır. Servo motorlarda kullanılan geri besleme potansiyometresi ile konum hatası engellenecektir. Ayrıca motorun kalkış ve duruş anında, motorun kontrolünü daha yumuşak bir şekilde yapmak kolaydır. Böylelikle kalkış ve duruş durumunda mekanik sistemin ve ürünün zarar görmesi engellenmiş olur[2].

A.C servo motorlar hızın ve verilen sinyale doğru cevabın önemli olduğu uygulamalarda kullanılırlar bu özellikleri sağlayabilmesi için bu motorların rotor kısmı küçük çaplı ve yüksek rezistanslı olmalıdır. Hızlı kalkış, hızlı duruş

ve ani geri dönüşleri sağlayabilmesi ancak düşük atalet momenti ile mümkündür, bu ise rotor çapının küçük olması sağlanabilir. Rotorun yüksek rezistanslı olması, motorun tork ile hız arasında lineer bir karakteristiğe sahip olması gibi bir özellik kazandırır. Hız ile tork arasında lineer karakteristik, kontrol işleminin doğru yapılması için gereklidir[2].

Doğru akım servo motorları ise nümerik kontrollü tezgahlar gibi, kalkış ve duruş işlemlerinin hızlı ve doğru bir şekilde yapılması gereken uygulamalarda yüksek performansla kullanılabilir. Düşük atalet ve gerilim değişimlerine karşı hızlı cevap vermesi bu motorun özelliklerindendir. Buna ilave olarak çok düşük armatür endüktansı sayesinde düşük elektrik zaman sabitine sahiptir (tipik olarak 0,05-1,5 ms). Bu özelliğin sonucu olarak, motorun giriş sinyaline cevabı oldukça hızlıdır[2].

Fırçasız doğru akım servo motorun iç yapısı, terslenmiş doğru akım şönt motorlarının yapısına benzerler, rotora yerleştirilmiş permanent-magnet yada D.C. bir gerilimle enerjilendirilmesi gereken sargılı rotorlar, stator sargıları tarafından oluşturulan bir akıya ihtiyaç duyarlar. Döner alan stator bölgesine yerleştirilen sargı tarafından oluşturulurlar. Bu sargılar 120° lik faz açısıyla yerleştirilmiştir ve enerji verilmesi durumunda döner bir manyetik alan oluştururlar. Bu konstrüksiyon sayesinde, rotorun ataleti azaltılmıştır[2]. Pozisyon ve devir sayısı regülasyonu için en büyük elektronik kumanda ve regülasyon masrafına ihtiyaç gösterir[3].

Sistem çıkışını belli bir değere sabit tutmaya çalışan denetim sistemleri regülatör olarak adlandırılırlar. Sistem çıkışını zaman içinde istenildiği gibi değiştiren denetleyiciler ise, Servo denetim sistemleri olarak adlandırılırlar[4]. Robot kolları gibi çok serbestlikli yapıların denetimlerinde, iki temel yaklaşım vardır. Birincisi, yapıya ait dinamik denklemlerin çözülerek denetim büyüklüklerinin üretilmesi, ikincisi ise, her serbestliğin, bağımsız bir servo denetim sistemi ile denetlenmesidir. Birinci yöntemin dezavantajları, gerçek

zamanda ki uygulamalar için hesap yükünün çok olması ve sistemin tam bir dinamik modeline ihtiyaç duymasıdır[5].

Servo motorlar endüstride yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Genellikle robotlarda kullanılmalarına rağmen; paket,pres tekstil makinelerinde, otomotiv sanayiinde v.b yerlerde kullanılırlar. Bir D.C. servo motor yapı olarak 4 kısımdan oluşmaktadır. DC elektrik motoru, planet dişli sistemi, geri besleme potansiyometresi ve DC motor konum kontrol sürücüsü DC motor çift mıknatıslı bir statora ve fırçalı bobinli rotora sahiptir. Motor mili bağlanacak bir dişli sistem sayesinde bu motorlardan çok yüksek değerlerde bir tork elde etmek mümkündür. Dişli sisteminden sonra konulacak olan bir potansiyometre, mil konumunu elektronik sürücü devresine iletir. Elektronik devrenin görevi mil konumunu gelen veri konumuna gelinceye kadar motoru iletimde tutup tam yerinde durdurmaaktır. Elektronik devre bu konumu algılamak için PWM (pulse with modulation) darbe genişlik modülasyonu tekniğinden yararlanmaktadır. Kumanda devresi kumanda çubuğunun konumuyla doğru orantılı olarak dalga genişliğinin zamanına göre motora belli aralıklarla sinyal gönderir[6].

Hasan Günyel mikroişlemci ile D.C. motorlarının konum ve hız kontrolü adlı yüksek lisans tezinde konum ve hız kontrolü için mikroişlemci kullanmıştır.

Ahmet Özkan PLC ve SCADA destekli pozisyon kontrol' ü adlı yüksek lisans tez çalışmasında tek eksenli bir pozisyon kontrolünü PLC ve SCADA ile kontrol etmiş ve sistem modelini gerçekleştirmiştir.

Müh. Gökay Kadir Hurmalı servo denetim sistemlerinin incelenmesi adlı yüksek lisans tezinde orantı integral türev denetimi, optimal denetim, kendini uyarlayan denetim ve ileri beslemeli servo denetleyicilerini incelemiş bu denetimlerle ilgili olarak bilgisayar ortamında yapılan simülasyonlarını göstermiştir.

Elk.Müh. Şenol Alkan yüksek hızlı fuzzy lojik kontrolcü kullanarak bir servo motorun adaptif kontrolünü gerçekleştirmiş. Bu kontrolde MRAK(Model Referans Adaptif Kontrol) algoritmasıyla servo motorun hız kontrolünü gerçekleştirmiştir.

Mak.Müh. Turgay Mamur fırçasız servo motorlar yapıları ve kontrol esasları adlı yüksek lisans tezinde fırçasız servo motorların genel yapıları çalışma prensipleri üzerinde durmuş, uygulama için uygun servo motor ve sürücü aksamının nasıl seçileceğine değinmiştir.

Biltor Uluçay sayısal sinyal işlemci kullanarak bir D.C servo motorun uzun mesafeli öngörülü denetimi adlı yüksek lisans tezinde kullanılan sayısal işlemci ve bu işlemcinin kontrolü için gerekli olan çalışma üzerinde durmuştur.

Günümüzde hızla gelişen teknoloji kontrol mekanizmalarını bilgisayar ortamında yapılmasını bir gereksinim haline getirmiştir. Şu anda kullanılan motorlar, sensörler, cep telefonları, çamaşır makinaları, oyuncaklar v.s gibi cihazlar çok küçük ciplerle kontrol edilmeye başlandı. Kontrolde kullanılan bu cipler adına mikrodenetleyici denilen elektronik elemanlardır. Kontrol mekanizması daha önceki yıllarda mikroişlemciler (CPU) yardımıyla yapılıyordu. Fakat mikroişlemciler ile yapılan kontrollerde bir takım yan donanımlara ihtiyaç duyuluyordu bunlar; I (Input) giriş ünitesi, O(Output) çıkış ünitesi ve Memory (Bellek) di. Bu yan donanımlar program yazmayı zorlaştırdığı gibi ekonomik yönden de olumlu değildi.

Bilgisayarla yapılan kontrollerde seçilecek olan mikrodenetleyicinin istekleri yerine getirmesi gerekir. Bunun yanında ekonomik olması gerekmektedir. Bu mikrodenetleyiciye ait yazılımın kolay bulunması ve bu yazılım üzerinde simülasyon yapılmasında önemli bir husustur. Diğer mikrodenetleyicilerde EPROM tabanlı işlemcileri programladıktan sonra ultraviyole ışık kaynağı kullanılarak silinip tekrar program yazılmaktadır. Fakat PIC serisi

mikrodenetleyicilerde EPROM silmeye gerek yoktur. PIC serisi mikrodenetleyicilerde EPROM belleği programlayan programlayıcı devre 1 saniye içinde aynı belleği silmektedir[6]. Ayrıca enerji kesilmesi durumunda işlemciye yazılan programında silinmemesi gerekmektedir. Bu olumsuzluğa çare olarak Flash memory denilen bir teknoloji kullanılarak bu soruna da çare bulundu. Flash memory teknolojisi enerji kesildiğinde bile işlemciye yazılan programı saklayabilmektedir.

Bu çalışmada PIC 16F877 mikrodenetleyicisi ile servo motor kontrol edilmiştir. Servo motorun kontrolünde yapılan aşamalar sırasıyla ve açıklayıcı bir şekilde anlatılmıştır.

İkinci bölümde servo motorlar hakkında bilgi verilmektedir. Servo motor yapısı, servo motorun çalışma prensibi ve bu çalışmada kullanılan servo motorun özellikleri üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde mikroişlemciler ve mikrodenetleyicilere ait temel bilgiler anlatılmıştır

Dördüncü bölümde ise PIC serisi mikrodenetleyiciler hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca PIC mikrodenetleyicilerinin tercih sebepleri bu mikrodenetleyicilerini kullanmak için gerekli olan aşamalar ve PIC mikrodenetleyicilerinin özellikleri anlatılmış ve daha sonrada tasarımda kullanılan PIC 16F877 mikrodenetleyicisi geniş bir şekilde incelenmiştir. Bu kısımda PIC 16F877 mikrodenetleyicisinin iç yapısı, pin görünüşü, bacak bağlantıları ve PIC 16F877 mikrodenetleyicisinin programlanması için gerekli olan devreler üzerinde durulmuştur.

Beşinci bölümde ise PIC16F877 ile servo motor kontrol etmede kullanılan program yer almaktadır. Bu program dahilinde tasarlanan sistemin blok diyagramları oluşturulan elektronik ve mekanik devreler ve bu devrelerin çalışma ları hakkında bilgi sunulmuştur.

Altıncı bölümde ise sistem modeli gerçekleştirdikten sonra elde edilen değerler grafikler ile açıklanmıştır. Bu grafikler yardımıyla sistemin performans analizi test edilmiştir. Bu grafikler; devir sayısı, güç, moment, verim LCD ekran görüntüleri ve kadranın gösterdiği değerlere göre sistemin çalışma performansı test edilmiştir.

Son kısımda ise yapılan uygulamadan elde edilen sonuçlar anlatılmıştır bu sonuçlara göre önerilerde bulunulmuştur.



2. DOĞRU AKIM SERVO MOTOR

2.1. Doğru Akım Servo Motorunun Yapısı ve Çalışması

D.C.Servo motor, kontrol parametreleri teke indirilmiş bir doğru akım motorudur[6].

D.C. Servo motor yapı olarak dört kısımdan oluşmaktadır. Bunlar,

1. D.C. elektrik motoru
2. Planet dişli sistem
3. Geri besleme potansiyometresi
4. D.C. motor pozisyon kumanda elektroniği

1. D.C. Elektrik motoru : D.C. elektrik motoru bir stator ve bir rotor sargısına sahiptir. Stator sargısı alan (uyartım), rotor sargısı ise endüvi sargısı olarak bilinir. Uyartım sargıları stator kutuplarının etrafına sarılırlar ve D.C. akım ile uyartılırlar. DC akım makinanın ana uyartım alanını üretir. Makine tip ve gücüne bağlı olarak stator sargılarına ilave sargılar, mesela dengeleme sargısı ve yardımcı alan sargısı kullanılabilir.

Endüvi sargıları rotor oyukları üzerine yerleştirilirler ve rotor etrafına düzgün aralıklarla yayılırlar. Endüvi sargılarının uçları komütatör dilimlerine bağlanırlar. Kollektöre temas eden sabit fırçalar vardır. Kollektör dilimleri birbirinden yalıtılmışlardır. Fırçalar ile birlikte kollektör, endüvi sargılarında üretilen alternatif akımı (AC) doğru akıma çevirir. DC motorun endüvi akımı motorun dış bağlantı uçlarından fırçalara ve oradan kollektör dilimlerine ve en sonunda endüvi sargılarına aktarılır.

Endüvi sargılarına göre alan sargılarının uyartım şekli DC makinaları genellikle şönt, seri veya yabancı uyartımlı olarak sınıflandırılır.

Bir DC makinanın çalışma prensibi, harici bir manyetik alan içine yerleştirilmiş akım taşıyan bir sargının harici alan yönünde dönmeye çalışması üzerine kurulmuştur.

2. Planet dişli sistem : DC motor miline bağlı olan bir sistemdir. Adında anlaşılacağı gibi DC motor miline sonradanda ilave edilebilecek bir sistemdir.

3. Geri dönüşüm potansiyometresi: Dişli sistem çıkışına konan genellikle 5k değerinde bir potansiyometredir. Bunu görevi mil konumunu elektronik kumanda devresine iletmek. Elektronik devrenin görevi mil konumunu gelen veri konumuna gelinceye kadar motoru iletimde tutup tam yerinde durdurmaktır. Elektronik devre bu konumu algılamak için PWM (Darbe Genişlik Modülasyonu) tekniğinden yararlanır. Kumanda devresi kumanda çubuğunun konumuyla doğru orantılı olarak 1 ve 2 milisaniye arasında dalga genişliği değişen bir sinyali her 20 milisaniyede bir servoya gönderir. 1 milisaniye tam sol, 2 milisaniye tam sağ pozisyonu ifade eder servo içindeki elektronik devre ilk önce darbelerin darbe genişliğinin ölçer daha sonra potansiyometre konumuna bakar ve kendi darbe osilatörünün darbe genişliği gelen darbelere eşitlenene kadar motoru hareket ettirir. Motorun durduğu konum bizim kontrol çubuğunu tuttuğumuz konumla aynıdır. Servolarda üç adet kablo dışarı çıkar bunlar besleme, şase ve data girişidir.

Servo model transfer fonksiyonu için aşağıdaki denklemleri yazmak mümkündür[7].

$$V_u = R_u \cdot i_u + L_u \cdot \frac{di_u}{dt} = R_u \cdot i_u \quad i_u = \text{Sabit} \quad (2.1)$$

$$V = R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} + e(t) \quad (2.2)$$

$$M_m = J \cdot \frac{dw(t)}{dt} + B \cdot w(t) + M_L(t) \quad (2.3)$$

- e : D.C servo motorda endüklenen gerilim
 $M_m(t)$: D.C servo motorda endüklenen moment
 $M_L(t)$: Yük momentini
 J : Atalet momenti
 B : Sürtünme katsayısı
 R : D.C servo rotor sargısı toplam direnci
 L : D.C servo rotor sargısı toplam endüktansı
 R_u : D.C servo uyarım sargısı toplam direnci
 L_u : D.C servo uyarım sargısı toplam endüktansı
 K : Hız gerilim katsayısı

$$\frac{di(t)}{dt} = -\frac{R}{L} \cdot i(t) - \frac{K}{L} \cdot w(t) + \frac{V(t)}{L} \quad (2.4)$$

$$\frac{dw(t)}{dt} = \frac{K}{J} \cdot i(t) - \frac{B}{J} \cdot w(t) + \frac{M_L(t)}{J} \quad (2.5)$$

yazılabildiği gibi bunu matris şeklinde yazmak istersek de;

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i(t) \\ w(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & -\frac{K}{L} \\ \frac{K}{J} & -\frac{B}{J} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i(t) \\ w(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{J} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V(t) \\ M_L(t) \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

$X_1(t)=i(t)$, $X_2(t)=w(t)$ dersek,

$$\dot{\bar{X}}(t)=A.X(t)+B.U(t)$$

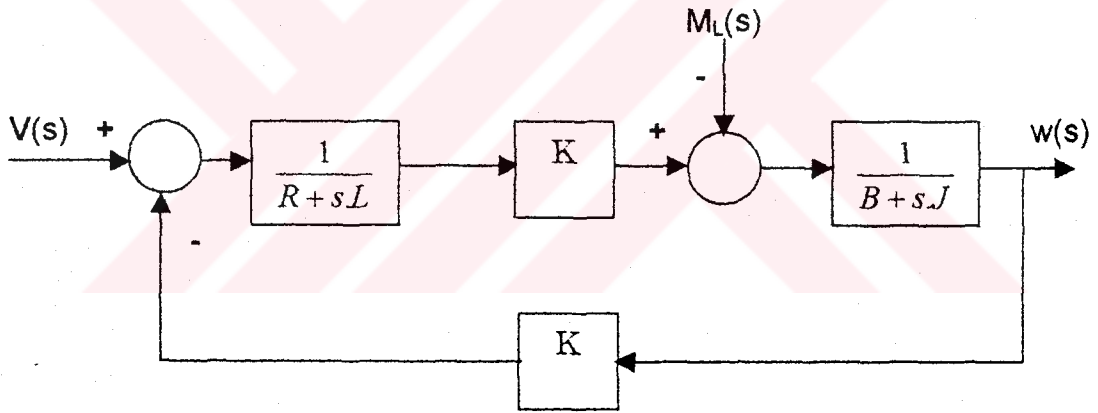
Şeklinde durum denklemlerini elde ederiz.

Yukarıda yazılan denklemler ışığında sistemin blok diyagramını çıkartmak için laplace dönüşüm yapılması için başlangıç değerlerini sıfır kabul edersek. Oluşacak olan yeni denklem şeklini aşağıdaki gibi yazmamız mümkün olur.

$$i(s) = \frac{V(r) - KW(s)}{R + sL} \quad (2.8)$$

$$w(s) = \frac{Ki(s) - M_L(s)}{B + sJ} \quad (2.9)$$

elde edilir. Burada $V(r)$ rotor gerilimi $M(L)$ yük momenti giriş büyüklükleri, $w(s)$ açısal hız da çıkış büyüklüğü olmak üzere sistemin transfer fonksiyonu blok diyagramı aşağıda ki gibi çıkarılabilir.



Şekil 2.1. D.C. Servo Motorun Transfer Fonksiyonu Blok Diyagramı

Uyartım sargıları stator kutuplarının etrafına sarılırlar ve DC akım ile uyartılırlar. DC makinanın ana uyartım alanını üretir. Makine tip ve gücüne bağlı olarak stator sargılarına ilave sargılar, mesela dengeleme sargısı, komitasyon sargısı ve yardımcı alan sargısı kullanılabilir[8].

Endüvi sargıları rotor oyukları üzerine yerleştirilirler ve rotor etrafına düzgün aralıklarla yayılırlar. Endüvi sargılarının uçları komütatör dilimine bağlanırlar. Kolektöre temas eden sabit fırçalar vardır. Kollektör dilimleri birbirinden yalıtılmışlardır. Fırçalar ile birlikte kollektör, endüvi sargılarında üretilen

alternatif akımı (AC) doğru akıma çevirir. DC motorun endüvi akımı motorun dış bağlantı uçlarından fırçalara ve oradan kollektör dilimlerine ve en sonunda endüvi sargılarına aktarılır[1].

