



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PIC16F877 MİKRODENETLEYİCİSİ İLE BİR PLC TASARIMI

Omer F. RAFAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Kasım–2010

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Öğrencinin Omer F. RAFAT

Tarih: 10.11.2010

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PIC16F877 MİKRODENETLEYİCİSİ İLE BİR PLC TASARIMI

Omer F. RAFAT

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr Ahmet ARSLAN

2010, 62 Sayfa

Jüri
Prof.Dr. Ahmet ARSLAN
Yrd.Doç.Dr. Osman BİLGİN
Yrd.Doç.Dr. Nihat YILMAZ

Otomatik kontrollerde PLC kullanımı hızla artmaktadır. Programlama mantığı birbirine çok yakın, kendi aralarında değişik üstünlükler ile ayrılan PLC ürünleri geliştirmeleri ile otomatik kontrol sistemlerinde, hız, kontrol ve güvenlik sağlanmaktadır.

Bu çalışmada son yıllarda çok sık kullanılan PIC (Peripheral Interface Controller) mikrodenetleyicisi kullanarak bir programlanabilir lojik kontrolü (PLC) yapılmaktadır. Kontrol işleminde mikrodenetleyici olarak PIC16F877 kullanılmıştır. HEX kodlar üretebilen bir arayüz yazılımı geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen arayüzü yazılımında merdiven (LADDER) ve komut listesi (statement list) benzer bir programlama ortamı oluşturulmuştur.

Yapılan deneysel çalışmalar ile örnek kontrol devrelerinin simülasyonu gerçekleştirilmiş ve deney kartı üzerinde çalışması incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: PIC16F877 mikrodenetleyici, PLC, STL, merdiven diyagram.

ABSTRACT

MS THESIS

DESGIN OF A PLC WITH PIC16F877 MICROCONTROLLER

Omer F. RAFAT

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING

Advisor: Title Unvanı Adı SOYADI

2010, 62 Pages

Jury
Prof.Dr. Ahmet ARSLAN
Asst. Prof.Dr. Osman BİLGİN
Asst. Prof.Dr. Nihat YILMAZ

PLC, has been used extensively in industry is increasing rapidly. Programming logic is very close to each other, products with different advantages PLC, automatic control systems, speed, control and security is provided.

This study used very often in recent years, the PIC (Peripheral Interface Controls) using a microcontroller, programmable logic control (PLC) are scheduled. used as the PIC16F877 Microcontroller. Interface software which can produce HEX codes has been developed. Realized interface software ladder (LADDER) and (statement list) created a similar programming environment.

Simulation of sample control circuit is realized with accomplished experimental practice and examined working on the test card.

Keywords: PIC16F877 microcontroller, PLC, STL, ladder diagram.

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Tez çalışmamda bana destek olan hocam Prof. Dr. Ahmet ARSLAN'a ayrıca hayatım boyunca bana hep destek olan aileme şükranlarımı sunarım.

Omer F. RAFAT
KONYA–2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ ..... Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

3. PLC **5**

3.1. Merkezi İşlem Birimi 7
3.2. Bellek Dizaynı (Memory Desgin) 7
3.2.1. RAM belleği 8
3.2.2. ROM belleği 8
3.2.2.1 PROM belleği 8
3.2.2.2 EPROM belleği 8
3.2.2.3 EAROM belleği 8
3.2.2.4 EEPROM belleği 9
3.3. Giriş Arabirimi 9
3.4. Çıkış Arabirimi 9
3.5. Programlama Aleti 9
3.6. PLC Programlama Dili 10
3.6.1. Lojik kapılı gösterimi (CSF) 11
3.6.2. Kontak plan gösterimi (LAD) 11
3.6.3. Komut listesinin gösterimi (STL) 12
3.6.4. PLC program komutlarına genel bir bakış 12
3.6.4.1 Açık kontak 13
3.6.4.2 Kapalı kontak 13
3.6.4.3 VE komutu 13
3.6.4.4 VE değil komutu 14
3.6.4.5 VEYA komutu 14
3.6.4.6 Bitiş komutu 14
3.6.4.7 Kurma komutu 15
3.6.4.8 Silme komutu 15
3.6.4.9 Zaman röleleri 16
3.6.4.10 Sayıcılar 17
3.6.4.11 Matematik işlem komutları 18
3.6.5. Kullanıcı programının yürütülmesi 19

4. TASARLANAN PLC DONANIMI **20**

4.1. Giriş Arabirimi 21

4.1.1. PIC mikrodenetleyici ailesine genel bakış 22
4.1.2. PIC16F877 mikrodenetleyici 22
4.2. Tasarlanan PLC'nin Dijital Girişleri 24
4.3. Tasarlanan PLC'nin Dijital Çıkışları 26
4.4. Tasarlanan PLC'nin Analog Girişleri 27
4.5. Tasarlanan PLC'nin PWM Çıkışları 28
4.6. Tasarlanan PLC'nin LCD Devresi 30
4.7. Tasarlanan PLC'nin Reset Devresi 31
4.8. Tasarlanan PLC'nin Osilatör Devresi 32
4.9. Tasarlanan PLC'nin Programlama Devresi 34

5. PC YAZILIMI 35

5.1. Giriş Kontaklar 37
5.2. Dijital Fonksiyonlar 38
5.3. Çıkış Kontaklar 39
5.4. Zamanlayıcı 40
5.5. Sayıcı 41
5.6. Analog Girişler 42
5.7. PWM Çıkışlar 43
5.8. Analog Fonksiyonlar 44

6. TASARLANAN PLC'İ İLE YAPILAN UYGULAMALAR 45

6.1. Depo Seviye Kontrolü örneği 45
6.2. Otomatik Açılıp Kapanan Kapı Örneği 49
6.3. Üç Fazlı Motorun Kontrol Örneği 52
6.4. Analog Değerin LCD'ye Yazma Örneği 56
6.5. PWM Çıkışı Üretmenin Örneği 58

7. SONUÇ 59

KAYNAKLAR 60

ÖZGEÇMİŞ 62

1. GİRİŞ

Programlanabilir lojik kontrolör (*Programmable Lojik Controller*, PLC) kontrol devrelerini gerçeklemeye uygun yapıda giriş–çıkış birimleri ve iletişim arabirimleri ile donatılmış, kontrol yapısına uygun bir sistem programı altında çalışan bir endüstriyel mikrobilgisayar olarak tanımlanabilir. 1969 yılında modicon firması tarafından geliştirilmiştir. O yıllarda, röleli kumanda devreleri yerine kullanılmak üzere geliştirilen bu aygıt yalnız temel lojik işlem komutları içerdiğinden, programlanır (programlanabilir) lojik kontrolör adı ile sonulmuştur (Kurtulan, 2003).

1970 yıllarda ayrık elemanların yerini tümleşik (bütünleşmiş) devrelerin olması ve 1970 – 1974 yılları arasında mikroişlemci teknolojisinin gelişmesiyle temel eleman olarak mikroişlemci kullanan PLC'lerin de daha karmaşık ve esnek işlemler yapabilme kapasiteleri geliştirilmeğe başlandı.

1974 – 1975 yılları arasında donanım açısından yeni gelişmeler kaydedildi. Bu gelişmeler PLC'lere yüksek bellek kapasitesi, analog denetim ve konutlandırma denetimde artırılması olarak yansımış oldu (Kahramanlı ve Özcan, 2002).

1980 yılında "Bit - Slice" teknolojisinin geliştirilmesi sayesinde hızlı bir şekilde tarama yapılabilmesi mümkün oldu ve çok az sayıda röle kullanan (10'a kadar) sistemlerde uygulanabilecek mikroişlemci temelli düşük fiyatlı, akıllı giriş–çıkışla donatılmış olan ve bu yüzden işlem kapasiteleri yüksek olan cihazlar piyasaya sürüldü.

PLC bir takım giriş sinyallerini belli bir program mantığı esasında değerlendirilirler ek (işleyerek) bir takım çıkış sinyalleri üretilmesini sağlar. PLC'lerde programlama birimleri olarak genellikle kontaklar, çıkışlar, zamanlayıcılar, sayıcılar, matematik ve mantık fonksiyonları kullanılmaktadır (Dinçer, 1999).

PLC endüstride bir makinenin veya tesisin önceden yazılmış programa ve durum değişliğine göre kontrolünü yapan programlanabilen bir lojik denetleyicidir. Bu tanımdan anlaşılacağı üzere PLC tamamen endüstriyel amaçlı olup bilgisayarlar karıştırılmamalıdır (Kara, 2002).

PLC aslında mini bir bilgisayardır. Bu cihazda verilen komutlara göre çıkıştaki alıcıları çalıştırmayı sağlayan mikroişlemci (*Micrprocessor*) entegresi/entegreleri bulunur (Özdemir, 2000).

PLC'leri büyük sayıda kullanım alanı vardır, bunlar arasında otomotiv endüstrisi, enerji dağıtım sistemleri, ulaşım sistemleri, asansör tesisleri v.s kullanım

alanları vardır. Ayrıca kullanıcının kendi tasarladığı çok sayıda sistemi PLC'lerin kontrolünde çalıştırması mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada mikrodenetleyici kullanarak programlanabilir lojik kontrolör tasarlanmıştır. Mikrodenetleyici tercih edileme sebebi, Mikroişlemci ile kontrol edilecek bir sistemi kurmak için en azından şu üniteler bulunmalıdır; CPU, RAM, I/O ve bu ünitelerin arasındaki veri alış verişini kurmak için veri yolu (*Data Bus*) gerekmektedir. Elbette bu üniteleri yerleştirmek için baskı devreyi de unutmamak gerekmektedir. Mikrodenetleyici ile kontrol edilecek sistemde ise yukarıda saydığımız ünitelerin yerine geçecek tek bir chip (Mikrodenetleyici) ve bir de devre kartı kullanmak yetecektir. Tek chip kullanarak elektronik çözümler üretmenin maliyetinin daha düşük olacağı kesindir. Ayrıca kullanım ve programlama kolaylığı da ikinci bir avantajıdır.

Tasarımda PIC16F877 mikrodenetleyici kullanılmıştır. PIC16F877 *MICROCHIP* firmasının ürettiği bir mikrodenetleyicidir. PIC'in tercih edilme sebebi, fiyatının ucuz olması, mantıksal işlemlerde performansının yüksek olması, veri ve bellek için ayrı yolların ayrılmış olması, yüksek frekanslarda çalışabilme özelliği, uyku modunda bir nanoamper değerinde gibi küçük bir akım çekmesi, 14 bitlik komut işleme hafızası, 2 kondansatör ve bir direnç ile çalışabilme özelliğine sahip olmasıdır. Gerçekleştirilen PLC, 6 dijital giriş/5 dijital çıkış ve 4 analog giriş/2 PWM çıkışlı olarak tasarlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

John'un (2005) kitabinde yaygın olarak kullanılan donanım pratik kontrol sisteminin tasarım disiplini öğrenmek isteyenler, PLC'yi sınırlı elektrik, teknolojisine dâhil etmek üzere bazı bilgisi olan öğrenciler için yazılmıştır. Kitapta derinlik olarak *Bradley* lojik kontrol (*Bradley Control Logic*) işlemcilerin kullanılması amaçlanmıştır. Her ne kadar bölümler belirli donanım üzerinde durulacaksa da, alınan bilgiler diğer PLC'lere uygun olabilir. Bu kitapta PLC program örneklerinde STL programlama standardı kullanılmıştır. STL programlama standartlarına diğer PLC'lerin kullanımında yardımcı olmak için kullanılmıştır.

Ünal ve Yiğit'in (2005) çalışmalarında paralel porttan alındığı veriler ile iki adet unipolar step motor, bir adet 1x16 LCD sürebilmektedir ve aynı anda iki adet optik sensordan aldığı verileri değerlendiren bir devre tasarlanmıştır.

Doğan ve Çelik'in (2008) projelerinde ilk önce DA motorlarının hızına nasıl kontrol edileceğini anlatmaktadır, DA motorlarda hız ayarı 1891 yılında *Word Leonardo* tarafından gerilim kontrolü vasıtasıyla ilk olarak gerçekleştirilmiştir. Güç elektroniğinde anahtarlama elemanı olarak tristörün kullanılmaya başlamasıyla DA motorlarının hız ayarında ayarlı gerilim kaynakları ön plana çıkmıştır. Daha sonraki yıllarda anahtarlama elemanı olarak MOSFET, IGBT ve GTO gibi yarı iletken elemanlar kullanılmıştır. İkincisi PİC16F877 mikrodenetleyicinin PWM girişini kullanarak DA motor hızına kontrol etmektedir.

Göksel'in (2006) makalesinde bilgisayarın seri portonu ve IC-Prog yazılımını kullanarak *MicroChip* firmasının 16F877 model PIC'lerini programlayabilen ve okuyabilen bir devre nasıl tasarlanabileceğini anlatmaktadır.

Erdem'in (2008) çalışmasında seri iletim hatlı mikrodenetleyici denetimli asansör tasarımı ve prototipi gerçekleştirilmektedir. Mevcut asansör haberleşme sistemlerinde kullanılan kabloluma şekillerine alternatif olarak seri iletişim protokolünün kullanılmasını sağlayan bir tasarım gerçekleştirildi. Tüm asansör sistemlerinde kullanılabilmesi amacıyla farklı standartlarda olan asansörler için de farklı programlar yazışılmaktadır. Bu programlar PIC C de yazılmıştır. Tasarımı gerçekleştirilen devre, laboratuar ve gerçek ortamda test edilmiştir. Tasarlanan devrede çok küçük değişiklikler yapılarak herhangi iki sistem arasında seri iletişim yapılması mümkündür.

Muhammed'in (2002) makalesinde CPU veya mikroişlemci herhangi bir mikrobilgisayar temel parçası olduğu anlatılmaktadır. Mikroişlemciler ROM, RAM, I/O vb gibi harici parçalar kullanılmaktadır, mikrodenetleyiciler Tek bir parça amacına ulaşmak için gereklidir. Makalede Mikroişlemci bir stripped-kullanarak mimari sürümünü kullanırken aynı sistemi bir mikrodenetleyici kullanarak ayını işi sağlamış olduğu gösterilmektedir. Mikrodenetleyici tabanlı sistem bir saat girişi dışında hiçbir ek devreye ihtiyaç olmamaktadır. PIC16F877 *MicroChip Inc* tarafından geliştirilmektedir. Bu PIC CISC mimarisi kullanımı yerine RISC mimarisi ile kontrol sistemleri için daha uygun bir çözüm olduğunu anlatmaktadır.

Bates'in (2006) kitabında mikrodenetleyiciler dış dünya ile nasıl bir erişim sağladığını göstermekte. Bu kitap PIC'in A/D, PWM ve bir mikroişlemci PIC ile nasıl bir bağlantı sağladığını göstermektedir.

Kitiş'in (2007) yüksek lisans tez çalışmasında PIC166F84 mikrodenetleyicini kullanarak 8 dijital giriş ve 8 dijital çıkışlı bir PLC tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen PLC için "*Boolean*" ya da komut listesi "*Statement List*" programlama diline benzer arayüzü programı hazırlanmıştır. Bunun için PIC assembly dili kullanarak PLC komutları için makrolar yazılmıştır.

Tongur'un (2008) yüksek lisans tez çalışmasında Atmega128 mikrodenetleyici kullanarak 14 adet dijital giriş/çıkış ve 5 adet sadece dijital çıkışlı PLC tasarlanmıştır. Tasarlanan PLC için HEX kodlar üretebilen bir arayüzü programı hazırlanmıştır.

Bolton'un (2006) kitaptabında PLC birçok ürünlerini gösterilmektedir. Kitapta PLC özellikleri dâhil açıklayan ve üreticileri öneren bir dizi örnekler göstermektedir. Kullanıcıların problemlerini çeşitli programlanabilir farklı isimlendirme ve program formları kullanarak giderliliği gösterilmektedir.

İbrahim'in (2006) kitabında teori ve mikroişlemcinin uygulama hakkında bilgi sonulmaktadır. Bilgiler otomatik kontrol sistemleri mühendisliğine dayanır. İlk önce mikrodenetleyicilerin donanımı ve yazılımı hakkında bilgi sonulmaktadır. Bu kitapta C dili (CCS firmasının denetleyicisi) hakkında bazı bilgilere sahip olmaktadır.

3. PLC

Bir PLC temelde içinde bir program olan ve giriş–çıkış (Input-Output) cihazlarına bağlı olan CPU'dan (*Centrel Procesing Unit*-Merkezi İşlem Birimi) oluşur. Program PLC' yi yazılan komutlara göre kontrol eder. PLC, bir bilgisayar sistemi gibi düşünülebilinir. Çıkış terminallerine bağlı çıkış cihazların, belleğindeki program yönlendirmesinde, giriş terminallerine bağlı giriş cihazlarından aldığı bilgi doğrultusunda sürer.

PLC sistemi Analog-Digital giriş/çıkış bağlantılarıyla birçok makine ve sistemi kontrol eder. Bu amaçla sayısal işlemleri, zamanlayıcı, sayıcı, veri işleme, karşılaştırma, sıralama, kendi bünyesinde 8–16 bit veri transferi ile programlama desteği sağlanmıştır.

PLC'de otomatik kontrolde kullanılan hemen her türlü cihaza çıkış verilebilir. Çıkış cihazları en çok kullanılanlardan bazıları, motorlar, selenoidler, servomotorlar, vanalar, step motorlar, alarm ve kornalardır.

PLC giriş sinyalini izleyip, uygun çıkış sinyalleri vermek suretiyle çalışır. Bu kontrolü gerçekleştirmek için PLC, hafızasındaki programı sürekli tarar.

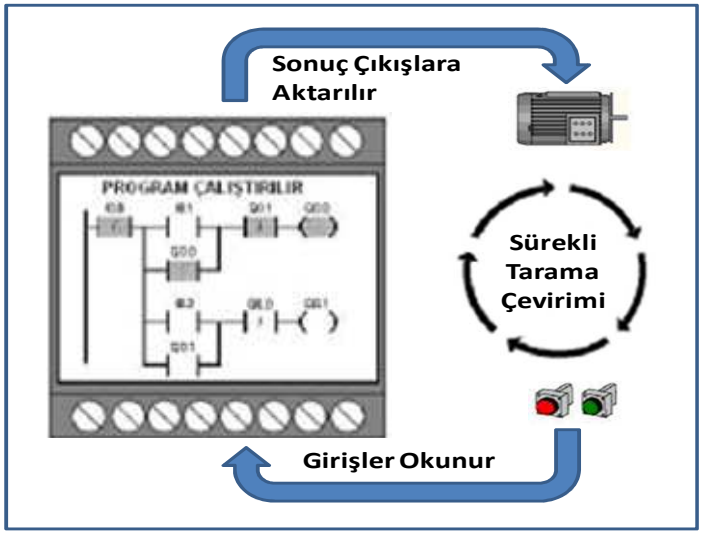
Sistem için yazılmış olan program, PLC'ye yüklenir. Bu program PLC'nin dâhili işlemlerinin bir parçası olarak çalıştırılır.

PLC çalıştığında içerisinde bir dizi işlemler yapar. Bu dâhili işlemler dört ana gruba ayrılır:

1. Genel işlemler (zaman rölesinin çalışması ve program hafızasının testi gibi)
2. Bilgi giriş ve çıkış
3. Komutların işlenmesi
4. Çevre birimlerinin servisi

PLC'nin bütün bu işleri yapması için gerekli zamana tarama zamanı (*scan*) denir. PLC'nin tarama zamanı hesaplanabilir veya izlenebilir, fakat sistem tasarımı ve programlamanın iyi yapılabilmesi için zamanlama ilişkilerinin iyi anlaşılması gerekir.

Bir tarama çevriminin süresi PLC çalışma hızına, kullanılan komutların niteliğine ve kontrol programının uzunluğuna göre değişir. Tipik olarak bir tarama çevrimi süresi 3ms ile 10ms arasındadır. Eğer bu süre çok uzun olursa girişlerde meydana gelen çok kısa süreli sinyal değişiklikleri algılanamayabilir.



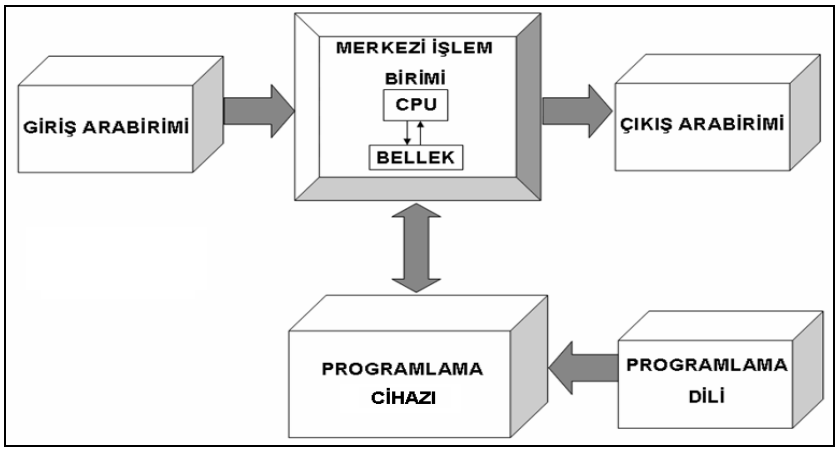
Şekil 3.1. PLC tarama çevrimi

PLC'ler kullanım kolaylığı, bakım kolaylığı, ekonomik, genişleyebilir, haberleşme kolaylığından dolayı, sanayide paketleme makinelerinde, baskı makinelerinde (v.b) kullanım alanları oldukça geniştir.

PLC cihazının birçok türü mevcuttur. Bu çeşitliliğin sebebi, yapacağımız işin farklı olmasından kaynaklanıyor. Her iş için uygun PLC seçmemiz gerekir. Değişik firmalar tarafından üretilmiş birçok değişik özellikte PLC'ler bulunmaktadır.

PLC, genel olarak aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi 4 ana bölüme ayrılmıştır:

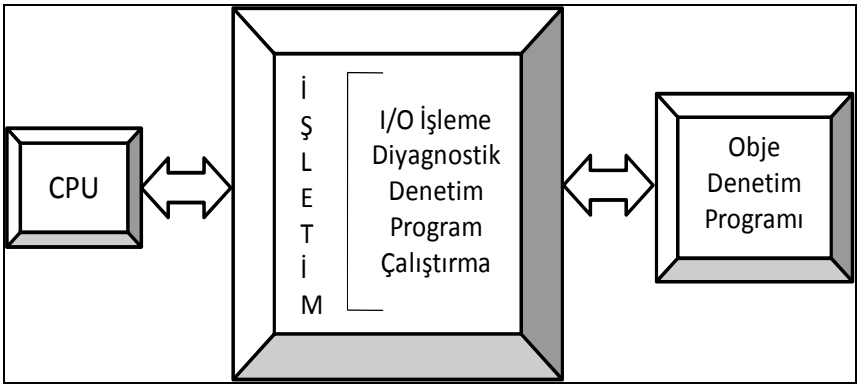
- Merkezi işlem birimi
- Giriş arabirimi
- Çıkış arabirimi
- Programlama cihazı



Şekil 3.2. PLC blok diyagramı

3.1. Merkezi İşlem Birimi

Merkezi işlem birimi (CPU) bellekle birlikte bir PLC'ye işlem kabiliyeti kazandıran kısım olup, bellekte saklı bulunan programın gerektirdiği bütün aritmetik, mantık ve veri işleme gibi fonksiyonları gerçekleştirir. CPU çok büyük tümleşik devre (*Very Large Scanle Integration*) teknolojisi ürünü olan bir mikroişlemcidir. PLC'lerde mikroişlemcinin çalışması işletim sistemi adı verilen bir program sistemi tarafından yönetilmektedir. İşletim sistemi, üretici firma tarafından kullanıcının müdahalesine imkân tanımayan şekilde işletim sisteminin genel işlevleri ve denetim uygulama programı ile ilişkisi gösterilmiştir (Özcan ve Özkan, 2004).



Şekil 3.3. İşletim sistemi

3.2. Bellek Dizaynı

Bellek kartı, denetleyicideki kontrol plan veya programını saklamak için kullanılır. Bellekte saklanan bilgi, hangi girişe göre hangi çıkış işaretinin saklanacağı ile ilgilidir ve gerekli hafıza miktarını programın yapısı belirler. *Memory bit* olarak isimlendirilen özel bilgi parçacıklarını depolar.

Bellek tipleri saklanan bilginin kaybolup kaybolmamasına bağlı olarak 2 grupta incelenebilir:

1. RAM belleği
2. ROM belleği

3.2.1. RAM belleği

Ram (*Randam Access Memory*) ve R/W (*Read-Write*) adı verilen rasgele erişimli belleklerdir. Bu tip belleklerde enerjinin kesilmesi ile birlikte eldeki bilgi kaybolur. PLC çalışma esnasında yazma ve okuma işlemlerinin yerine getirilmesinde kullanılır. PLC cihazı bünyesinde mevcut olan pil ile ram beslenerek program saklanabilir. Tabi ki batarya enerjisi bittiği anda program silinecektir. RAM belleği özellikle programların test çalışma durumlarında büyük kolaylık sağlar.

3.2.2. ROM belleği

ROM (*Read Only Memory*) adı verilen bellek, salt okunur belleklerdir. Bu bellek tipi silinebilir ve programlanabilir olmasına göre alt gruplara ayrılır:

3.2.2.1. PROM belleği

PROM (*Programmable Read Onay Memory*) programlanabilir salt okunur bellek, ROM salt okunur belleğinin özel bir tipidir. PROM bellek yazılmış olan program bilgilerinin chip içine yazılmasına müsaade eder. PROM içine yalnız bir defa bilgi yazılabilir.

3.2.2.2. EPROM belleği

EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*) silinebilir programlanabilir salt okunur bellek, PLC cihazlarında sıkça kullanılan bellek tipidir. Bu tip belleği silebilmek için ultraviole ışık kaynağı gerekir.

3.2.2.3. EAROM belleği

EAROM (*Electrically Alterable Read-Only Memory*) Elektrikle değişebilir salt okunur bellekler Eprom belleğe benzer fakat silmek için bir ultraviole ışık kaynağı

gerekmez. EAROM cip'i temizlemek için bir silici voltaj uygun pin'e tatbik edilir. Bir defa silindikten sonra chip tekrar programlanabilir.

3.2.2.4. EEPROM

EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) hafıza tipi ise Eprom hafızada olduğu gibi enerjinin kesilmesi durumunda bile eldeki bilgiler kaybolmaz. Yazma ve silme işlemlerinde özel araçlar gerekmez. PLC'ye monte edilen EEPROM veya EPROM hafızalar kaset içinde depolanmış bulunan programa göre çalışacaktır. Buna göre ROM kaset değiştirilerek istenilen program çalıştırılabilir.

3.4. Giriş Arabirimi

PLC'nin giriş bilgileri, kontrol edilen ortamdan veya makineden gelir. Gelen bu bilgiler içinde PLC'nin olup olmadığı yönünde değerlendirme yapar. Tabi tutulan saysal veya saysal olmayan sinyalleri, CPU'nun anlayabileceği ve işleyebileceği şekilde dönüştürme yapar.

3.5. Çıkış Arabirimi

Kontrol edilen sistemdeki kontaktörler, röle, selenoid gibi kumanda elemanlarını sürmeye uygun donanımda olan birimdir. Bir PLC, otomatik yer alan birçok cihaza çıkış verebilir. Bunlar arasında selenoid valf, motorlar, motor kont aktörleri, lambalar, röleler, vanalar, elektromanyetik kavrama, yüklerin çalışma şartlarını gösteren sinyal lambaları ve dijital gösterge sayılabilir. PLC'ler tiplerine göre, değişik çıkış gerilimlerine (5V, 24V, 110V, 220V...) çalışan çıkış devrelerine sahiptirler. Her çıkışın izlenebilmesi için konumlarını gösteren ışıklı LED diyotları PLC üzerine çıkarılır.

3.3. Programlama Cihazı

Sistemin çalıştırma sağlayacak kumanda programının yazılmasını ve PLC'ye yüklenmesini sağlar. Bu ünite özel bir el cihazı olabileceği gibi genel maksatlı bir bilgisayara yüklenmiş bir yazılım programında olabilir. Programın PLC'ye aktarılması

ve çalışması anında giriş–çıkışların izlenmesi ve değiştirilmesi gibi işlemlerin yapılması programlayıcı ünite ile sağlanır (Kara, 2002).

3.6 PLC Programlama Dili

PLC bünyesinde tasarım için gerekli olan bütün lojik kapı ve işlemler mevcuttur Bunlar, *AND* (VE), *OR* (VEYA), *NOT* (DEĞİL), *NAND* (VEDEĞİL), *SET* (KURMA), *RESET* (SİLME). Ayrıca *TİMER* (zamanlayıcı), *COUNTER* (sayıcı) gibi işlemleri gerçekleştiren özellikler mevcuttur. Bütün PLC sistemlerinde lojik işlemlerin oluşturulması benzer bicimde programlanmakta ve aynı fonksiyonu yerine getirmektedirler. Bunun yanı sıra *TIMER*, *COUNTER* ve *SHIFT REGİSTER*, fonksiyonlarının somutlandırılması ve programlanmasında temel mantık aynı olmakta birlikte bazı farklılıklar olabilmektedir (Akar, 1999).

PLC programının sürekli çalışan bir döngü olarak davrandığı düşünülebilir. Kullanıcının komutları sırasıyla yerine getirilir ve son komut yerine getirildiği zaman, işlem ilk komuttan yeniden başlar. PLC bu yüzden dış dünya ile sürekli iletişim kurmaz ancak, daha çok "*enstantaneler*" yakalayarak görev yapar. Program döngüsünde, program taraması adı verilir ve döngünün süresine ise, program tarama zamanı adı verilir. Bu PLC programının boyutuna ve işlemcinin hızına bağlıdır ancak tipik olarak programın her bir k'sı başına 2.5ms'dir (Parr, 2005).

Günümüzde üretilen PLC'lerde, kumanda devrelerinin gerçeklenmesine ilişkin matematiksel ifadeleri gerçeklemeye çeşitli programlama yapıları ve dilleri ile PLC'ye aktarılır (Kurtulan, 2003).

PLC programlaması için üç program gösterimi vardır. Bunlar:

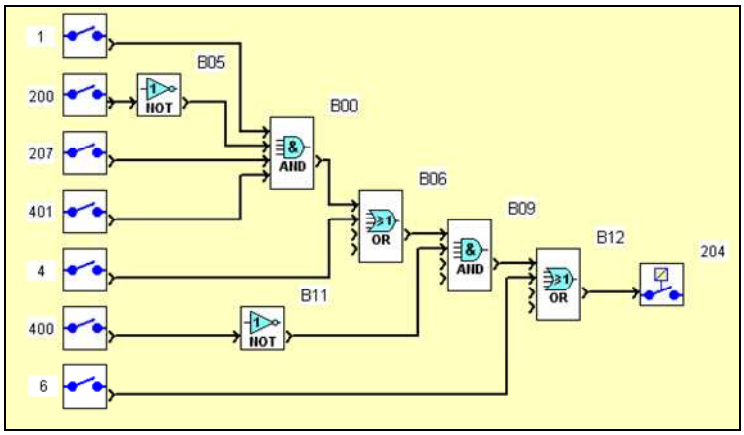
- Lojik kapılı gösterimi (*Control System Flowchar* 'CSF').
- Kontak plan gösterimi (*Ladder Diagram* 'LAD').
- Komut listesinin gösterimi (*Statement List* 'STL').

Üç program gösterimi arasındaki farklar özellikle *binary* operasyonlarda göze çarpmaktadır. Yazılan program çok özel komutlar içermediği sürece bir gösterimden diğerine kolaylıkla dönüştürülebilir. Ayrıca bu programlama imkânları içinde kapasite farklılığı vardır. Sözgelimi kontak plan (LAD) ile gerçekleştirilemeyen bazı

fonksiyonlar Lojik kapılı (CSF) ile gerçekleştirilemeyen bazı fonksiyonlar komut listesi (STL) ile gerçekleştirilebilir.

3.6.1. Lojik kapılı gösterimi:

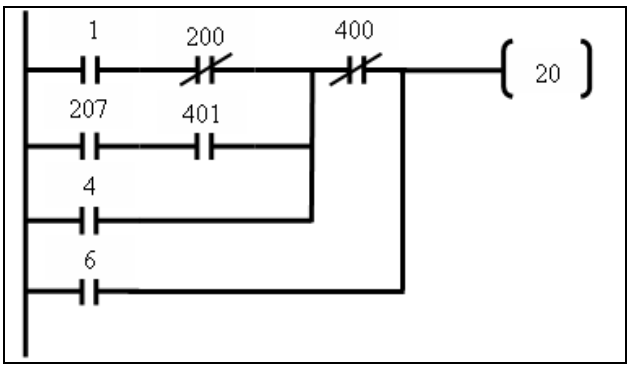
Burada kullanılan (lojik semboller) kutular şeklinde gösterilir. Sembollerin sol tarafında giriş sinyalleri, sağ tarafında ise çıkış sinyalleri bulunur.



Şekil 3.4. Lojik kapılı gösterimi

3.6.2. Kontak plan gösterimi:

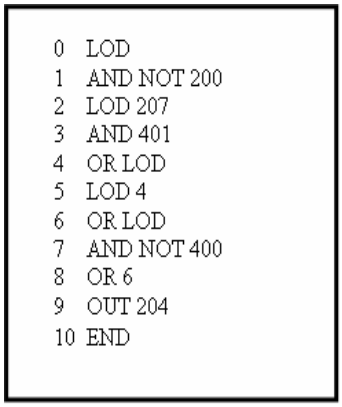
Binary kilitlemeler kontak sembollerinin ardı arda (soldan sağa) ya da alt alta (yukarıdan aşağı) sıralanması şeklinde yapılır. Operasyona tabi tutulacak sinyaller köşeli parantezler olarak resmedilirler. Sinyal lojik “1” seviyesine göre sorulacak ise köşeli parantez içerisi boş halde, lojik “0” seviyesine göre sorulacak ise köşeli parantez içerisine “/ “ şekli ile gösterilir.



Şekil 3.5. Kontak plan gösterimi

3.6.3. Komut listesinin gösterimi:

Bir diğer programlama cinsi olan komut listesi, yerine getirilmesi istenen lojik fonksiyonun şartları, sonuçları ve komut listesi mnemonik (*Mnemonic*) olarak hazırlanmaktadır. Mnemonik komutlar iki kısımdan oluşur. Birinci kısım operasyon kısmıdır ve prosesörün bu komutla ne yapması gerektiğini belirler. İkinci kısım ise operand kısmıdır. Bu kısımda da operasyon kısmındaki iki işlemin hangi sinyale uygulanacağı belirlenir. Mnemonik komutlar prosesör tarafından ekranda görüldüğü haliyle yukarıdan aşağıya doğru ilerlemekte ve her lojik şart sırası geldiğinde sorgulanma durumuna geçirmektedir.



Şekil 3.6. Komut listesinin gösterimi

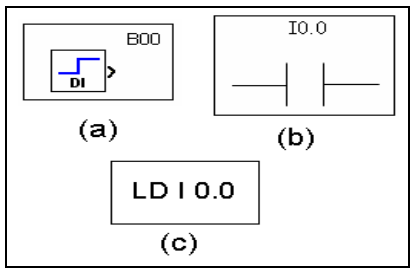
3.6.4. PLC program komutlarına kenel bir bakış:

Genel olarak, bir kumanda devresi tasarımı için temel lojik işlem komutları yeterlidir ve bu komutlara zamanlayıcı komutları da eklendiğinde bütün kontaklı kumanda devreleri gerçekleştirilebilir. Herhangi bir kontaklı kumanda devresi bir lojik fonksiyon ile ifade edilebilir.

Aşağıda verilen başlı komutlar (kontak plan gösterimi, komut listesinin gösterimi, lojik kapılı gösterimi) *siemens* marka S7200 ve millenium PLC'lerin giriş ve çıkışlarının adreslenmeleri ve ifade edilişleri hakkında bilgi verilmektedirler. Plan ve komut listesinin gösterimi için *STEP7* program komutları kullanılmaktadır, lojik kapılı gösterimi için *Crouzet* program komutları kullanılmaktadır. Bu PLC'ler için anlatılanlar, çalışma mantığı aynı olan diğer PLC'lere de uyarlanabilir.

3.6.4.1. Açık kontak

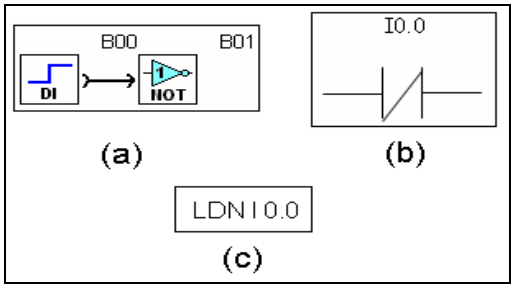
Açık kontak bağlama işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.7 gösterilmektedir.



Şekil 3.7. (a) açık kontak komutun CSF gösterimi, (b) açık kontak komutun LAD gösterimi, (c) açık kontak komutun STL gösterimi

3.6.4.2. Kapalı kontak

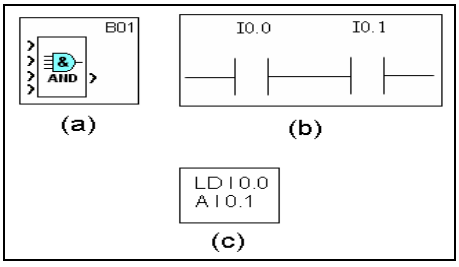
Kapalı kontak bağlama işlemini yerine getiren komutlar şekil3.8 gösterilmektedir.



Şekil 3.8. (a) kapalı kontak komutun CST gösterimi, (b) kapalı kontak komutun LAD gösterimi, (c) kapalı kontak komutun STL gösterimi

3.6.4.3. VE komutu

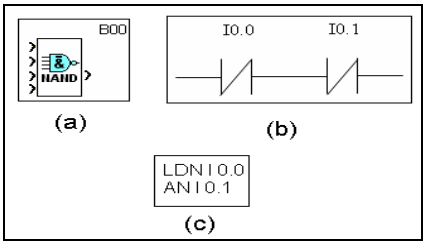
VE işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.9 gösterilmektedir.



Şekil 3.9. (a) VE komutun CSF gösterimi, (b) VE komutun LAD gösterimi, (c) VE komutun STL gösterimi

3.6.4.4. VEDEĞİL komutu

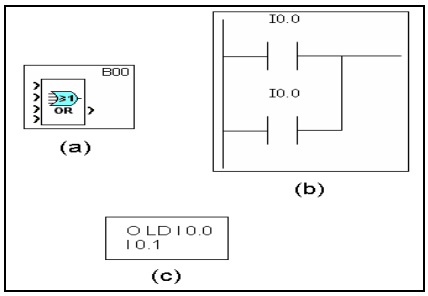
VEDEĞİL işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.10 gösterilmektedir.



Şekil 3.10. (a) VEdeğil komutun CSF gösterimi, (b) VEdeğil komutun LAB gösterimi, (c) VEdeğil komutun STL gösterimi

3.6.4.5. VEYA komutu:

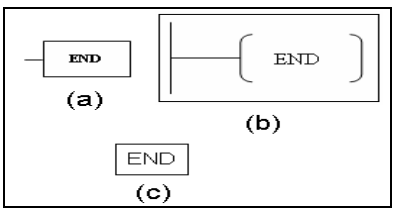
VEYA işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.11 gösterilmektedir.



Şekil 3.11. (a) VEYA komutun CSF gösterimi, (b) VEYA komutun LAD gösterimi, (c) VEYA komutun STL gösterimi

3.6.4.6. Bitirme komutu

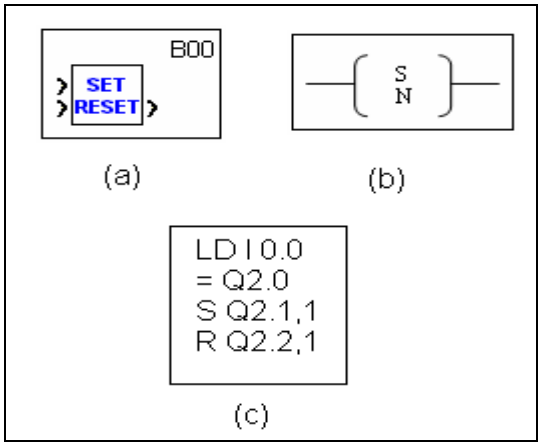
Bitirme işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.12 gösterilmektedir.



Şekil 3.12. (a) bitirme komutun CSF gösterimi, (b) bitirme komutun LAD gösterimi, (c) bitirme komutun STL gösterimi

3.6.4.7. Kurma komutu:

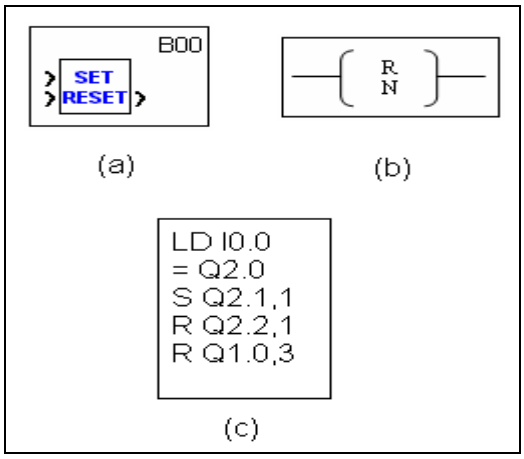
Belirli bir adresten başlayan belirli sayıda biti 1(*set*) yapar. Set edilebilecek nokta sayısı 1–255 arasındadır (CPU 210 hariç). Kurma işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.13 gösterilmektedir.



Şekil 3.13. (a) kurma komutun CSF gösterimi, (b) kurma komutun LAD gösterimi, (c) kurma komutun STL gösterimi

3.6.4.8. Silme komutu:

Belirli bir adresten başlayan belirli sayıda biti 0 (*reset*) yapar. Reset edilebilecek nokta sayısı 1–255 arasındadır (CPU 210 hariç). Silme işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.14 gösterilmektedir.