2.2. Projede Kullanılan Motorun Özellikleri

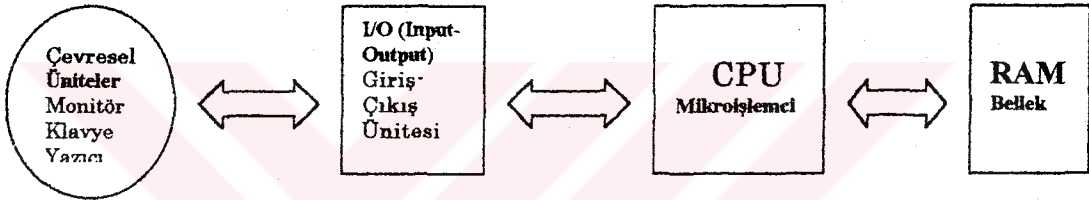
Tez çalışmasında kullanılan motor D.C motor olup miline bağlı bulunan dişli sistem ve dişli sistem çıkışına eklenen geri besleme potansiyometresi vasıtasıyla konum kontrole hazır hale getirilmiştir. D.C motor için transfer fonksiyonu Şekil 2.1.' de gösterilmiştir. Kullanılan motor D.C 24 V ile çalışmaktadır. Motor miline bağlanan redüktör (dişli) sistem ile servo model haline getirilmiştir. Bölüm 2.1' de açıklandığı gibi D.C servo motor parçaları sıra ile birleştirilerek (bunlar 4 ana bloktan oluşan sistemdi) D.C motor servo motor haline getirilmiştir.

3. MİKROİŞLEMCİLER VE MİKROKODENETLEYİCİLER

3.1. Mikroişlemci

Cache (ön) belleğe yazılan programı işleterek istenilen çıkışlara yönlendiren birimdir. Mikroişlemciler üç kısımdan oluşur bunlar ;[9].

- CPU (Central Processing Unit)
- I/O (Input – Output)
- Bellek



Şekil 3.1. Mikroişlemci bileşenlerine ait blok diyagramı

Ve bunlara ek olarak bazı yardımcı devrelerden oluşur. Bu kısımlar basitten karmaşığa doğru sıralanırlar.

3.1.2. CPU (Central Processing Unit)

Merkezi işlem birimi; burası işlemlerin başladığı yer olarak tanımlanır. Birim hesapları yapmak ve verileri idare etmek 4, 8 veya 16 bitlik formatlarda çalışır. Bilgisayar üzerinde yapılan tüm işlemler bu birim tarafından gerçekleştirilir ve denetlenir. Bu birimler genel olarak aşağıdaki gibi incelenmektedir;

Aritmetik ve Mantık Birimi: Bilgisayara verilen matematiksel ve karşılaştırma işlemleri bu birim tarafından yapılır.

Kontrol Birimi: Bilgisayarda yapılan tüm işlemleri kontrol eder. Giriş ve çıkış birimlerinin denetimini, bellek ile ilgili işlemleri, komutların yorumlanmasını ve bilgisayarın bir bütün olarak çalışmasını sağlar.

Bellek Birimi (Hafıza): Programları üzerine yazılıp çalıştırıldığı, tüm işlemlerin yapıldığı ve bilgilerin geçici olarak saklandığı yere bellek birimi denir.

3.1.3. I/O (Input – Output)

Sayısal, analog ve özel fonksiyonlardan oluşur. Mikroişlemcinin sistem dışındaki birimlerle ilişkisini sağlar mikroişlemciye gönderilen ve alınan veriler bu hat üzerinden sağlanır.

3.1.4. Bellek

Mikroişlemcilerde verinin alındığı ve tutulduğu kısımdır.

3.2. Mikroişlemcide Kullanılan Yollar

Mikroişlemcide kullanılan üç yol vardır. Bunlar ;[10].

- a. veri yolu
- b. adres yolu
- c. denetim yolu

3.2.1. Veri yolu

İşlemci bellek ve çevre birimleri arasında veri iletmek için kullanılır.

3.2.2. Adres yolu

İşlemcinin program komutlarına ve veri saklama alanlarına erişim sağlayan bellek adreslerini, ROM ve RAM belleğe göndermek için kullanılan yollardır.

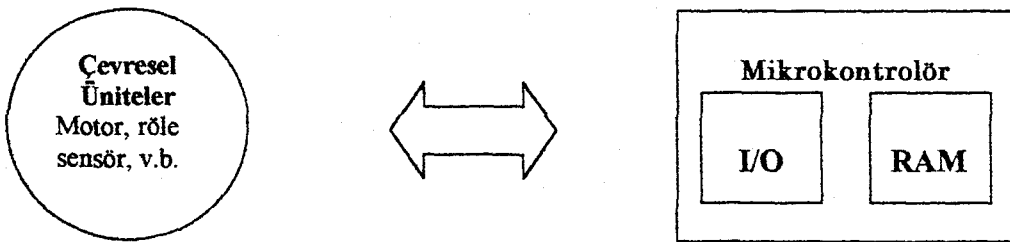
3.2.3. Denetim Yolu

RAM belleğine yazılan veya ondan veri okunduğuna dair bilgi vermek gibi, denetim için kullanılır. Ayrıca kesmelerin kullanımına olanak sağlayan bağlantıları içeren yoldur.

Tipik bir mikroişlemci komutunun yürütülmesi her üç yolunda kullanımı gerektirebilir. Böylelikle kullanılan ek devreler artarak maliyet yükselir ve tasarım çok karmaşık hal alır. İşlemci ilk olarak komuta, komut adresini adres yoluna koyarak erişir. İkili kodlardan oluşan bu adres, buna karşılık gelen bellek konumu tarafından tanınır ve bu konum istenen komutu veri yolundan işlemciye gönderir. Örneğin eğer bu komut, verilen işlemciden gönderilmesini ve RAM konumunda saklanmasını gerektiriyorsa işlemci, adres yolunu istenen komutu belirtmek, veri yoluna veriyi iletmek ve denetim yoluna da RAM' a yazıyor olduğunu belirtmek için kullanılır.

3.3. Mikrodenetleyiciler

Bir bilgisayar sistemi içinde bulunan RAM, I/O ünitelerinin tek bir chip içinde üretilen biçimine mikrokontrolcü (Mikrokontrolör) veya mikrodenetleyici denir[9].



Şekil 3.2. Mikrodenetleyicilerin bileşenlerine ait blok diyagramı

Günümüzde birçok chip üreticisi mikrodenetleyici üretmektedir. Bu firmalar ürettikleri mikrodenetleyicilere farklı adlarla üretmektedirler. Örneğin Intel

ürettiği Mikrodenetleyicilere 8051 yada MCS-51 derken Microchip firması ise ürettiği mikrodenetleyicilere PIC adını vermiştir[3].

3.3.1. Mikrodenetleyicilerin avantajları

Mikrodenetleyicilerin mikroişlemcilere olan üstünlükleri oldukça fazladır. Şekil 3.1' den de görüleceği gibi mikroişlemcili bir sistemde mikroişlemcinin yanında hafızalar (RAM , ROM veya EPROM) Giriş –Çıkış (I/O) birimi ve bunun yanı sıra birçok yan sistem kullanılmaktadır. Mikroişlemcili bu sistemin tasarısı ve uygulaması hayli zordur. Bunun yanı sıra maliyette yüksektir. Şekil 3.2' den de görüleceği üzere mikrodenetleyicili bir sistemin çalıştırılabilmesi için yalnızca bir mikrodenetleyici ve osilatör devresi yeterli gelmektedir. Mikroişlemci sistemi içinde gerekli olan Bellek ve Giriş –Çıkış (I/O) birimi mikrodenetleyiciler içinde birleşik bir sistem içindedir.

4. PIC MİKRODENETLEYİCİLERİ

4.1. PIC Mikrodenetleyicilerine Giriş

PIC serisi mikrokodenetleyiciler Microchip firması tarafından üretilen çok fonksiyonlu lojik uygulamalarının hızlı ve ucuz olması için üretilmiş bir mikrokontrolördür[9]. Bir yazılım olmadan hiçbir işe yaramayan bir plastik, metal ve temizlenmiş kum yığınıdır. Mikrodenetleyiciyi kontrol eden bir yazılım olduğundaysa neredeyse sınırsız uygulamaya sahiptir[11].

PIC' in kelime anlamı (Peripheral Interface Control) bunun Türkçe manası ise Çevresel Üniteleri Denetleyici Arabirim manasına gelir. İlk olarak 1994 yılında 16 ve 32 bitlik büyük işlemcilerin giriş ve çıkışlarındaki yükü azaltma ve bunu denetlemek için hızlı ve ucuz bir çözüme ihtiyaç duyulduğundan geliştirilmiştir.

4.2. PIC Mikrokontrolörlerinin Tercih Sebepleri

PIC serisi mikrokontrolörlerinin bir çok kullanım avantajları vardır. Bunları aşağıda ki gibi sıralamak mümkündür; [11].

1. Mantıksal(Lojik) uygulamalarının hızlı olması
2. Fiyatının oldukça ucuz olması
3. 8 bitlik bir mikrokontrolör olması ve bellek ve veri için ayrı yerleşik yolların kullanılması
4. Veri ve belleğe erişimin hızlı olması
5. PIC' e göre diğer mikrokontrollerde veri ve bellek için bir tek yolların bulunması dolayısıyla PIC' in bu özelliğinden dolayı diğer mikrokontrollerden iki kat daha fazla hızlı olması
6. Herhangi bir ek bellek veya giriş/çıkış (I/O) elemanı gerektirmeden sadece iki kondansatör ve bir direnç ile çalışabilmeleri
7. Yüksek frekanslarda çalışabilme özelliği

8. Standby durumunda çok düşük akım çekmesi
9. İntterput kapasitesi ve 14 bit komut işleme hafızası
10. Kod sıkıştırma özelliği ile aynı anda bir çok işlem gerçekleştirebilmeleri
11. PIC 16F877 mikrokontrolörünün program belleğinin Flash teknolojisi ile kullanılarak üretilmiş olmasıdır.

4.3. PIC' in kullanımı İçin Gerekli Olan Aşamalar

PIC serisi mikrokontrolleri kullanmak için gerekli olan bir takım aşamalar bulunmaktadır bunlar ;[9].

4.3.1. Giriş-Çıkış (I/O)

Mikrokontrolcünün harici sistemle iletişimini sağlar. Bu birimin görevi Mikrokontrolcüye bilgi akışını sağlamaktır.

4.3.2.Yazılım

Mikrokontrolcünün çalışmasını ve işletilmesini sağlayan bilgidir. Başarılı bir kontrol için yazılımın hatasız olması gerekmektedir. Yazılım C, Assembler, Visual Basic, Pascal ve çeşitli dillerde veya Binary (ikili) olarak yazılabilir.

4.3.3. Donanım

Mikrokontrolcü, bellek, arabirim bileşenleri, güç kaynakları, sinyal düzenleyici devreler ve bunları çalıştırmak ve arabirim görevini üstlenmek için bu cihazlara bağlanan tüm yan bileşenlerdir.

4.3.4. Sim'ülatör

Bilgisayar üzerinden çalışan ve mikrokontrolcünün içindeki işlemleri simüle eden MPASM gibi bir yazılım paketidir. Öte yandan sim'ülatör, programları

tümüyle ya da adım adım gözeterek hatalardan arındırmak için bir fırsat sunar. Şu anda en gelişmiş simülatör programı bu çalışmada da kullanılan MPLAB simülatör programıdır.

4.3.5. PIC Master ICE (In Circuit Emulator/ İç Çevre Devre Takipçisi)

Bilgisayar ve mikrokontrolcünün yer alacağı soket arasına bağlanmış bir araçtır. Bu araç yazılım bilgisayarda çalışırken devre kartı üzerinden bir mikrokontrolcü gibi davranır. ICE ise bir programa girilmesini mikrokontrolör içinde neler olduğunu ve harici sistemle iletişim kurulduğunun izlenilmesini sağlar.

4.3.6. Programcı

Yazılımın mikrokontrolcü belleğinde programlanmasını ve böylece PIC MASTER' in yardımı olmadan çalışmasını sağlayan birimdir. Çoğunlukla seri porta bağlanan bu birimler çok çeşitli biçim, ebat ve fiyatlara sahiptir.

4.3.7. Kaynak dosyası

Hem Assembler' in hem de tasarıncının anlayabileceği şekilde yazılmış bir programdır. Burada önemli olan kaynak dosyasının mikrokontrolün anlayabilmesi için önceden Assemble edilmiş olmalıdır.

4.3.8. Assembler

Kaynak dosyasını bir nesne dosyasına dönüştüren yazılım paketidir. Bu paket assemble edilme sürecinde hataları arındırmak için kullanılır. Kullanılan yazılım paketi Microchip firması tarafından üretilen ve tüm PIC serisini assemble eden MPASM dir.

4.3.9. Nesne dosyası

Assembler tarafından üretilen bu dosya; programcı, simülatör veya PIC MASTER' in anlayabilecekleri ve böylelikle dosyanın işlevlerinin çalışmasını sağlayabilecekleri bir dosyadır. Dosya uzantısı assemble edicinin isteklerine bağlı olarak , (.OBJ) veya (.HEX) olmalıdır.

4.4. PIC Mikrokontrolörlerinin Özellikleri

PIC serisi mikrokontrolörlerinin özellikleri şöyle sıralamak mümkündür.

4.4.1. Güvenirlilik

PIC komutları bellekte çok az yer kaplarlar. Dolayısıyla bu komutlar 12 veya 14 bitlik bir program belleğe sığarlar. Bazı mikrokontrollerde yazılım programının veri kısmına atlama yaparak bu verilerin komut gibi çalıştırılmasını sağlamaktadır. Bu durum büyük hatalara yol açmaktadır. Fakat PIC' lerde bu durum mevzubahis değildir.

4.4.2. Hız

PIC oldukça hızlı bir mikrokontrolördür. Her bir komut döngüsü $1\mu\text{sn}$ ' dir. Örneğin 5 milyon komutluk bir programın 20Mhz' lik bir kristalle işletilmesi yalnız 1 sn sürer. Bu süre 386SX33 işlemcisinin hızının 2 katı civarındadır.

4.4.3. Komut seti

PIC' in 16CXX serisi için bir yazılım yapmak için 35 komuta ihtiyaç duyulurken 16C5X serisi için 33 komuta ihtiyaç vardır. Komutlarda buna göre 16CXX serisi için 14 bit uzunluğunda iken 16C5X serisi için 12 bit uzunluğundadır. PIC de CALL, GOTO ve bitleri test eden BTFS ve INCFSZ gibi komutlar 2 saykıl çekerken diğer komutlar 1 saykıl çeker.

4.4.4. Statik İşlem

PIC tamamıyla statik bir işlemcidir. Yani saat durdurulduğunda da tüm register (değişkenler) içeriği korunur. Bunu uygulamada gerçekleştirmek mümkün değildir. PIC microsu program işletilmediği zaman sleep (uyuma) moduna geçirilmek suretiyle micronun çok düşük akım çekmesi sağlanır. PIC uyuma modunda iken saat durur ve PIC uyuma işleminden önce hangi konumda olduğunu bayraklarla ifade eder. Örneğin (elde bayrağı, 0(zero) bayrağı v.b.) PIC uyuma modunda stand-by akımı çeker ki bu da $1\mu A$ ' den küçük değerlerde dir.

4.4.5. Sürme özelliği (Sürücü kapasitesi)

PIC yüksek bir çıktı kapasitesine sahiptir. Tek bacadan 40mA akım çekebilmekte ve entegre toplamı olarak 150mA akım akıtma kapasitesine sahiptir. Entegrenin 4MHz osilatör frekansında çektiği akım çalışırken 2mA, stand-by durumunda ise $2\mu A$ kadardır

4.4.6. Seçenekler

PIC ailesinde her türlü ihtiyaçların karşılanacağı çeşitli hız, sıcaklık, kılıf, I/O hatları, zamanlama (Timer) fonksiyonları, seri iletişim portları, A/D ve bellek kapasite seçenekleri bulunur.

4.4.7. Çok yönlülük

PIC çok yönlü bir microdur ve ürünün içinde, yer darlığı durumunda birkaç mantık kapısının yerini değiştirmek için düşük maliyetli bir çözüm bulunur

4.4.8. Güvenlik

PIC endüstride en üstünler arasında yer alan bir kod koruma özelliğine

sahiptir. Koruma bitinin programlanmasından itibaren, program belleğinin içeriği, program kodunun yeniden yapılandırılmasına olanak verecek şekilde okunmaz.

4.4.9. Geliştirme

PIC program geliştirme amacıyla programlanabilip tekrar silinebilme özelliğine sahiptir. (EPROM, EEPROM) Aynı zamanda seri üretim amacıyla bir kere programlanabilir (OTP) özelliğine sahiptir.

4.4.10 Liste dosyası

Assembler tarafından yaratılan ve kaynak dosyadaki tüm komutları hexadecimal sistemdeki değerleri ve tasarımcının yazmış olduğu yorumlarıyla birlikte içeren bir dosyadır. Bir programı hatalarından arındırırken araştırılacak en yararlı dosya budur. Çünkü bu dosyayı izleyerek yazılımlarda neler olup bittiğini anlama şansı kaynak dosyasından daha fazladır. Dosya uzantısı .LST dir.

4.4.11. Diğer dosyalar

Hata dosyası (Error file: uzantısı .ERR) hataların bir listesini içerir ancak bunların kaynağı hakkında hiç bir bilgi vermez. Uzantısı .COD olan dosyalar emülatör tarafından kullanılırlar.

4.4.12. Bug ' lar (Hatalar)

Tasarımcının farkında olmadan yaptığı hatalardır. Bu hatalar, basit yazılım hatalarından, yazılım dilinin yanlış kullanımına kadar uzanır. Hataların çoğu derleyici tarafından bulunur ve bir .LST dosyasında görüntülenir. Kalan hataları bulmak ve düzeltmek de geliştiriciye düşmektedir.

4.5. PIC 16F877 Mikrodenetleyicisi

4.5.1. PIC 16F877 mikrodenetleyicisinin iç yapısı ve özellikleri

PIC 16F877 mikrodenetleyicisi Harward mimarisi kullanılarak üretilmiştir. Harward mimarisi mikrodenetleyicilerin özelliği veri akış miktarını hızlandırmak ve yazılım güvenliğin artırmak amacıyla kullanılır. Veri ve program belleğine erişim süresinin hızlı olmasıyla bununla ilgilidir. Çünkü veri ve program belleği için ayrı buslar kullanılır. PIC 16F877 mikrodenetleyicisi düşük maliyetli, yüksek performanslı, RISC mimarisine sahip bir mikrodenetleyicidir.