Şekil 3.14. (a) silme komutun CSF gösterimi, (b) silme komutun LAD gösterimi, (c) silme komutun STL gösterimi

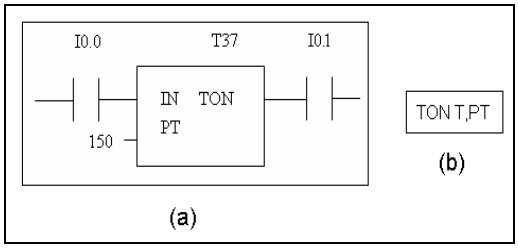
3.6.4.9. Zaman röleleri:

- TON komutu:

Girişine tetikleme sinyali geldiği sürece zamanı sayan, giriş sinyali kesildiğinde resetlenen (sıfırlanan) elemendir. Bu komutun verilen sembolünde (IN) girişine tetikleme sinyali geldiğinde maksimum zaman değerine dek çalışma olur. TXX ayarlanan değer (PT) olunca çıkış biti set edilir. Satma anında IN girişi sıfır olursa sayma durur ve röle sıfırlanır. TON işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.15 gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. TXX göre zaman değeri

Zaman Tabanı	TXX
1ms	T32
10ms	T33...T36
100ms	T37...T63



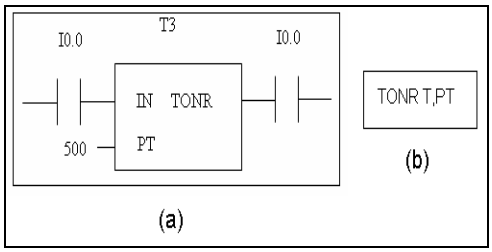
Şekil 3.15. (a) TON komutun LAD gösterimi, (b) TON komutun STL gösterimi

- TONR komutu:

Aşağıdaki röle zamanın yukarıdaki röleden pek farkı yoktur, bu röle girişine sinyal uygulandığında zamanı sayan, giriş sinyali kesildiğinde son değeri saklayan, giriş sinyal, yeniden geldiğinde kaldığı yerden saymaya devam eden elemandır. TONR işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.16 gösterilmektedir.

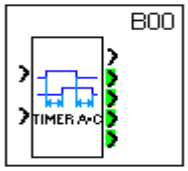
Çizelge 3.2: TXX göre zaman değeri

Zaman Tabanı	TXX
1ms	T32
10ms	T33...T36
100ms	T37...T63



Şekil 3.16. (a) TONR komutun LAD gösterimi, (b) TONR komutun STL gösterimi

Lojik kapılı gösteriminde kutuya iki sefer tıkladığımızda TON ve TOFF değerini gireriz TON ve TOFF değerleri (0–32767) arasındadır. Giriş sinyali bir olunca zaman rölesi saymaya başlar, sayma değeri verilen TON değerine olaştıysa çıkış sinyali bir olur. Giriş sinyali sıfır olunca zaman rölesi saymaya başlar, sayma değeri verilen TOFF değerine olaştıysa çıkış sinyali sıfır olur. Zamanlayıcı işlemini yerine getiren CSF şekil 3.17 gösterilmektedir.

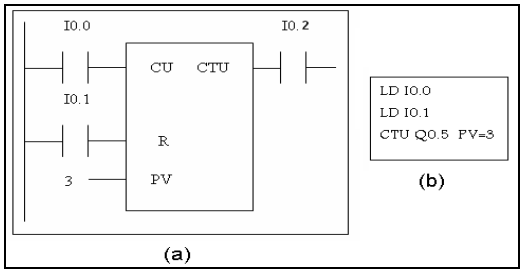


Şekil 3.17. Zamanlayıcı komutun CSF gösterimi

3.6.4.10. Sayıcılar:

- Yukarı sayıcı**:**

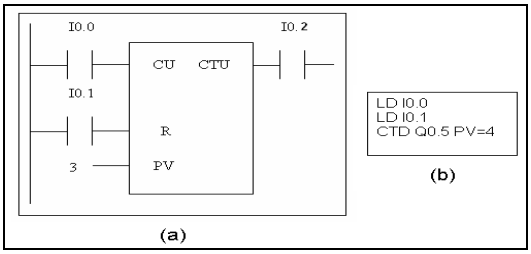
I0.0 bir(1) olduğu zaman yukarıdaki sayıcı sıfırdan (0) başlayarak ilerler PV' ye hangi değer verilmiş ise sayıcı (0) değere ulaştığında çıkış (1) yapılır. I0.1 ne zaman bir(1) olsa hem sayma işlemi hem de sayıcı çıkışı sıfır (0) olur. PV değeri sıfırdan(0) otuz iki bin yedi yüz altmış yediye (32767) kadar değer verebiliriz. Yukarı sayıcı işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.18 gösterilmektedir.



Şekil 3.18. (a) yukarı sayıcı komutun LAD gösterimi, (b) yukarı sayıcı komutun STL gösterimi

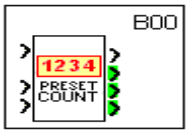
- Aşağı sayıcı**:**

I0.1 girişine çok kısa süre pals (1) verilir, I0.0 girişi (1) yapıldığında, PV'ye verilen değerden başlayarak (0) a doğru saymaya başlar sayıcı (0) a geldiğinde sayıcı çıkışı (1) yapılır. PV değeri (0)dan (32767)ye kadar değer verebiliriz. Aşağı sayıcı işlemini yerine getiren komutlar şekil 3.19 gösterilmektedir.



Şekil 3.19. (a) aşağı sayıcı komutun LAD gösterimi, (b) aşağı sayıcı komutun STL gösterimi

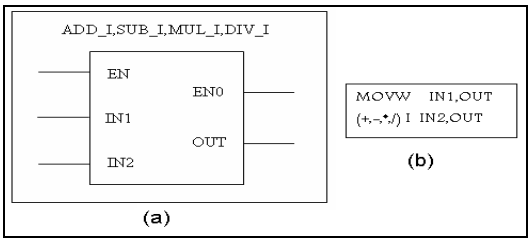
Sayıcının lojik kapılı gösteriminde yukarı sayıcı ve aşağı sayıcı, counter kutusunda bulunmaktadır. Bu kutuya iki sefer tıkladığımızda counterup veya counterdown seçenekleri karşımıza çıkacaktır. Bu seçeneklerden birisini seçip, sayıcı değerini bildirerek işlemimizi gerçekleştirebiliriz. Sayıcı işlemini yerine getiren CSF şekil 3.17 gösterilmektedir.



Şekil 3.20. Sayıcı komutun CSF gösterimi

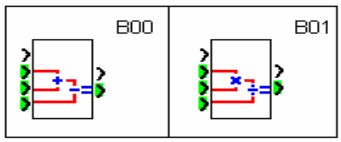
3.6.4.11. Matematik işlem komutları:

Matematik işlemleri getiren komutlar şekil 3.21 gösterilmektedir.



Şekil 3.21. (a) matematik işlem komutun LAD gösterimi, (b) matematik işlem komutun STL gösterimi

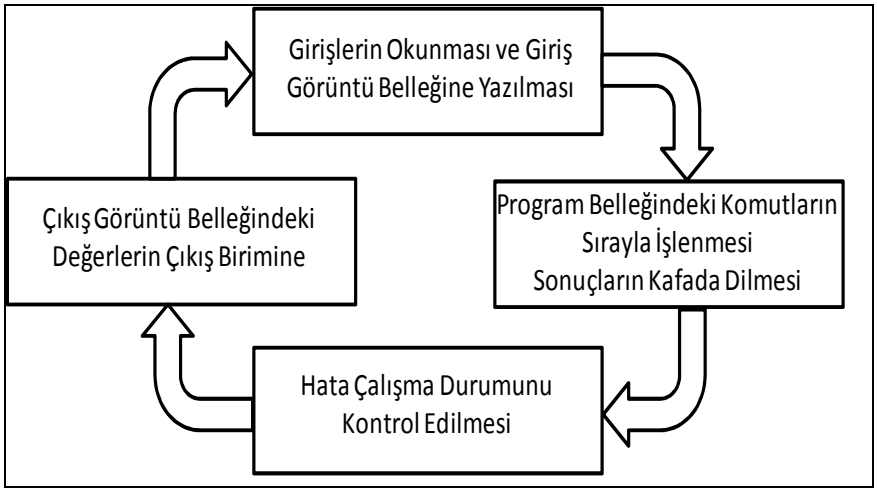
Yukarıda sağ taraftaki kutu çarpım ve bölüm hesapları yaparken, sol taraftaki kutu ise çıkarma ve toplama işlemlerini yapmaktadır. Matematik işlemini yerine getiren CSF şekil 3.22 gösterilmektedir.



Şekil 3.22. Matematik işlem komutun CSF gösterimi

3.6.5. Kullanıcı programının yürütülmesi

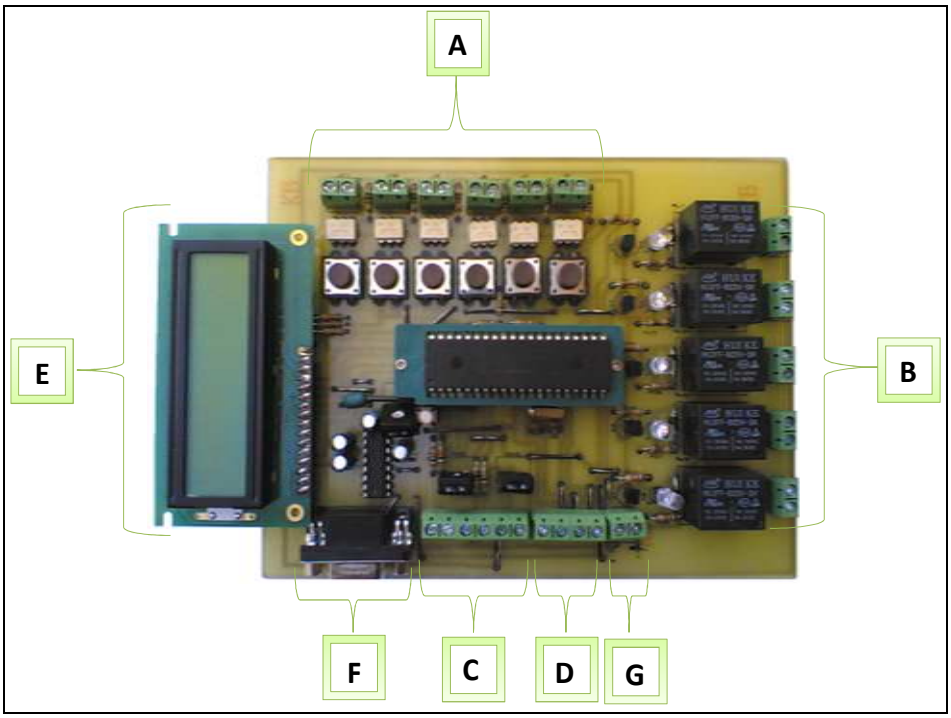
PLC program belleğine yüklenmiş bir kullanıcı programı, birinci komuttan başlanarak son program komutuna kadar bütün komutların sırayla yürütülmesi biçiminde gerçeklenir. Program sonu komutuna erişildiğinde tekrar birinci komuta dönülür. Dallanma ya da alt program çağırma gibi komutlar ile program akışı değiştirilebilir. Ancak her program çevriminin belirli bir sürede tamamlanması gerekir. Bir çevirimin belirli bir sürede tamamlanmadığı durumda sistem programı PLC'yi durdurur (Kurtulan, 2003).



Şekil 3.23. PLC işletim evreleri

4. TASARLANAN PLC DONANIMI

Bu çalışmada son yıllarda çok sık kullanılan PIC (*Peripheral Interface Controller*) mikrodenetleyicisi kullanarak bir PLC yapılmaktadır. Donanım mikrodenetleyici tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol işleminde mikrodenetleyici olarak PIC16F877 kullanılmıştır. Donanım gerçekleştirilirken Analog-Sayısal Dönüştürücü (*Analog to Dijital Converter*, ADC), Darbe Genişlik Modülasyon Çıkışı (*Puls With Modulation*, PWM), zamanlayıcı, sayıcı, bilgi amaçlı çıkış üretmek için kristal ekranı (*Liquid Cristal Display*, LCD) kullanılmıştır. Dijital giriş ve çıkışların tamamı yalıtım elemanlarıyla elektriksel olarak devreden yalıtılmıştır. Yapılmış olan PLC aşağıdaki şekil 4.1'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Tasarlanan PLC'nin elektronik kartı

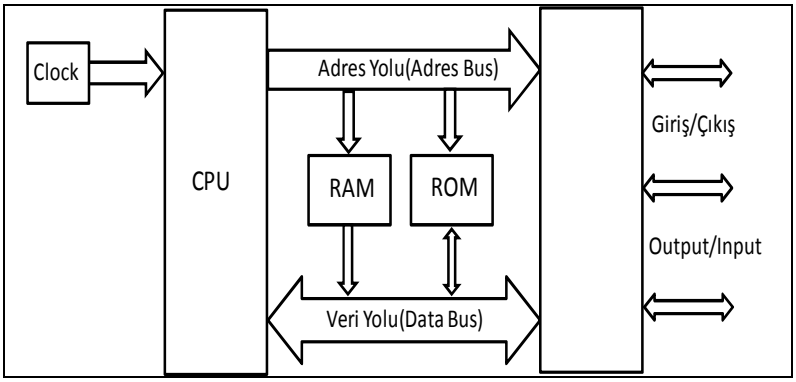
Tasarlanan PLC kartı üzerinde A ile belirtilen kısım sayısal girişleri ifade etmektedir. B ile gösterilen bölge sayısal çıkışları ifade etmektedir. C ile gösterilen bölge analog girişleri ifade etmektedir. D ile gösterilen bölge PWM ifade etmektedir. E ile belirtilen kısım, LCD ekranıdır. 2x16'lık bu LCD ekran mikrodenetleyicinin D portona bağlıdır. F ile belirtilen kısım programlama pinleridir. Bilgisayarın seri portundan haberleşmesini sağlayarak mikrodenetleyicinin EEPROM'na program aktarmaktadır. Haberleşme Bootloader yazılımı ile sağlanmaktadır.

4.1. Mikrodenetleyici nedir:

Mikrodenetleyici bir bakılmada bir bilgisayardır. Her nekadar bir klavyesi, monitörü, kasası ve bunun gibi çevre birimleri olmasa da bir bilgisayarın yaptığı her şeyi yapabilir. Örneğin her bilgisayarın bir merkezi işlem ünitesi vardır ve bu ünite makine kodlarını bizim anlayabileceğimiz karakterlere dönüştürür, programları yorumlar, işler, düzenler, bilgisayarın çeşitli birimleriyle irtibat kurar. Ve bu işlemleri yaparken bazı değişkenleri ve geçici olarak elde ettiği bilgileri sakladığı bir rasgele erişimli hafızaya ihtiyaç duyar. Ayrıca bilgisayarların dış dünyayla bilgi alış ve verişlerinde kullandıkları bazı giriş ve çıkış üniteleri bulunmaktadır. Örnek olarak fare ve klavye giriş yaptığımız elemanlara, monitör ve yazıcı çıkış aldığımız elemanlara birer örnektir. Bilgilerimizi kaydettiğimiz hard diskler ise hem giriş hem de çıkış elemanı olarak çalışmaktadırlar. Aynen bilgisayarda olduğu gibi mikrodenetleyiciye de fare ve klavye gibi çevre elemanlarının işlemlerini nispeten de olsa yerine getirecek elemanlar ekleyerek küçük bir bilgisayar gibi kullanmamız mümkündür.

Bir mikrodenetleyici genel olarak aşağıdaki birimlerden oluşur:

1. CPU
2. RAM
3. EPROM/PROM/ROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*-Silinir, yazılır sadece okunur bellek)
4. I/O (girdi/çıktı-*input/output*)
5. *Timers* (zamanlayıcılar)
6. *Interrupt* (kesmeler)



Şekil 4.2. Mikrodenetleyicinin içyapısı

4.1.1. PIC mikrodenetleyici ailesine genel bakış

Günümüzde birçok alanda kullanılan mikrodenetleyicilerin en popüleri *MicroChip* firması tarafından üretilen PIC'dir. Üretim amacı, çok fonksiyonlu mantık uygulamalarının hızlı ve ucuz bir mikrodenetleyici ile yazılım yoluyla karşılanmasıdır. PIC'in kelime anlamı (*Peripheral Interface Controller*-Çevresel arabirim denetleyicisi) dır. İlk olarak 1994 yılında 16 bitlik ve 32 bitlik büyük işlemcilerin giriş ve çıkışlarındaki yükü azaltmak ve denetlemek amacıyla çok hızlı ve ucuz bir çözüme ihtiyaç duyulduğu için geliştirilmiştir.

Bütün PIC mikrodenetleyiciler en az aşağıdaki özelliklere sahiptirler:

1. RISC temelli ve sadece 35 makine dili komutu.
2. Sayısal giriş–çıkış potları.
3. Zamanlama devresi.
4. RAM veri belleği.
5. EPROM veya Flash program belleği.

Bazı PİC mikrodenetleyicilerde aşağıdaki ek özelliklere sahiptir:

1. Analog–sayısal çevirici.
2. EEPROM bellek.
3. Analog karşılaştırıcı devresi.
4. Ek zamanlama devreleri.
5. PWM devresi.
6. Dış ve iç kesme devreleri.
7. USART seri iletişim protokolü.
8. İ2C ve SPI bağlantıları.

4.1.2. PIC16F877 mikrodenetleyici

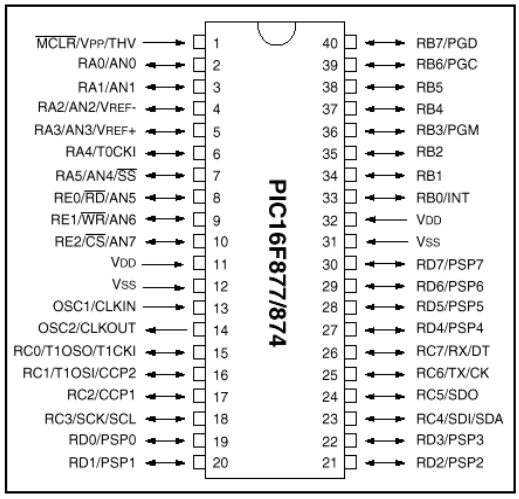
En yaygın olarak kullanılan mikrodenetleyicilerden biri PIC16F877'dir. PIC16F877 mikrokontrölü 20 MHZ kadar bir saat hızında çalışabilir. Bu hızda çalışınca saykılı 200ns kadardır. RISC yapısına sahip olan bu mikrokontrolörün sadece 35 tane tek kelimelik komutu vardır. PIC16F877 mikrokontrolörün 14 tane kesme (*Interrupt*)

kaynağı bulunur. PIC16F877 mikrodenetleyicilerinin en büyük özelliği (*sleep*) modu özelliğidir. Bu mod sayesinde işlem yapılmadığı durumlarda PIC uyuma moduna geçerek çok düşük akım çeker. PIC16F877 mikrodenetleyicisinde 3 bellek bloğu bulunmaktadır. Bunlar program belleği, veri belleği ve bunları ayıran veri hattıdır. Her bir bellek kendi taşıyıcısına sahiptir, böylece her bir bloğa erişim aynı osilatör süreci boyunca meydana gelebilmektedir. Kullanılan mikrodenetleyicisinin başka özellikleri çizelge 4.1'de verilmektedir.

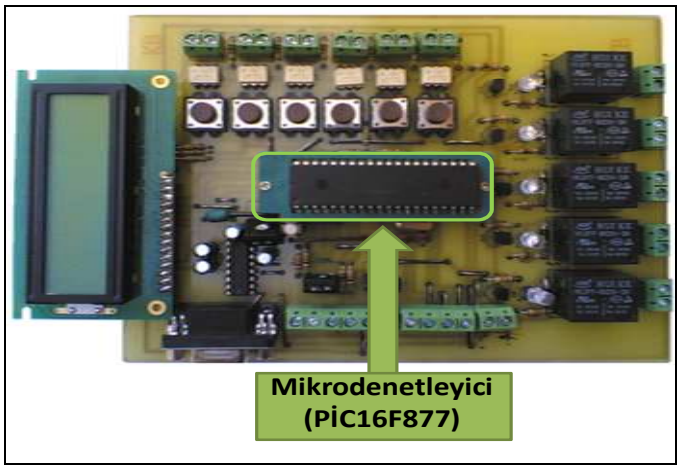
Çizelge 4.1. PIC16F877 genel özelliği

Özellikler	PIC16F877
Çalışma hızı	DC-20MHZ
Program belleği EEPROM veri belleği kullanıcı RAM	8Kx14 word flash ROM 256 Bbyte 368x8 byte
Giriş çıkış port sayısı	33
Timer	Timer1, Timer2, Timer3
A/D çevirici	8 KANAL 10 Bit
Capture/Compare/PWM	16 bit Cap/Comp, 10 bit PWM çözünürlük
Paralel slave port	8 bit, harici RD, WR ve CS Kontrolü
USART/SCI	9 bit adresli
Seri çevresel arayüz	SPI(master) I2C (master/slave) Modunda SPI Portu (senkron seri port)
Interrupt kaynağı sayısı	14

Şekil 4.3'te PIC16F877 bacak bağlantıları gösterilmektedir, aynı zamanda Şekil 4.4'te PIC16F877'in yapılan PLC'nin elektronik kartında mekânı nerede olduğu gösterilmektedir.



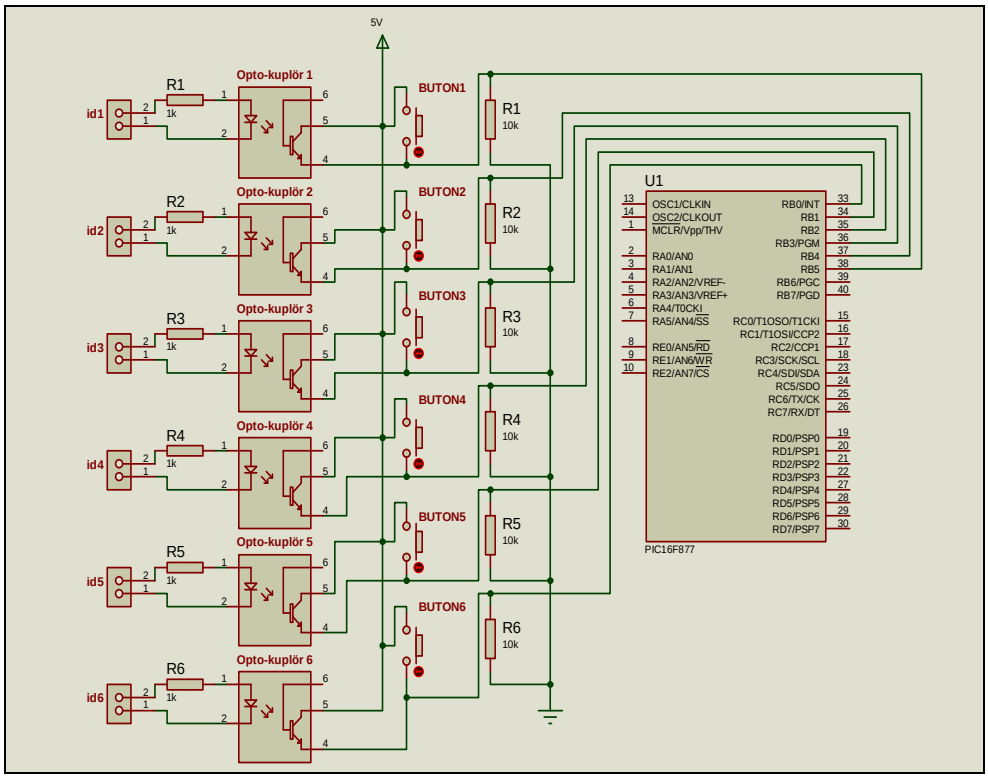
Şekil 4.3. PIC16F877'nin bacak bağlantıları



Şekil 4.4. PIC16F877'nin elektronik kartında gösterimi

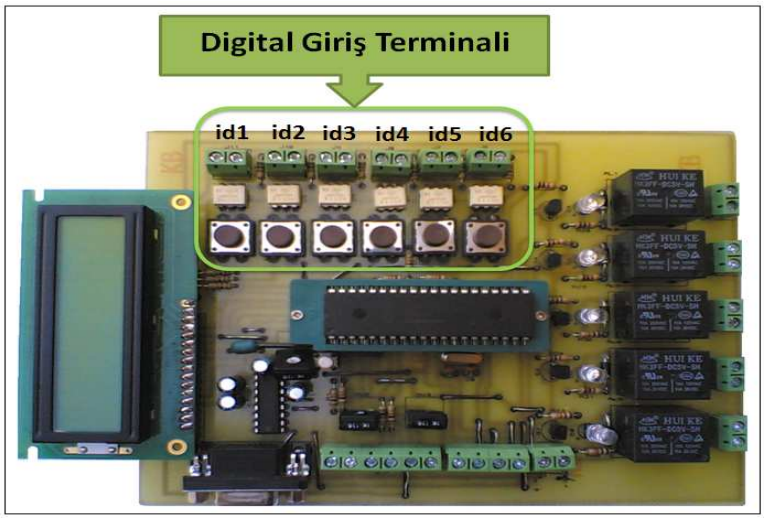
4.2. Tasarlanan PLC'nin dijital girişleri

Tasarlanan PLC'i kartı üzerinde 6 adet sayısal giriş mevcuttur. Şekil 4.5'te dijital devre ile anahtarların durumu gösterilmektedir. Dijital giriş terminaline bağlı anahtar açık iken opto-kuplörün diyot kısmını aktive edecek herhangi bir gerilim olmayacak ve PIC'in giriş pininde 0V gerilim seviyesi varsa bu da lojik "0" olarak algılanacaktır. Eğer anahtar kapatılırsa yani enerji verilirse bu durumda DC gerilimi devre girişine uygulanmış olur. Bu doğru gerilim Opto-kuplör içerisindeki opto diyotu iletime geçirir. Böylece ışık ile iletime geçen opto-transistor aktif hale gelir. Bu durumda çıkış olarak PIC'in dijital giriş olarak kullanılan pinlerinde 5V gerilim seviyesi görülür ve buda PIC16F877 tarafından lojik "1" olarak algılanmaktadır.



Şekil 4.5. Dijital girişlerin devre bağlantı durumu

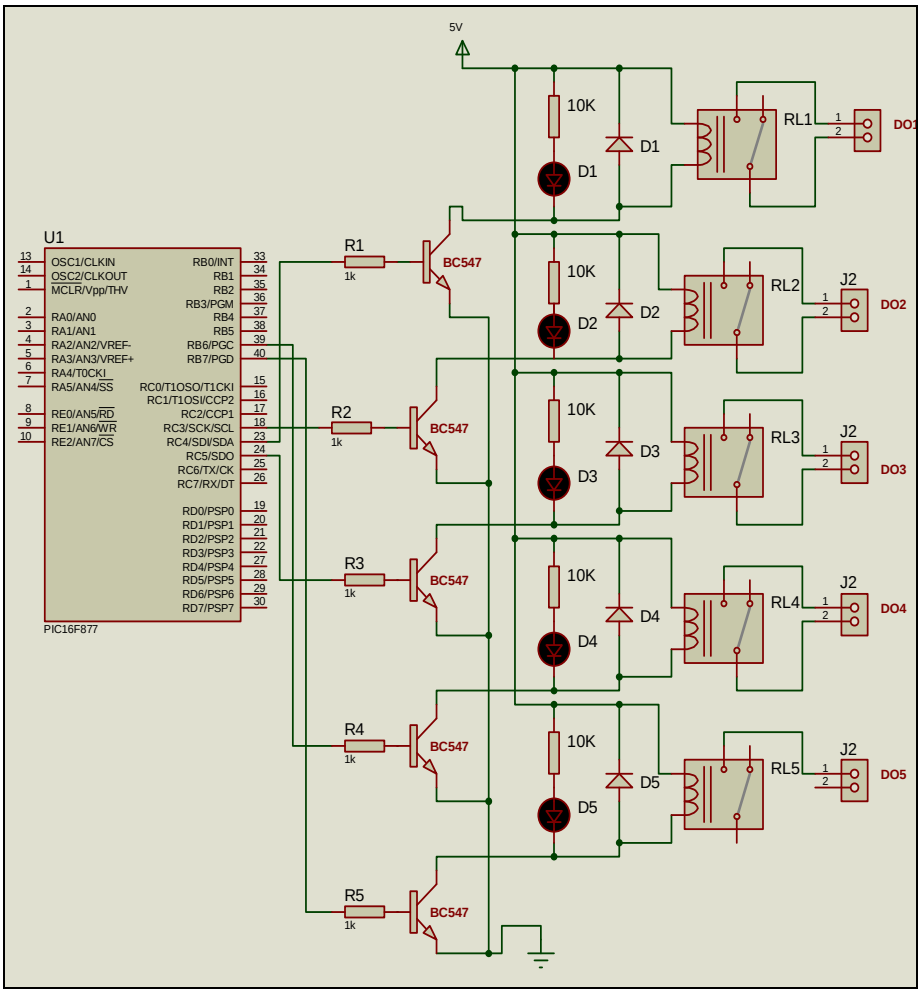
PIC16F877 Dijital giriş olarak kullanılan pinleri sırasıyla RB5, RB4, RB3, RB2, RB1, RB0 iken donanım kartındaysa sırayla id1, id2, id3, id4, id5, id6 numaralandırılmaktadır. Aynı zamanda dijital girişlerde altı tane anahtar bulunmaktadır. PLC'e program yüklendikten sonra PLC'nin girişleri çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için kullanılmaktadır. Dijital girişler PLC kartında nasıl görüldüğü şekil 4.6'de gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Dijital girişlerin elektronik kartında gösterimi

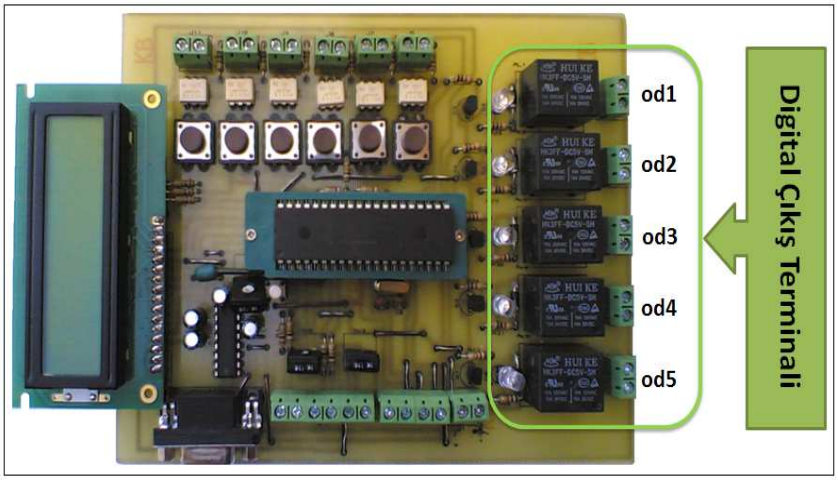
4.3 Tasarlanan PLC'nin dijital çıkışları

PIC'in çıkışını 220v yapmak için, PIC ile 220 VAC'lik yük kontrolünü sağlayacak bir devreye ihtiyaç vardır. Bu işlem için çok çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu çalışmada röle ile kontrol kullanılmıştır. Röleler PIC çıkışına bağlanan transistorlar yardımıyla sürülmektedir. PIC ile kontrolü gerçekleştirilecek devre şemaları şekil 4.7'de gösterilmektedir.



Şekil 4.7. Dijital girişlerin devre bağlantı durumu

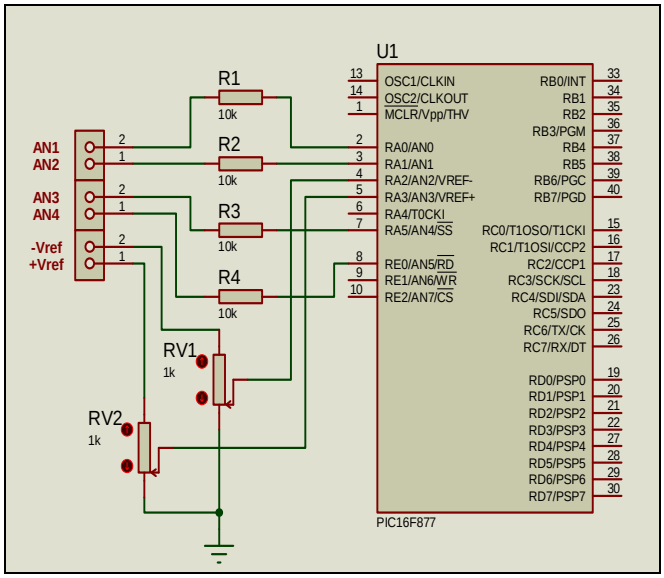
PIC16F877 Dijital çıkışı olarak kullanılan pinler sırasıyla RC4, RC3, RC5, RB6, RB7, donanım kartındaysa sırasıyla do1, do2, do3, do4, do5 numaralandırılmaktadır. Aynı zamanda dijital çıkışlarda beş tane kırmızı LED bulunmaktadır. PLC'e program yüklendikten sonra PLC'in çıkışları çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için kullanılmaktadır. Dijital çıkışlar PLC kartında nasıl görüldüğü şekil 4.8'de gösterilmektedir.



Şekil 4.8. Dijital çıkışların elektronik kartında gösterimi

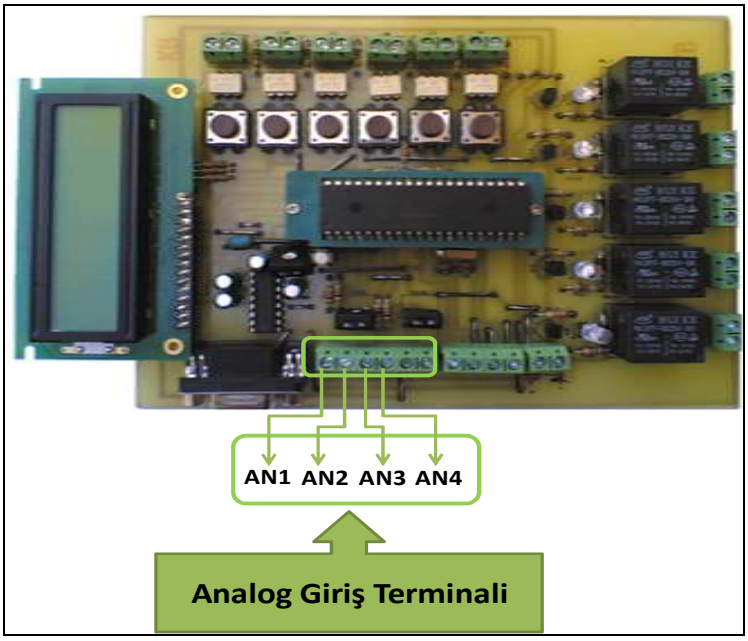
4.5 Tasarlanan PLC'nin analog girişleri

Analog giriş kullandığımız zaman (sıcaklık, basınç, ses, hareket) ilk önce analog değerini dijital değere dönüştürmemiz gerekir. Bu kontrollerin yapılması analog giriş çıkış kartları ile mümkün olmaktadır. Bu işlemi gerçekleştiren cihazlara A/D dönüştürücü adı verilir. Bu cihazlar ölçtüklerini değerlendirerek 0-20mA, 4-20mA ya da 0-10V gibi belli aralıkta ifade edilen sinyallere çevirirler. PIC16F877 sekiz pini (0–5) volt arasında analogtan dijitale dönüştürme imkânı vardır. PIC16F877'nin analog giriş devresi şekil 4.9'de gösterilmektedir.



Şekil 4.9. Analog girişlerin devre bağlantı durumu

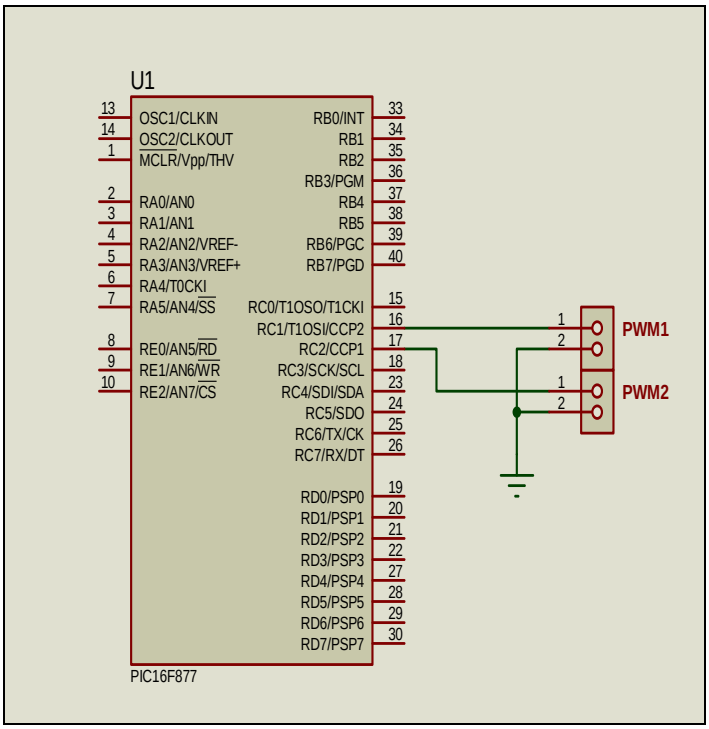
Analog girişte sırasıyla (RA0, RA1, RA5, RE0) pinleri kullanıldı, donanım kartında ise sırasıyla (AN1, AN2, AN3, AN4) numaraları kullanılmaktadır. RA2, RA3 pinleri ise (-Vref, +Vref) referans girişi olarak kullanılmıştır. Referans değerler (0–5) volt arasında sınırlandırılmıştır. Analog girişler PLC kartında nasıl görüldüğü şekil 4.10'de gösterilmektedir.



Şekil 4.10. Analog girişlerin elektronik kartında gösterimi

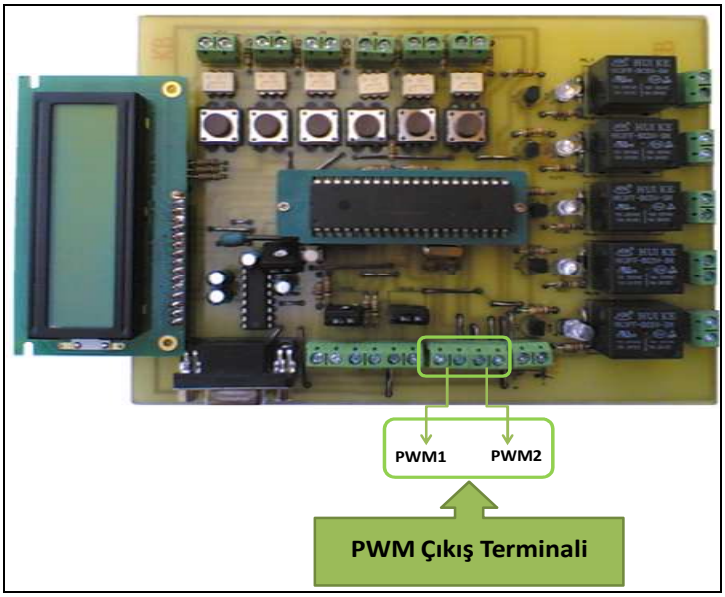
4.6 Tasarlanan PLC'nin PWM çıkışları

PWM, yani darbe genişliği modülasyonu, sabit çıkışı verebilen entegrelere görev süresi istenilen değere göre ayarlı bir kare dalga verdirerek analog çıkışı elde etmesi olayıdır. PWM önemi, mikrodenetleyicilerden biz 5v veya 0v çıkışlar alabiliyoruz. Fakat 4 voltluk bir çıkışa ihtiyacımız olduğunu varsayarsak, bunu tristör vb. ek devre kullanarak elde edebiliriz. Bu çalışmada PWM ile görev süresini, yani darbenin genişliğini ayarlayarak çıkışın 4v değerini ayarlamış oluruz. Düşük olmayan bir kare dalga verdirirsek bu pratikte 4 volt olarak algılanır ve bizi ek bir donanımdan kurtarmış olur. PIC16F77 serisi mikrodenetleyiciler iki adet PWM modülüne sahiptir. Bunlar PORTC'nin birinci ve ikinci bacaklarındadırlar. Bu mikrodenetleyicilerin PWM modüllerini kullanabilmek için çeşitli ayarları yapmak gerekir. PIC16F877'nin PWM giriş devresi şekil 4.11'de gösterilmektedir.



Şekil 4.11. PWM çıkışların devre bağlantı durumu

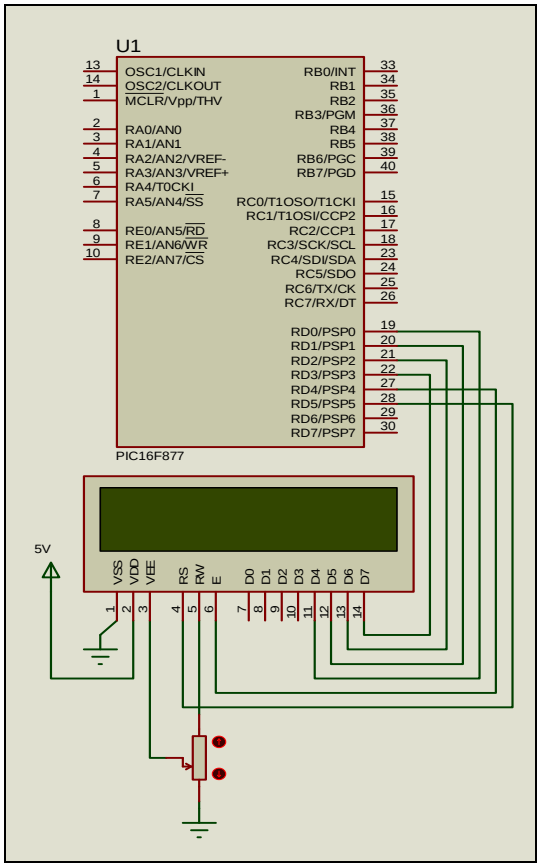
PIC16F877 PWM çıkışı olarak kullanılan pinler sırasıyla RC1, RC2, donanım kartındaysa sırasıyla PWM1, PWM2 numaralandırılmaktadır. PWM çıkışlar PLC kartında nasıl görüldüğü şekil 4.12'de gösterilmektedir.