Aşağıda ki çizelge PIC 16F877 mikrodenetleyicisine ait temel özellikleri göstermektedir[12].

Çizelge 4.1. PIC 16F877 Mikrodenetleyicisi Özellikleri

PIC 16F877 SERİSİ MIKRODENETLEYİCİSİ		PIC 16F877
Saat Palsi (Clock)	Maximum çalışma frekansı (DC-MHz)	20
Hafıza	Flash program hafızası	8K
	EEPROM veri hafızası	256K
	Veri hafızası (byte)	368
Arabirim	Resetler	POR,BOR
	Zamanlama modülü	Timer0, Timer1, Timer2
	Kesme kaynakları	14
Özellikler	I/O pinleri (Bit)	Port A(6), B(8), C(8), D(8), E(3)
	Voltaş aralığı	2.0- 6.0
	Paket	40 pin DIP
	İletişim	PSP,MSSP,USART
	Komut Seti (Komut)	35

4.5.2. PIC 16F877 Mikrodenetleyicisi Pin Görünümü

PIC 16F877 mikrodenetleyicisi' nin tüm portları her biri bağımsız olarak dijital giriş veya çıkış olarak kullanabilme imkanı verebilmektedir. Bu portlar mikrodenetleyici üzerinde şu şekilde adlandırılırlar.

Port A (RA0, RA1, RA2, RA3, RA4, RA5) olmak üzere 6 bittir. Bu bitler A/D çeviriciler için kullanılabilir

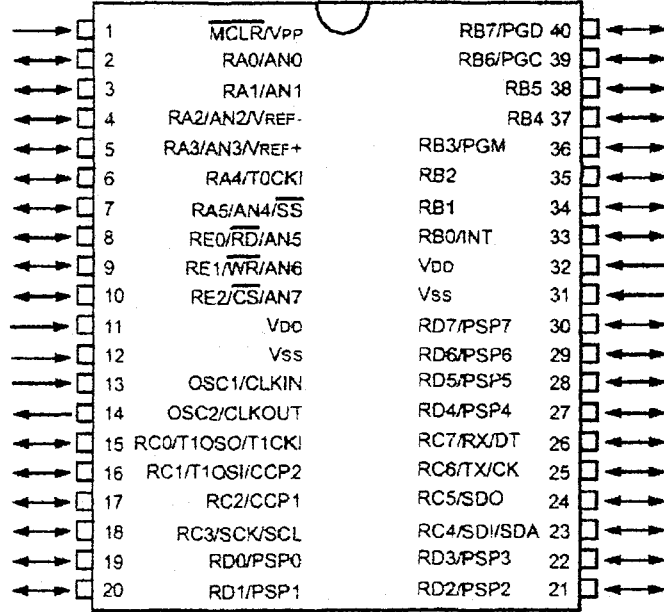
Port B (RB0, RB1, RB2, RB3, RB4, RB5, RB6, RB7) olmak üzere 8 bittir. Bu çalışma da RB portları LCD ekran için çıkış portları görevindedir

Port C (RC0, RC1, RC2, RC3, RC4, RC5, RC6, RC7) olmak üzere 8 bittir. Bu portlar PWM gibi fonksiyonların ayarlanması için kullanılır.

Port D (RD0, RD1, RD2, RD3, RD4, RD5, RD6, RD7) olmak üzere 8 bittir.

Port E (RE0, RE1, RE2) olmak üzere 3 bittir. Bu portlar da A/D çevirici olarak kullanılabilir.

PIC 16F877 Mikrodenetleyicisinin pin görünümü Şekil 5.1.' de ki gibidir.



Şekil 4.1. PIC 16F877 mikrodnetleyicisi pin görünümü

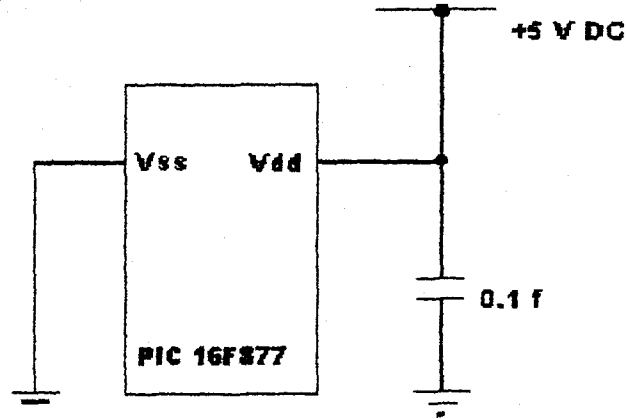
4.5.3. PIC 16F877 mikrodnetleyicisi bacak bağlantıları

Çizelge 4.2. PIC 16F877 Mikrodnetleyicisi bacak bağlantıları

1	$\overline{\text{MCLR}} / V_{PP}$	Reset girişi ya da programlama gerilim girişi.
2	RA0/AN0	Analog giriş
3	RA1/AN1	Analog giriş
4	RA2/AN2/ V_{REF-}	Analog giriş, analog referans gerilimi
5	RA3/AN3/ V_{REF+}	Analog giriş , analog referans gerilimi
6	RA4/TOCKI	Timer0 zamanlayıcı clock girişi..
7	RA5/ $\overline{\text{SS}}$ /AN4	Analog giriş (slave select)
8	RE0/ $\overline{\text{RD}}$ /AN5	PSP için okuma kontrolü veya analog giriş
9	RE1/ $\overline{\text{WR}}$ /AN6	PSP için yazma kontrolü ya da analog giriş
10	RE2/ $\overline{\text{CS}}$ /AN7	RE2, PSP için select kontrolü ya da analog giriş
11	VDD	Kaynak
12	VSS	Toprak

13	OSC1/CLKIN	Osilatör Kristal Girişi, Clock girişi
14	OSC2/CLKOUT	Osilatör Kristal Çıkış. Clock çıkışı
15	RC0/T1OSO/T1CKI	Timer1 osilatör girişi veya Timer1 clock girişidir
16	RC1/T1OSI/CCP2	RC1 portu, Timer1 osilatör girişi , PWM2 çıkışıdır.
17	RC2/CCP1	RC2 portu, PWM1 çıkışıdır.
18	RC3/SCK/SCL	RC3 portu, clock giriş/çıkışı
19	RD0/PSP0	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
20	RD1/PSP1	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
21	RD2/PSP2	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
22	RD3/PSP3	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
23	RC4/SDI/SDA	Data giriş/çıkış
24	RC5/SD0	Data çıkışı
25	RC6/TX/CK	Senkronize clock giriş/çıkış.
26	RC7/RX/DT	Senkronize veri.
27	RD4/PSP4	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
28	RD5/PSP5	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
29	RD6/PSP6	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
30	RD7/PSP7	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
31	VSS	Toprak
32	VDD	Kaynak
33	RB0/INT	İnterput (kesme) portu
34	RB1	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
35	RB2	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
36	RB3/PGM	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
37	RB4	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
38	RB5	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
39	RB3/PGC	I/O (Giriş-Çıkış) Portu
40	RB3/PGD	I/O (Giriş-Çıkış) Portu

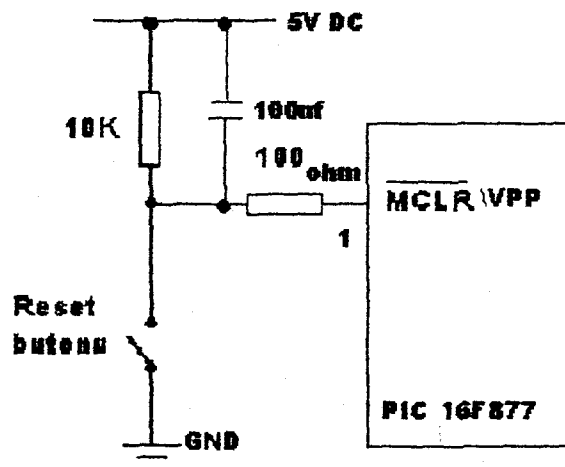
4.5.4. PIC 16F877 besleme gerilimi



Şekil 4.2. PIC 16F877 Besleme gerilimi

PIC 16F877 mikrodeneleyicisinin besleme gerilimi için 11 ve 32 nolu pinler tarafından sağlanmaktadır. 12 ve 32 nolu pinler ise Vss ucu toprağa bağlanır. Mikrodeneleyiciye ilk enerji verildiği anda veya herhangi bir enerji kesintisi sırasında mikrodeneleyiciye 0,1nf lık bir kondansatör bağlanabilir.

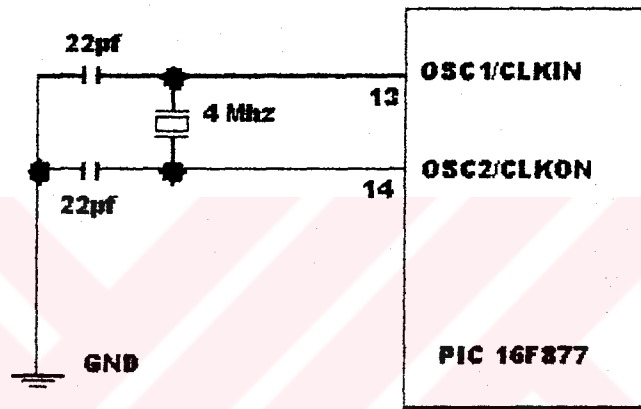
4.5.5. PIC 16F877 reset devresi



Şekil 4.3. PIC 16F877 reset devresi

Reset işlemi mikrodnetleyicinin 1 nolu ucuna uygulanan gerilim 0 volt olduğu an program başlangıç adresine geri döner. Programın ilk adresden tekrar çalışabilmesi için 1 nolu uca uygulanan gerilimin +5V olması lazımdır. Yukarıda ki devrede reset butonu ile bu işlem gerçekleştirilmiştir.

4.5.6. PIC 16F877 mikrodnetleyicisine kristalin bağlanması

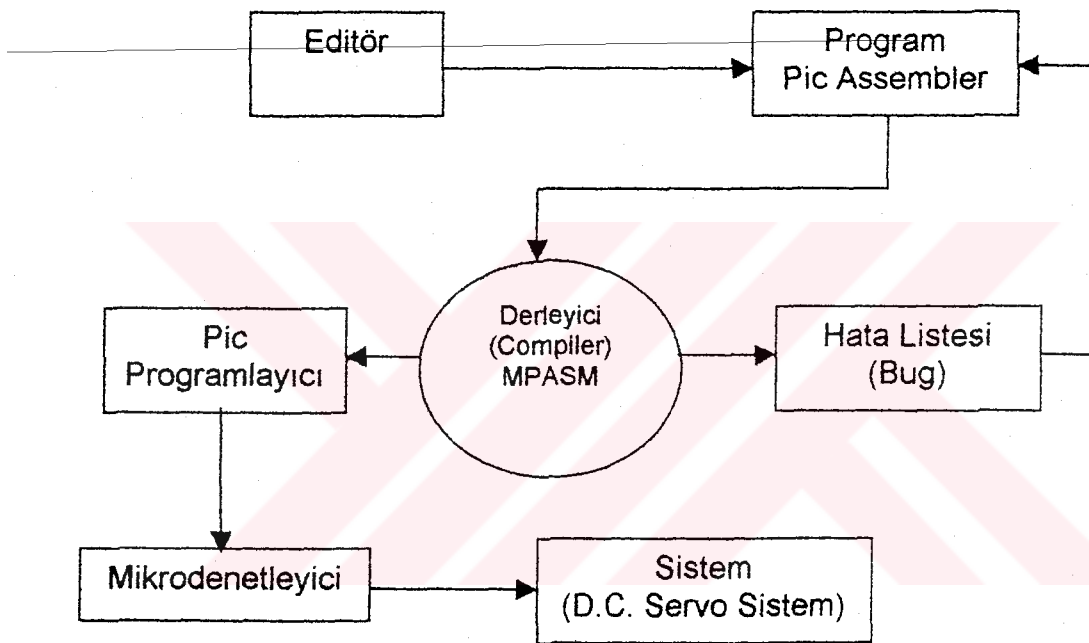


Şekil 4.4. PIC 16F877 mikrodnetleyicisine kristal bağlantısı

Pic belleğine yazılı olan programın çalışması için gerilime ihtiyaç vardır fakat bu gerilimin kare dalga olması gerekmektedir. PIC 16F877 mikrodnetleyicisinde bulunan 13 ve 14 nolu uçlar (OSC1 VE OSC2) bu uçlara clock sinyalleri uygulanır. Burada dikkat edilecek husus kristale bağlanacak kondansatörün seçimi olacaktır. Nedeni mikrodnetleyiciye uygulanacak olan kare dalganın bozuk olmamasını sağlamaktır. Aksi durumda Pic' in çalışmaması söz konusu olabilir.

5. PIC MİKRODENETLEYİCİSİ İLE YAPILAN SERVO MOTOR KONTROLÜ

5.1. Tasarlanan Sistemde Kullanılan Mikrodenetleyicinin Programlanmasına Ait Blok Diyagram



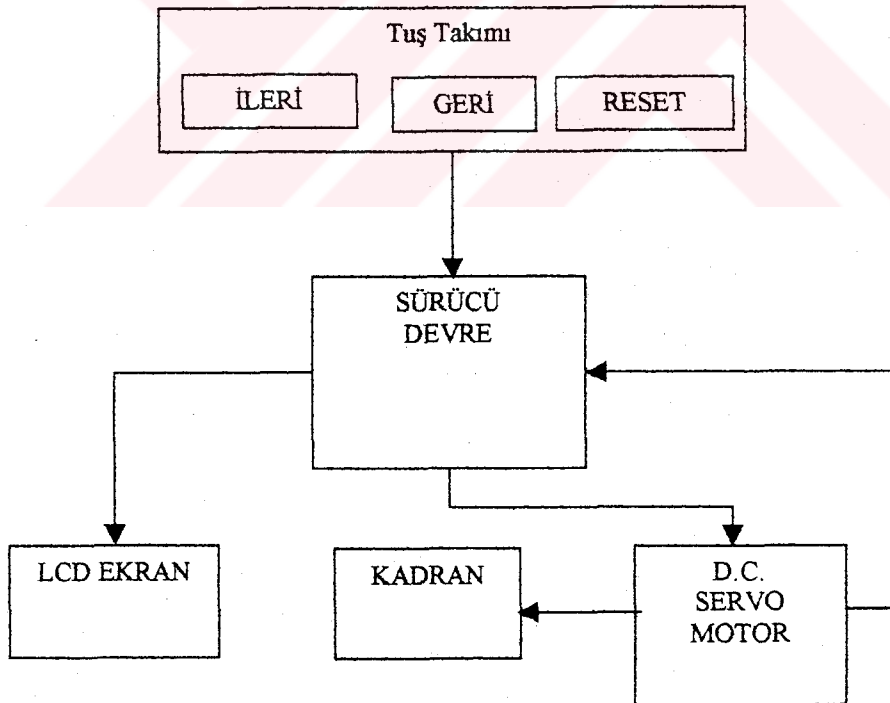
Şekil 5.1. Tasarlanan Sistemin Yazılımsal Blok Diyagramı

Yukarı da ki şekil tasarlanan sistemin yazılımsal blok diyagramını teşkil etmektedir. Bilgisayar da ki metin editöründe yazılan program diske kaydedilir bu dosyanın uzantısı .ASM dir. Bu dosyanın PIC mikrodenetleyicisine aktarmadan önce programın derlenmesi gerekmektedir bu derleme sonrasında programda hata olduğu takdirde hata listesi oluşturularak kullanıcıyı uyaracaktır. Hata olmadığı takdirde PIC programlamak için dizayn edilmiş olan programlama kartı ile .ASM olarak kaydedilmiş dosya hexadecimal (.HEX) olarak başka bir yazılımla PIC' e gönderilir ve böylece mikrodenetleyici programlanmış olur. Programlama kartından alınan

mikrodenetleyici özel olarak dizayn edilmiş elektronik kart üzerine monte edilerek sistemin programlama tasarımı sonlandırılır.

Mikrodenetleyici PARSIC programında da denenmiştir. PARSIC programı özel olarak yapılmış mikrodenetleyici programlama yazılımı. PARSIC programında kayıt edilen programın uzantısı diske .pic olarak kayıt edilir. Kayıt edilen program aynı program içinde derlendikten sonra bu programın hexadecimal kodu aynı adla aynı yere otomatik olarak kayıt edilir. Simülasyonu bu program içinde yapıldıktan sonra ICPROG programı kullanarak mikrodenetleyiciye hexadecimal kodları (ek) seri port kullanılarak gönderilmiştir.

5.2. Tasarlanan Sistemin Donanımına Ait Blok Diyagram



Şekil 5.2. Sistemin Donanım Tasarımına Ait Blok Diyagram

Sistemde bulunan tuşlar yardımıyla sisteme çalışma durumu bildirilmekte bu çalışma durumuna göre mikrodenetleyicili sürücü devre bu değeri LCD ekrana yazdırmakta ve ne kadarlık bir açıyla döneceği motora göndermektedir. Bu değere göre motor dönmekte hedef değere ulaştığında geri besleme potansiyometresi ile mikrodenetleyiciye gönderilen değere göre sürücü devre motorun dönüp dönmeyeceğini belirlemektedir. Ayrıca dişli mekanizmaya bağlanan kadran ile de motor milinin kaç derece döndüğü buradan da anlaşılmaktadır.

5.3. Tasarlanan Sistemin Çalışması

Tasarlanan sistem 5 ana bölümden oluşuyor, bu bölümleri şöyle sıralamak mümkündür.

1. Tuş takımı
2. D.C. Servo Motor
3. LCD Ekran
4. Kadran
5. Elektronik Sürücü Devre

1. Tuş Takımı

Tuş takımının da üç adet tuş bulunmaktadır bunlar ileri konum, geri konum ve reset tuşlarıdır.

İleri konum servo motorun ileri yönde kaç derece döneceğini belirlemek amacıyla kullanılır. 0° ile 360° arasında bir değer alabilir. İstenilen açı değeri tek tek basılarak ayarlanabileceği gibi tuşa basılı tutularak da hızlı bir şekilde açı ayarlanabilmektedir.

Geri konum servo motorun geri yönde kaç derece döneceğini belirlemek için kullanılan tuşdur. 0° ile 360° arasında bir değer alabilir. Geri konum tuşunda da ileri konum tuşunda olduğu gibi geri konum tuşuna tek tek veya basılı tutarak istenilen konum ayarlanabilmektedir.

Reset tuşu da servo motorun bulunduğu konumu 0° durumuna getirmek için kullanılan tuşdur.