Şekil 4.12. PWM çıkışların elektronik kartında gösterimi

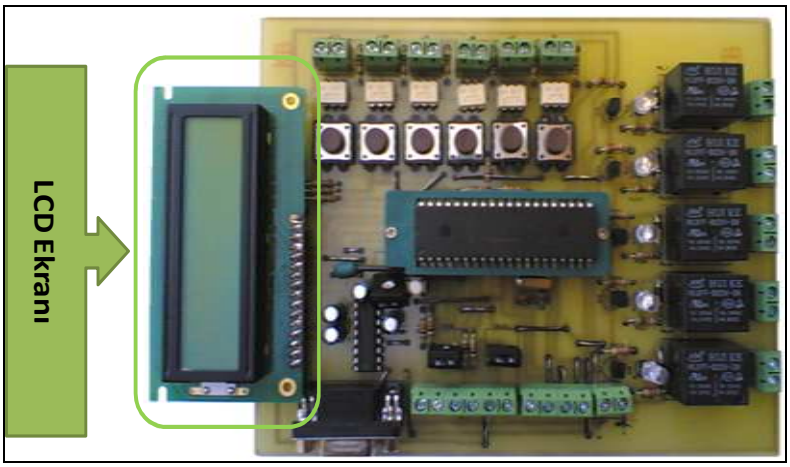
4.7 Tasarlanan PLC'nin LCD devresi

LCD'ler dışarıya bilgi aktarmak için kullanılan en yaygın birimlerdendir. LCD ekranları bize birçok harfi, sayıları, sembolleri görüntüleme imkânı verirler. LCD'ler, bilgisayarda kullanılan ekran kartları gibi ekrana yazılan bilgilerin sürekli görünebilmeleri için tarama işlemini yapan entegrelerle birlikte üretilip satılırlar. Bu entegrenin özelliklerini tam olarak bilmek ekranı her yönüyle kontrol etmek manasına gelir. Genelde kullanılan bir LCD sürücü entegresi *Hitachi* firmasının üretmiş olduğu HD44780 entegresidir. Bu tasarımda 4-bit LCD bağlantısı kullanıldı. LCD'i PIC16F877'ye nasıl bağlandığı şekil 4.13'te gösterilmektedir.



Şekil 4.13. LCD devre bağlantı durumu

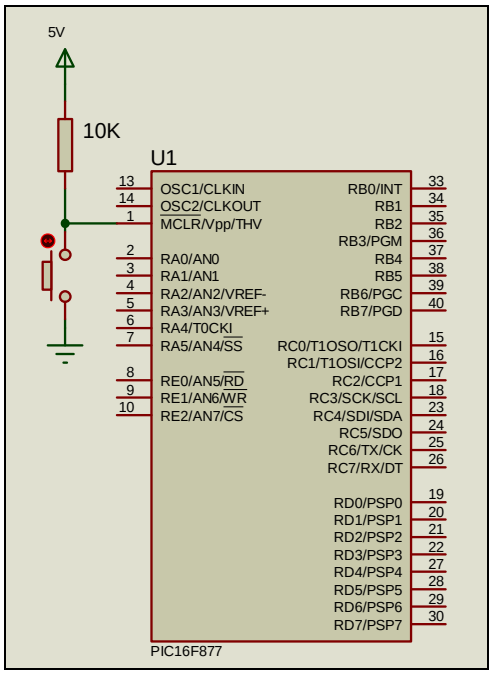
Bu bağlantı LCD'deki (D4, D5, D6, D7) mikrodenetleyicinin (RD0, RD1, RD2, RD3) pinlerine bağlanmaktadır, ayrıca RS mikrodenetleyicinin RD5 pinine, E piniyse mikrodenetleyicinin RD4 pinine bağlanmaktadır. LCD'nin PLC kartında nasıl görüldüğü şekil 4.14'te gösterilmektedir.



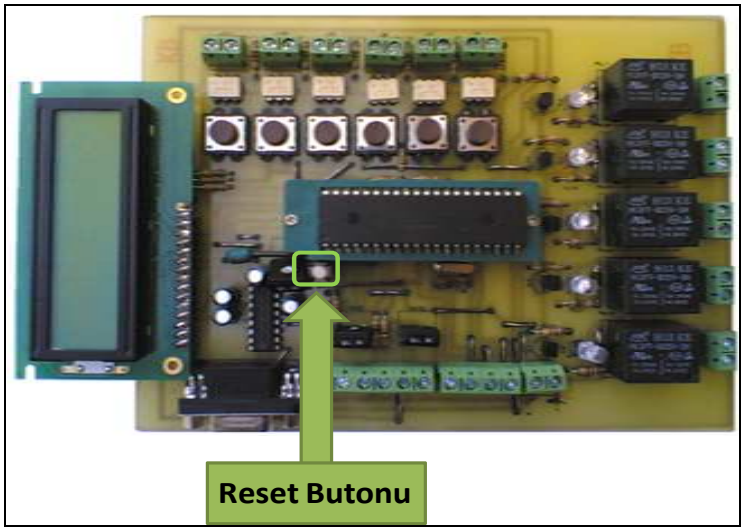
Şekil 4.14: LCD ekranının elektronik kartında gösterimi

4.8 Tasarlanan PLC'nin reset devresi

PLC'e yazılan programı yükledikten sonra donanım kartında PLC'nin çalışmasını kesip başlangıca döndürebilmemiz için PIC'in 1 numaralı ucu MCLR olarak kullanılmaktadır. MCLR ucuna 0 Volt uygulandığında programın çalışması başlangıç adresine döner. Programın ilk başlangıç adresinden itibaren tekrar çalışabilmesi için, aynı uca +5 Volt gerilim uygulanmalıdır. PIC16F877'nin reset devresi şekil 4.15'te gösterilmiştir. Tasarlanan PLC'nin reset butonu elektronik kartında nasıl görüldüğü şekil 4.16'de gösterilmektedir.



Şekil 4.15. Reset devre bağlantı durumu



Şekil 4.16. Reset butonunun elektronik kartında gösterimi

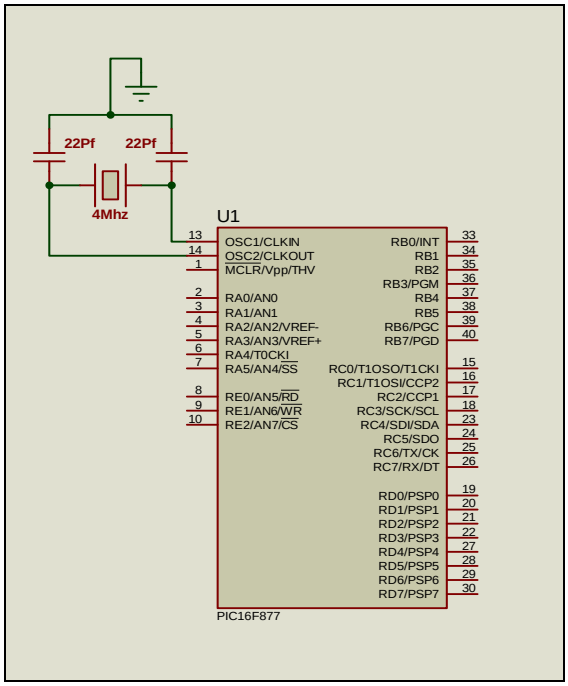
4.9 Tasarlanan PLC'nin osilatör devresi

PIC16F877 mikrodenetleyicilerinde 4 çeşit osilatör bulunmaktadır. Kullanıcı bu 4 çeşitten birini seçerek iki konfigürasyon bitini (FOSC1 ve FOSC2) programlayabilir. PIC16F877'te saat uçları 13. ve 14. bacaklardır. Hazırlanacak olan PLC programlarında kullanılan osilatör tipi PLC programının çalışma hızını hassasiyetini etkileyeceğinden dolayı uygun bir osilatör devresi kullanılmalıdır. Çizelge 4.2'de farklı osilatör çeşitleri ve özellikleri görülmektedir.

Çizelge 4.2. Osilatör çeşitleri

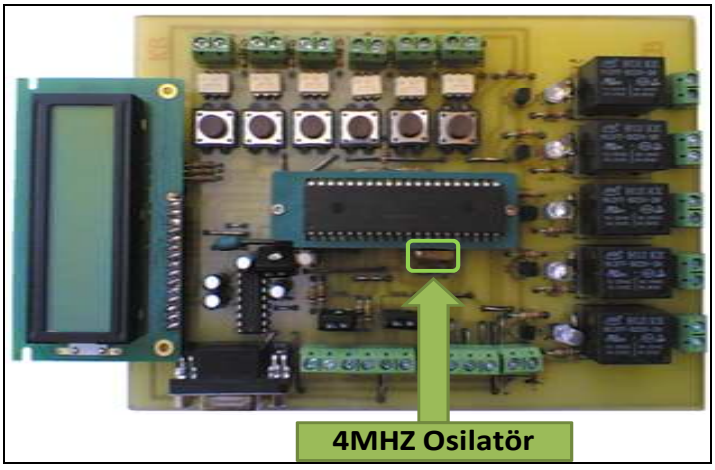
Osilatör Tipi	Tanımı	Özelliği	Frekansı
LP	Kristal osilatör veya seramik rezonatör	Asgari akım	40KHz
XT	Kristal osilatör veya seramik rezonatör	Genel amaçlı	4MHz
HS	Kristal osilatör veya seramik rezonatör	Yüksek hız	20MHz
RC	Direnç/Kapasitör zaman sabitli	Düşük maliyet	4MHz

Tasarımda Kristal osilatör kullanılmakta. Kristal osilatör RC osilatörlere göre çok daha hassastırlar. Bu modlar, kristal osilatör veya rezonatörlerin, OSC1/saat giriş ve OSC2/saat çıkış uçlarına bağlanmalarıyla kurulmaktadır. Kristal osilatör XT tipi kullanılmaktadır. Şekil 4.17'da gördüğümüz gibi kullandığımız osilatörün iki bacağı PIC16F877'nin (OSC1, OSC2) pinlerine bağlanılmıştır.



Şekil 4.17. Osilatör devre bağlantı durumu

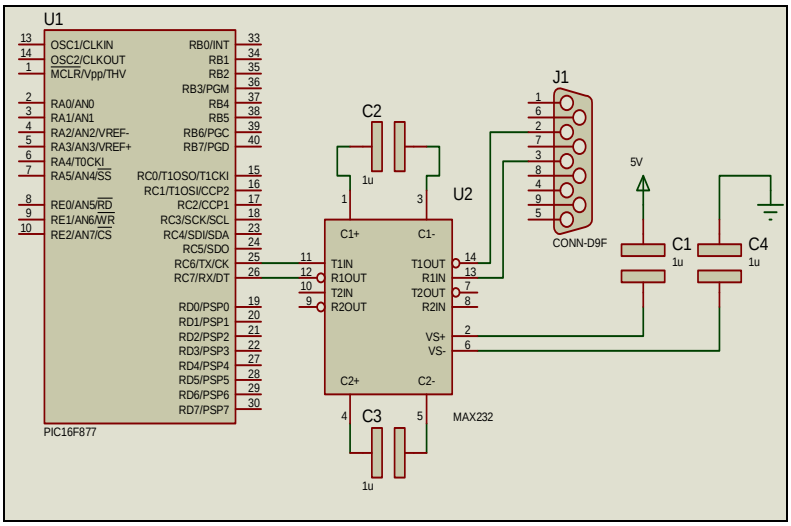
Tasarlanan PLC'nin osilatörü elektronik kartında nasıl görüldüğü şekil 4.18'de gösterilmektedir.



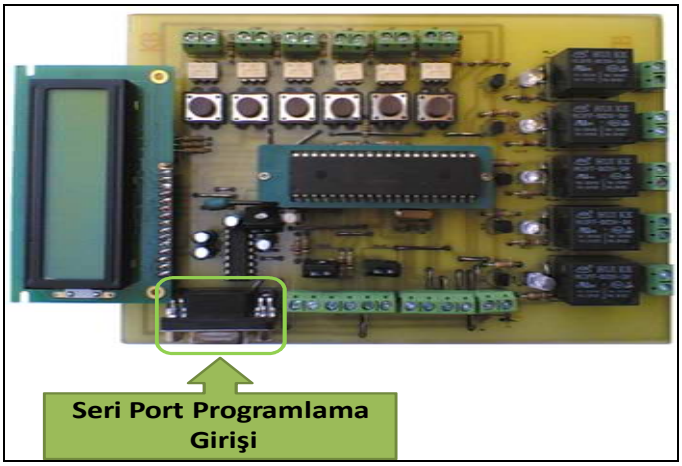
Şekil 4.18. XT osilatör elektronik kartında gösterimi

3.10 Tasarlanan PLC'nin programlama devresi

Tasarlanan PLC'ye HEX kodunu yüklemek için *Bootloader* kullanılmaktadır. PİC'i *Bootloader* ile programlama yapabilmek için GND, VCC, reset (MCLR), RX ve TX pinleri kullanılmaktadır. TX ve RX veri almak ve veri yollamak bacakları olduğu için, MAX232 entegre araçlığı ile bilgisayarın seri portonun ikinci ve üçüncü pinlerine bağlanmaktadır. Bu entegrenin yaptığı iş aslında oldukça basittir, bilgisayarımızın seri portundaki veri +12V, -12V voltaj seviyelerini mikrodenetleyicimizin kullanabileceği +5V ve 0V seviyelerine çekmektedir. PIC16F877'nin programlama devresi şekil 4.19'de gösterilmiştir. Tasarlanan PLC'nin programlama girişi elektronik devrede nasıl görüldüğü şekil 4.20'de gösterilmektedir.



Şekil 4.19. Programlama devre bağlantı durumu



Şekil 4.20. Programlama elektronik kartında gösterimi

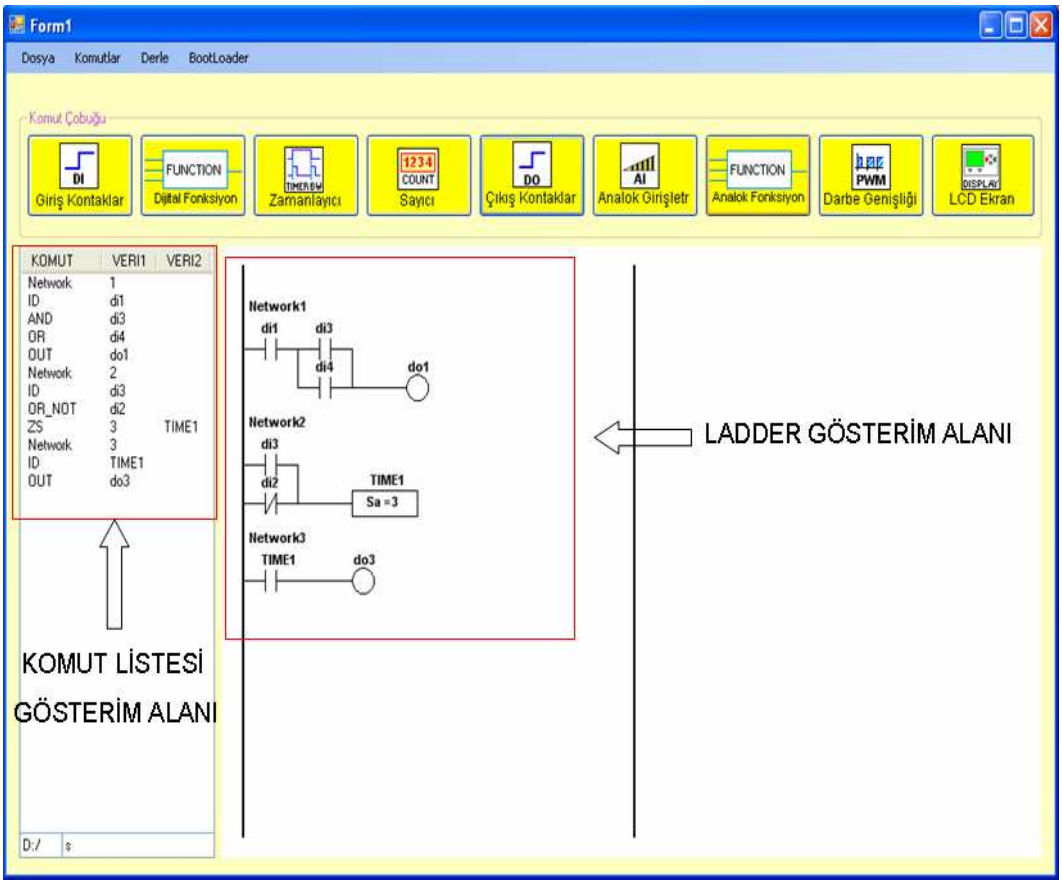
5. GELİŞTİRİLEN PC YAZILIMI

Bu yüksek lisans tez çalışmasında tasarlanan ve dördüncü bölümde incelenen PIC16F877 ile 6 giriş/5 çıkış ve 4 analog giriş/2 PWM çıkışlı PLC donanımını destekleyen PLC yazılımı bu bölümde incelenmektedir. Geliştirilen yazılımda PLC'lerde kullanılan komut listesi ve Ladder diyagramları olarak bilinen programlama dilindekine benzer komutlar oluşturulmuştur. Bu işlem için PIC C dili komutları kullanılmaktadır. PLC komutu C dosyaları yardımıyla tanımlanmıştır. Bu dosyaları elde edilmesinde *PICC LİTE* programından faydalanılmıştır. Buna göre PLC dosyaları kullanılarak istenilen problemin çözümü mümkün olabilmektedir. Geliştirilen yazılım "plc.h", "lcd1_plc.h", "ad_plc.c", time_plc.c, "pwm_plc.c" ve "lcd1_plc.c" olmak üzere tanımlama dosyaları kullanmaktadır.

Program esas olarak okunan komutları C kodu eşitliklerine dönüştürmektedir. Daha sonra bu eşitlikler donanımın tasarımında kullanılmış mikrodenetleyiciye ait bir derleyici ile derlenerek makine kodlarına çevrilmektedir. Bu yazılımı donanımdan bağımsız hale getirmektedir. Yazılım tasarlanan her donanıma adapte edilebilir. Bu çalışmada mikrodenetleyici olarak *MicroChip* firmasına ait PIC16F877 işlemcisi ve derleyici olarak da *HI-TECH* firmasına ait *PICC LITE* Compiler kullanılmıştır.

PLC için geliştirilen yazılım kolay programlamayı sağlayacak şekilde komut listesi ve Ladder diyagramları oluşturabilecek bir ara yüzü tasarlanmaktadır. Komut listesi çözerek okuyarak eşitliklerine dönüştürecek algoritmayı ve dosya kaydetme-açma gibi standart fonksiyonları içermektedir. Yazılım geliştirilirken Microsoft Visual Studio. Net 2008 ortamı kullanılmıştır. Programın çizim ara yüzü şekil 5.1'de gösterilmiştir.

Ara yüzü programı yazılırken kullanılan komutlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır. *LD* (yükle), *LD_NOT* (Tümleyenini yükle) gibi lojik işleme başlatma komutları, *AND* (VE), *OR* (VEYA), *AND_NOT* (Tümleyenine VE), *OR_NOT* (Tümleyenine VEYA) gibi temel lojik isleme komutları ve *OUT* (ÇIKIS) gibi çıkış atama komutlarıdır. Bunlara ek olarak *TİME* (ZAMANLAYICI), *COUNTER* (SAYICI) ve program denetimi sağlayan program denetim komutları vardır. Komutların ara yüzündeki karşılıkları çizelge 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. PC ara yüzü programı

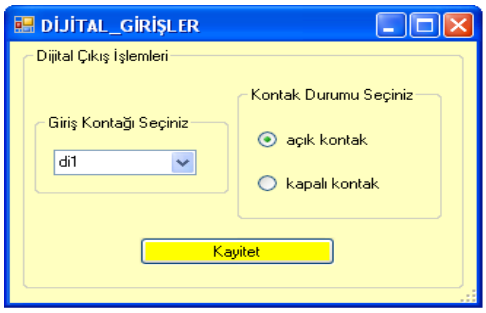
Çizelge 5.1. Komutların ara yüz'deki karşılıkları

KOMUTLAR	KONTAK PLAN	KOMUT LİSTESİNİN
LOAD		ID
LOAD NOT		ID_NOT
OR		OR
OR NOT		OR_NOT
AND		AND
AND NOT		AND_NOT
SET	SET	SET
RESET	RFT	RET
OUT		OUT
OUT NOT		OUT_NOT
ANALOG GİRİS	AN	AN
PWM	PWM	PWM
LCD	LCD	LCD_CHAR

Ara yüzü programını doğru şekilde kullanabilmek için araç çubuğundaki butonlar ne işe yaradığı anlamak gerekir. Araçlar aşağıda açıklanmıştır:

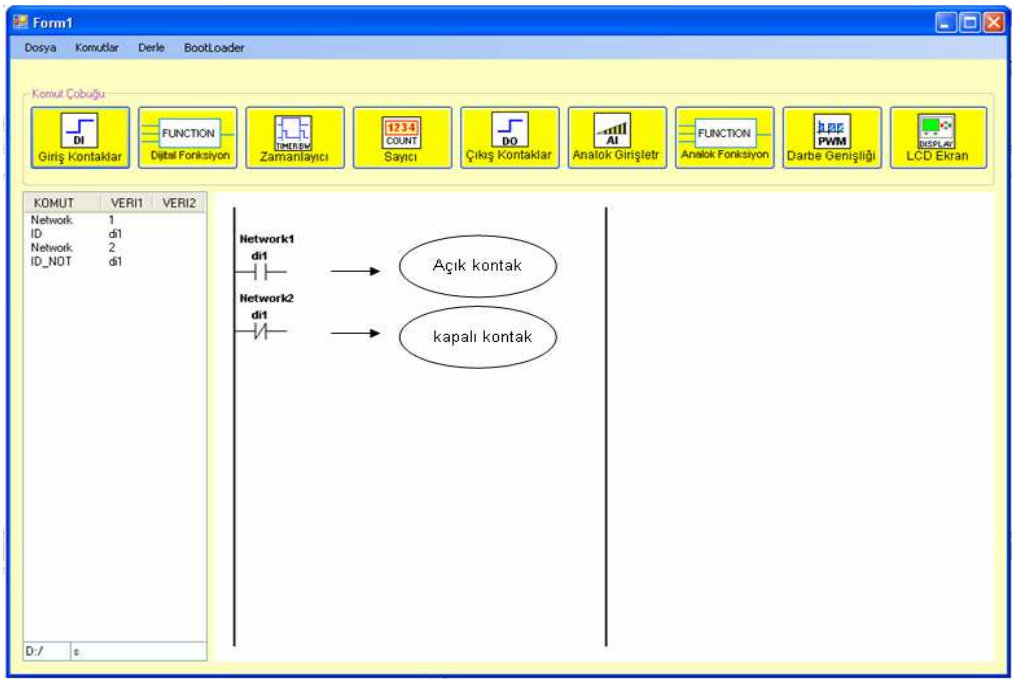
5.1 Giriş kontaklar:

Bu kontaklar programın ilk elemanıdır. Bu kontakların iki tür durumu mevcuttur. Birincisi normalde açık kontak ikincisi ise normalde kapalı kontaktır. Ana forumda giriş kontaklar butona tıklandığında ekrana aşağıdaki şekil 5.2 görülecek.



Şekil 5.2. Dijital girişler formu

Açılan forumda giriş kontağı seçerek açık ve ya kapalı olduğunu belirleyerek, kayıt et butonuna basıldığında ana forumda aşağıdaki şekil 5.3 görülecek.



Şekil 5.3. Açık ve kapalı giriş kontakların ana forumda görünümü

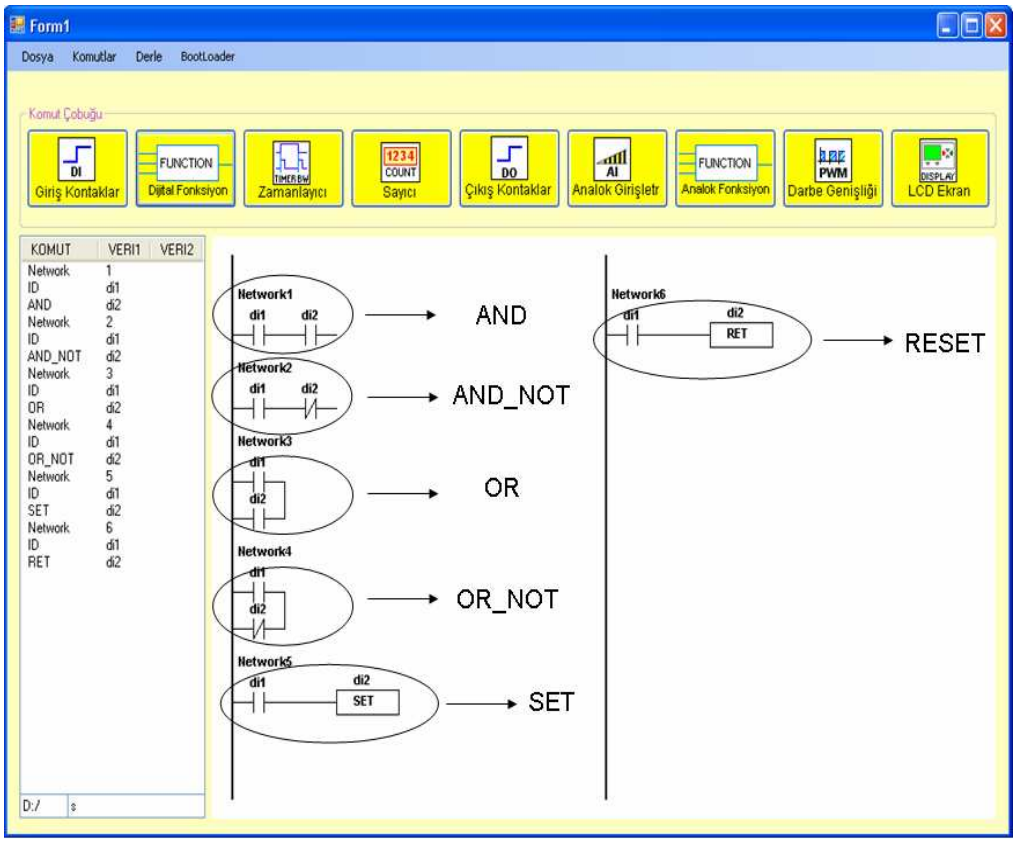
5.2 Dijital fonksiyonlar:

Bu butona tıklandığında ekrana şekil 5.4'teki forum görülecek.



Şekil 5.4. Dijital fonksiyonlar formu

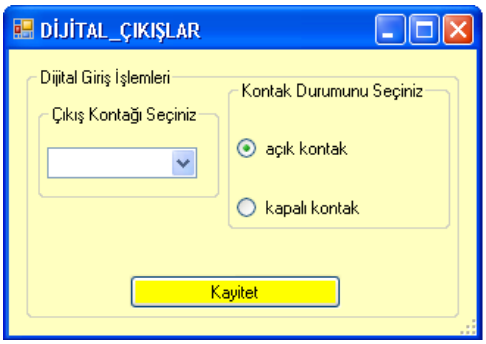
Dijital fonksiyonun türü ve kontağını belirleyip kayıt et butonuna basıldığında ana forumda şekil 5.5 görülecektir.



Şekil 5.5. dijital fonksiyonların ana forumda görünümü

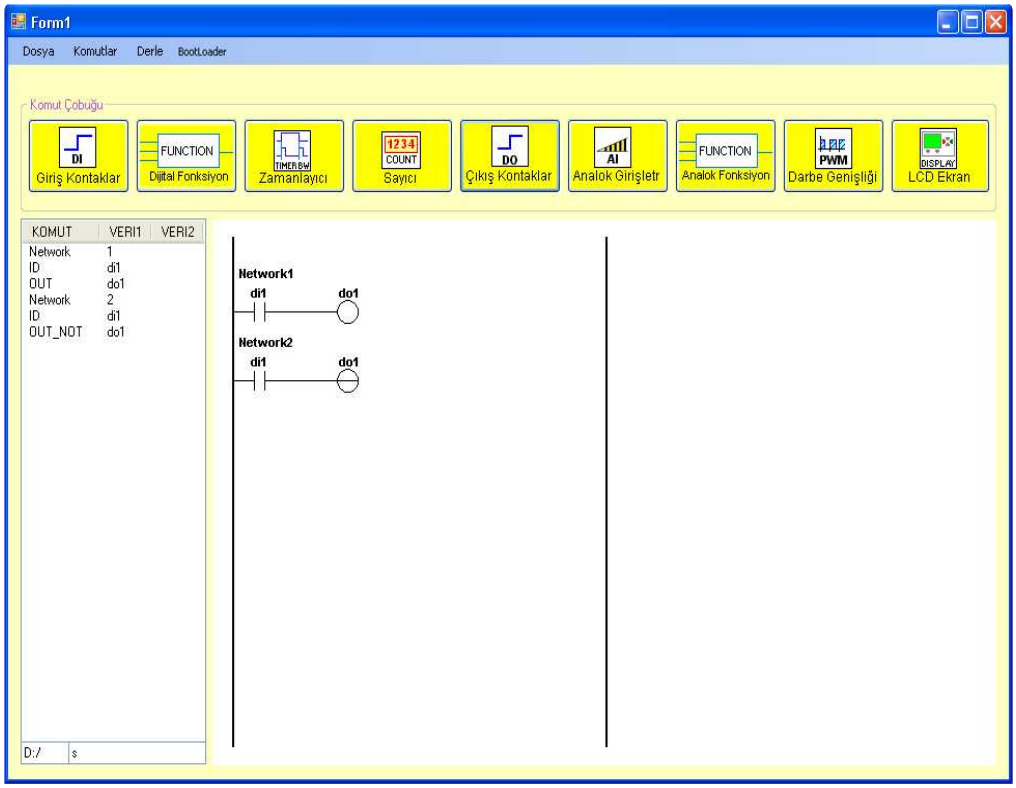
5.3 Çıkış kontaklar:

Normalde açık ve kapalı olmak üzere iki çeşittir. Bu kontaklar çıkışa bağlanan yükleri ve ya yardımcı röleleri süren elemandır. Çıkıştaki alıcıların en son durumlarına göre çıkışa bağlı yüklerin hemen sürülmesi için kullanılmaktadır. Bu butona tıklandığında ekrana şekil 5.6'deki forum görülecek.



Şekil 5.6. Dijital çıkışlar formu

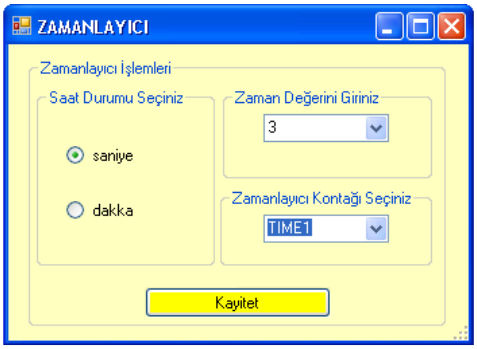
Çıkış kontağı seçerek açık ve ya kapalı olduğunu belirleyip kayıt et butonuna basıldığında ana forumda şekil 5.7 görülecektir.



Şekil 5.7. Dijital çıkışların ana forumda görünümü

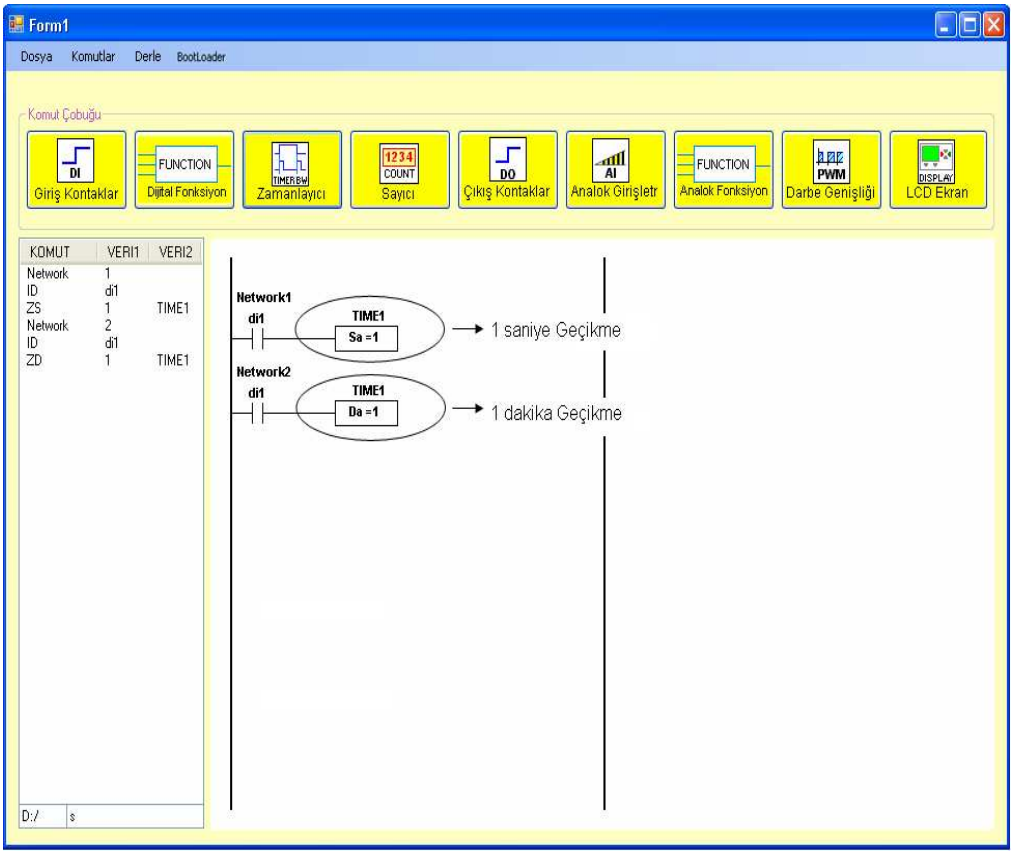
5.4. Zamanlayıcı:

Programda 8 adet zaman rölesi vardır ve tümünün bazı zamanı ZD ve ZS tir. Her biri 0 ile 65535 arasındaki bir sayıya set edilir. Ana forumda zamanlayıcı butona tıklandığında ekrana şekil 5.8'deki forum görülecek.



Şekil 5.8. Zamanlayıcı formu

Zaman durumu, kontağı ve değeri seçerek kayıt et butonuna basıldığında ana forumda şekil 5.9 görülecek.



Şekil 5.9. Zamanlayıcının ana forumda görünümü

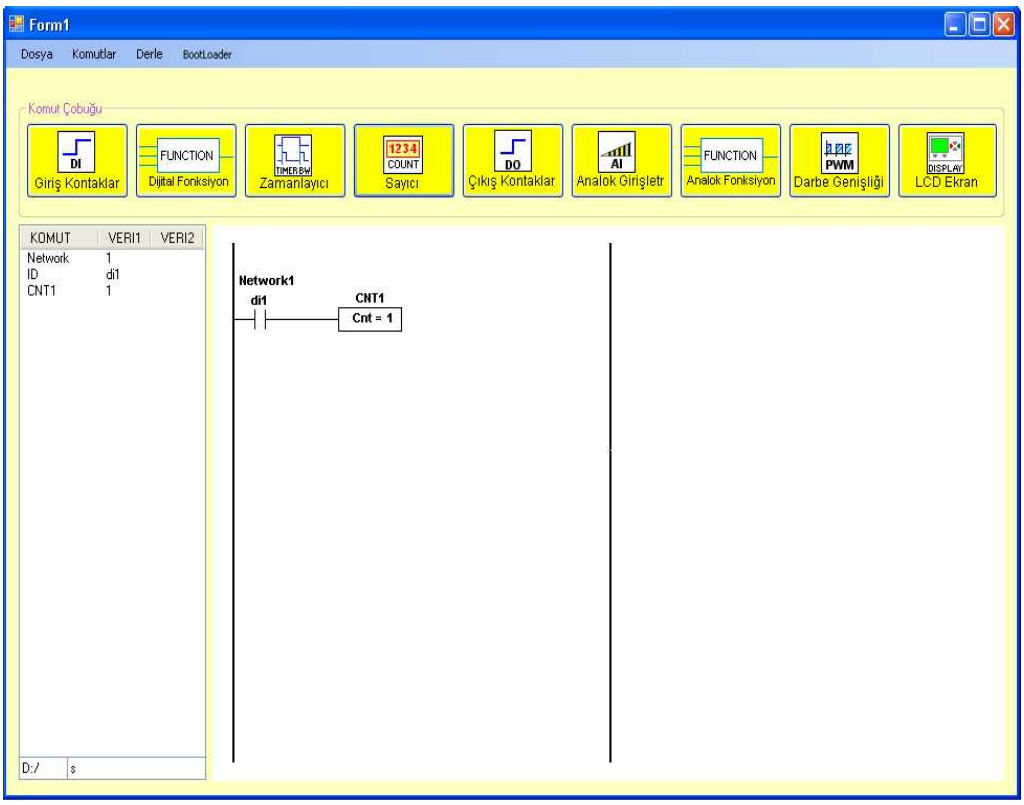
5.5. Sayıcı:

CNT1'den CNT8'e 8 adet sayaç bulunmaktadır. Bu sayaçlar 0 ile 65535 arasında set edilen bir değerde sayımı gerçekleştirebilmektedir. Sayaç, *set* değerine olaştıktan sonra girdisinde oluşan değişimlerle ilgilenmez. Ana forumda sayaç butona tıklandığında ekrana şekil 5.10'deki forum görülecek.



Şekil 5.10. Sayıcı formu

Sayıcı kontağı ve değeri seçerek kayıt et butonuna basıldığında ana forumda şekil 5.11 görülecek.



Şekil 5.11. Sayıcının ana forumda görünümü

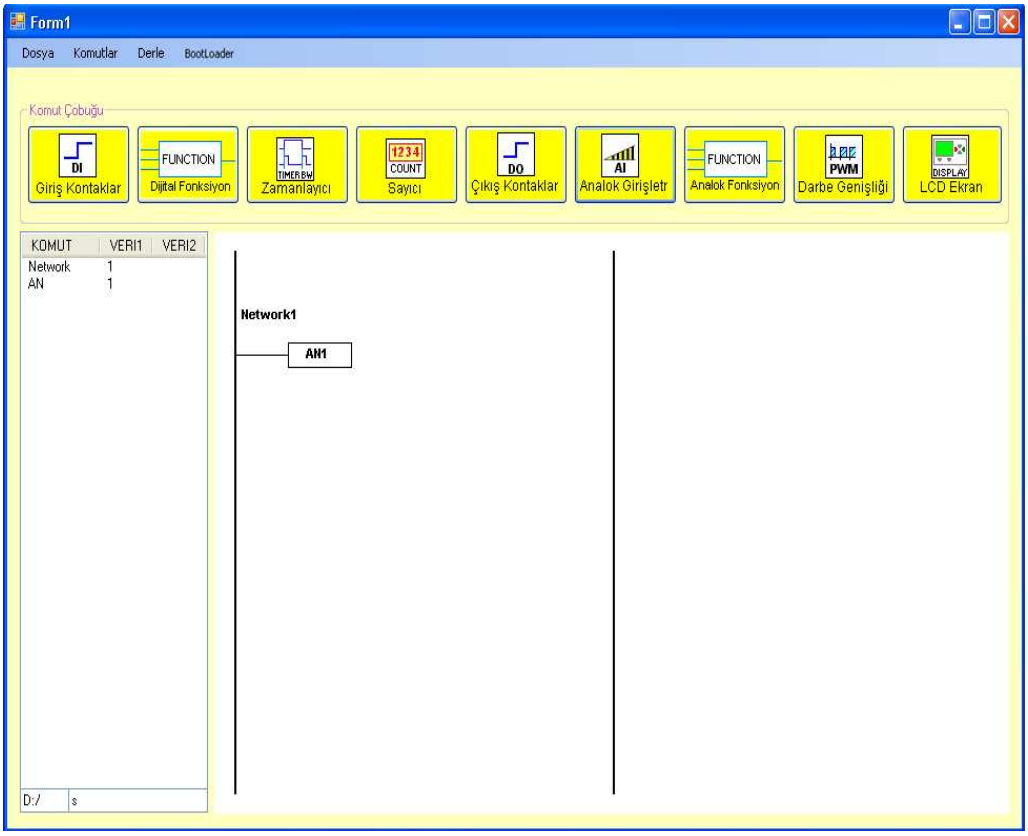
5.6. Analog girişler:

Programda dört tane analog giriş seçeneği bulunmaktadır. Her biri (0–5) volt arasında değer okuyabilmektedir. Bu butona tıklandığında ekrana şekil 5.12'deki forum görülecek.



Şekil 5.12. Analog girişler formu

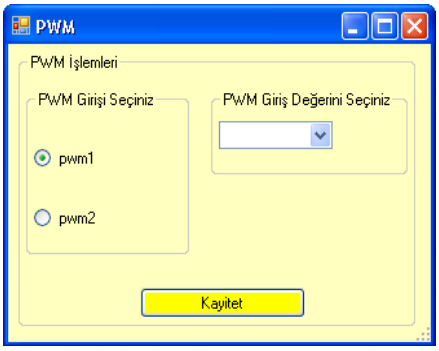
Analog girişi seçerek kayıt et butonuna basıldığında ana forumda şekil 5.11 görülecek.



Şekil 5.13. Analog girişlerin ana forumda görünümü

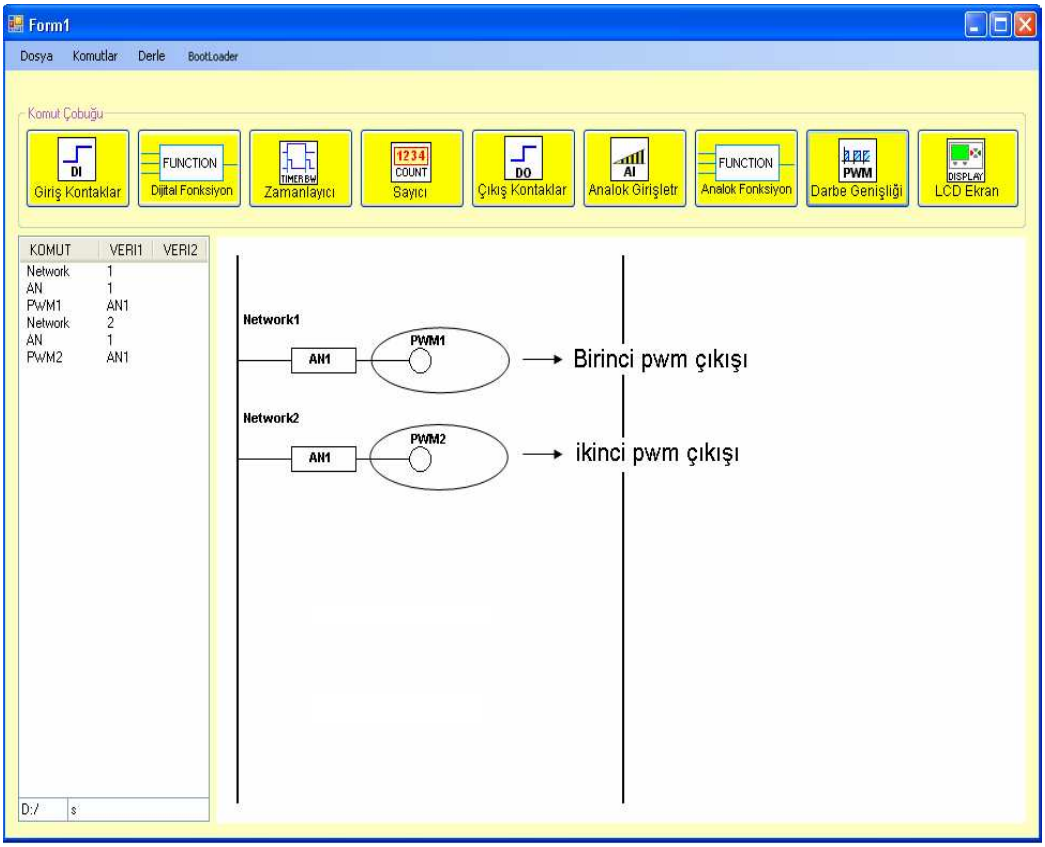
5.7. PWM çıkışlar:

Programda 2tane darbe genişlik modülasyonu seçeneği bulunmaktadır. PWM görev süresini değiştirerek değişik PWM çıkışı elde edilmektedir. Ana formda PWM butona tıklandığında ekrana şekil 5.14'deki forum görülecek.