2. D.C. Servo motor

D.C. Servo motor 4 ana bloktan oluşmaktadır; 2. Bölümde de anlatıldığı gibi D.C. motor, planet dişli sistem, geri dönüşüm potansiyometresi ve elektronik sürücü devresinden oluşmaktadır.

3. LCD Ekran

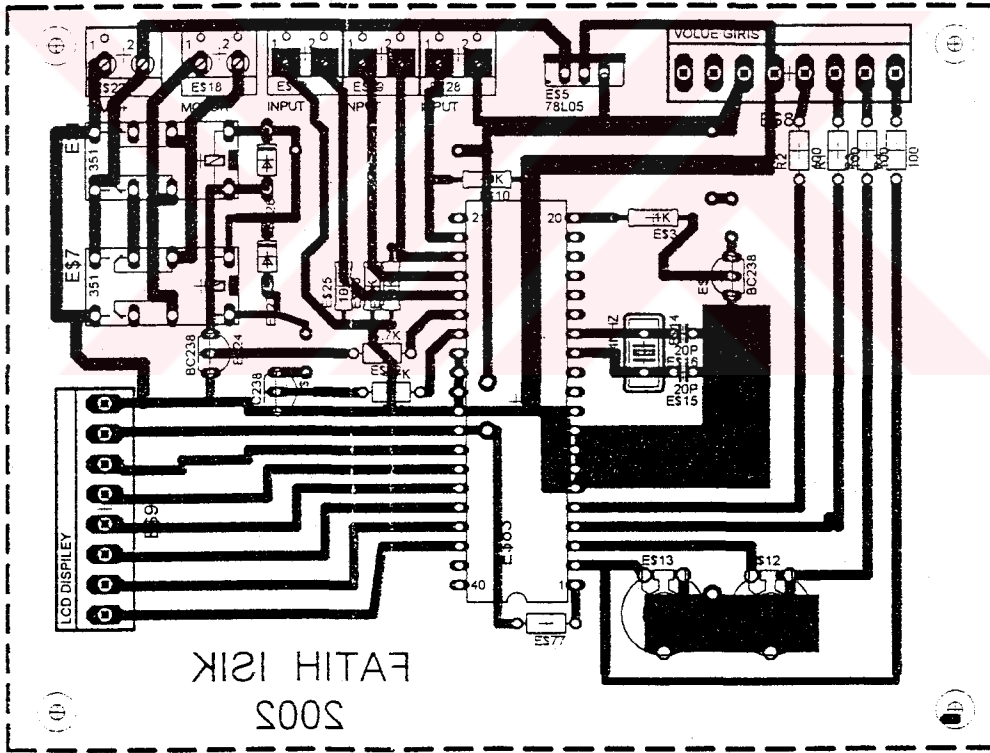
LCD ekran 2×16 (2 satır 16 sütun) lık olup. 1 satırında konum değeri ikinci satırında ise set değeri ifadesi yer almaktadır. Set değeri tuş kombinasyonundan ayarlanan değer bulunduğ satırdır yani 2. satırdır. 1.satır ise motorun bulunduğu konumu ifade eden değer yazılıdır. Motor bulunduğu konumu dişli mekanizmaya eklenen geri besleme potansiyometresi vasıtasıyla elektronik sürücü devresine bildirmekte mikrodenetleyicide aldığı bu analog değeri dijital değere döndürerek LCD ekrana yazdırmaktadır.

4. Kadran

Kadran servo motor mekanizmasında motor milinin kaç derece döndüğünü analog olarak görmek için mile bağlanan 360° lik açı değerini görebildiğimiz tasarlanmış bir mekanizma. Bu mekanizma da açı değerlerini görebilmek için her açı değeri karşısına bir çizgi çizilmiştir. Bu çizim AUTOCAD 2000

Tasarlanan sistemin çalışma şeklini kontrol eden sistemin kumanda elemanı PIC 16F877 mikrodenetleyicisidir. Mikrodenetleyicinin çalışması için gerekli olan elektronik devrenin yanı sıra ileri ve geri yönde çalıştırılması için transistörlerle tetikleme sağlanmıştır. Sistemde bulunan input girişleri sırasıyla ileri geri ve reset butonunun bağlandığı tuşdur. Sistemde LCD ekrana giden uçlar LCD diye gösterilmiştir. Value ise potansiyometreden gelen değer için kullanılan girişlerdir. Analog referans gerilimi ucu olan 4 nolu pinden de referans gerilim ayarlanabilmektedir.

5.5. Elektronik Sürücü Devre Baskı Devre Şeması



Şekil 5.4. Elektronik sürücü devre baskı devre şeması

Tasarlanan sistemin sürücü devresinin baskı devresi Şekil 5.3' de verilen devreye göre tasarlanarak çıkarılmıştır.

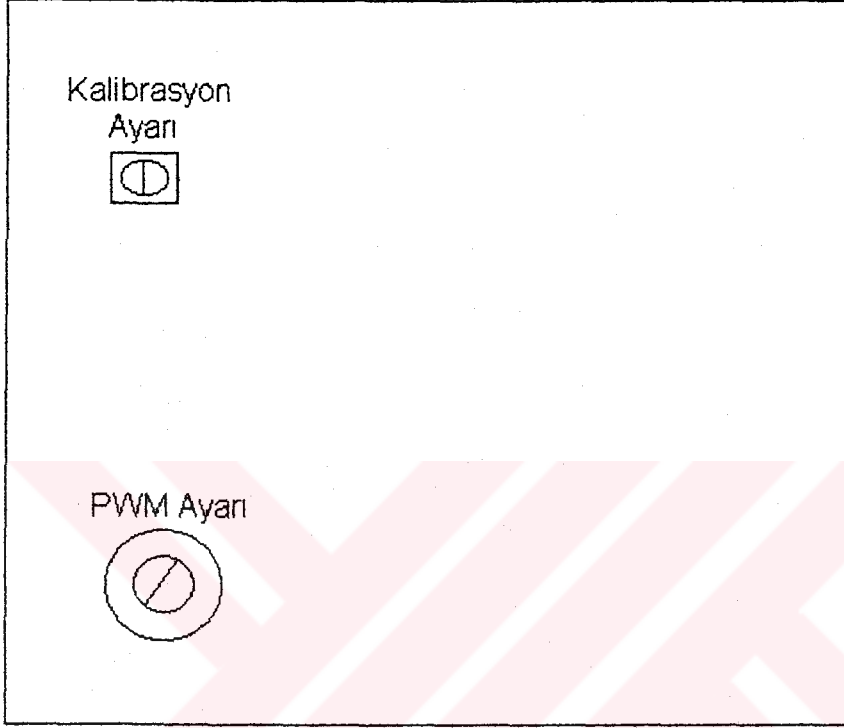
5.7. Tasarlanan Servo Sistem Modeli



Şekil 5.6. Tasarlanan servo sistem modeli

Üretilen modelin üst kısmında dişi sisteme bağlı bulunan kadrán ve üzerinde bir mil bulunmakta, hemen altında LCD ekran, ve başlangıç görüntüsü MIKRODENETLEYİCİ SERVO DENETİM yazmakta bu görüntü 2 sn boyunca kullanıcıya gösterilmektedir. Hemen altında tuş takımı mevcuttur. Bunlar ileri

ve geri yönlerde açıları değiştirebileceğimiz basmalı tuşlardır. Bu model üstten görünüş olup yandan görünüş de Şekil 5.7' de gösterildiği gibidir.



Şekil 5.7. Tasarlanan sistemin yan görünüşü

Şekil 5.7' den de görüldüğü gibi mikrodenetleyiciden elde edilen PWM sinyalinin darbe genişliği sisteme monte edilen 4,7 k değerinde ki potansiyometreyle değiştirilebilmektedir. Kalibrasyon ayar düğmesi de çok turlu bir potansiyometredir. Bunun görevi dişli sistemlerdeki konum hatasını düzeltmek için konulmuş manual bir ayarlayıcıdır.

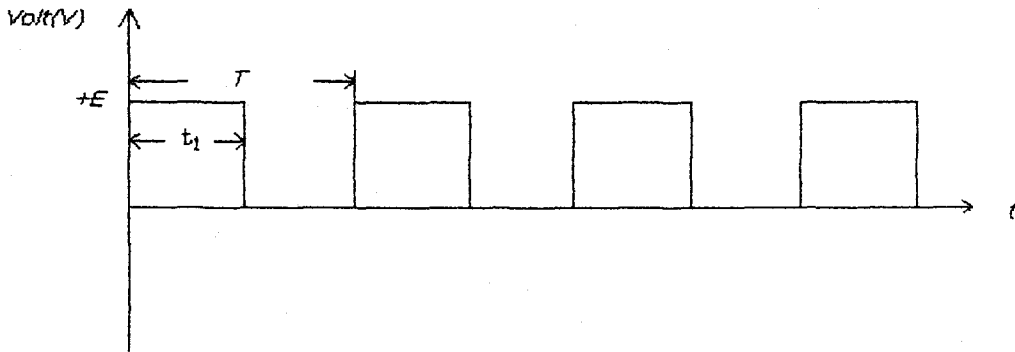
6. TASARLANAN SİSTEMİN PERFORMANS ANALİZİNİN TEST EDİLMESİ

Bu bölümde sistem tasarımı yapıldıktan sonra sistem içindeki değerlere göre bir değerlendirme yapılmış olup bu değerlendirmeler daha çok grafiksel bir şekilde açıklanmıştır.

Bir doğru akım ayarlayıcısına değişik şekillerde kumanda edilerek akım ayarlanabilir bunlardan en önemlileri; Darbe genişlik modülasyonu (PWM), darbe periyodu kumandası (PFM) dır. PWM ile PFM arasında ki fark ; PWM' de kare dalganın genişliği değiştirilerek ayar yapılabilmektedir, burada T sabittir yani frekans (periyod) değişmemektedir. PFM' de ise darbe genişliği sabit tutularak, T değişmektedir yani periyod değiştirilmektedir.

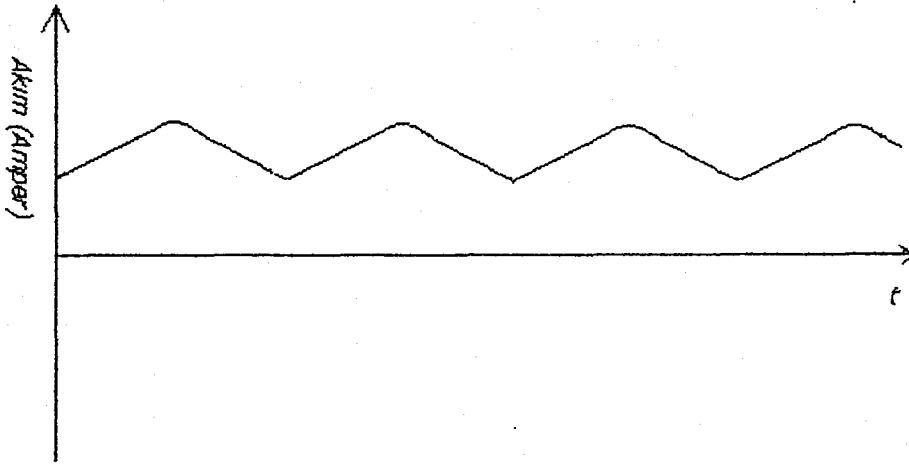
D.C. Servo motora tatbik edilen PWM sinyali ve akım dalga şekli, Şekil 6.1, Şekil 6.2, Şekil 6.3 ve Şekil 6.4' de gösterildiği gibidir.

Şekil 6.1' de potansiyometre sabit tutulmuştur yani t_1 süresi değiştirilmemiştir. Çalışma anında t_1 süresi değiştirilmek istenirse PWM dalga şekli Şekil 6.3' de gösterildiği gibi olacaktır.



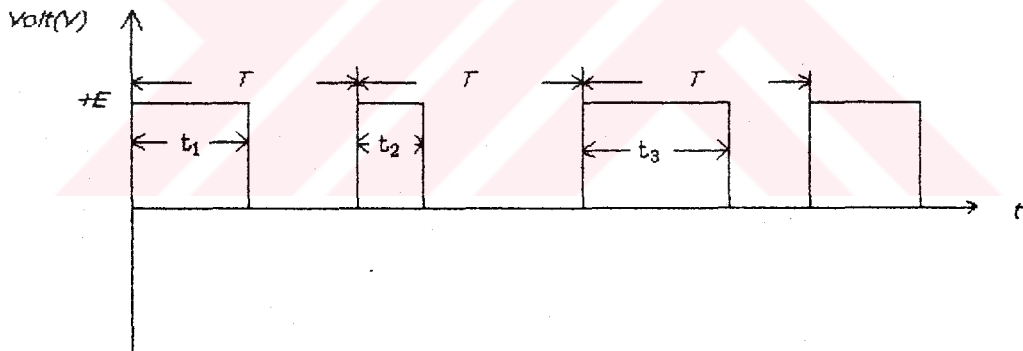
Şekil 6.1 D.C servo motora tatbik edilen PWM dalgası

Şekil 6.1' e göre akımın dalga şeklide Şekil 6.2' de gösterildiği gibi olacaktır.



Şekil 6.2 t_1 süresi sabitken motora ait akım değişimi

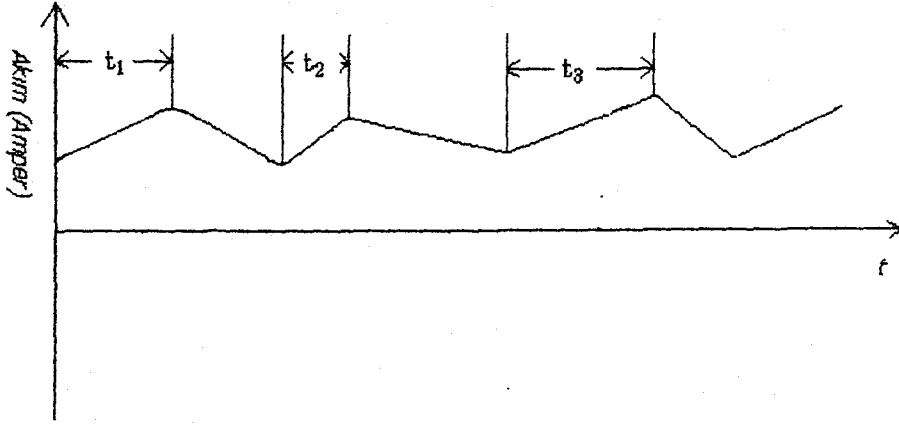
Şekil 6.3' de t zamanı değişimine göre motora uygulanan PWM sinyali görülmektedir.



Şekil 6.3. t zamanı değişimine bağlı olarak PWM sinyal değişimi

Sisteme monte edilen potansiyometre motora tatbik edilen PWM büyüklüğünü ayarlamaktadır. Şekil 6.3' den de görüleceği gibi ilk çalışma anında t_1 olan büyüklük potansiyometre değeri azaldıkça t_2 büyüklüğü olmuş, potansiyometre değeri artıkça bu büyüklük t_3 olmuştur. Her üç durumda da T zamanı değişmemiştir T zamanı 1 periyod' luk büyüklüğün karşılığıdır.

t zamanının değişimine göre akım değişiminin görüntüsü de Şekil 6.4' de görülmektedir.



Şekil 6.4. t zamanı değişimine bağlı olarak akım değişimi

Şekil 6.4' de çalışma sırasında t zamanı değişime bakılırsa akımın azalışının t2 zamanında, artışında t3 zamanında olduğu görülecektir.

Sistem tasarımı yapıldıktan sonra yapılan sistem performansını test aşamasında elde edilen sonuçlar bir tablo halinde Çizelge 6.1' de gösterilmiştir.

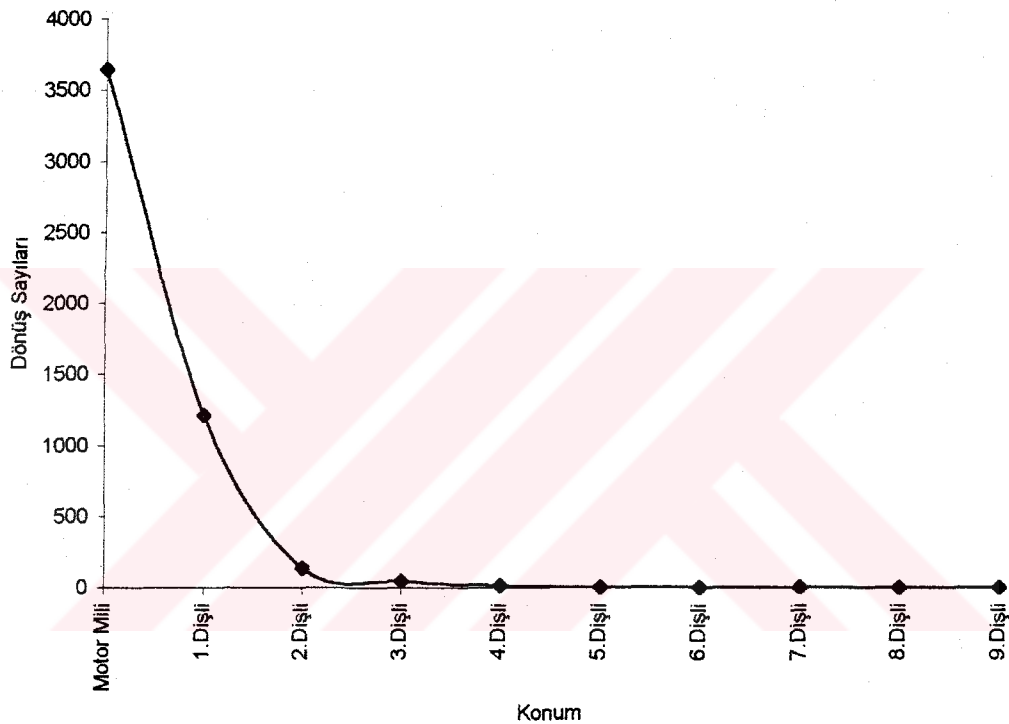
Çizelge 6.1. Sistem performansına ait değerler

Dişliler	Güç(P) Watt	Moment(M)N/m	Verim(η)
Motor Mili	30,00	0,078595	1,00
1.Dişli	29,40	0,232024	0,98
2.Dişli	27,93	1,975644	0,95
3.Dişli	25,69	5,451589	0,92
4.Dişli	22,86	14,55313	0,89
5.Dişli	19,66	37,54785	0,86
6.Dişli	16,32	31,16892	0,83
7.Dişli	13,05	51,92432	0,80
8.Dişli	10,05	95,97047	0,77
9.Dişli	7,44	355,234	0,77

Bu değerler ışığında aşağıda ki grafikler elde edilmiştir.

Çizelge 6.1' de verim hesaplanırken döndüren ve dönen dişliler dikkate alınarak hesap yapılmıştır. Bir örnek olarak 9. dişli için verim hesaplanırken; 8. dişlinin çıkış gücü, 9. dişlinin giriş gücü olarak kullanılmıştır. Bu durum diğer dişlilerin verimi hesaplamalarında da değişmemiştir.

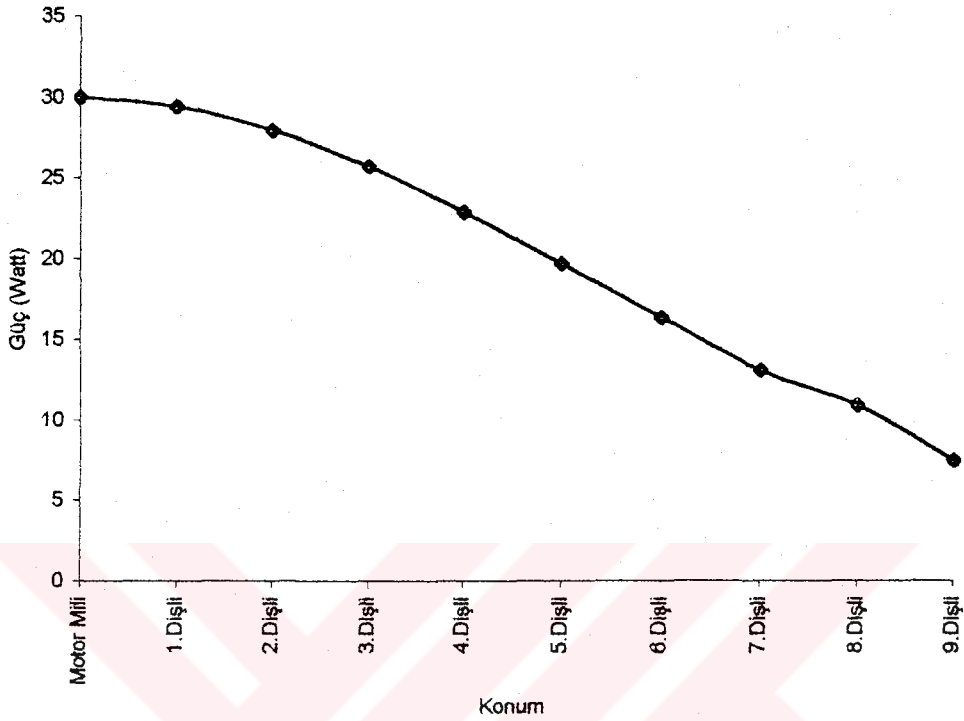
1. Motor miline bağlanan redüktörlerin mile bağlı olarak dönme sayıları



Şekil 6.5. Motor miline bağlı olarak redüktör dönüş sayıları

Grafikte motor milinin dönüş sayısına göre mil üzerine bağlı bulunan diğer redüktörlerin dönme sayısı grafiksel bir şekilde gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere mil 10000 kez döndüğünde 9.Redüktör 10 kez dönmektedir. Bu şu demek oluyor milde ki devri sayısı redüktörlerle 1000 kat azaltılmıştır tabi diğer redüktörlerde istenildiği gibi kullanma şansıda vermektedir.

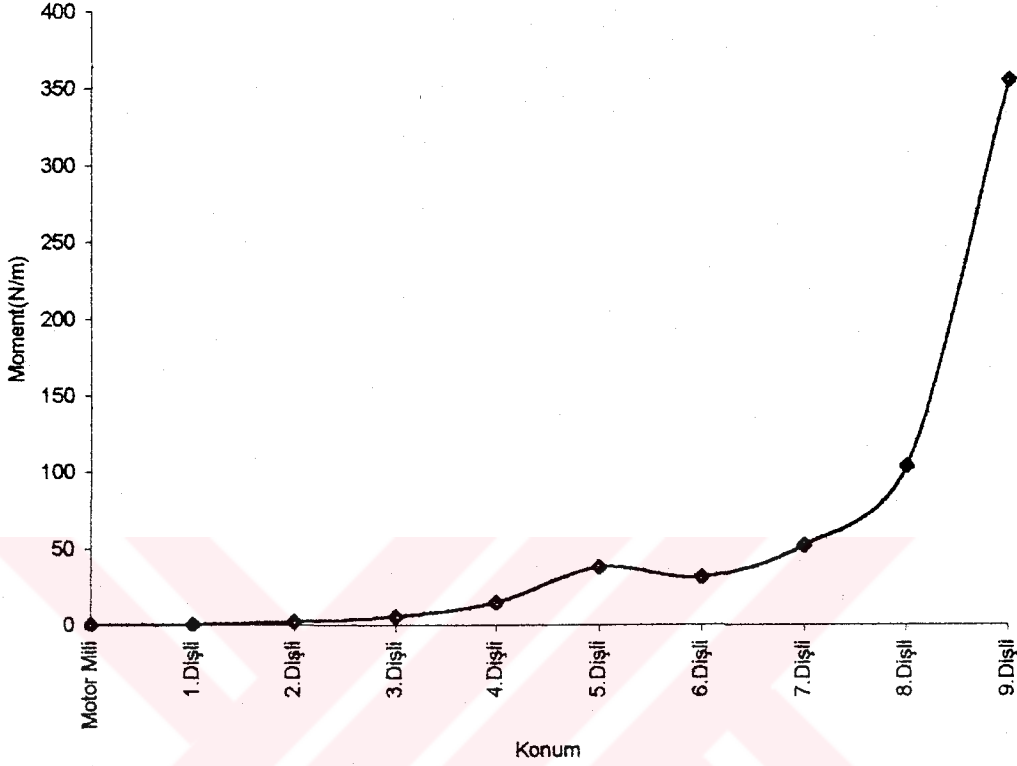
2. Motor miline göre redüktörlerdeki güç oranları



Şekil 6.6. Motor miline bağlı olarak redüktörlerdeki güç oranları

Motor milindeki güç değeri 30Watt olduğu yazılı olduğundan mil gücüne göre diğer redüktörlerdeki güç değerini hesaplarken şu yol izlendi güç değerleri mekanik kayıplar nedeniyle milde ki güç değerine göre 0,99 ile 0,74 arasından değişen bir kayıp oranına sahiptir. Redüktörlerde ki güç değerleri redüktör sayısı artıkça mil üzerindeki gücün en sondaki redüktöre aktardığı güç miktarı kayıplar gözönüne alındığında 7,44 Watt' a denk gelmektedir. Buna göre redüktörlerde ki güç oranları yukarıda ki grafikte gösterildiği değerlerde olmuştur.

3. Motor miline bağılı olarak redüktörlerdeki moment durumu



Şekil 6.7. Motor miline bağılı olarak redüktörlerdeki moment oranı

Motor miline bağılı olarak redüktörlerde ki moment oranı bulunurken şu yol izlenmiştir[13]. Genellikle, motorların nominal devir sayısına karşılık gelen güçleri sabittir. Fakat kayıplar gözönüne alındığında az da olsa bir kayıp söz konusudur. Redüktörlü sistemlerde dönen ve döndüren dişli sistemler vardır. Döndüren dişlinin gücüne P_1 döndürülen dişli sistemin gücüne de P_2 dersek P_1 ile P_2 gücü arasında şöyle bir ilişki vardır[13].

$$P_2 = P_1 \cdot \eta \quad (6.1)$$

bağıntısı vardır. Burada η sistemin verimidir. Buna göre döndüren elemanın dönme momenti;

$$M_{b_1} = \frac{30}{\Pi} \frac{P_1}{n_1} \quad (6.2)$$

ve döndürülen elemanın dönme momenti

$$M_{b2} = \frac{30 P_2}{\Pi n_2} \quad (6.3)$$

şeklinde ifade edilir. Son iki denklemden

$$M_{b2} = \frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{n_1}{n_2} M_{b1} \quad (6.4)$$

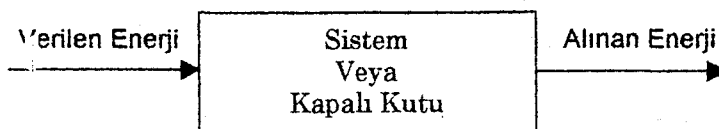
Denklem 6.4' den de görüleceği gibi hız ve hareket iletme mekanizmalarında ve sistemlerinde dönme hızının değişmesi çıkışta ki dönme momentini etkilemektedir. Hız azaldıkça, yani çevrim oranı büyüdükçe, dönme momenti büyür[13]. Pratik hesaplarda kullanmak üzere aşağıda ki denklem kullanılır. 5. ve 6. redüktörlerin dönme sayıları aynı olduğu için 6. redüktörün gücü azaldığından 6. redüktörde ki moment bir önceki redüktöre göre azalma göstermiştir.

$$M_b = 9549,3 \cdot \frac{P}{n} (N.m) \quad (6.5)$$

Grafikten de görüleceği üzere hız azaldıkça yani redüktörlerde ki dönme sayısı azaldıkça dönme momentinin arttığı görülmüştür.

4. Sistemin verimini gösterir grafik

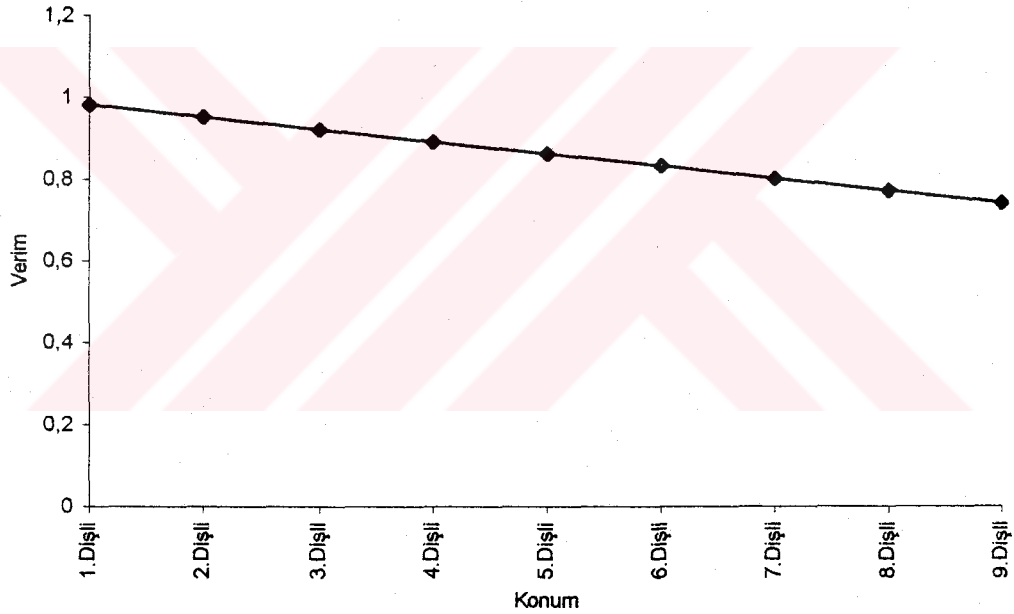
Elektrik motoru ve benzeri cihazlar elektrik enerjisini başka enerjiye dönüştüren, enerji verilen ve enerji alınan terminalleri bulunan kapalı kutular olarak düşünülebilir. Şekil 6.3.' de cihaza verilen ve alınan enerji ile kayıplar arasında ki ilişki sözel olarak ifade edilirse [14].



Şekil 6.8. Sistem verimine ait blok diyagram

Bu değerlere göre sistemin verimini; denklem 6.1 e göre her redüktöre göre hesaplandığı zaman aşağıda ki değerler ve buna bağlı olarak izelge 6.4' de ki grafik elde edilmiş olur.

1.Redüktör	0,98	6.Redüktör	0,83
2.Redüktör	0,95	7.Redüktör	0,80
3.Redüktör	0,92	8.Redüktör	0,77
4.Redüktör	0,89	9.Redüktör	0,74
5.Redüktör	0,86		



şekil 6.9. Redüktörlerdeki verim

Sistemin alıřma Veriminin Test Edilmesi

Sistem verimini somut bir şekilde lmek için LCD ekran görüntüleri ve mile bağlı olan kadran ile sistemin çalışma verimini anlamak mümkündür.

1. LCD ekran görüntüleri

K	O	N	U	M				P	V	:				0	0
S	E	T		D	E	G	E	R	I	:				0	0

Şekil 6.10. LCD ekran başlama görüntüsü

Sisteme ilk enerji verildiğinde LCD ekran sıfır noktasında sistemden gelecek açı değerine göre harekete hazır halde beklemektedir.

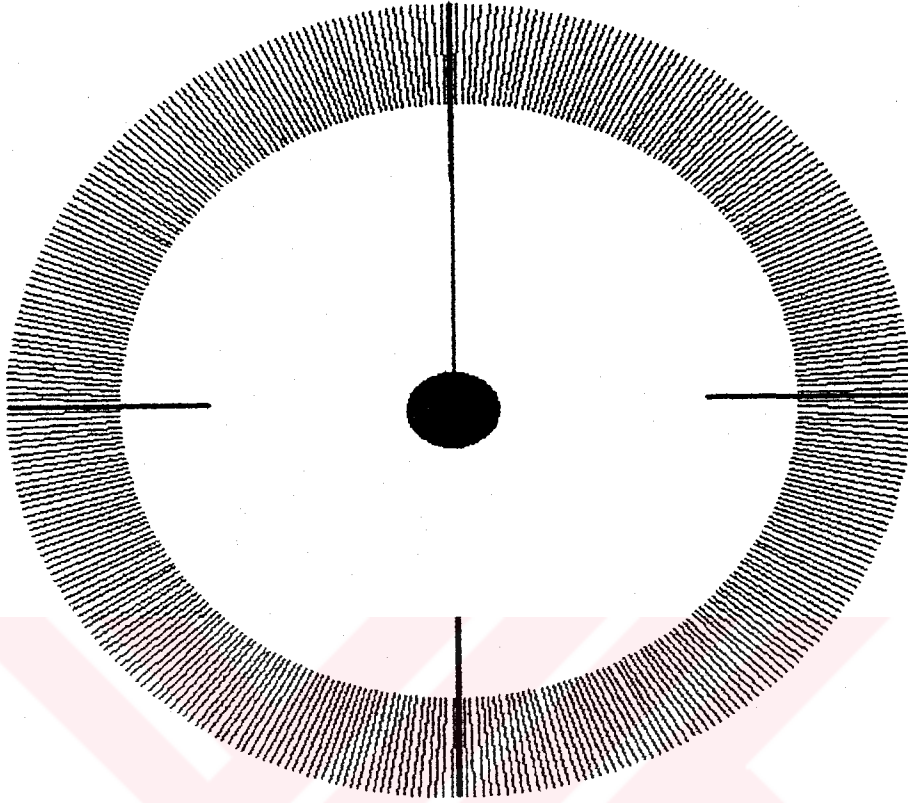
K	O	N	U	M				P	V	:				1	8	0
S	E	T		D	E	G	E	R	I	:				1	8	0

Şekil 6.11. LCD çalışma görüntüsü

Motora 180° dönmesi için verilen emirle beraber motor 180° geldiğinde durmuştur. Aynı işlem diğer açı değerleri içinde yapılmış ve açı değerinde sistem durmuştur.

2. Kadran Görüntüleri

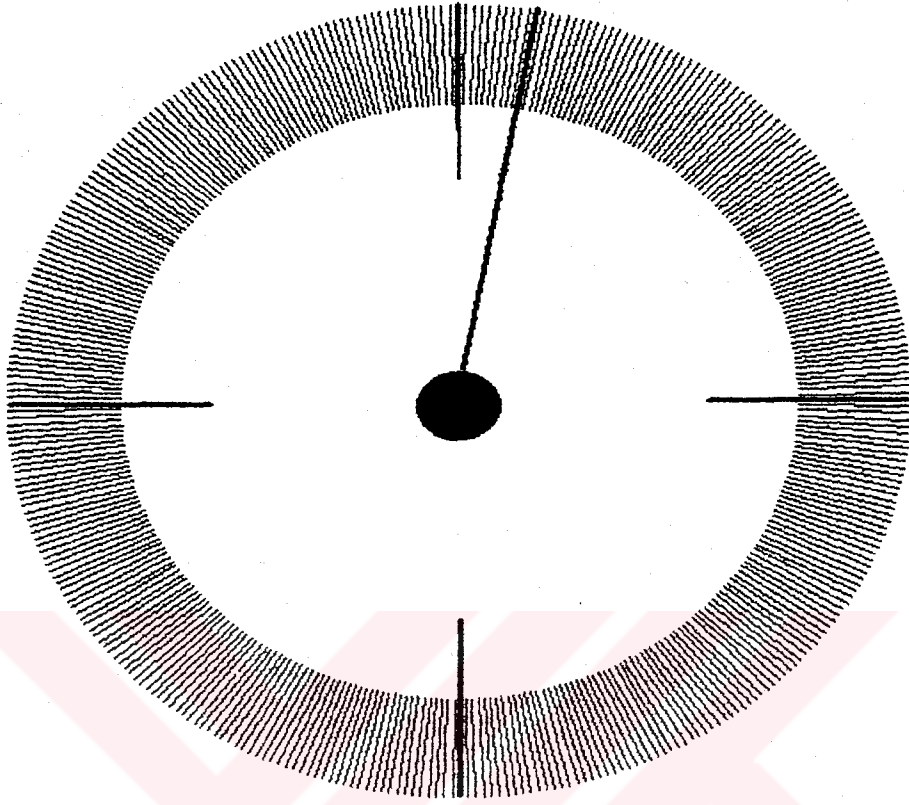
Mile monte edilmiş olan kadran ile motorun konumunun ne kadar olduğunu hangi konumda bulunduğunu öğrenmek için kullanılmıştır. Kadranın çalışma durumu test edilmiş test edilen sonuçlar aşağıda ki şekilde olduğu gibi gerçekleşmiştir.



Şekil 6.12. Kadran başlangıç görüntüsü

Sisteme ilk enerji verildiğinde motorun devir sayısını düşürmek için kullanılan redüktörlerden en uygun olan redüktörün miline bağlı olan bu kadran aynı zamanda LCD ekran da görülen açı değeri ile aynı durumdadır. Kadranda görülen ger çizgi 1° ifade etmektedir. Kadran 360° geldikten sonra reset' e basarsa kadran 0° gelmek için tekrar kendi ekseninde 360° dönüş yapmaktadır.

Aşağıda ki şekil ise sistemin istenen çalışma durumuna göre geldiği noktayı gösterir şekildir. Görülmüştür ki istenen açı değerine geldiğinde motor durmuştur.



Şekil 6.13. Kadranın çalışma görüntüsü

Burada servo motordan 10° dönmesi istenmiştir dişli sisteme monte edilmiş olan kadran üzerinde ki mil 10° ' ye geldiğinde durmuştur.

Bu işlem diğer açı değerleri içinde yapılmış olup LCD ekranda ki açı değeri ile aynı noktaya geldiğinde motor durmuştur.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada PIC mikrodeneleyicisi ile servo motor denetimi gerçekleştirilmiş ve buna bağılı olarak bir model üretilmiştir.

Mikrodeneleyicili sistemlerin en önemli özellikleri; ucuz, yan donanım elemanlarının azlığı ve programlamada ki kolaylığıdır. Tasarlanan kontrol sisteminde PIC 16F877 mikrodeneleyicisi kullanılmıştır. Sisteme uygulanan DC gerilimin, PIC 16F877 entegresinin çalışması için gerekli olan 2-6 V arası geriliminden yüksek olması sebebiyle 78L05 transistörü kullanılarak +5V a düşürülerek uygulanmıştır. Ayrıca PIC 16F877 mikrodeneleyicisi içindeki programın çalışması için gerekli olan kare dalga, kristal osilatör ve kapasitör kullanılarak oluşturulmuştur. Kullanılan kristal osilatör mikrodeneleyicinin özelliğine bağılı olarak 4MHz frekanslı bir kare dalga elde etmek için gerekli kapasitörlerin kapasiteleri 22pf olarak seçilmiştir.

PIC 16F877 mikrodeneleyiciyi kullanmayı tercih etme sebeplerinden biri Flash memory teknolojisi kullanılarak üretilmiş olması, bir başkası ise mikrodeneleyicinin herhangi bir yan donanıma gereksinim duymadan programlanabilmesi ve bu programın tekrar tekrar yazılıp istenilen programın tekrar yüklenebilmesidir. Bu çalışmada PIC 16F877 mikrodeneleyicisi assembly dilinde programlanmıştır. Ayrıca görsel bir program olan PARSIC programında oluşturulan devre derlendikten sonra mikrodeneleyiciye gönderilen hexadecimal kodları PARSIC programı tarafından oluşturulmuş, İcprog programı kullanılarak da oluşturulan hexadecimal kodlar seri porta bağılı programlama kartı ile mikrodeneleyiciye yüklenmiş ve program kısmı sonlandırılmıştır.

Sistemde kullanılan DC motorun durum denklemleri çıkarılmış ve durum denklemleri kullanılarak motorun transfer fonksiyonu elde edilmiştir. Motorun genellikle yüksek olan devrini, sistemin çıkışında konum kontrolü için düşürmek amacıyla motorun miline dişli kutusu eklenmiştir. Dişli sistemlerin

görevi motordan alınan devir sayısını en uygun hale getirmektir. Burada motor milinden alınan devir sayısı 3600 iken 9 dişliden alınan devir sayısı 1 dir. Ayrıca motor milindeki konum bilgilerini almak için motor miline bir konum potansiyometresi bağlanmıştır. Daha sonra motor miline bağlı olarak dişlilerde ki devir sayısı, güç, moment ve dişli girişi ile dişli çıkışı arasındaki verim parametreleri hesaplanmış ve bunlar değerlendirme kısmında grafiklerle açıklanmıştır.

Servo motorun çalışma konumunu belirlemek için üç ayrı veri girme tuşu kullanılmıştır. Bu tuşlar ileri yönde konum değeri girme, geri yönde konum değeri girme ve konum değerini 0 (sıfır) yapan reset tuşlarıdır. İleri yada geri yönde konum değeri girmek için bu tuşlara tek tek basarak yada basılı tutarak hızlı bir şekilde istenen konum değeri girilebilmektedir. Reset tuşuna basıldığında PIC 16F877 mikrodeneleyicisinin 1 nolu ucuna +5V uygulanmakta ve mikrodeneleyici içindeki program başa dönmektedir. Bunun anlamı konum değerinin 0 (sıfır) olmasıdır. Programın her aşamasında istenen tuş kullanılmaktadır. Tuşlarla girilen analog veri değerleri mikrodeneleyici tarafından dijital veriye çevrilerek LCD ekranda görüntülenmektedir. LCD ekranın 1.satırında; motor milindeki konum bilgilerini almak için kullanılan konum potansiyometresinden gelen değer, 2.satırında ise tuşlar yardımıyla girilen set değeri yazmaktadır. Motor miline, mildeki konumu analog olarak göstermek için bir kadran kullanılmıştır. Kadrandaki konum değeri aynı zamanda LCD ekranda ki değerle aynıdır. Sistem 360° lik dairesel bir kontrol gerçekleştirmekte ve tuşlara her basım 1°'lik bir veri değeri girebilmektedir. Ayrıca mikrodeneleyici programının esnekliğinden dolayı kontrol edilecek konum değeri yüksek değerlere çıkartılabilmektedir. Yani tuşların her basımı daha yüksek değerlere ayarlanabilmektedir. Örneğin 0° ile 800° arası bir dairesel kontrol isteniyorsa tuşlara her basım 1°'lik artışlarla değil de 2,4,10,50,100,200 v.b gibi büyük değerlerle gitme imkanı verebilmektedir. Bu durum zaman açısından çok büyük avantaj sağlamaktadır.

Motor mili 1:3600 gibi bir dönme oranına sahip bir dişli kutusuna bağlandığından, sistem çıkışında yüksek değerde bir moment elde edilmiştir.

Sonuç olarak servo sistemin PIC 16F877 mikrodenetleyecisi ile denetimini sağlayan bir servo sistem geliştirilmiş ve yapılan değerlendirme çalışmaları sonucunda elde edilen büyüklüklerin ve performansın tasarım amaçlarına uygun olduğu gözlenmiştir.

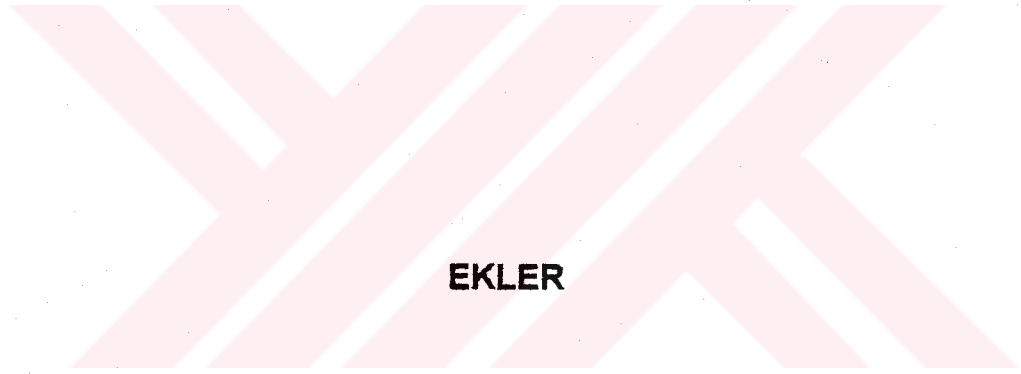


KAYNAKLAR

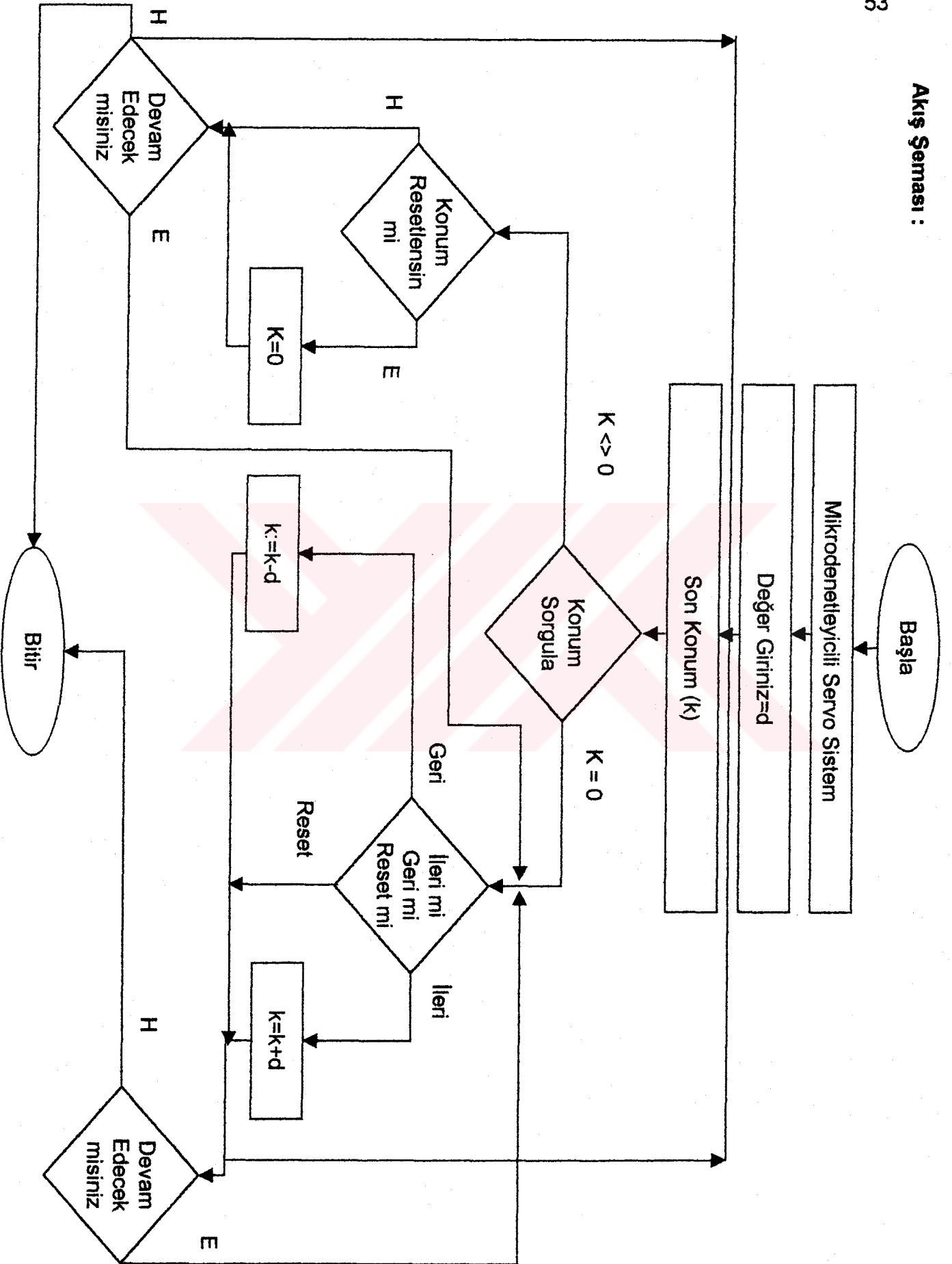
1. Zorbas, D., 1989, Electrical Machines, USA
2. Özkan, A., 1999, PLC ve SCADA destekli pozisyon kontrolü, **Erciyes Ü., Yüksek Lisans Tezi**, Kayseri
3. Kulaksız, Ö., Çakır, Ö., Ulusoy, O., 1995, Metal meslek bilgisi, **Milli Eğitim Bakanlığı**, Ankara
4. Hurmalı, K., 1992, Servo denetim sistemlerinin incelenmesi, **İstanbul Teknik Ü., Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul
5. Fu, L., 1992, Robust adaptive decentralized control pf robot manipulators, **IEEE Transactions on Automatic Control**, Vol.37, No.2
6. Aşuroğlu, B., 1999, Mikrodenetleyicilerle sistem kontrolleri, **Ankara Amatör Telsizciler Gazetesi**, Ankara
7. Alkan, Ş., 1994, Yüksek hızlı fuzzy lojik kullanarak bir servo motorun adaptif kontrolü, **Yıldız Teknik Ü., Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul
8. Yüksel, İ., 1995, Otomatik kontrol sistem dinamiği ve denetim sistemleri, **Uludağ Ü. Basımevi**, Bursa
9. Altınabaşak, O., 2000, Mikrodenetleyeciler ve pic programlama, **Altaş basım yayım ve dağıtım**, İstanbul
10. Daldal, N., 1999, Pic 16F84 mikrodenetleyicisi ile ilgili bir tez çalışması, **Ankara Amatör Telsizciler Gazetesi**, Ankara
11. Gardner, N., Gökhan D., Yalçın C., 1998, Pic programlama el kitabı, **Bileşim A.Ş. ve Era Ltd.**, İstanbul
12. Günyel, H., 1989, Mikroişlemci ile D.C motorun hız ve konum kontrolü, **İstanbul Teknik Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul
13. Akkurt, M., 1997, Makine elemanları ve, dişli çarklar ve diğer güç iletim elemanları, **İstanbul Teknik Ü., Birsan Yayınevi**, İstanbul
14. Coşkun, İ., 1994, Modern otomatik kontrolün esasları, **Milli Eğitim Bakanlığı, Yaygın Eğitim Enstitüsü Matbaası**, Ankara
15. Benjamin, C.K., Jacob, T., 1978, D.C motors and control systes, **Champaign, Ill:SRL**

16. Coşkun, İ., 1998, Otomatik kontrol, **Gazi Ü.Teknik Eğitim Fakültesi**, Ankara
17. Dinçer, G., 1999, Pic microcontroller uygulama devreleri, **Esra Bilgi Sistemleri Ltd.**, İstanbul
18. Makine mühendisleri Odası Dergisi Cilt:33 Sayı:393 Sayfa:28
19. Mamur, T., 1996, Fırçasız servomotorlar yapıları ve kontrol esasları, **İstanbul Teknik Ü., Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul
20. Uluçay, B., 1995, Sayısal işlemci kullanarak bir DC servo motorun uzun mesafeli öngörülü denetimi, **Boğaziçi Ü., Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul





Akış Şeması :



PIC 16F877' ye ait Assembler kodları

; Mikrodenetleyicili Servo Sistem Denetimi;

```

LIST    P=16F877, F=INHX8M
include <P16F877.inc>
ORG     0x0000

CLRF    STATUS
MOVLW   0x01
MOVWF   PCLATH
GOTO    Label_0001
MOVWF   0x7B
SWAPF   STATUS, W
CLRF    STATUS
MOVWF   0x7C
MOVF    PCLATH, W
MOVWF   0x7D
CLRF    PCLATH
BCF     INTCON, TOIF
BCF     STATUS, RP0
BCF     STATUS, RP1
INCF    0x28, f
GOTO    Label_0002
INCF    0x29, f
Label_0002 INCF    0x2E, f
GOTO    Label_0003
INCF    0x2F, f
Label_0003 INCF    0x33, f
GOTO    Label_0004
INCF    0x34, f
Label_0004 INCF    0x37, f
GOTO    Label_0005
INCF    0x38, f
Label_0005 INCF    0x3A, f
GOTO    Label_0006
INCF    0x3B, f
Label_0006 INCF    0x3C, f
GOTO    Label_0007
INCF    0x3D, f
Label_0007 INCF    0x3F, f
GOTO    Label_0008
INCF    0x40, f
Label_0008 INCF    0x42, f
GOTO    Label_0009
INCF    0x43, f
Label_0009 INCF    0x45, f

```

```

        GOTO Label_000A
        INCF 0x46 ,f
Label_000A INCFSZ 0x47 ,f
        GOTO Label_000B
        INCF 0x48 ,f
Label_000B INCFSZ 0x4F ,f
        GOTO Label_000C
        INCF 0x50 ,f
Label_000C MOVF 0x7D ,W
        MOVWF PCLATH
        SWAPF 0x7C ,W
        MOVWF STATUS
        SWAPF 0x7B ,f
        SWAPF 0x7B ,W
        RETFIE
        MOVLW 0x10
        MOVWF 0x7E
        CLRF 0x77
        CLRF 0x78
Label_000E RRF 0x76 ,f
        RRF 0x75 ,f
        BTFSS STATUS ,C
        GOTO Label_000D
        MOVF 0x74 ,W
        ADDWF 0x78 ,f
        MOVF 0x73 ,W
        ADDWF 0x77 ,f
        BTFSC STATUS ,C
        INCF 0x78 ,f
Label_000D BCF STATUS ,C
        RLF 0x73 ,f
        RLF 0x74 ,f
        DECFSZ 0x7E ,f
        GOTO Label_000E
        RETURN
        MOVF 0x75 ,W
        IORWF 0x76 ,W
        BTFSC STATUS ,Z
        GOTO Label_000F
        CLRF 0x77
        CLRF 0x78
        MOVLW 0x01
        MOVWF 0x7E
Label_0011 BTFSC 0x76 ,07
        GOTO Label_0010
        INCF 0x7E ,f
        BCF STATUS ,C

```

```

    RLF 0x75 ,f
    RLF 0x76 ,f
    GOTO Label_0011
Label_0010 MOVF 0x76 ,W
    SUBWF 0x74 ,W
    BTFSS STATUS ,Z
    GOTO Label_0012
    MOVF 0x75 ,W
    SUBWF 0x73 ,W
Label_0012 BTFSS STATUS ,C
    GOTO Label_0013
    MOVF 0x76 ,W
    SUBWF 0x74 ,f
    MOVF 0x75 ,W
    SUBWF 0x73 ,f
    BTFSS STATUS ,C
    DECF 0x74 ,f
    BSF STATUS ,C
Label_0013 RLF 0x77 ,f
    RLF 0x78 ,f
    RRF 0x76 ,f
    RRF 0x75 ,f
    DECFSZ 0x7E ,f
    GOTO Label_0010
    RETURN
Label_000F MOVLW 0xFF
    MOVWF 0x77
    MOVWF 0x78
    RETURN
Label_0035 MOVLW 0x04
    BSF STATUS ,RP0
    BCF STATUS ,RP1
    MOVWF 0x1F
    BSF TRISA ,00
    BSF 0x1F ,07
    MOVLW 0xC1
    BCF STATUS ,RP0
    MOVWF 0x1F
    MOVLW 0x05
    MOVWF 0x73
Label_0014 DECFSZ 0x73 ,f
    GOTO Label_0014
    BSF 0x1F ,02
Label_0015 BTFSC 0x1F ,02
    GOTO Label_0015
    BSF STATUS ,RP0
    MOVF 0x1E ,W

```

```

    BCF  STATUS , RP0
    MOVWF 0x24
    MOVF  0x1E , W
    MOVWF 0x25
    MOVLW 0x06
    BSF  STATUS , RP0
    MOVWF 0x1F
    MOVLW 0xFF
    MOVWF TRISA
    RETURN
Label_0033 BCF  STATUS , RP0
           BCF  STATUS , RP1
           BCF  PORTB , 04
Label_0017 CALL Label_0016
           DECFSZ 0x73 , f
           GOTO Label_0017
           MOVF PORTB , W
           ANDLW 0xF0
           IORLW 0x03
           MOVWF PORTB
           BSF  PORTB , 05
           BCF  PORTB , 05
           BSF  0x73 , 05
Label_0018 CALL Label_0016
           DECFSZ 0x73 , f
           GOTO Label_0018
           BSF  PORTB , 05
           BCF  PORTB , 05
           CALL Label_0016
           BSF  PORTB , 05
           BCF  PORTB , 05
           CALL Label_0016
           BCF  PORTB , 00
           BSF  PORTB , 05
           BCF  PORTB , 05
           CALL Label_0016
           MOVLW 0x28
           CALL Label_0019
           MOVLW 0x0C
           CALL Label_0019
           MOVLW 0x06
           CALL Label_0019
           BCF  STATUS , RP0
           BCF  STATUS , RP1
           BCF  PORTB , 04
           MOVLW 0x01
           CALL Label_0019

```

```

        BSF    0x73    ,05
Label_001A CALL  Label_0016
        DECFSZ 0x73    ,f
        GOTO   Label_001A
        GOTO   Label_0016
Label_0037 BCF   STATUS ,RP0
        BCF   STATUS ,RP1
        BCF   PORTB  ,04
        MOVLW 0x40
        BTFSC 0x74    ,00
        ADDWF 0x73    ,f
        BSF   0x73    ,07
        GOTO   Label_001B
Label_0038 BCF   STATUS ,RP0
        BCF   STATUS ,RP1
        BSF   PORTB  ,04
Label_001D CALL  Label_001C
        BSF   INTCON ,GIE
        ANDLW 0xFF
        BTFSC STATUS ,Z
        RETURN
        MOVWF 0x73
        MOVLW 0x01
        MOVWF PCLATH
        CALL  Label_001B
        INCFSZ 0x76    ,f
        GOTO   Label_001D
        INCF  0x77    ,f
        GOTO   Label_001D
Label_001C BCF   INTCON ,GIE
        MOVF  0x77    ,W
        MOVWF PCLATH
        MOVF  0x76    ,W
        MOVWF PCL
Label_0052 MOVLW 0x10
        MOVWF 0x73
        MOVLW 0x27
        MOVWF 0x74
        CALL  Label_001E
        MOVF  0x79    ,f
        BTFSS STATUS ,Z
        GOTO   Label_001F
        CALL  Label_0020
Label_001F MOVLW 0xE8
        MOVWF 0x73
        MOVLW 0x03
        MOVWF 0x74

```

```

CALL Label_001E
MOVF 0x79 , f
BTFSS STATUS , Z
GOTO Label_0021
CALL Label_0020
Label_0021 MOVLW 0x64
MOVWF 0x73
CLRF 0x74
CALL Label_001E
MOVF 0x79 , f
BTFSS STATUS , Z
GOTO Label_0022
CALL Label_0020
Label_0022 MOVLW 0x0A
MOVWF 0x73
CLRF 0x74
CALL Label_001E
MOVF 0x79 , f
BTFSS STATUS , Z
GOTO Label_0023
CALL Label_0020
Label_0023 MOVLW 0x30
ADDWF 0x76 , W
GOTO Label_0024
Label_001E MOVF 0x79 , f
BTFSS STATUS , Z
DECF 0x79 , f
CLRF 0x78
Label_0025 INCF 0x78 , f
MOVF 0x73 , W
SUBWF 0x76 , f
MOVF 0x74 , W
BTFSS STATUS , C
INCFSZ 0x74 , W
SUBWF 0x77 , f
BTFSC STATUS , C
GOTO Label_0025
MOVF 0x74 , W
ADDWF 0x77 , f
MOVF 0x73 , W
ADDWF 0x76 , f
BTFSC STATUS , C
INCF 0x77 , f
DECF 0x78 , W
BTFSS STATUS , Z
BSF 0x7A , 00
RETURN

```

```

    ANDLW 0x0F
    MOVWF 0x73
    MOVLW 0x30
    ADDWF 0x73 , f
    MOVLW 0x3A
    SUBWF 0x73 , W
    BTFSS STATUS , C
    GOTO Label_0026
    MOVLW 0x07
    ADDWF 0x73 , f
Label_0026 MOVF 0x73 , W
Label_0024 BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BSF PORTB , 04
Label_0019 MOVWF 0x73
Label_001B CLRF 0x75
    SWAPF 0x73 , W
Label_0027 ANDLW 0x0F
    MOVWF 0x74
    BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    MOVF PORTB , W
    ANDLW 0xF0
    IORWF 0x74 , W
    MOVWF PORTB
    BSF PORTB , 05
    BCF PORTB , 05
    BTFSC 0x75 , 03
    GOTO Label_0016
    BSF 0x75 , 03
    MOVF 0x73 , W
    GOTO Label_0027
Label_0016 DECFSZ 0x75 , f
    GOTO Label_0016
    RETURN
Label_0020 BTFSS STATUS , Z
    DECF 0x79 , f
    MOVWF 0x73
    BTFSS STATUS , Z
    BSF 0x7A , 00
    MOVLW 0x30
    BTFSC 0x7A , 00
    ADDWF 0x73 , f
    MOVLW 0x20
    BTFSS 0x7A , 00
    ADDWF 0x73 , f
    MOVF 0x73 , W

```

```

        GOTO Label_0024
Label_002C MOVF INDF , W
        ADDWF 0x74 , f
Label_002B BCF STATUS , RP0
        BSF STATUS , RP1
        MOVWF 0x0C
        BSF STATUS , RP0
        BSF 0x0C , 02
Label_0028 BCF INTCON , GIE
        BTFSC INTCON , GIE
        GOTO Label_0028
        MOVLW 0x55
        MOVWF 0x0D
        MOVLW 0xAA
        MOVWF 0x0D
        BSF 0x0C , 01
        BSF INTCON , GIE
Label_0029 BTFSC 0x0C , 01
        GOTO Label_0029
        BCF 0x0C , 02
        BSF 0x0C , 00
        BCF STATUS , RP0
        MOVF 0x0C , W
        SUBWF INDF , W
        BTFSC STATUS , Z
        GOTO Label_002A
        MOVF INDF , W
        GOTO Label_002B
Label_002A INCF 0x0D , f
        INCF FSR , f
        DECFSZ 0x73 , f
        GOTO Label_002C
        RETURN
Label_002D BSF STATUS , RP0
        BSF STATUS , RP1
        BSF 0x0C , 00
        BCF STATUS , RP0
        MOVF 0x0C , W
        MOVWF INDF
        INCF 0x0D , f
        INCF FSR , f
        DECFSZ 0x73 , f
        GOTO Label_002D
        RETURN
        BSF STATUS , RP0
        BSF STATUS , RP1
        BCF 0x0C , 07

```

```

BCF STATUS , RP0
CLRF 0x0F
MOVLW 0x00
MOVWF 0x0D
INCF 0x0D , f
CLRF 0x74
BCF STATUS , IRP
MOVLW 0x03
MOVWF 0x73
MOVLW 0x20
MOVWF FSR
CALL Label_002C
MOVLW 0x00
BCF STATUS , RP0
BSF STATUS , RP1
MOVWF 0x0D
INCF 0x73 , f
MOVLW 0x74
MOVWF FSR
MOVF INDF , W
CALL Label_002B
RETURN
Label_0034 MOVLW 0x00
BCF STATUS , RP0
BSF STATUS , RP1
MOVWF 0x0D
CLRF 0x0F
BSF STATUS , RP0
BCF 0x0C , 07
BCF STATUS , RP0
INCF 0x0D , f
CLRF 0x74
MOVLW 0x03
MOVWF 0x73
Label_002E BSF STATUS , RP0
BSF 0x0C , 00
BCF STATUS , RP0
MOVF 0x0C , W
ADDWF 0x74 , f
INCF 0x0D , f
DECFSZ 0x73 , f
GOTO Label_002E
MOVLW 0x00
MOVWF 0x0D
BSF STATUS , RP0
BSF 0x0C , 00
BCF STATUS , RP0

```

```

    MOVF 0x0C ,W
    SUBWF 0x74 ,W
    BTFSS STATUS ,Z
    RETURN
    INCF 0x0D ,f
    BCF STATUS ,IRP
    MOVLW 0x03
    MOVWF 0x73
    MOVLW 0x20
    MOVWF FSR
    CALL Label_002D
    RETURN
Label_0001 MOVLW 0x20
    MOVWF INTCON
    BCF STATUS ,RP0
    BCF STATUS ,RP1
    MOVLW 0x00
    MOVWF PORTA
    MOVLW 0x00
    MOVWF PORTB
    MOVLW 0x00
    MOVWF 0x07
    MOVLW 0x00
    MOVWF EEDATA
    MOVLW 0x00
    MOVWF EEADR
    MOVLW 0x0F
    BSF STATUS ,RP0
    MOVWF OPTION_REG
    MOVLW 0x06
    MOVWF 0x1F
    MOVLW 0xFF
    MOVWF TRISA
    MOVLW 0xC0
    MOVWF TRISB
    MOVLW 0xFF
    MOVWF 0x07
    MOVLW 0xF3
    MOVWF EECON1
    MOVLW 0x07
    MOVWF EECON2
    BCF STATUS ,IRP
    MOVLW 0x20
    MOVWF FSR
Label_002F CLRF 0x00
    INCF FSR ,f
    BTFSS FSR ,07

```

```
GOTO Label_002F
BSF FSR , 05
Label_0030 CLR FSR 0x00
INCF FSR , f
MOVLW 0xF0
SUBWF FSR , W
BTFSS STATUS , Z
GOTO Label_0030
BSF STATUS , IRP
MOVLW 0x10
MOVWF FSR
Label_0031 CLR FSR 0x00
INCF FSR , f
MOVLW 0x70
SUBWF FSR , W
BTFSS STATUS , Z
GOTO Label_0031
MOVLW 0x90
MOVWF FSR
Label_0032 CLR FSR 0x00
INCF FSR , f
MOVLW 0xF0
SUBWF FSR , W
BTFSS STATUS , Z
GOTO Label_0032
MOVLW 0x04
BCF STATUS , RP0
BCF STATUS , RP1
MOVWF 0x2B
CALL Label_0033
CALL Label_0034
CLRF TMR0
BCF INTCON , TOIF
BSF INTCON , GIE
CALL Label_0035
BCF STATUS , RP0
BTFSC 0x26 , 00
GOTO Label_0036
BTFSS 0x2B , 00
GOTO Label_0036
MOVLW 0x00
MOVWF 0x73
MOVLW 0x00
MOVWF 0x74
MOVLW 0x00
MOVWF PCLATH
CALL Label_0037
```

```
    MOVLW 0xFB
    MOVWF 0x76
    MOVLW 0x04
    MOVWF 0x77
    MOVLW 0x00
    MOVWF PCLATH
    CALL Label_0038
    BCF PCLATH , 03
    BCF PCLATH , 04
Label_0036 BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BTFSS 0x2B , 00
    GOTO Label_0039
    BSF 0x26 , 00
    GOTO Label_003A
Label_0039 BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BCF 0x26 , 00
Label_003A BTFSC 0x27 , 00
    GOTO Label_003B
    BTFSS 0x2B , 00
    GOTO Label_003B
    MOVLW 0x00
    MOVWF 0x73
    MOVLW 0x01
    MOVWF 0x74
    MOVLW 0x00
    MOVWF PCLATH
    CALL Label_0037
    MOVLW 0x0C
    MOVWF 0x76
    MOVLW 0x05
    MOVWF 0x77
    MOVLW 0x00
    MOVWF PCLATH
    CALL Label_0038
    BCF PCLATH , 03
    BCF PCLATH , 04
Label_003B BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BTFSS 0x2B , 00
    GOTO Label_003C
    BSF 0x27 , 00
    GOTO Label_003D
Label_003C BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BCF 0x27 , 00
```

```

Label_003D BTFSC 0x2A , 01
    GOTO Label_003E
    BTFSC 0x2A , 00
    GOTO Label_003F
    BTFSS 0x2B , 02
    GOTO Label_003F
    CLRF 0x28
    CLRF 0x29
    BSF 0x2A , 01
    BSF 0x2B , 00
Label_003E MOVLW 0x4C
    BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    SUBWF 0x29 , W
    BTFSS STATUS , Z
    GOTO Label_0040
    MOVLW 0x4B
    SUBWF 0x28 , W
Label_0040 BTFSS STATUS , C
    GOTO Label_003F
    BCF 0x2A , 01
    BCF 0x2B , 00
Label_003F BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BTFSS 0x2B , 02
    GOTO Label_0041
    BSF 0x2A , 00
    GOTO Label_0042
Label_0041 BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BCF 0x2A , 00
Label_0042 BTFSC 0x2C , 00
    GOTO Label_0043
    BTFSS 0x2B , 01
    GOTO Label_0043
    MOVLW 0x00
    MOVWF 0x73
    MOVLW 0x01
    MOVWF 0x74
    MOVLW 0x00
    MOVWF PCLATH
    CALL Label_0037
    MOVLW 0x1B
    MOVWF 0x76
    MOVLW 0x05
    MOVWF 0x77
    MOVLW 0x00

```

```
MOVWF PCLATH
CALL Label_0038
BCF PCLATH , 03
BCF PCLATH , 04
Label_0043 BCF STATUS , RP0
BCF STATUS , RP1
BTFSS 0x2B , 01
GOTO Label_0044
BSF 0x2C , 00
GOTO Label_0045
Label_0044 BCF STATUS , RP0
BCF STATUS , RP1
BCF 0x2C , 00
Label_0045 BTFSC 0x2D , 00
GOTO Label_0046
BTFSS 0x2B , 01
GOTO Label_0046
MOVLW 0x00
MOVWF 0x73
MOVLW 0x00
MOVWF 0x74
MOVLW 0x00
MOVWF PCLATH
CALL Label_0037
MOVLW 0x2C
MOVWF 0x76
MOVLW 0x05
MOVWF 0x77
MOVLW 0x00
MOVWF PCLATH
CALL Label_0038
BCF PCLATH , 03
BCF PCLATH , 04
Label_0046 BCF STATUS , RP0
BCF STATUS , RP1
BTFSS 0x2B , 01
GOTO Label_0047
BSF 0x2D , 00
GOTO Label_0048
Label_0047 BCF STATUS , RP0
BCF STATUS , RP1
BCF 0x2D , 00
Label_0048 BTFSC 0x30 , 01
GOTO Label_0049
BTFSS 0x30 , 00
GOTO Label_004A
BTFSC 0x2B , 00
```

```

    GOTO Label_004A
    CLRF 0x2E
    CLRF 0x2F
    BSF 0x30 , 01
    BSF 0x2B , 01
Label_0049 MOVLW 0x00
    BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    SUBWF 0x2F , W
    BTFSS STATUS , Z
    GOTO Label_004B
    MOVLW 0x4E
    SUBWF 0x2E , W
Label_004B BTFSS STATUS , C
    GOTO Label_004A
    BCF 0x30 , 01
    BCF 0x2B , 01
Label_004A BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BTFSS 0x2B , 00
    GOTO Label_004C
    BSF 0x30 , 00
    GOTO Label_004D
Label_004C BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BCF 0x30 , 00
Label_004D BTFSC 0x31 , 00
    GOTO Label_004E
    BTFSS 0x2B , 04
    GOTO Label_004E
    MOVLW 0x00
    MOVWF 0x73
    MOVLW 0x00
    MOVWF 0x74
    MOVLW 0x00
    MOVWF PCLATH
    CALL Label_0037
    MOVLW 0x3D
    MOVWF 0x76
    MOVLW 0x05
    MOVWF 0x77
    MOVLW 0x00
    MOVWF PCLATH
    CALL Label_0038
    BCF PCLATH , 03
    BCF PCLATH , 04
Label_004E BCF STATUS , RP0

```

```

    BCF STATUS , RP1
    BTFSS 0x2B , 04
    GOTO Label_004F
    BSF 0x31 , 00
    GOTO Label_0050
Label_004F BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BCF 0x31 , 00
Label_0050 BTFSC 0x32 , 00
    GOTO Label_0051
    BTFSS 0x2B , 04
    GOTO Label_0051
    MOVLW 0x0B
    MOVWF 0x73
    MOVLW 0x00
    MOVWF 0x74
    MOVLW 0x00
    MOVWF PCLATH
    CALL Label_0037
    BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    MOVF 0x4C , W
    MOVWF 0x76
    MOVF 0x4D , W
    MOVWF 0x77
    BCF 0x7A , 00
    CLRF 0x79
    MOVLW 0x00
    MOVWF PCLATH
    CALL Label_0052
    BCF PCLATH , 03
    BCF PCLATH , 04
Label_0051 BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BTFSS 0x2B , 04
    GOTO Label_0053
    BSF 0x32 , 00
    GOTO Label_0054
Label_0053 BCF STATUS , RP0
    BCF STATUS , RP1
    BCF 0x32 , 00
Label_0054 BTFSC 0x2B , 00
    GOTO Label_0055
    BTFSS 0x2B , 03
    GOTO Label_0055
    BSF 0x2B , 04
    GOTO Label_0056

```

```

Label_0055 BCF STATUS , RP0
          BCF STATUS , RP1
          BCF 0x2B , 04
Label_0056 BSF 0x2B , 02
          MOVLW 0x00
          SUBWF 0x34 , W
          BTFSS STATUS , Z
          GOTO Label_0057
          MOVLW 0xC3
          SUBWF 0x33 , W
Label_0057 BTFSS STATUS , C
          GOTO Label_0058
          MOVLW 0x00
          SUBWF 0x34 , f
          MOVLW 0xC3
          SUBWF 0x33 , f
          BTFSS STATUS , C
          DECF 0x34 , f
          BTFSC 0x2B , 03
          GOTO Label_0059
          BSF 0x2B , 03
          GOTO Label_0058
Label_0059 BCF 0x2B , 03
Label_0058 BCF STATUS , RP0
          BCF STATUS , RP1
          BTFSS 0x2B , 07
          GOTO Label_005A
          CLRF 0x20
          CLRF 0x22
          GOTO Label_005B
Label_005A BCF STATUS , RP0
          BCF STATUS , RP1
          BTFSS 0x2B , 05
          GOTO Label_005B
          BTFSC 0x21 , 00
          GOTO Label_005B
          BSF 0x21 , 00
          BTFSC 0x39 , 00
          GOTO Label_005C
          INCFSZ 0x20 , f
          GOTO Label_005B
          INCF 0x22 , f
          GOTO Label_005B
Label_005C BCF STATUS , RP0
          BCF STATUS , RP1
          DECF 0x20 , f
          INCFSZ 0x20 , W

```

```

        GOTO Label_005B
        DECF 0x22 , f
Label_005B BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        BTFSC 0x2B , 05
        GOTO Label_005D
        BCF 0x21 , 00
Label_005D BTFSC 0x35 , 00
        GOTO Label_005E
        BTFSS 0x2B , 04
        GOTO Label_005E
        MOVLW 0x0B
        MOVWF 0x73
        MOVLW 0x01
        MOVWF 0x74
        MOVLW 0x00
        MOVWF PCLATH
        CALL Label_0037
        BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        MOVF 0x20 , W
        MOVWF 0x76
        MOVF 0x22 , W
        MOVWF 0x77
        BCF 0x7A , 00
        CLRF 0x79
        MOVLW 0x00
        MOVWF PCLATH
        CALL Label_0052
        BCF PCLATH , 03
        BCF PCLATH , 04
Label_005E BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        BTFSS 0x2B , 04
        GOTO Label_005F
        BSF 0x35 , 00
        GOTO Label_0060
Label_005F BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        BCF 0x35 , 00
Label_0060 BTFSC 0x36 , 00
        GOTO Label_0061
        BTFSS 0x2B , 04
        GOTO Label_0061
        MOVLW 0x00
        MOVWF 0x73
        MOVLW 0x01

```

```

MOVWF 0x74
MOVLW 0x00
MOVWF PCLATH
CALL Label_0037
MOVLW 0x49
MOVWF 0x76
MOVLW 0x05
MOVWF 0x77
MOVLW 0x00
MOVWF PCLATH
CALL Label_0038
BCF PCLATH , 03
BCF PCLATH , 04
Label_0061 BCF STATUS , RP0
          BCF STATUS , RP1
          BTFSS 0x2B , 04
          GOTO Label_0062
          BSF 0x36 , 00
          GOTO Label_0063
Label_0062 BCF STATUS , RP0
          BCF STATUS , RP1
          BCF 0x36 , 00
Label_0063 BTFSC 0x39 , 01
          GOTO Label_0064
          BTFSC 0x39 , 00
          GOTO Label_0064
          BTFSC 0x39 , 04
          GOTO Label_0064
          BCF 0x2B , 05
          GOTO Label_0065
Label_0064 BCF STATUS , RP0
          BCF STATUS , RP1
          BSF 0x2B , 05
Label_0065 MOVLW 0x69
          MOVWF 0x73
          MOVLW 0x01
          MOVWF 0x74
          BTFSS 0x2B , 06
          GOTO Label_0066
          MOVLW 0x00
          SUBWF 0x74 , f
          MOVLW 0x01
          SUBWF 0x73 , f
          BTFSS STATUS , C
          DECF 0x74 , f
Label_0066 MOVF 0x74 , W
          BCF STATUS , RP0

```

```

        BCF STATUS , RP1
        SUBWF 0x22 , W
        BTFSS STATUS , Z
        GOTO Label_0067
        MOVF 0x73 , W
        SUBWF 0x20 , W
Label_0067 BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        BTFSS STATUS , C
        GOTO Label_0068
        BSF 0x2B , 06
        GOTO Label_0069
Label_0068 BCF 0x2B , 06
Label_0069 BTFSC EEDATA , 00
        GOTO Label_006A
        CLRF 0x37
        CLRF 0x38
        BCF 0x39 , 03
        GOTO Label_006B
Label_006A BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        BTFSC 0x39 , 03
        GOTO Label_006B
        MOVLW 0x16
        SUBWF 0x38 , W
        BTFSS STATUS , C
        GOTO Label_006B
        MOVLW 0xE3
        SUBWF 0x37 , W
        BTFSS STATUS , C
        GOTO Label_006B
        BSF 0x39 , 03
Label_006B BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        BTFSS 0x39 , 02
        GOTO Label_006C
        BTFSS 0x39 , 03
        GOTO Label_006C
        BSF 0x39 , 04
        GOTO Label_006D
Label_006C BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        BCF 0x39 , 04
Label_006D MOVLW 0x00
        SUBWF 0x3B , W
        BTFSS STATUS , Z
        GOTO Label_006E

```

```

        MOVLW 0xC3
        SUBWF 0x3A , W
Label_006E BTFSS STATUS , C
        GOTO Label_006F
        MOVLW 0x00
        SUBWF 0x3B , f
        MOVLW 0xC3
        SUBWF 0x3A , f
        BTFSS STATUS , C
        DECF 0x3B , f
        BTFSC 0x39 , 02
        GOTO Label_0070
        BSF 0x39 , 02
        GOTO Label_006F
Label_0070 BCF 0x39 , 02
Label_006F BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        BTFSC 0x3E , 01
        GOTO Label_0071
        BTFSC 0x3E , 00
        GOTO Label_0072
        BTFSS EEDATA , 00
        GOTO Label_0072
        CLRF 0x3C
        CLRF 0x3D
        BSF 0x3E , 01
        BSF 0x39 , 01
Label_0071 MOVLW 0x01
        BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        SUBWF 0x3D , W
        BTFSS STATUS , Z
        GOTO Label_0073
        MOVLW 0x87
        SUBWF 0x3C , W
Label_0073 BTFSS STATUS , C
        GOTO Label_0072
        BCF 0x3E , 01
        BCF 0x39 , 01
Label_0072 BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1
        BTFSS EEDATA , 00
        GOTO Label_0074
        BSF 0x3E , 00
        GOTO Label_0075
Label_0074 BCF STATUS , RP0
        BCF STATUS , RP1

```

```

        BCF  0x3E  , 00
Label_0075 BTFSC 0x41  , 01
        GOTO Label_0076
        BTFSC 0x41  , 00
        GOTO Label_0077
        BTFSS EEDATA , 01
        GOTO Label_0077
        CLRF 0x3F
        CLRF 0x40
        BSF  0x41  , 01
        BSF  0x39  , 05
Label_0076 MOVLW 0x01
        BCF  STATUS , RP0
        BCF  STATUS , RP1
        SUBWF 0x40  , W
        BTFSS STATUS , Z
        GOTO Label_0078
        MOVLW 0x87
        SUBWF 0x3F  , W
Label_0078 BTFSS STATUS , C
        GOTO Label_0077
        BCF  0x41  , 01
        BCF  0x39  , 05
Label_0077 BCF  STATUS , RP0
        BCF  STATUS , RP1
        BTFSS EEDATA , 01
        GOTO Label_0079
        BSF  0x41  , 00
        GOTO Label_007A
Label_0079 BCF  STATUS , RP0
        BCF  STATUS , RP1
        BCF  0x41  , 00
Label_007A BTFSC 0x39  , 05
        GOTO Label_007B
        BTFSC 0x39  , 07
        GOTO Label_007B
        BCF  0x39  , 00
        GOTO Label_007C
Label_007B BCF  STATUS , RP0
        BCF  STATUS , RP1
        BSF  0x39  , 00
Label_007C BTFSC EEDATA , 01
        GOTO Label_007D
        CLRF 0x42
        CLRF 0x43

        ORG  0x2000

```

Label_007D DATA 0x00

DATA 0x01

DATA 0x00

DATA 0x00

ORG 0x2007

DATA 0x11

ORG 0x2100

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

DATA 0x00

PIC 16F877 Mikrodenetleyicisine Ait Hexadecimal Kodları

```

:10000000830101308A00B629F800030E8301F9004C
:100010000A08FA008A010B1183120313A80F112892
:10002000A90AAE0F1428AF0AB30F1728B40AB70FE6
:100030001A28B80ABA0F1D28BB0ABC0F2028BD0A0F
:10004000BF0F2328C00AC20F2628C30AC50F2928BC
:10005000C60AC70F2C28C80ACD0F2F28CE0AD20FE8
:100060003228D30A7A088A00790E8300F80E780EB7
:1000700009007508760403195E28F701FB010130B9
:10008000FC00F61B4828FC0A0310F50DF60D41286C
:1000900076087402031D4E2875087302031C572846
:1000A0007608F4027508F302031CF4030314F70D39
:1000B000FB0DF60CF50CFC0B48280800FF30F70090
:1000C000FB0008000430831603139F0005149F17DC
:1000D000C13083129F000530F300F30B6D281F150C
:1000E0001F19702883161E088312A4001E08A5007D
:1000F000063083169F00FF30850008000430831609
:1001000003139F0085149F17C93083129F00053089
:10011000F300F30B89281F151F198C2883161E085E
:100120008312D0001E08D100063083169F00FF30D6
:10013000850008000008F407831203178C0083165B
:100140000C158B138B1BA12855308D00AA308D0008
:100150008C148B178C18AA280C110C1483120C0801
:1001600000020319B52800089C288D0A840AF30BA5
:100170009A280800831603170C1483120C088000B9
:100180008D0A840AF30BBA280800831603178C1310
:1001900083128F0100308D008D0AF4018313033028
:1001A000F300203084009A200030831203178D0062
:1001B000F30A7430840000089C2008000030831289
:1001C00003178D008F0183168C1383128D0AF4019F
:1001D0000330F30083160C1483120C08F4078D0A05
:1001E000F30BEA2800308D0083160C1483120C08E0
:1001F0007402031D08008D0A83130330F3002030BE
:100200008400BA200800831203130612A621F30B00
:1002100006290608F0390338860086168612F3167A
:10022000A621F30B102986168612A62186168612A1
:10023000A621061086168612A621283094210C309D
:100240009421063094218312031306120130942165
:10025000F316A621F30B2929A629831203130612EC
:1002600040307418F307F317952983120313061609
:1002700045218B17FF3903190800F30001308A006C
:100280009521F60F3829F70A38298B1377088A0049
:10029000760882001030F3002730F4006F21FD084B
:1002A000031D5329A921E830F3000330F4006F2126
:1002B000FD08031D5C29A9216430F300F4016F21BE
:1002C000FD08031D6429A9210A30F300F4016F2100

```

:1002D000FD08031D6C29A921303076079129FD08FE
:1002E000031DFD03FB01FB0A7308F6027408031CDF
:1002F000740FF702031873297408F7077308F607D9
:100300000318F70A7B03031D7E1408000F39F3005E
:100310003030F3073A307302031C90290730F3079B
:100320007308831203130616F300F501730E0F39D9
:10033000F400831203130608F0397404860086164D
:100340008612F519A629F51573089729F50BA62924
:100350000800031DFD03F300031D7E1430307E18DA
:10036000F30720307E1CF3077308912920308B009F
:1003700083120313003085000030860000308700B0
:1003800000308800003089000F308316810006306D
:100390009F00FF308500C03086007D308700EF3041
:1003A0008800073089008313203084008001840A8C
:1003B000841FD62984168001840AF0300402031DAC
:1003C000DB298317103084008001840A7030040216
:1003D000031DE429903084008001840AF030040277
:1003E000031DEC29043083120313AB00DE2003212C
:1003F0008316FF30920083120C309D009B01043065
:10040000920081010B118B1762207E208312261827
:100410001B2A2B1C1B2A0030F3000030F400013093
:100420008A002D212930F6000530F70001308A00BE
:1004300035218A110A12831203132B1C212A261438
:10044000242A8312031326102718382A2B1C382A33
:100450000030F3000130F40001308A002D213A30E1
:10046000F6000530F70001308A0035218A110A12A2
:10047000831203132B1C3E2A2714412A83120313D1
:100480002710AA184B2A2A18572A2B1D572AA801C9
:10049000A901AA142B144C30831203132902031D43
:1004A000532A4B302802031C572AAA102B10831200
:1004B00003132B1D5D2A2A14602A831203132A10AA
:1004C0002C18742AAB1C742A0030F3000130F4009D
:1004D00001308A002D214930F6000530F700013047
:1004E0008A0035218A110A1283120313AB1C7A2A5F
:1004F0002C147D2A831203132C102D18912AAB1C67
:10050000912A0030F3000030F40001308A002D21E0
:100510005A30F6000530F70001308A0035218A1183
:100520000A1283120313AB1C972A2D149A2A8312E2
:1005300003132D10B018A42A301CB02A2B18B02A8F
:10054000AE01AF01B014AB140030831203132F02BD
:10055000031DAC2A4E302E02031CB02AB010AB1083
:10056000831203132B1CB62A3014B92A83120313E7
:1005700030103118CD2A2B1ECD2A0030F300003068
:10058000F40001308A002D216B30F6000530F700B1
:1005900001308A0035218A110A12831203132B1E9F
:1005A000D32A3114D62A8312031331103218EE2ABB
:1005B0002B1EEE2A0B30F3000030F40001308A00CD

:1005C0002D21831203134A08F6004B08F7007E1012
:1005D000FD0101308A004A218A110A128312031395
:1005E0002B1EF42A3214F72A8312031332102B180D
:1005F000FD2AAB1DFD2A2B16002B831203132B1291
:100600002B1500303402031D072BC3303302031CAB
:10061000142B0030B402C330B302031CB403AB1973
:10062000132BAB15142BAB1183120313AB1F1B2B16
:10063000A001A2012E2B83120313AB1E2E2B211817
:100640002E2B21143918282BA00F2E2BA20A2E2B6B
:1006500083120313A003200F2E2BA2038312031374
:10066000AB1A332B211035184B2B2B1E4B2B0B3079
:10067000F3000130F40001308A002D2183120313AE
:100680002008F6002208F7007E10FD0101308A00E4
:100690004A218A110A12831203132B1E512B35147F
:1006A000542B8312031335103618682B2B1E682B1E
:1006B0000030F3000130F40001308A002D21773042
:1006C000F6000530F70001308A0035218A110A1240
:1006D000831203132B1E6E2B3614712B83120313FC
:1006E0003610B918792B3918792B391A792BAB12A6
:1006F0007C2B83120313AB166930F3000130F40036
:100700002B1F882B0030F4020130F302031CF4038A
:100710007408831203132202031D902B7308200216
:1007200083120313031C962B2B17972B2B1388195B
:100730009D2BB701B801B911AA2B83120313B91964
:10074000AA2B16303802031CAA2BE3303702031CF5
:10075000AA2BB91583120313391DB22BB91DB22B65
:100760003916B52B83120313391200303B02031DD7
:10077000BB2BC3303A02031CC82B0030BB02C33072
:10078000BA02031CBB033919C72B3915C82B391101
:1007900083120313BE18D42B3E18E02B881DE02BC8
:1007A000BC01BD01BE14B9140130831203133D0214
:1007B000031DDC2B87303C02031CE02BBE10B9105C
:1007C00083120313881DE62B3E14E92B83120313B7
:1007D0003E10C118F32B4118FF2B071EFF2BBF0142
:1007E000C001C114B9160130831203134002031D66
:1007F000FB2B87303F02031CFF2BC110B912831261
:100800000313071E052C4114082C831203134110F7
:10081000B91A0E2CB91B0E2C3910112C831203138C
:100820003914071A172CC201C3013913242C83125F
:100830000313391B242C16304302031C242CE330F1
:100840004202031C242C391783120313391D2C2C4C
:10085000391F2C2CB9172F2C83120313B913071A25
:10086000352C8819352C4410382C8312031344146A
:10087000441C3E2CC501C601C4154B2C8312031326
:10088000C41D4B2C1E304602031C4B2C84304502E9
:10089000031C4B2CC4118312031322084B02031DAB
:1008A000532C20084A0283120313031C5B2C0319E8

:1008B0005B2CC4145C2CC41022084B02031D622C58
:1008C00020084A02831203130318682C4415692C6C
:1008D0004411C41C712CC419712CC41B712CC41676
:1008E000742C83120313C412441D7C2CC4197C2C59
:1008F000C41B7C2C44167F2C831203134412C41E89
:10090000832C8717862C831203138713441E8A2C8B
:1009100008168D2C8312031308124B082202031DA4
:10092000932C4A08200283120313031D992C4417A9
:100930009A2C4413C918A42C4918B02C441FB02C6D
:10094000C701C801C914C4171E308312031348021B
:10095000031DAC2C84304702031CB02CC910C413F7
:1009600083120313441FB62C4914B92C83120313AA
:1009700049102B1BBF2C871ABF2CAB13C22C831220
:100980000313AB172408F3002508F4000230F50028
:100990000030F60000308A00392004308A007708E1
:1009A000CA007B08CB00CC1CDD2C2318DD2C2314C3
:1009B00000308A00C52004308A0083120313CC184B
:1009C000E22C23104418E82C871AE82C4C10EB2C4E
:1009D000831203134C144C18F12CCD01CE01CC1012
:1009E000FE2C83120313CC18FE2C00304E02031C85
:1009F000FE2C4E304D02031CFE2CCC14831203132C
:100A00004C1D102D4F18102D4F14500E30390C382E
:100A10009D00510CF300500CF400730C740C9B00FF
:100A2000831203134C19152D4F1000305302031D70
:100A30001B2D27305202031C282D0030D3022730F3
:100A4000D202031CD3034C19272D4C15282D4C1111
:100A5000042A4D3449344B3452344F3444344534F1
:100A60004E34453454344C34453459344934433489
:100A700049340034203453344534523456344F34DE
:100A80002034443445344E344534543449344D34A0
:100A900000342034203420342034203420342034D6
:100AA00020342034203420342034203420342034A6
:100AB00020340034203420342034203420342034B6
:100AC0002034203420342034203420342034203486
:100AD0002034203400344B344F344E3455344D34AC
:100AE000203420342034503456343A3400345334D3
:100AF0004534543420344434453447344534523436
:060B000049343A340034D0
:084000000000010000000000B7
:02400E00713F00
:1042000000000000000000000000000000000000AE
:10421000000000000000000000000000000000009E
:10422000000000000000000000000000000000008E
:10423000000000000000000000000000000000007E
:10424000000000000000000000000000000000006E
:10425000000000000000000000000000000000005E
:10426000000000000000000000000000000000004E

ÖZGEÇMİŞ

83

1978' de Bitlis' in Ahlat ilçesinde doğdu. İlkokulu Bitlis Zübeyde Hanım İlkokulu' n da, Ortaokulu Bitlis 100. Yıl Atatürk İlköğretim Okulun' da tamamladı. 1994' de Bitlis Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümünden mezun oldu. 1995' de Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümünü kazandı ve 1999' da buradan mezun oldu. Aynı yıl Çarşamba Samsun Çıraklık Eğitimi Merkezine öğretmen olarak atandı burada 2 yıl çalıştıktan sonra ayrıldı. 1999 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Eğitimi Bölümünde Yüksek Lisansa başladı. Halen tez aşamasındadır.