Şekil 5.14. PWM çıkışları formu

Açılan forumda PWM giriş değeri seçerek pwm1 ve ya pwm2 olduğunu belirleyerek, kayıt et butonuna basıldığında ana forumda şekil 5.15 görülecek.



Şekil 5.15. PWM çıkışların ana forumda görünümü

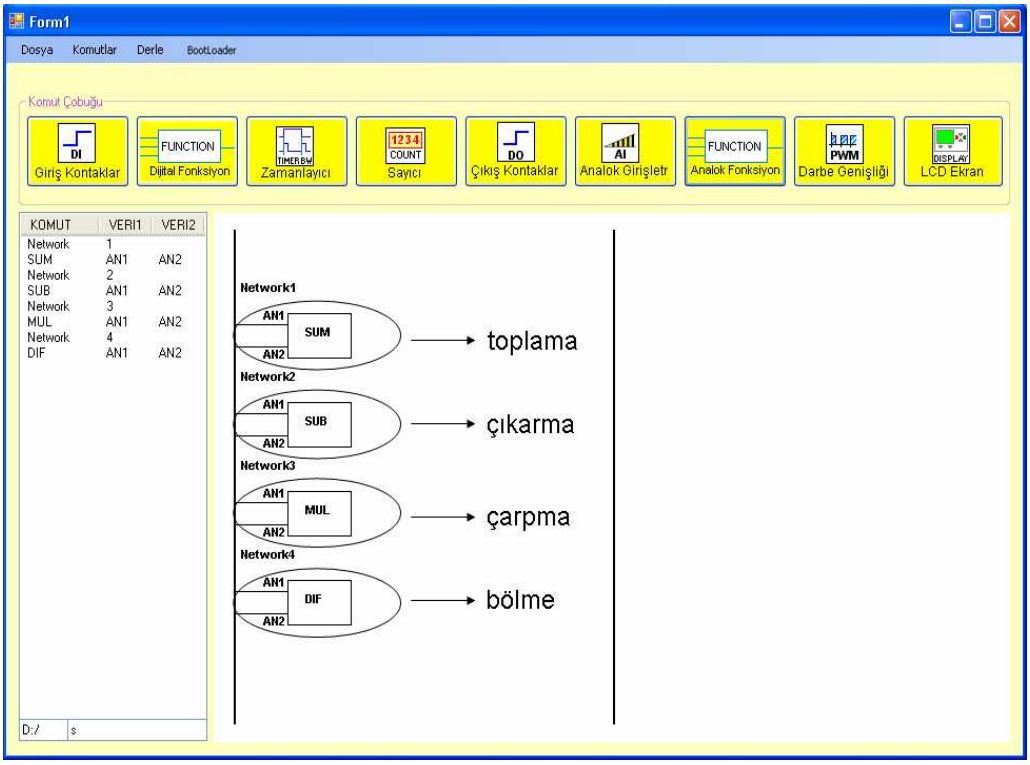
5.8 Analog Fonksiyonlar:

Programın diğer özelliklerinden biriside hesaplama ve analog veri işleme fonksiyonlarıdır. Bu fonksiyonlar, toplama (*Addition*), çıkarma (*Subtraction*), çarpma (*Multiplication*), ve bölme (*Division*) fonksiyonlarıdır. Ana formda PWM butona tıklandığında ekrana şekil 5.16'deki forum görülecek.



Şekil 5.16. Analog fonksiyonlar formu

Analog fonksiyonun türü birinci ve ikinci girişini belirleyip kayıt et butonuna basıldığında ana forumda şekil 5.17 görülecektir.

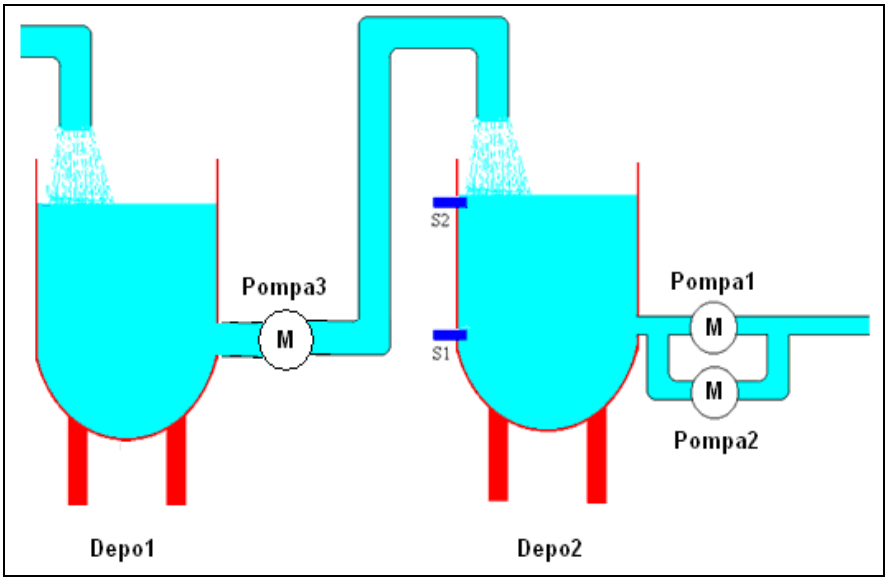


Şekil 5.17. Analog fonksiyonların ana forumda görünümü

6. TASARLANAN PLC'İ İLE YAPILAN UYGULAMALAR

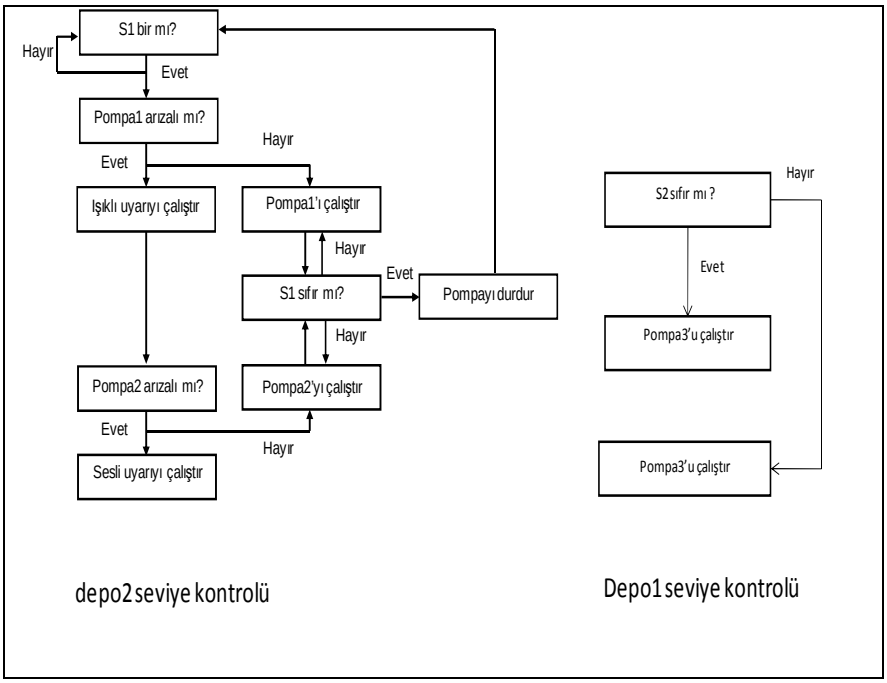
6.1 Depo Seviye Kontrolü Örneği

Depo2'de (S1) seviyesinde boş, (S2) seviyesinde doludur. Depo1 sürekli doldurulmaktadır. Depo2 pompa3 araçlığı ile depo1'den doldurulmaktadır. Su depo2'de (S2) seviyesine olaştığında pompa3 duracak. Su depo2'de (S1) seviyesine olaştığında pompa1 çalışarak depoyu boşaltacak, boşaldığında kendiliğinden duracaktır. Boşaltma sırasında pompa1 arızalanırsa Pompa2 otomatik devreye girerek boşaltmaya devam edecek, pompa1 veya pompa2 arızalanması sinyal lambası ile iki pompanın da arızalanması sesli alarm ile ikaz edilecektir. Ayrıca LCD ekranı ile pompaların hangisi arizalı olduğu gösterilmektedir. Pompalardaki arızalar çeşitli şekillerde gerçekleşebilir. Buradaki uygulamada motorun aşırı akımdan dolayı arızalandığını kabul edeceğiz.



Şekil 6.1. Depo seviye kontrolü

Program adımlarını belirlemek için sistemin akış şemasını çıkarmak gerekir. Belirtmiş olduğumuz gibi bir problemin çözümünü gerçekleştirebilmek için problemi doğru bir şekil'de tanımlamamız gerekir. Bu tanımlama işleminde sistemin akış şeması oldukça yararlı olmaktadır. Depo seviye kontrolünün akış şeması şekil 6.2'de gösterilmektedir.



Şekil 6.2: Depo Seviye Kontrolü

Kontrol Programını Yapmak için veri açıklaması çizelge 6.1'de gösterilmektedir:

Çizelge 6.1. Depo seviye kontrolü veri açıklaması

VERİ	VERİ AÇIKLAMASI
di1	Başlatma butonu
di2	Durdurma butonu
di3	Motor1 arızalı olduğu anlamına gelir
di4	Motor2 arızalı olduğu anlamına gelir
di5	Seviyesinde boş
di6	Seviyesinde doludur
do1	Işıklı ikaz için sinyal lambası
do2	Sesli ikaz için korna
do3	Motor1 çalıştıran kontaktör
do4	Motor2 çalıştıran kontaktör

Ara yüzü araçlığı ile yazılan PLC programını anlatmak için aşağıda aşamalar ile açıklanmıştır:

Aşama 1:

Sistemin çalışmaya başlaması için gerekli sinyali göndermek için kullanılır.

Aşama 2:

Sistemin çalışmaya başlayınca LCD ekranında “sistem calisiyor” gösterilmektedir.

Aşama 3:

Sistemin durmasını sağlamak için kullanılır. Acil stop işlemi de buradan yapılır.

Aşama 4:

Sistem durdurma butonuna basılınca LCD ekranında “sistem duruyor” gösterilmektedir.

Aşama 5:

M0 yardımcı kontağından sinyal gelmesi halinde ve motorların birinden arıza sinyali gelecek olursa ışıklı uyarıyı çalıştırır.

Aşama 6:

M0 yardımcı kontağından sinyal gelmesi halinde ve motorların her ikisinden arıza sinyali gelecek olursa sesli uyarıyı çalıştırır.

Aşama 7:

İki motorun arizalı olduğu durumda LCD ekranında “m1 ve m2 arizali” gösterilmektedir.

Aşama 8:

Sisteme başlama sinyali geldikten sonra üst seviye sensorundan gelen sinyalle birinci pompayı çalıştırır.

Aşama 9:

Sisteme başlama sinyali geldikten sonra üst seviye sensorundan bir geldiyse, eğer birinci pompa bozuksa ikinci pompayı çalıştırır.

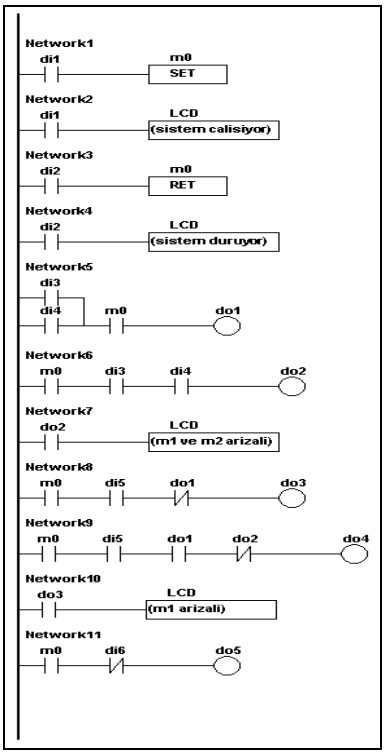
Aşama 10:

Bir motorun arizalı olduğu durumda LCD ekranında “m1 arizalı” gösterilmektedir.

Aşama 11:

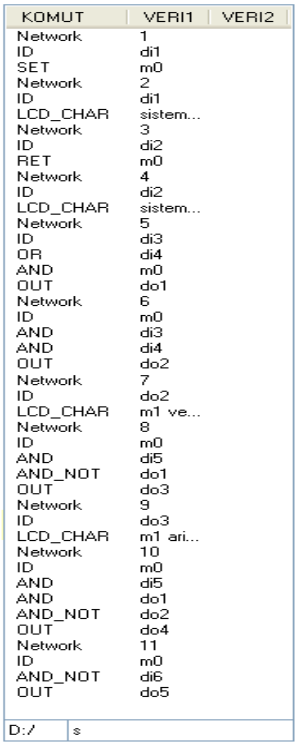
Üst seviye sensorundan gelen sinyale bağlı olarak M3 pompayı durdurur.

Yapılan PLC için gerekli kontrol programı hazırlanmıştır. Kontrol programının “*Ladder* diyagram” ile hazırlanmış hali Şekil 6.3’teki gibi olacaktır.



Şekil 6.3. Depo seviye kontrolü PLC Ladder diyagramı

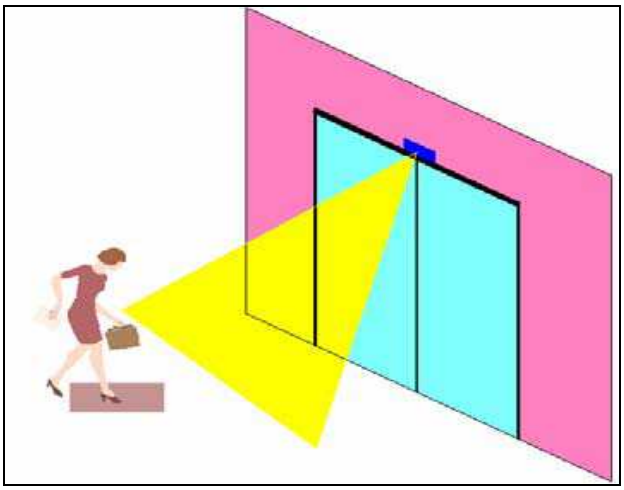
Kontrol programının “komut listesinin gösterimi (STL)” ile hazırlanmış hali şekil 6.4’teki gibi olacaktır:



Şekil 6.4. Depo seviye kontrolü PLC (STL) gösterimi

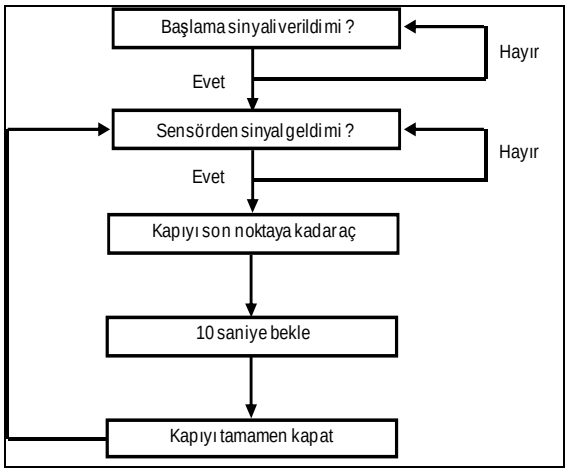
6.2 Otomatik Açılıp Kapanan Kapı Örneği

Bu uygulamada çevremizde sık karışılabileceğimiz bir sistemin uygulaması yapılacaktır. Özellikle büyük alışveriş merkezlerinde bu tür kapılar bulunur. Her iki yönde de bulunan sensor ile yaklaşan kişi veya nesneyi algılayarak kapının otomatik olarak açılması sağlanır. Kapı ayarlanan süre sonunda kendiliğinden kapanır.



Şekil 6.5. Otomatik açılıp kapanan kapı resmi

Program adımlarını belirlemek için sistemin akış şemasını çıkarmak gerekir. Problemin çözümüne geçmeden önce sistemin akış diyagramı ile problemi tanımlanması yerinde olacaktır. Akış diyagramı ile sistemin çalışması daha kolay bir şekilde gözlenebilir. Ayrıca kullanılacak giriş çıkış sayısı da gözlenebilir. Problemin akış diyagramı şekil 6.6'da gösterilmektedir.



Şekil 6.6. Otomatik kapının akış diyagramı

Kontrol Programını Yapmak için veri açıklaması çizelge 6.2'de gösterilmektedir:

Çizelge 6.2. Otomatik kapının veri açılaması

VERİ	VERİ AÇIKLAMASI
di1	Başlatma butonu
di2	Durdurma butonu
di3	Sensordan gelen sinyal
di4	Kapı açma yönünde son konuma geldiğinde bildiren sensor
di5	Kapı kapanma yönünde son konuma geldiğinde bildiren sensor
di1	Kapı açma motoru
do2	Kapı kapatma motoru

Ara yüzü araçlığı ile yazılan PLC programını anlatmak için aşağıda aşamalar ile açıklanmıştır:

Aşama 1:

di1 girişine bağlı olan başlama butonu ile m0 dâhili rölesi set edilmiştir.

Aşama 2:

di2 girişine bağlı olan durdurma butonu ile m0 rölesi reset edilmiştir.

Aşama 3:

Kapının açma yönünde çalışması için gerekli olan do1 çıkışını aktif duruma getiren satırdır. Başlatma butonuna basılıp, di3 girişine bağlı olan kapı üstü sensorundan sinyal geldiğinde çalışır.

Aşama 4:

Kapı açma yönünde son konuma geldiğinde son konum sensorunun bağlı olmuş olduğu di4 gelen sinyalle çalışır. Kapının açma yönündeki sinyali keser.

Aşama 5:

Kapı açma yönünde son konuma geldiğinde son konum sensorunun bağlı olmuş olduğu di4 gelen sinyalle çalışır. Zamanlayıcıyı çalıştırır.

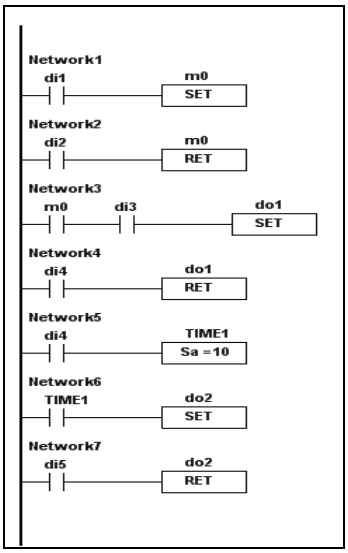
Aşama 6:

Zamanlayıcıdan sinyal geldiğinde (10 saniye sonunda) kapıyı kapatma yönünde çalıştırır.

Aşama 7:

Kapının tamamen kapanması di5'ten gelen sinyalle algılanır. Bu sinyal geldiğinde kapının kapatma yönündeki sinyali kesilir.

PLC için gerekli kontrol programı hazırlanmıştır. Kontrol programının "*Ladder* diyagram" ile hazırlanmış hali Şekil 6.7'deki gibi olacaktır:



Şekil 6.7. Otomatik kapının PLC Ladder diyagramı

Kontrol programının "komut listesinin gösterimi (STL)" ile hazırlanmış hali şekil 6.8'deki gibi olacaktır:

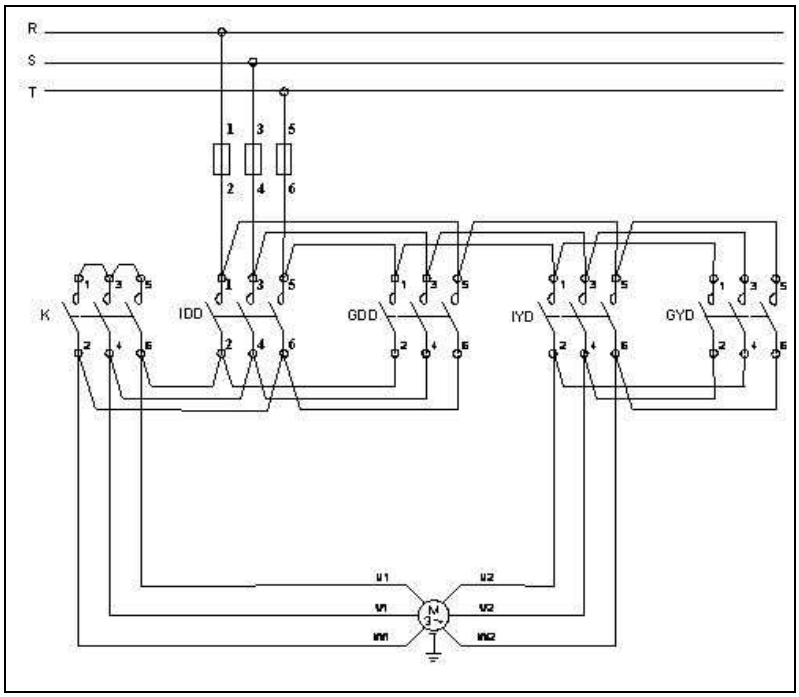
KOMUT	VERI1	VERI2
Network1		
ID	di1	
SET	m0	
Network2		
ID	di2	
RET	m0	
Network3		
ID	m0	
AND	di3	
SET	do1	
Network4		
ID	di4	
RET	do1	
Network5		
ID	di4	
ZS	10	TIME1
Network6		
ID	TIME1	
SET	do2	
Network7		
ID	di5	
RET	do2	

D:/ s

Şekil 6.8. Otomatik kapının PLC (STL) gösterimi

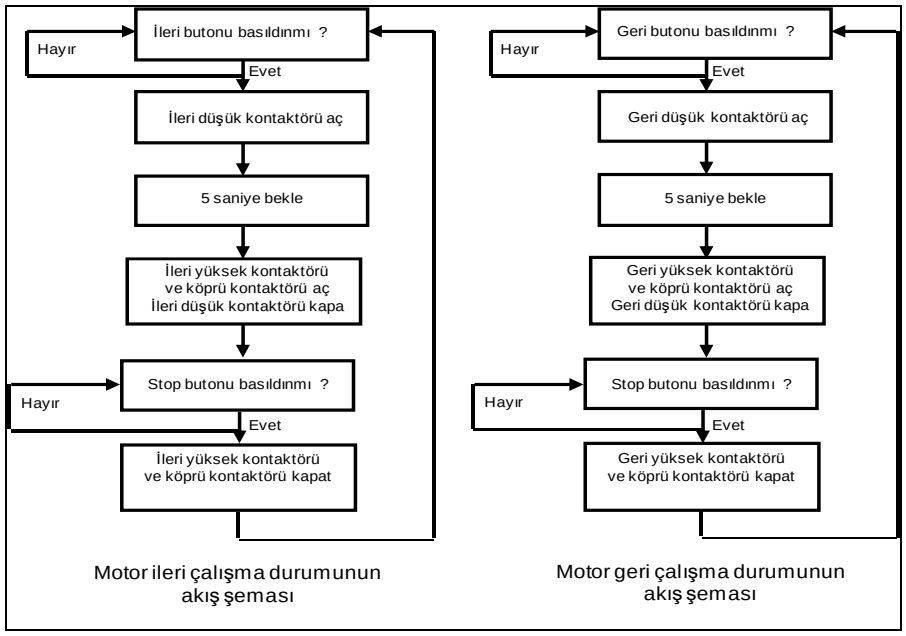
6.3 Üç Fazlı Motor Kontrol Örneği

Üç Fazlı bir dahleder motor ileri ve geri yönde çalıştırılacaktır. Motor *stop* butonuna basıldığında duracaktır. Motor her iki yönde çalışmasına önce düşük devir ile başlayacak, bir süre sonra yüksek devire geçecektir. Kumanda ve güç devresini şekil 6.9'da gösterilmektedir.



Şekil 6.9. Güç devresi

Program adımlarını belirlemek için sistemin akış şemasını çıkarmak gerekir. Problemin çözümüne geçmeden önce sistemin akış diyagramı ile problemi tanımlanması yerinde olacaktır. Akış diyagramı ile sistemin çalışması daha kolay bir şekilde gözlenebilir. Ayrıca kullanılacak giriş çıkış sayısı da gözlenebilir. Problemin akış diyagramı şekil 6.10'da gösterilmektedir.



Şekil 6.10. Üç fazlı motorun akış diyagramı

Kontrol Programını Yapmak için veri açıklaması çizelge 6.3'te gösterilmektedir:

Çizelge 6.3 Üç fazlı motorun veri açıklaması

VERİ	VERİ AÇIKLAMASI
di1	İleri butonu
di2	Stop butonu
di1	Geri butonu
do2	İleri DD
do3	İleri YD
do4	Köprü kontak
do5	Geri DD
do6	Geri YD

Ara yüzü araçlığı ile yazılan PLC programını anlatmak için aşağıda aşamalar ile açıklanmıştır:

Aşama 1:

di1 girişine bağlı olan başlama butonu basılmış olduysa ve do2, do3, do4 çıkışlar açık olunca ileri düşük kont aktörü çıkışı set edilmiştir.

Aşama 2:

İleri düşük kont aktörü çıkışı bir olunca LCD ekranında " İleri düşük" yazılacak**.**

Aşama 3:

İleri düşük kont aktörü çıkışı bir olunca keser zamanlayıcıyı çalıştırır**.**

Aşama 4:

Zamanlayıcıdan sinyal geldiğinde (10 saniye sonunda), ileri düşük kont aktörü çıkışı kapalı olunca ileri yüksek kont aktörün do2 çıkışı set edilmiştir.

Aşama 5:

Zamanlayıcıdan sinyal geldiğinde (10 saniye sonunda), köprü kontağı reset edilir.

Aşama 6:

Zamanlayıcıdan sinyal geldiğinde (10 saniye sonunda), ileri düşük kont aktörü çıkışı kapalı olunca ileri yüksek kont aktörün do3 çıkışı set edilir.

Aşama 7:

Zamanlayıcıdan sinyal geldiğinde (10 saniye sonunda), LCD ekranında " İleri yüksek" yazılmaktadır**.**

Aşama 8:

Stop"di2" butonuna basılınca ileri yüksek kontaktörü çıkışı reset edilmiştir.

Aşama 9:

Stop"di2" butonuna basılınca köprü kontak çıkışı reset edilmiştir.

Aşama 10:

Stop"di2" butonuna basılınca köprü, LCD ekranında "Stop" yazılacak**.**

Aşama 11:

di3 girişine bağlı olan başlama butonu basılmış olduysa ve do1, do2, do5 çıkışlar açık olunca geri düşük kont aktörü çıkışı set edilmiştir.

Aşama 12:

Geri düşük kont aktörü set olunca, LCD ekranında "Geri düşük" yazılacak**.**

Aşama 13:

Geri düşük kont aktörü çıkışı bir olunca keser zamanlayıcıyı çalıştırır**.**

Aşama 14:

Zamanlayıcıdan sinyal geldiğinde (10 saniye sonunda), geri düşük kont aktörü çıkışı kapalı olunca geri kont aktörü çıkışı (do5) set edilir.

Aşama 15:

Zamanlayıcıdan sinyal geldiğinde (10 saniye sonunda), köprü kontağı reset edilir.

Aşama 16:

Zamanlayıcıdan sinyal geldiğinde (10 saniye sonunda), geri düşük kont aktörü çıkışı kapalı olunca geri kont aktörü çıkışı (do5) set edilir.

Aşama 17:

Zamanlayıcıdan sinyal geldiğinde (10 saniye sonunda), LCD ekranında " Geri yüksek" yazılacak**.**

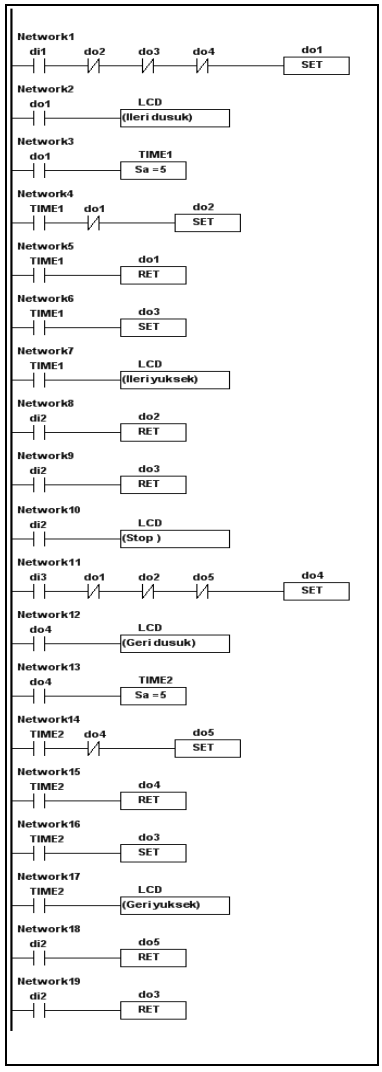
Aşama 18:

Stop"di2" butonuna basılınca geri yüksek kont aktörü çıkışı reset edilir.

Aşama 19:

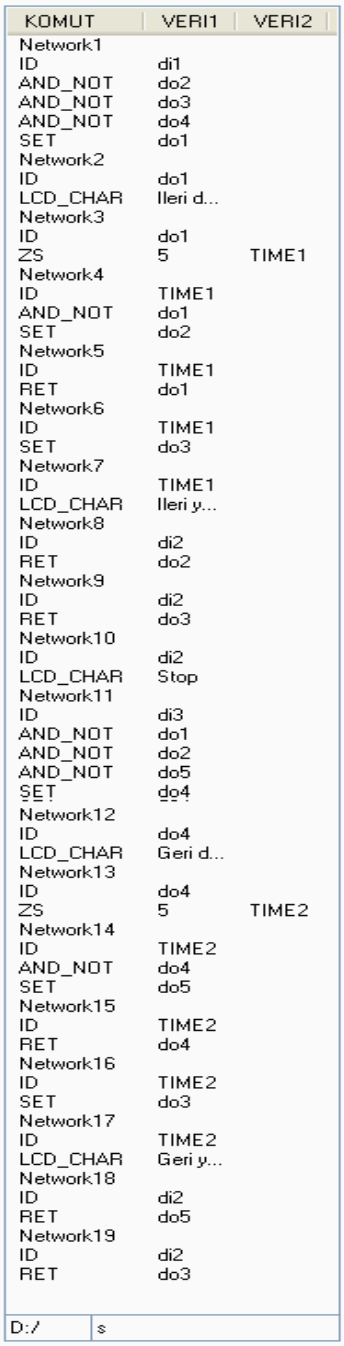
Stop"di2" butonuna basılınca çıkışı köprü kontak reset edilir.

PLC için gerekli kontrol programı hazırlanmıştır. Kontrol programının "*Ladder* diyagram" ile hazırlanmış hali şekil 6.11'deki gibi olacaktır.



Şekil 6.11. Üç fazlı PLC Ladder diyagramı

Kontrol programının “komut listesinin gösterimi (STL)” ile hazırlanmış hali Şekil 6.12’deki gibi olacaktır:



KOMUT	VERI1	VERI2
Network1		
ID	di1	
AND_NOT	do2	
AND_NOT	do3	
AND_NOT	do4	
SET	do1	
Network2		
ID	do1	
LCD_CHAR	Ileri d...	
Network3		
ID	do1	
ZS	5	TIME1
Network4		
ID	TIME1	
AND_NOT	do1	
SET	do2	
Network5		
ID	TIME1	
RET	do1	
Network6		
ID	TIME1	
SET	do3	
Network7		
ID	TIME1	
LCD_CHAR	Ileri y...	
Network8		
ID	di2	
RET	do2	
Network9		
ID	di2	
RET	do3	
Network10		
ID	di2	
LCD_CHAR	Stop	
Network11		
ID	di3	
AND_NOT	do1	
AND_NOT	do2	
AND_NOT	do5	
SET	do4	
Network12		
ID	do4	
LCD_CHAR	Geri d...	
Network13		
ID	do4	
ZS	5	TIME2
Network14		
ID	TIME2	
AND_NOT	do4	
SET	do5	
Network15		
ID	TIME2	
RET	do4	
Network16		
ID	TIME2	
SET	do3	
Network17		
ID	TIME2	
LCD_CHAR	Geri y...	
Network18		
ID	di2	
RET	do5	
Network19		
ID	di2	
RET	do3	

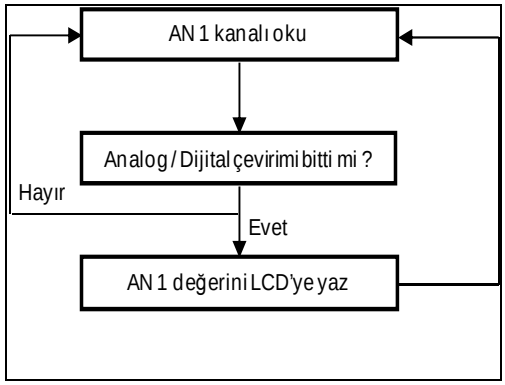
D:/ s

Şekil 6.12. Üç fazlı motorun PLC (STL) gösterimi

6.4 Analog Değerin LCD’ye Yazma Örneği

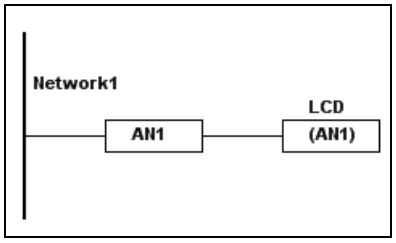
Bu örnekte (AN 1) girişine verilen voltaj (0 – 5) volt arasında değeri okuyup LCD’de yazdırılmaktadır.

Program Adımlarını Belirlemek İçin Sistemin Akış Şeması şekil 6.13'te gösterilmektedir.



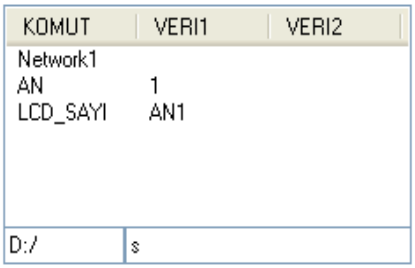
Şekil 6.13. Analog değerin LCD'ye yazmanın akış diyagramı

Kontrol programının "*Ladder* diyagram" ile hazırlanmış hali Şekil 6.14'teki gibi olacaktır.



Şekil 6.14. Analog değerin LCD'ye yazmanın Ladder diyagramı

Kontrol programının "komut listesinin gösterimi(STL)" ile hazırlanmış hali şekil 5.15teki gibi olacaktır:

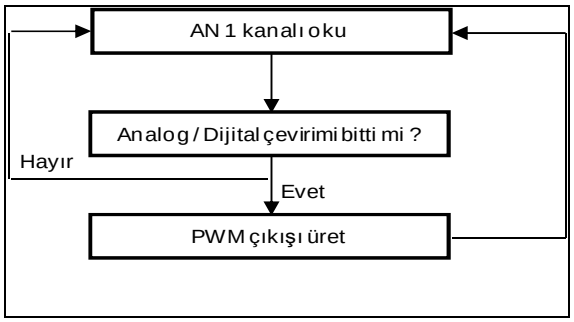


Şekil6.15. Analog değerin LCD'ye yazmanın (STL) gösterimi

6.5 PWM Çıkışı Üretme Örneği

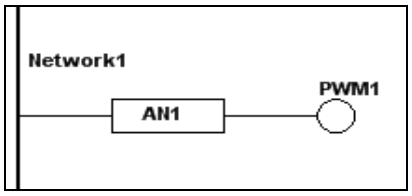
Bu örnekte PWM görev süresini AN1'in girişine verilen değere göre PWM çıkışı üretilmektedir.

Program Adımlarını Belirlemek İçin Sistemin Akış Şeması şekil 6.16'da gösterilmektedir.



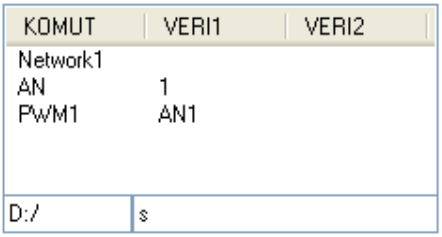
Şekil 6.16. PWM çıkışı üretmenin akış diyagramı

Kontrol programının "*Ladder* diyagram" ile hazırlanmış hali şekil 6.17'deki gibi olacaktır.



Şekil 6.17. PWM çıkışı üretmenin Ladder diyagramı

Kontrol programının "komut listesinin gösterimi(STL)" ile hazırlanmış hali şekil 6.18'deki gibi olacaktır:



Şekil 6.18. PWM çıkışı üretmenin (STL) gösterimi

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada endüstriyel kontrol sistemlerinde kullanabilecek PIC16F877 tabanlı PLC tasarlanmıştır. Kullanılan PIC mikrodenetleyicisinde dijital portlarının yanında analog portları da kullanılmaktadır. Bu analog portları yardımı ile endüstriyel sistemlerde sıcaklık, basınç, hız, ivme, ağırlık v.s gibi sayısal değerlerin okunması ve bu değerlerin hesaplanarak dijital değerlere dönüştürülmesi mümkündür. Kullanılan PIC'in toplam 17 giriş-çıkış pini kullanılmıştır. 6 dijital giriş, Bu girişler 5VDC gerilim ile çalışabilmekte. 5 dijital çıkış 5VDC ile çalışan röleler kullanılmaktadır, röle çıkışında 220V gerilim kapasitesine sahiptir. 4 analog giriş, Bu analog girişi için A potu kullanılmaktadır, A/D dönüşümü için PIC16F877'nin dört tane kaydedicisi kullanılmaktadır. Bunlar ADCO0, ADCO1, ADRESH, ADRESL. 2 PWM girişi, PWM sinyali üretmek için PIC16F877'nin 6 tane kaydedicisi kullanılmaktadır. Bunlar CCP1CON, CCP2CON, T2CON, PR1, CCPR1L, CCPR2L. PIC 4MHZ çalışma frekansı ile işlem yapmaktadır.

Gerçekleştirilen PLC için kullanımı kolay kılan arayüzü programı hazırlanmıştır. Programda merdiven diyagramı ve komut listesi yöntemine benzer programlama ortamı oluşturulmuştur. Ayrıca donanım içerisinde seri porttan program yüklemeye yarayan (*BOOTLOADER*) yazılımı kullanılmaktadır.

Sonuç olarak bu projede PIC16F877 ile gerçekleştirilecek PLC yardımıyla küçük ve orta kontrol sistemleri problemlerinin çözümü için çok ucuz bir ürün ortaya koyulmuştur.

KAYNAKLAR

Bates, M., 2006, Interfacing PIC microcontrollers embedded design by interactive simulation, *Elsevier*, London, 80-100.

Bolton, W., 2009, Programmable logic controllers, *Elsevier*, Newyork, 1-113.

Çayırpunar, Ö., 2008, mikroişlemcinin çevre birimlerinin kullanılması, *Teknik Bilimler Dergisi*, 88-89.

Demir, A., 2000, dijital elektronik ileri kumanda teknikleri, *Birsen Yayınları*, İstanbul, 131-146.

Dinçer, G., 1999, PIC mikrokontrolör uygulama devreleri, *Bileşim Yayınları*, İstanbul, 1-6.

Doğan, S., Çelik, Ü., 2008, DA motorlarda analog kontrol [online], Elektronik Projeler, http://320volt.com/pic16f877-dc-motor-hiz-kontrolu-pi- ontrolorlu.html [Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2009].

Erdem, O., Orman, A., 2008, Mikrodenetleyicili asensör denetiminde seri haberleşme kullanan bir modelin gerçekleştirilmesi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 1, 1-10.

Erkol H., 2008 Mikrodenetleyici tabanlı PLC donanımı ve yazılımının gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 32-47.

İbrahim, D., 2006, Microcontroller based applied dijital control, *Wiley*, England, 71-106.

John F., 2003, Programmable controllers an engineer's guide, *Newnesı*, London, 49-71.

Kahramanlı, Ş., 2002, PLC'ler ve uygulamaları, *Atlas Yayınları*, İstanbul, 20-42.

Kara, A., 2002, İleri kumanda tekniği, İstanbul, 118-126.

Kitiş Ş., 2007 PIC16F84 Mikrodenetleyicisi ile bir programlanabilir lojik denetleyici tasarımı ve uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, 29-45.

Kurtulan, S., 2003, PLC ile endüstriyel otomasyon, *Birsen Yayınları*, İstanbul, 1-63.

Mohamed W., 2008, Asoftware agent for automatic creation of a PLC program, *Journal of Computer Science*, 4(5), 402-404.

Özcan M., Özkan A., 2004, Otomasyon sistemlerinde PLC uygulamaları, *Birsen Atlas*, İstanbul, 24-28.

Parr, E.Andrew, 2005, Programmable controllers, *Bileşim Yayınları*, İstanbul, 200–230.

Savaş, Ş., İşler, Y., Berkant, M., 2007, Aygıtlarla sıvı seviyesi ve sıcaklık kontrolü deneyine örnek bir uygulama, *CBÜ Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2, 1-7.

Tongur V., 2008, Atmega128 tabanlı PLC tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 20-47.

Yağımlı, M., AKAR, F., 1999, PLC(Programable Logic Controller) programlanabilir lojik denetleyiciler, *Beta Yayınları*, İstanbul, 5-60.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Omer F. RAFAT
Uyruğu : IRAK
Doğum Yeri ve Tarihi : Kerkük-1983
Telefon : 05376009506
Faks : yok
e-mail : Omer_faruk984@yahoo.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Valid Lisesi-Kerkük	**2002**
Üniversite	:	Mosul Üniversitesi-Mosul	**2006**
Yüksek Lisans	:		
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER
İngilizçe, Arapça

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR