

1. GİRİŞ

Kontrol sistemleri, çok geniş kullanım alanları olan ve hayatın tam merkezinde yer alan önemli bir bilim dalıdır. Kontrol sistemleri, genel olarak mekanik ve elektronik sistemlerin bir ortak çalışması olarak ortaya çıkmaktadır. Elektronik kısım sistemin beynini oluşturan yazılım ile algılama, kontrol ve hesaplama işlerini yaparken; mekanik kısım sistemin eli ayağı görevini görerek, yapılacak işlevlerin fiziksel olarak gerçekleştirilmesini sağlar.

Özellikle son yıllarda kontrol sistemleri büyük bir atılım gösterip, dikkatleri üzerine çekmiştir. Bugün modern ev ve bürolardaki ısıtma ve havalandırma sistem veya düzenleri, otomatik kontrol yöntemleri yardımı ile ısıyı ya da ortamın nemini ayarlar. Endüstride, modern araç ve gereçlerde, otomatik kontrol sistemlerinin sayısız uygulamaları vardır. Örneğin, üretilen ürünün niteliklerinin kontrolü, uçakların otomatik pilot kontrolü, gemilerin kontrolü, otomobillerin kontrolü, modern gerilim regülatörleri, trafik kontrolü gibi kontrolün hakim olduğu ve daha da ileri gittiği engin bir deniz vardır.

Kontrol sistemleri kadar geniş bir uygulama alanına sahip bir diğer teknoloji ise mikrodenetleyici uygulamalarıdır. Çünkü mikrodenetleyiciler, bir bilgisayar içerisinde bulunması gereken temel bileşenleri bünyesinde bulunduran küçük bir çip olup, sunduğu elektronik çözümler ile bilimin önündeki birçok engeli kaldıran ve bilgi iletimine olanak sağlayan etkili araçlardır. Bizde tez çalışmamızın konusunu araştırırken, bu iki alanı bağdaştırıp, otomobillerin yakıt enjeksiyon sisteminin mikrodenetleyici ile kontrolü alanında uygulamalar yaptık. Böylece teknolojinin her basamağını kullanıp, bu çalışmayı keyifle sürdürdük.

1.1 Kontrol Sistemleri

Kontrol sistemleri, sistemlerin verimini istenilen seviyeye çıkarmak ve belirli performans kriterlerini sağlamak amacıyla (eğer gerekli görülürse) bir kontrol mekanizması ile kontrol edilmek üzere diferansiyel denklemlerin modellenmesi sonucu oluşturulan ve uygulama alanı oldukça geniş olan bir bilim dalıdır.

Kontrol sistemlerinin tanımına başka bir bakış açısından bakmamız gerekirse, adım adım ilerlenebilir.

- Sistem : Bir bütünü oluşturan birbiri ile bağlı olan yada belirli bir işlev için bir araya getirilmiş olan elemanların düzenine (topluluğuna) ya da kümesine verilen isimdir.
- Kontrol : Genellikle ayar eden, düzenleyen, yöneten ya da kumanda eden anlamına gelir.

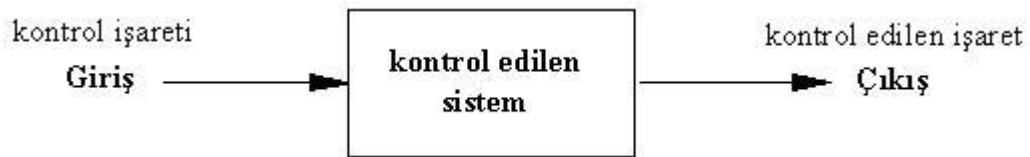
Bu iki tanımı birleştirirsek;

- Kontrol Sistemi : Kendisini ya da başka bir sistemi düzenlemek, kumanda etmek ya da yönetmek üzere uygun bir biçimde bağlanmış fiziksel elemanlar kümesidir.

Kontrol sistemlerinde, bir organ ya da kontrol edilen sistemin bazen bir bazen çok sayıda girişi ve bu girişle ilgili olan bir ya da çok sayıda çıkışı vardır. Tanım olarak;

- Giriş : Sistemi, organı ya da kontrol edilecek düzeni kontrol etmek amacı ile uygulanan işarettir. Sistemi kontrol ya da kumanda eden işaret de denilebilir.
- Çıkış : Belli girişe ya da girişlere ilişkin olan sistemin çıkış işareti yada çıkış işaretleridir.

Bu tanımlardan yola çıkılarak, en basit kontrol sistemi blok biçiminde Şekil 1.1.1 ile gösterilebilir.



Şekil 1.1.1 : Basit Bir Kontrol Sistemi [3]

1.2 Kontrol Sistemlerinin Özellikleri

Kontrol Sistemlerinin ne anlama geldiğini, hangi alanlarda kullanıldığını öğrendikten sonra bilinmesi gereken diğer bir nokta ise, iyi bir kontrol sisteminde aranılan özelliklerdir:

- Sistemde meydana gelen herhangi bir bozucu etkiden sonra bile değişkenin değeri başlangıçta ayarlanıp sabitlenmiş değerinden (set edilen) minimum sapma göstermelidir.

Örnek olarak bir elektrik motoru ele alındığında, motor boşta çalışırken devir sayısı 1500 d/d ise yüklendiğinde de 1500 d/d olmalıdır. Ani yük kalkışlarında veya yüklenmelerinde bile devir 1500 d/d'ye fazla uzak olmamalıdır. Değişim mümkünse hiç olmamalı ya da en az olmalıdır.

- Bozulma sonucunda normal çalışmaya en kısa sürede dönebilmelidir.
Motor tekrar düşünülecek olursa, ani yüklemelerde veya yük boşalmalarında devrinde mutlaka bir değişiklik olacaktır. Ancak normal devrine dönme süresi ne kadar kısa olursa o kadar iyidir.
- Çalışma şartlarında meydana gelen değişimlerden ötürü oluşacak sapma başlangıçta ayarlanıp sabitlenen değerden (set değerinden) minimum seviyede olmalıdır. Çalışma şartlarını belirleyen giriş değişkenleri veya ortamda oluşan olumsuzluklardan çok fazla etkilenmemelidir.

1.3 Kontrol Sistemlerinin Elemanları

1.3.1 Kontrol Elemanı

Başlangıçta ayarlanıp sabitlenen değer (set değeri) ile ölçme elemanından aldığı değerlere göre çıkış veren devredir. Devrenin çalışmasına karar verecek sinyali üretir.

1.3.2 Ölçme Elemanı

Otomatik kontrol sisteminde , kontrol edilmek istenen değişken sürekli olarak ölçülmelidir. Çünkü sistem sürekli olarak bozucu etkilerin altındadır. Bozucu büyüklük geldiğinde ölçme elemanı, kontrol elemanına yeni değerle ilgili sinyal göndermelidir. Ölçme bir kontrol sistemi için çok önemlidir. Biz projemizde ölçme elemanı olarak krank mili sensörü ve kam mili sensörünü kullandık. Bu sensörler hakkında genel bilgi aşağıda verilecektir.

1.3.2.1 Kam Mili Pozisyon Sensörü (CMP)



Şekil 1.3.2.1 : PC407 Kam Mili Sensörü [6]

Kam mili tarafından harekete geçirilmiş pistonun silindir kapağının üzerinde yer almaktadır. Normal bir manyetik alana girmiş bir yarı iletken tabakasının içinden akım geçirildiğinde, yarı iletkenin uçlarında bir gerilim farkı oluşur. Yoğunluğu sabit kalıyorsa, oluşan gerilim sadece manyetik alanın şiddetine bağlıdır.

Frekansın manyetik alandaki değişimlerin hızı ile orantılı modüle bir elektrik sinyali elde etmek için manyetik alanın şiddetini periyodik olarak arttırmak yeterlidir. Bu değişikliği elde etmek için arası açılmış bir metal halka kasağın iç kısmı (kam mili kasağı) sensörünün önünden geçirilir.

Bu hareket edince halkanın metal kısmı sensörün önünü kapatarak manyetik alanı bloke eder ve bu da çıkış sinyalinin zayıflamasına sebep olur.

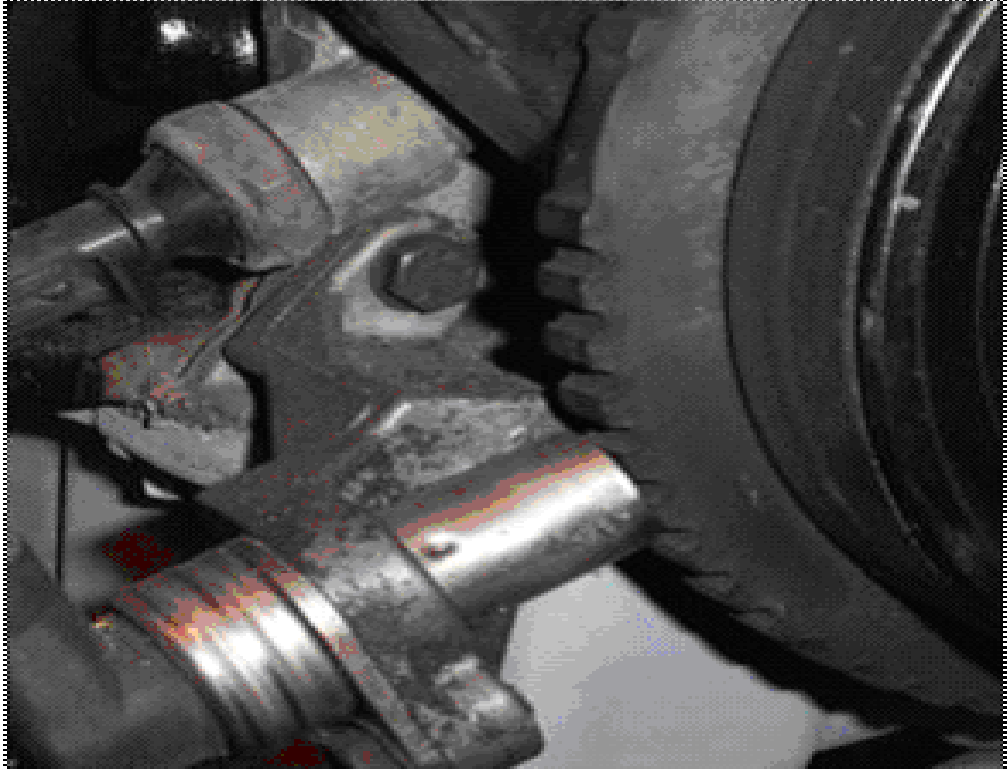
Tam aksi durumda ise ara açıklığına gelince burada manyetik alan mevcut olduğundan sensör yüksek bir sinyal yaratır.

Sonuç olarak 1. silindirin Ü.Ö.N sıdandan 60° önce zayıf sinyal ile yer değıştirir.

Bu sinyal, krank mili pozisyon sensörü sinyali ile birlikte kontrol ünitesinin silindirleri tanımasını ve enjeksiyon anının saptanmasını sağlar.

Her bir motor devri için ECU'nun silindirleri tanımasını ve zamanlama sinyalinin mevcut olup olmadığını belirlerler.

1.3.2.2 Krank Mili Pozisyon Sensörü (CKP)



Şekil1.3.2.2 : Krank Mili Sensörü [6]



Şekil 1.3.2.3 : PC406 krank Mili Sensörü [7]

CKP sensörü,iki yere bağlanabilir.birincisi silindir bloğuna ikincisi motor vites kutusu flanşı üzerine bağlanır.CKP manyetik bir bobin içermektedir .Motor –vites kutusu flanşı üzerine bağlanan sensör,58 tam, 2 eksik dişli volanı tarar.CKP sensörü volana çok yakın olduğundan volanın dönmesiyle beraber sensör içerisindeki sabit mıknatısın meydana getirdiği manyetik alan değişecektir.Alan değişimi eşit aralıklı dişlerde aynı eksik olan dişlerde farklı olacaktır.

Eksik dişlerin olduğu bölgede,sensör daha farklı bir gerilim üretir.Bu üretilen gerilim ECU tarafından algılanır.Bunun anlamı ise ;silindirin ÜÖN ya gelmesine 60° var demektir.Piston tam üst ÜÖN ya gelinceye kadar 60° lik hareket ve elde edilen zaman ECU tarafından püskürtme avansının verilmesi için kullanılır. Bizim sistemimizde krank sensörü çıkış işareti mikrodenetleyiciye direk uygulandığı vakit mikrodenetleyicimiz bu işareti algılayamadı bu yüzden sensörden gelen işareti ortak bazlı bir yükselteç devresi ile yükseltip , karar eşiği 0 volt olan bir opampa sokarak sinüzoidal işarettten 0-5 volt sınırlı kare dalgalar elde ettik artık bu işareti mikrodenetleyicimiz rahatlıkla algıladı.

C1 kondansatörü beyzi ac sinyallerde toprağa bağlar. Bundan dolayı hem giriş hemde çıkış beyze bağlanır (Ortak beyz bağlantılı yükselteç). Akım kazancı her zaman 1'den azdır ve I_c/I_e 'dir(Yaklaşık olarak giriş ve çıkış akımları birbirine eşittir). Gerilim kazancı yüksektir. Çünkü kazanç ifadesi R_c/r_e dir. (Genellikle 250 civarındadır. Giriş empedansı çok düşüktür. Genellikle 20ohm civarındadır. Çıkış empedansı yüksektir. Örneğin 1megaohm gibi. Çıkış sinyali giriş sinyaline göre terslenmez. Bu devre genellikle düşük empedanslı bir çıkışa sahip bir devreyi yüksek empedanslı giriş empedansına sahip bir devreye empedans uygunluğunu sağlaması için kullanılır. Bu devre genellikle video frekanslı (VHF) yerlerde kullanılır.

1.3.3 Sürücü Devre

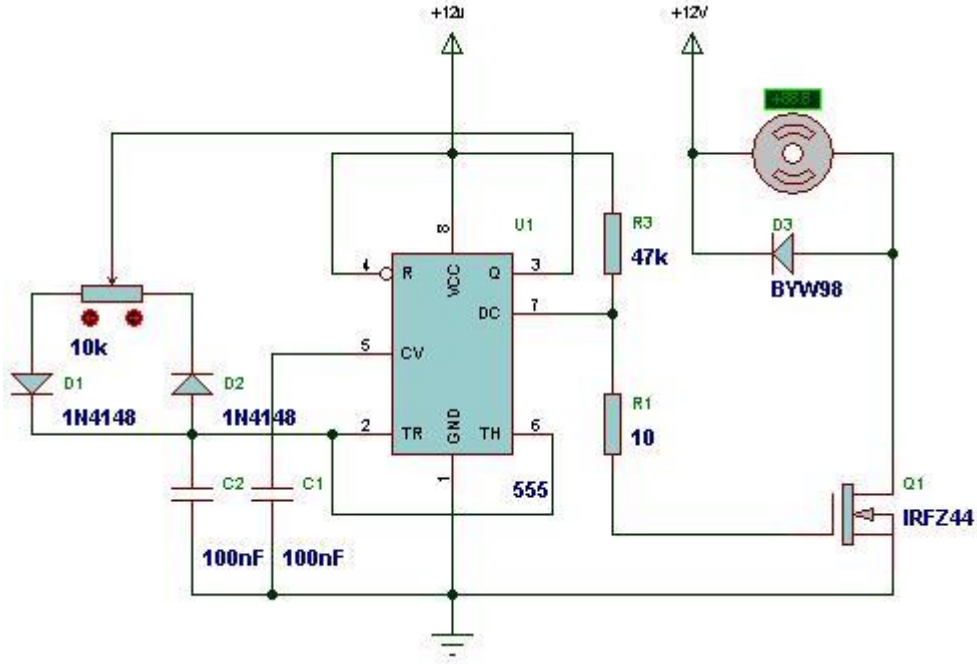
555 Entegresiyle DC Motor Hız Kontrol Devresi

Sistemin çalışması için kontrol elemanından aldığı sinyale göre güç elemanına enerji akışını sağlayan elemanlardır.

DC motorların hızını kontrol etmek için motor gerilimini değiştirmek gerekir. İdeal bir DC motorun hızı besleme gerilimiyle doğru orantılıdır. Çoğunlukla sistemimizde bir adet güç kaynağı olur ve bu kaynağın gerilimini değiştiremeyiz. Bu durumda DC motorun hız kontrolünü yapmak için farklı bir yöntem düşünülmelidir. Mesela 12 volt gerilimde tam hızında çalışan bir motora 1 milisaniye 12 volt uygulansa, 1 milisaniye uygulanmasa, yani frekansı 500 hz ve tepe gerilimi 12 volt olan,bir sinyal uygulansa motora uygulanan ortalama voltaj 6 volt olacaktır ve motor yaklaşık yarı hızda dönecektir. Motorun dönel aksamının (rotor) yeterince açılmal momentumu olduğundan motor 1 milisaniye dönüp 1 milisaniye durma gibi bir işlem yapmayacaktır. Yukarıda bahsedilen sinyalin sinyal genişliği (duty cycle) %50 dir. Bu oran değiştirilerek, doğrusal bir şekilde motorun hız kontrolü yapılabilir. Yalnız unutulmamalıdır ki %10 sinyal genişliğinde bir sinyal uyguladığımızda motor nominal hızının 10 da biri hızda dönmeyecektir, hatta motor , büyüklüğüyle

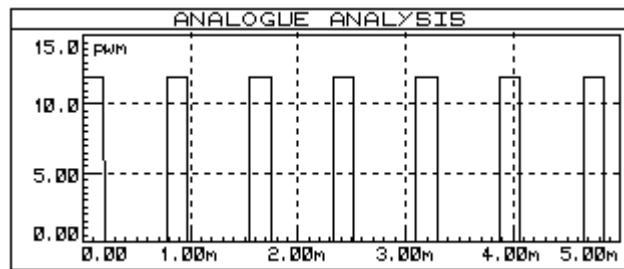
değişmek üzere, büyük ihtimalle hiç dönmeyecektir. Bunun sebebi motorun iç sürtünmeleri ve bir takım kayıplardır.

Şimdi motor hız kontrolü için kullanabileceğimiz aşağıdaki şemayı inceleyelim.



Şekil 1.3.3.1 : 555 entegresiyle dc motor hız kontrol devresi

Çok kolay bulunabilen 555 timer entegresi şekildeki gibi bir devrede sinyal genişliği potansiyometre ile ayarlanabilen bir kare dalga üretmektedir. Potansiyometre en sol konuma alındığında sinyal genişliği %0 a yaklaşmakta, en sağa alındığında ise %100 e yaklaşmaktadır. Aşağıdaki resimde sinyalin genişliği %25 tir.



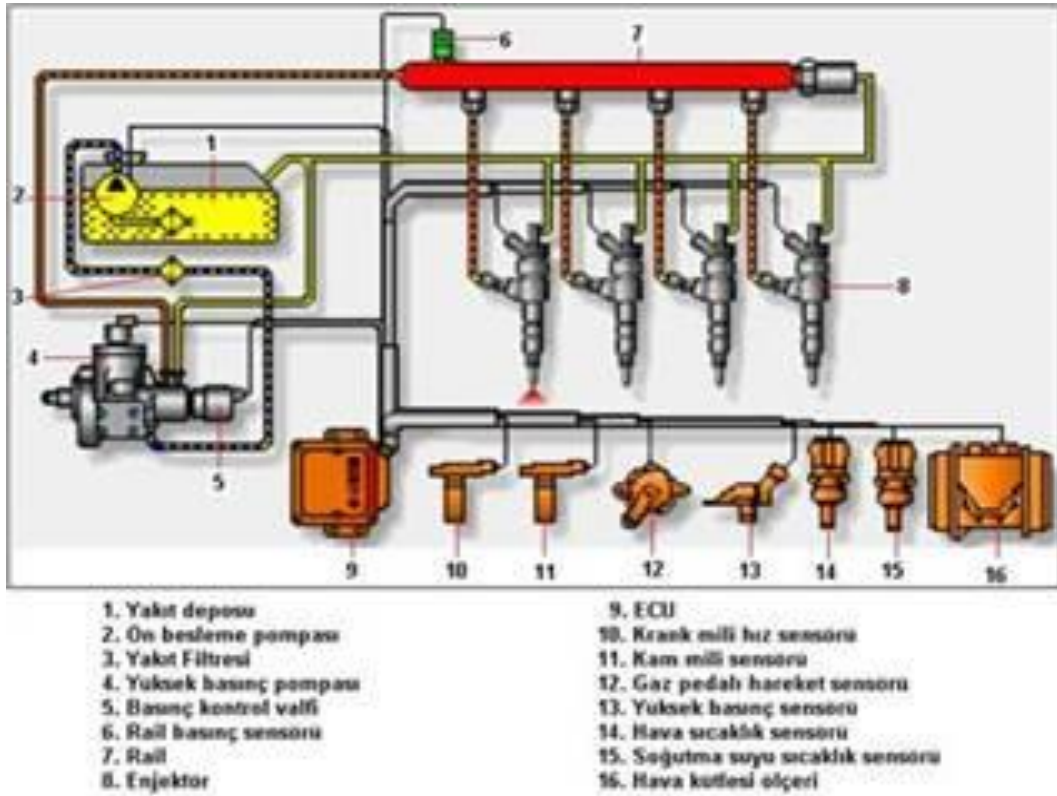
Şekil 1.3.3.1 : Örnek PWM Darbeleri

Devrenin PWM frekansını potansiyometrenin değeri (R) ve C2 kapasitörünün değeri belirler. Bu frekans, “K” bir sabit olmak üzere yaklaşık $K/(RC^2)$ dir. Devredeki değerlerle frekans 1290 Hz dir. PWM frekansı yükselirse transistörün anahtarlama kayıpları yükselir, frekans çok düşürülürse (<50 Hz) bir peryotta motor akımı sabit kalmayacağından motor titreyerek dönecektir. Uygun PWM frekansı denemelerle bulunabilir. Bazı frekanslarda motorun çok ses çıkaracağı dikkate alınmalıdır. Endüstriyel uygulamalarda motordan ses çıkmaması için kulağın duymayacağı frekanslar (>20kHz) tercih edilir.

Entegrenin 7. bacağında üretilen PWM sinyali 10 ohm direnç üzerinden bir güç mosfetini sürmektedir. Böylelikle güç mosfetinin akımı mertebesinde motorların kontrolü yapılabilir. Şemada verilen mosfet (IRFZ44) uygun soğutucuyla 50 amper akıma kadar çalışabilmektedir. 3-4 ampere kadar olan akımlarda soğutucu takmaya dahi gerek yoktur. 10 ohm direnç mosfet giriş kapasitansı ve iletim yolunun indüktansından kaynaklanan salınımları sönümler.[10]

1.3.4 Sistem

Kontrol edilmesi istenen değişkeni üreten elemanlardır. Kontrol etmek istediğimiz değişken bir motorun devri ise burada sistem diye adlandırılan eleman motordur. Bizim tezimizde kontrol edilen değişken ise, silindir içerisine yakıt püskürtme zamanıdır bu durumda sistemimiz enjektörlerdir.



Şekil 1.3.4.1 : Dizel Motor Şeması [5]

Biz tez çalışmamızda sistemimizi tanımlarken enjektörler yerine ledler bağladık. Her bir led bir enjektörü temsil etmektedir hangi led aktifse onun temsil ettiği enjektör püskürtme yapıyor demektir.

2. MİKRODENETLEYİCİLER

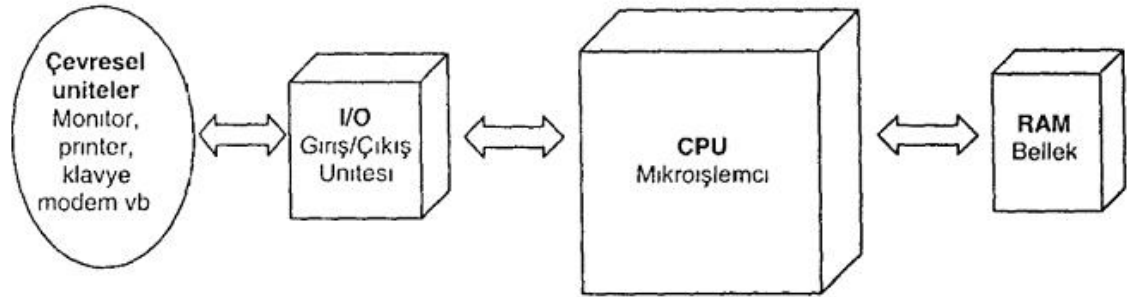
Mikrodenetleyiciler konusunu iyi bir şekilde algılamak ve PIC ailesini tanıyıp, bunun üzerinde işlemler yapabilmek için öncelikle mikroişlemci kavramını tanımlamak daha etkilidir.

2.1 Mikroişlemciler

Günümüzde kullanılan bilgisayarların özelliklerinden bahsederken duyduğumuz 80386, 80486, Pentium-II, Pentium-III birer mikroişlemcidir. Bilgisayarların beyni olarak görülen mikroişlemciler, bilgisayar programlarının yapmak istediği tüm işlemleri yerine getirdiği için, çoğu zaman merkezi işlem ünitesi (CPU-Central Processing Unit-Merkezi İşlem Birimi) olarak da adlandırılır. Kişisel bilgisayarlar da kullanıldığı gibi, bilgisayarlarla kontrol edilen sanayi tezgahlarında ve ev aytıklarında da kullanılabilir. Bir mikroişlemci işlevini yerine getirebilmek için aşağıdaki yardımcı elemanlara ihtiyaç duyar. Bunlar:

- Giriş (Input) Ünitesi
- Çıkış (Output) Ünitesi
- Bellek (Memory) Ünitesi

Bu üniteler CPU'nun dışında yer alırlar ve aralarındaki iletişimi veri yolu, adres yolu denilen iletim hatları ile sağlarlar.



Şekil 3.1 : Bir Mikroşlemci Sisteminin Temel Bileşenlerinin Blok Diyagramı [8]

2.2 Mikrodenetleyiciler Hakkında Genel Bilgiler

Bir bilgisayar içinde bulunması gereken Hafıza , Giriş/Çıkış ünitesi gibi elemanların CPU ile birlikte tek bir entegre (chip) içerisinde üretilmiş haline mikrodenetleyici denir. Hem yer tasarrufu yapıp maliyet düşürülürken hem de tasarım kolaylaştırılmış ve programlama işlemi basitleştirilmiş olur. Böylece mikroşlemcilere göre çok daha basit ve ucuz olarak görülür. Günümüzde

mikrodenetleyiciler, otomobillerden kameralara , cep telefonlarından oyuncaklara kadar sayılamayacak alanlarda kullanılır. Mikrodenetleyiciler Microchip , Intel , Motorola , SGS Thomson, Hitachi gibi birçok firma tarafından üretilmektedir.

Mikrodenetleyici adlarında bulunan harfler aynı aile içinde farklı özelliklere sahip (hafıza yapısı ve miktarı, hız gibi) elemanları ifade eder. Bir uygulama yapmadan önce hangi firmanın , hangi numaralı mikrodenetleyicisinin kullanılacağı tespit edilmelidir. Bunun için KATALOG (Datasheet) adı verilen kaynaklardan ya da internetteki ilgili sitelerden faydalanılır.

Bir Mikrodenetleyici İçinde Bulunabilen Bazı Özellikler Şunlardır :

- Programlanabilir Dijital Giriş / Çıkış (I / O)
- Programlanabilir Analog Giriş
- Seri Giriş / Çıkış (I / O)
- Darbe(Pals) – PWM (Darbe genişlik modülasyonu) işareti çıkışı
- Harici hafıza bağlanabilme
- Dahili hafıza seçenekleri (ROM , PROM, EPROM , EEPROM, Flash gibi)
- Kesme, Zamanlayıcı ve Sayıcı gibi özellikler.

2.3 Mikrodenetleyici Seçimi

Mikrodenetleyici seçiminde öncelikle uygulama ihtiyacımızın tamamını karşılamasıyla ilgileniriz. Ayrıca yazılım (program) desteğinin/araçlarının (derleyici, simülator , emulator v.s.) bulunup bulunmadığına dikkat edilmelidir. Piyasada-internette bol miktarda uygulama programlarının bulunabilmesi de örnek olması açısından faydalıdır. Sayılan özellikler göz önüne alınırsa (şu an için) Microchip firması tarafından üretilen kısaca PIC olarak ifade edilen mikrodenetleyicilerin kullanılması oldukça avantajlı gözükmektedir. PIC İngilizce’de “Çevre Üniteleri Kontrol edici Arabirim” anlamı taşıyan kelimelerin baş harflerinden oluşmuştur. Gerçekten de PIC çevresel üniteler adı verilen lamba, motor, röle, ısı ve ışık sensörü gibi giriş/çıkış elemanlarının denetimini çok hızlı bir şekilde yapabilecek şekilde dizayn edilmiş bir entegredir. RISC mimarisi adı verilen bir yöntem kullanılarak üretildiklerinden bir PIC’i programlamak için kullanılacak olan komutlar oldukça

basit ve sayı olarak da azdır. Bu özellikleri göz önüne alarak, bizde tez çalışmamızda kullandığımız mikrodeneleyicimizi, Microchip firmasının ürettiği PIC16F877 olarak seçtik.

PIC Mikrodeneleyicilerin Diğer Bazı Avantajları :

- Destek yazılımları internetten ücretsiz sağlanır.
- Çok yaygın ve ucuzdur. Hem profesyonel hem de amatör kullanıma uygundur.
- İnternette ve kitap/dergilerde çok sayıda örnek programlar vardır.
- Çok az ve basit birkaç elemanlarla (direnç , kondansatör) donanımları kurulabilir.
- Komut sayısı az ve basittir.
- Daha üst seviye diller için (PIC C, PicBasic gibi) Derleyiciler'e (compiler) sahiptir.

2.4 Mikrodeneleyici Programlamak

Genel olarak bir mikrodeneleyici programlanması için aşağıdaki donanım ve yazılım araçlarının olması gerekir. Bizim tez çalışmamızda ihtiyaç duyduğumuz ve kullandığımız araçlar da bu şekildedir.

2.4.1 Bilgisayar

Öncelikle CCS C programı için kullanılacak olan bilgisayar IBM uyumlu bir PC olmalıdır. Kullandığım CCS C programı hem Windows işletim sisteminde hem de Linux işletim sisteminde çalışabilmektedir.

2.4.2 Kullanılacak Mikrodeneleyiciye Uygun Bir Derleyici Program

Değişik firmanın ürünü olan mikrodeneleyiciler için farklı farklı derleyiciler (complier) programlar bulunmaktadır. Kullanılan denetleyiciye uygun bir derleyici program seçilmesi gerekir. Çalışmamızda kullandığımız derleyici CCS C (PWM) derleyici programıdır.

2.4.3 Kullanılacak Mikrodenetleyiciye Uygun Programlayıcı Donanımı

Mikrodenetleyicileri programlamak için programlama uçları ile bilgisayar çıkış portu (seri, paralel, USB) arasında belli bir bağlantı olması gerekir. Bunun için genelde programlayıcı devreler kullanılır. Bu devrelerin avantajı, aynı devre ile bir çok değişik denetleyici modelini programlayabilmesidir.

2.4.4 Kullanılacak Mikrodenetleyiciye Uygun Programlayıcı Yazılımı

Denetleyicilere yazılıp derlenen dosyaları yüklemek için kullanılan programlayıcı devresi ile uyumlu bir yazılıma ihtiyaç vardır.

2.5 PIC Mikrodenetleyiciler Türleri ve Özellikleri

Microchip firması tarafından üretilen farklı PIC grupları (aileler) vardır. Bu aile isimleri verilirken kelime boyu (komut kelimesi de denen bu kavram ilerde açıklanacaktır.) dikkate alınmıştır. Aslında tüm PIC mikrodenetleyicilerde dışardan veri alırken yada dışarı veri gönderirken 8 bitlik veri yolu kullanılır. Ancak program yazılırken aynı komutlar kullanılmasına rağmen bu komutların makine dili (hex) karşılıkları farklı kelime boylarında olabilir. Mesela ;

- PIC 16C5XX ailesi 12 bit kelime boyuna sahiptir.
- PIC 16CXXX ailesi 14 bit kelime boyuna sahiptir.
- PIC 17CXXX ailesi 16 bit kelime boyuna sahiptir.
- PIC 12CXXX ailesi 12 / 14 kelime boyuna sahiptir.

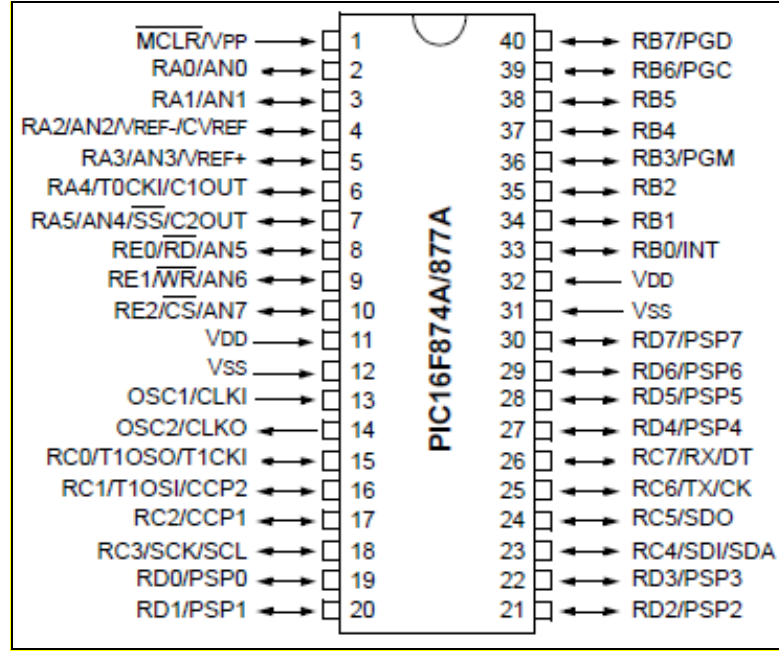
Önemli olan bir diğer konu ise kullanacağımız mikroişlemciye uygulanacak maksimum frekanstır. Bu konuya da örnek olarak;

- PIC 10FXX : Maksimum uygulama frekansı 8 Mhz
- PIC 14000 : Maksimum uygulama frekansı 20 Mhz
- PIC 16C5XX : Maksimum uygulama frekansı 20 Mhz
- PIC 16C7XX : Maksimum uygulama frekansı 20 Mhz
- PIC 16C7XX : Maksimum uygulama frekansı 20 Mhz
- PIC 16F62X : Maksimum uygulama frekansı 20 Mhz
- PIC 16F8X : Maksimum uygulama frekansı 20 Mhz
- PIC 16F8XX : Maksimum uygulama frekansı 20 Mhz

Daha önceki projelerimizde PIC16F877 mikrodnetleyicisini kullandığımız için, tez çalışmamızda da bu denetleyiciyi seçtik. Bize gerekli olan, PIC in hafıza tipi ve miktarı, giriş/çıkış (I/O) port (uç) sayısı, analog giriş kabul edip etmemesi gibi özellikleri ise PIC16F877'nin kataloğundan (datasheet) temin ettik.

2.6 PIC 16F877 Mikrodnetleyicisi Genel Özellikleri

PIC 16F877 yüksek performanslı, CMOS, full-statik, 8 bit mikrodnetleyicidir. PIC 16F877 komut işlemek için RISC, bellek kullanımı için ise Harvard mimarisini kullanmaktadır. PIC16F87X mikroları birçok esas özelliklere sahiptir. 14 seviyeli, derin küme ve çoklu iç ve dış kesme kaynaklarına sahiptir. 2 aşamalı komut hattı tüm komutların tek bir çevrimle işlenmesini sağlamaktadır. Yalnızca bazı özel komutlar 2 çevrim olur.



Şekil 4.1.1 : PIC16F877 40-pin PDIP Görünümü [4]

PIC16F87X ailesi dış elemanları azaltacak spesifik özelliklere sahiptir ve böylece maliyet düşürmekte, sistemin güvenilirliği artmakta, enerji sarfiyatı azalmaktadır. Ayrıca tüm PIC lerde 4 tane osilatör seçeneği mevcuttur. Bunlardan tek pinli RC ile düşük maliyet (4 MHZ), LP ile enerji sarfiyatını minimize etme (40 KHZ), XT ile

Tablo 4.1 : 16F877 Genel Özellikleri [10]

Uygulama Frekansı	DC-20 Mhz
Program Hafızası	8K*14 word Flash bellek
Veri Hafızası	368*8 byte
EEPROM Hafızası	256*8 byte
I/O ve Port Sayısı	33 I/O ve 5 Port
Kesme(Interrupt) Sayısı	14
Zamanlayıcı(Timer)	Timer0, Timer1, Timer2
Yakala/Karşılaştı/PWM Modul (CCP)	2
10-Bit Analog / Dijital Çevirici	8 Kanal
Komut Sayısı	35

standart hız ve düşük maliyet (4MHZ) ve HS ile de çok yüksek hız (20 MHZ) avantajları sağlarız. PIC mikrodenetleyiciler işlem yapılmadığı durumlarda PIC mikrodenetleyicisi uyuma moduna geçer ve çok düşük akım çeker. 16F877'nin belli başlı temel özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

2.6.1 RAM Bellek

PIC16F877'nin 0x00~7Fh adres aralığına ayrılmış olan RAM belleği vardır. Bu bellek içerisindeki file registerleri içerisine yerleştirilen veriler PIC CPU'sunun çalışmasını kontrol etmektedir. File register adı verilen özel veri alanlarının dışında kalan diğer bellek alanları, normal RAM bellek olarak kullanılmaktadırlar. Şekil 1.1'de PIC16F877'nin kullanıcı RAM bellek haritası görülmektedir.

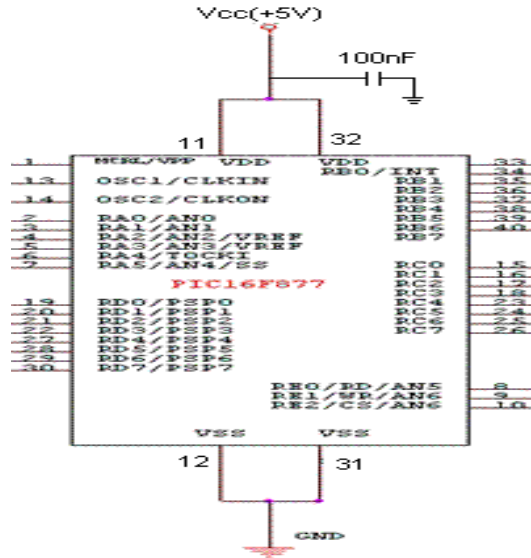
Indirect addr. ⁽¹⁾	00h	Indirect addr. ⁽¹⁾	80h	Indirect addr. ⁽¹⁾	100h	Indirect addr. ⁽¹⁾	180h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTA	05h	TRISA	85h	PORTA	105h	TRISA	185h
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
PORTC	07h	TRISC	87h		107h		187h
PORTD ⁽¹⁾	08h	TRISD ⁽¹⁾	88h		108h		188h
ORTE ⁽¹⁾	09h	TRISE ⁽¹⁾	89h		109h		189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Reserved ⁽²⁾	18Eh
TMR1H	0Fh		8Fh	EEDARH	10Fh	Reserved ⁽²⁾	18Fh
T1CON	10h		90h		110h		190h
TMR2	11h	SSPCON2	91h		111h		191h
T2CON	12h	PR2	92h		112h		192h
SSPBUF	13h	SSPADD	93h		113h		193h
SSPCON	14h	SSPSTAT	94h		114h		194h
CCPR1L	15h		95h		115h		195h
CCPR1H	16h		96h		116h		196h
CCP1CON	17h		97h		117h		197h
RCSTA	18h	TXSTA	98h	General Purpose Register 16 Bytes	118h	General Purpose Register 16 Bytes	198h
TXREG	19h	SPBRG	99h		119h		199h
RCREG	1Ah		9Ah		11Ah		19Ah
CCPR2L	1Bh		9Bh		11Bh		19Bh
CCPR2H	1Ch		9Ch		11Ch		19Ch
CCP2CON	1Dh		9Dh		11Dh		19Dh
ADRESH	1Eh	ADRESL	9Eh		11Eh		19Eh
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh		11Fh		19Fh
	20h		A0h		120h		1A0h
General Purpose Register 96 Bytes		General Purpose Register 80 Bytes		General Purpose Register 80 Bytes		General Purpose Register 80 Bytes	
	7Fh	accesses 70h-7Fh	EFh	accesses 70h-7Fh	16Fh	accesses 70h-7Fh	1EFh
Bank 0		Bank 1	FFh	Bank 2	17Fh	Bank 3	1FFh

Şekil 3.6.1 : Veri (RAM) Belleği [10]

2.6.2 PIC 16F877'nin Besleme Uçları ve Beslenmesi

PIC16F877'nin besleme gerilimi 11, 12 ve 31, 32 numaralı pinlerden uygulanmaktadır. 11 ve 32 numaralı Vdducu +5 V'a ve 12, 31 numaralı Vss ucu toprağa bağlanır. PIC'e ilk defa enerji verildiği anda meydana gelebilecek gerilim dalgalanmaları nedeniyle, oluşabilecek istenmeyen arızaları önlemek amacıyla 100nF'lık dekuplaj kondansatörünün devreye bağlanması gerekmektedir. PIC'ler

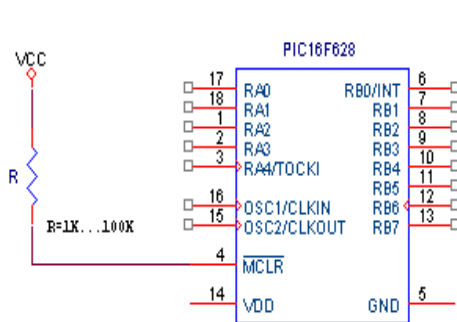
CMOS teknolojisi ile üretildiklerinden 2 ila 6 volt arasında çalışabilmektedirler. +5 V'luk bir gerilim ise ideal bir değer olmaktadır.



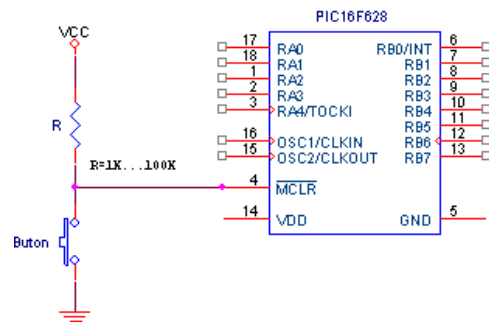
Şekil 3.6.2 : Besleme Uçları ve Bağlantıları [8]

2.6.3 PIC16F877'nin Reset Uçları

Kullanıcının programı kasti olarak kesip başlangıca döndürebilmesi 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 v gerilim uygulanmalıdır.



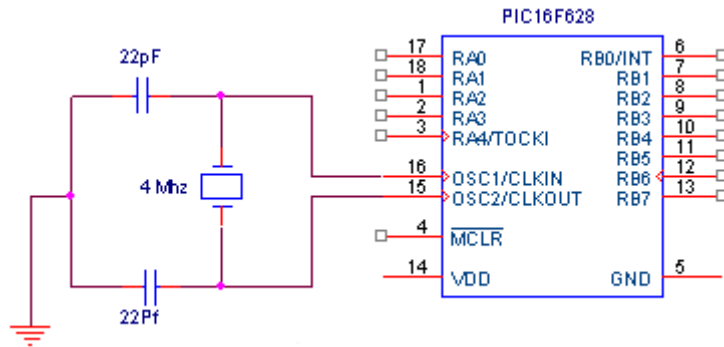
Şekil 3.6.3.1 : Basit MCLR Bağlantısı [8]



Şekil 3.6.3.2 : Donanımsal Reset Butonu [8]

2.6.4 PIC16F877'nin Clock Uçları ve Osilatör Tipleri

PIC16CXX mikrodnetleyicilerinde 4 çeşit osilatör bulunmaktadır. Kullanıcı bu 4 çeşitten birini seçerek iki konfigürasyon bitini (FOSC1 ve FOSC2) programlayabilir. Bu osilatör çeşitleri çizelgede verilmiştir. PIC16F877'de clock uçları 13 ve 14 nolu pinlerdir. Hazırlanacak olan PIC programlarında kullanılan osilatör tipi PIC programının çalışma hızını ve hassasiyetini etkileyeceğinden dolayı amaca uygun bir osilatör devresi kullanılmalıdır. Çizelge 4'de farklı osilatör çeşitleri ve özellikleri görölmektedir. Osilatör tipinin seçiminde dikkat edilecek bir başka nokta ise seçilecek olan osilatörün kullanılan PIC'in özelliğine uygun olarak seçilmesidir. Örnek verecek olursak 10MHz çalışma frekansına sahip bir PIC16F877 için 20MHz'lik bir osilatör kullanmak doğru olmaz. Fakat daha düşük bir frekans değeri ile çalışan bir osilatör devresi kullanılabilir.



Şekil 3.6.4 : Osilatör Seçimi [8]

2.6.5 Kesmeler (Interrupts)

PIC'in port girişlerinden veya donanım içerisindeki bir sayıcıdan gelen sinyal nedeniyle belleğinde çalışmakta olan programın kesilmesi olayına kesme denir. Programın kesildiği andan itibaren önceden hazırlanan bir alt program çalışır. Alt program işlevini bitirdikten sonra ana program kaldığı yerden itibaren çalışmasına devam etmektedir. Netice olarak bir kesme ana program çalışmasını sadece duraklatır ama hiçbir zaman işlevini devam ettirmesini engellemez. Interrupt alt programları kullanarak program içerisinde kullanılacak komut sayısı azaltılır ve bir

sürü mantıksal karışıklıklar önlenir. Kesme olayı sırasında meydana gelecek olan olayları sıralayacak olursak;

- Kesme olayı meydana geldiğinde STACK registerin olduğu adrese (h'23F') atlanır.
- Ana programın kaldığı adresi stack registere yazılır.
- Kesme alt programı çağrılır.
- Kesme alt programının olduğu adrese atlanır.
- Kesme alt programı çalıştırılır.
- STACK (Yığın) registerin bulunduğu adrese gidilir.
- Ana programa dönüş adresini alınır.
- Ana programın kesildiği yerdeki adresten bir sonraki adrese gidilir ve devam edilir..

2.6.6 PIC 16F877 Port Fonksiyonları

- Port A : A portu hem giriş/çıkış hemde analog giriş uçları görevlerini yapan 6 bit'lik bir port'tur. A portunda bulunan RA4 pini diğer Port A pinlerinden farklıdır. RA4 pin'i açık kolektör özelliğine sahiptir. Bu nedenle bu pin'in çıkış olarak kullanılması için mutlaka pull-up direnci ile pozitif beslemeye bağlanması gerekir. Pull-up direnci 5K ile 10K arasında olabilir.
- Port B : Port B giriş/çıkış olarak kullanılabilen 8 bit'lik bir port'tur. B port'u denetleyici içinde dahili olarak pull-up yapılmış gibidir. Bu özelliğinden dolayı bu port giriş olarak kullanıldığında girişte sinyal yokken giriş lojik-1 olarak algılanır. Bu nedenle ek dirence ihtiyaç olmadan buton girişi uygulamalarında tercih edilir. Dahili pull-up aktif veya pasif yapılabilir.
- Port C : C portu 8 bit'lik dijital giriş/çıkış portudur. Bir çok fonksiyonu bünyesinde barındırır.
- Port D : D port'unda 8 bit'lik dijital giriş/çıkış portudur.
- Port E : E port'u ise 3 bit'lik dijital giriş/çıkış portudur.

3. CCS C İLE PIC PROGRAMLAMA

Elektronik alanında C dili vazgeçilmez bir yer edinmiştir. C dili hem insan diline olan yakınlığı hem de makine diline daha az kayıpla çevrilebilme özelliği sayesinde elektronik ürünler ve mikrodenetleyici programlama da oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer elektronik ürünlerde olduğu gibi Microchip firmasının PIC mikrodenetleyici ürünlerinde de C dili ile programlama popüler bir şekilde kullanılmaktadır.

PIC ürünleri için mevcut olan C derleyicileri içinde, PIC ürünlerinin neredeyse tümünü destekleyen, büyük bir oranla ANSI C uyumlu, esnek ve çok kolay bir şekilde mikrodenetleyici programlanmasına izin veren, birçok iletişim protokolü ve çevresel ürünler için hazır kütüphane dosyaları (kontrol fonksiyonları) içeren CCS (Custom Computer Services Inc.) firması ürünü **CCS C PIC C Compiler** programı oldukça popülerdir. Standart Coperatörlerinin yanı sıra PIC' lere özel dahili kütüphaneler ve önişlemci direktifleri de içeren birçok donanım için hazır kodlar sunmaktadır. MPLAB programı içerisine gömülebilen derleyici sahip olduğu IDE (Integrated development Environment) ara yüzü sayesinde program yazma, derleme ve hata ayıklama fonksiyonlarını tek bir ekranda gerçekleştirme imkanı sunmaktadır.

CCS-C'de PIC'ler için kod yazmak oldukça kolaydır. Çünkü CCS-C basit C bilgisi ile PIC bilgisini sentezlemeyi amaçlamıştır.

3.1 CCS C Programı Genel Gövdesi

CCS C'de programlar yazılırken kullanılan belli bir sıra vardır. Program mantığına ters düşmediği sürece istenen tasarımda komutlar programda yer alabilir. Fakat programın okunabilirliğini ve anlaşılmasını arttırmak ve hata yapma olasılığını en aza indirmek için aşağıda verilen program gövdesi kullanılmalıdır.

// Program hakkında tanıtıcı bilgiler

/******

Program İsmi :

Programın Amacı :

Kullanılan Mikrodenetleyici :

Yazan :

#include <16f877.h>

#include <input.c>

#include <lcd.c>

#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,....

#use delay (clock=20000000)

Başlık(header) ve kütüphane

dosyalarının tanıtılması

konfigürasyon tanımlamalarının

belirlenmesi.

int x,y;

char bilgi;

long int,data;

const int dizi[]={0x23,0x34};

Genel(global) değişkenler ile

sabitlerin tanıtılması

#int_donanım kesmesi ismi

void fonksiyon ismi()

{

Komut veya komutlar

}

Varsa kullanılan donanım kesmesi

fonksiyon tanımlamaları

Void fonksiyon ismi()

{

Komut veya komutlar

}

Varsa kullanıcı tarafından tanımlanan

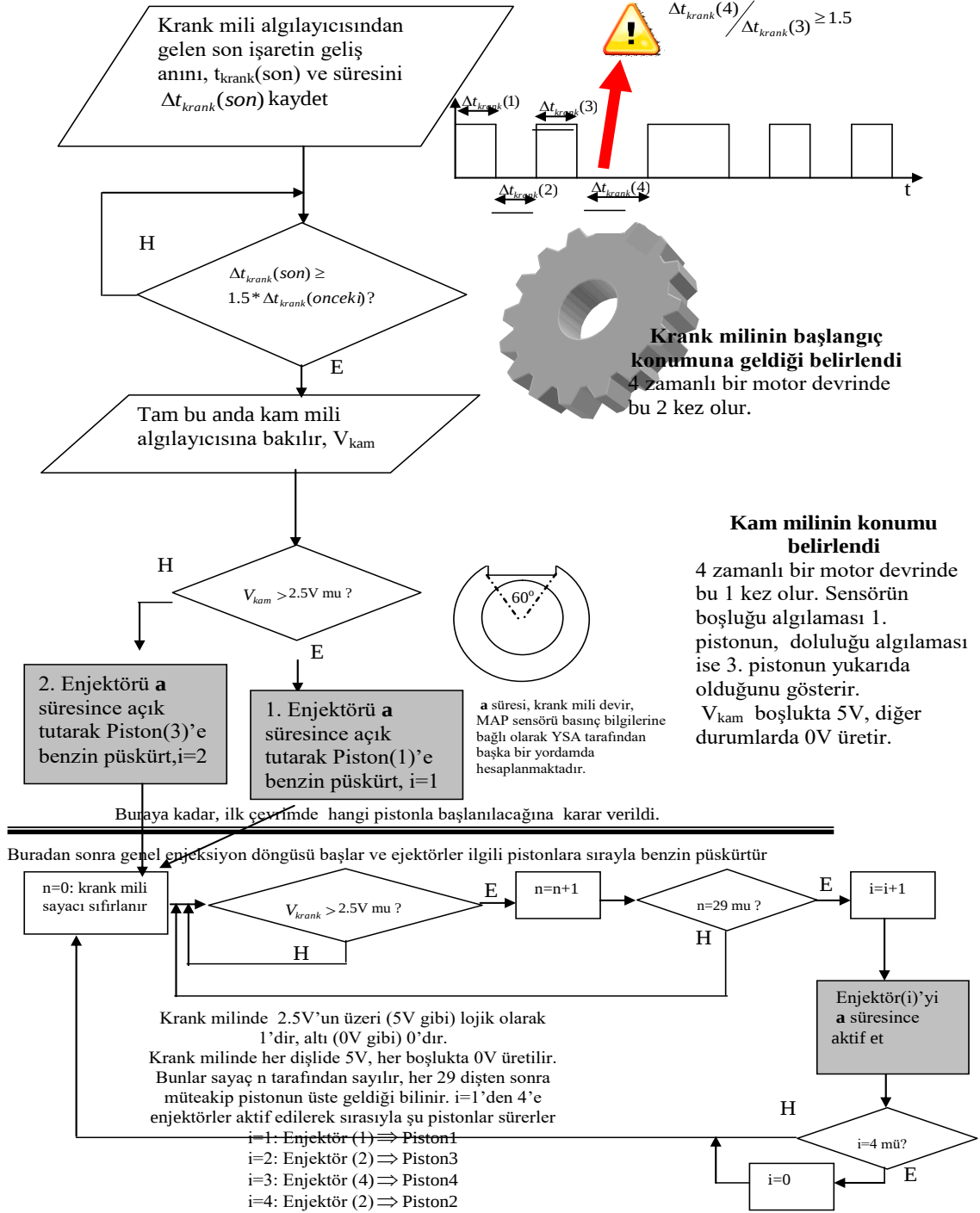
fonksiyonlar(alt programlar)

```
void main()  
{  
    Komut veya komutlar  
}
```



Ana program fonksiyonu

3.2 Üzerinde Çalıştığımız Projenin Algoritması



SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Krank ve Kam mili sensörlerinden alınan bilgiler doğrultusunda, mikrodnetleyicimiz püskürtme anını ve hangi enjektöre püskürtme yapacağını belirler. Tezimizde en uygun püskürtme zamanının yakalanması hedeflenmiştir, optimum püskürtme zamanı yakalandığı vakit araç minimum yakıt ile maximum yolu alacaktır.

Kontrol sistemi gerçekleştirme sürecinde devre kartları tasarlandı. Kartların tasarımı Proteus programında gerçekleştirildi ve CCS C programı ile kullanılacak yazılımlar gerçekleştirildi. Daha sonra Proteus' ta simülasyon yapıldı ve son olarak devre kartları oluşturuldu.

Elde edilen sonuçlar günümüzde kullanılmaktadır. Önümüzdeki yıllarda mikrodnetleyicinin püskürtme anına karar verme aşamasında yapay sinir ağıları tabanlı bir yazılım kullanırsa çok daha verimli bir kontrol sistemi oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

- [1] YILMAZ, S. , “Bilgisayar ile Sayısal Çözümleme”, KOÜ Yayınları, Yayın No:162, (2005) - Kocaeli
- [2] DORF R. C. & BISHOP R. H. , “Modern Control Systems”, Onuncu Basım, Pearson Prentice Hall, 2005.
- [3] YILMAZ, S. , “Otomatik Kontrol Ders Notları”, KOÜ Yayınları, Yayın No:313, 2008 - Kocaeli.
- [4] <http://www.microchip.com>, “28/40-pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers”, Katalog. (Ziyaret tarihi: 05 Mayıs 2010).
- [5] <http://www.robot.metu.edu.tr/~deniz/?p=5> (Ziyaret tarihi: 10 Nisan 2010).
- [6] <http://www.elektrotekno.com/about43261.html&highlight=sens%F6rler>, “ Sensörler ve Transduserler” Gazi Üniversitesi T.E.F - Bitirme Tezi, 2000. (Ziyaret tarihi: 26 Ekim 2009).
- [7] <http://www.obitet.gazi.edu.tr> , “Obitet Dokümanlar – Algılayıcılar” (Ziyaret tarihi: 29 Ekim 2009).
- [8] ÇİÇEK, S. , “CCS C İle Pic Programlama ” , Üçüncü Basım, Altaş Yayıncılık, 2009.
- [9] <http://ccspic.com/download/otomatik-kontrol-ders-notlari.html#ixzz0nrEeSelx> (Ziyaret tarihi: 13 Ekim 2009)
- [10] <http://www.mikrodenetleyici.com/default.asp> (Ziyaret tarihi: 22 Mart 2009)
- [11] <http://www.scribd.com/doc/7062172/PIC16F877TR> (Ziyaret tarihi: 03 Ocak 2010)
- [12] ERDEM F. www.fatiherdem.net. (Ziyaret tarihi: 10 kasım 2010)

ÖZGEÇMİŞ

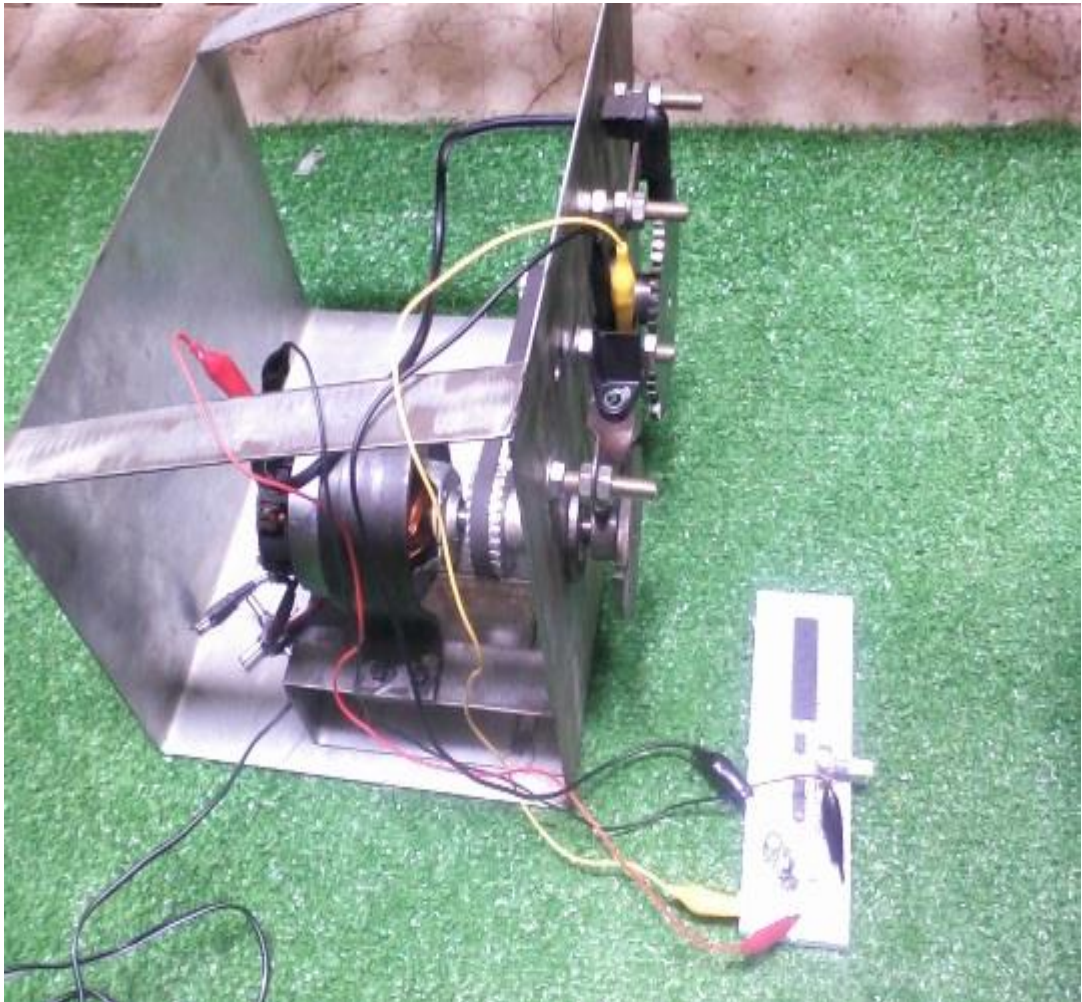
Tolga KAYA

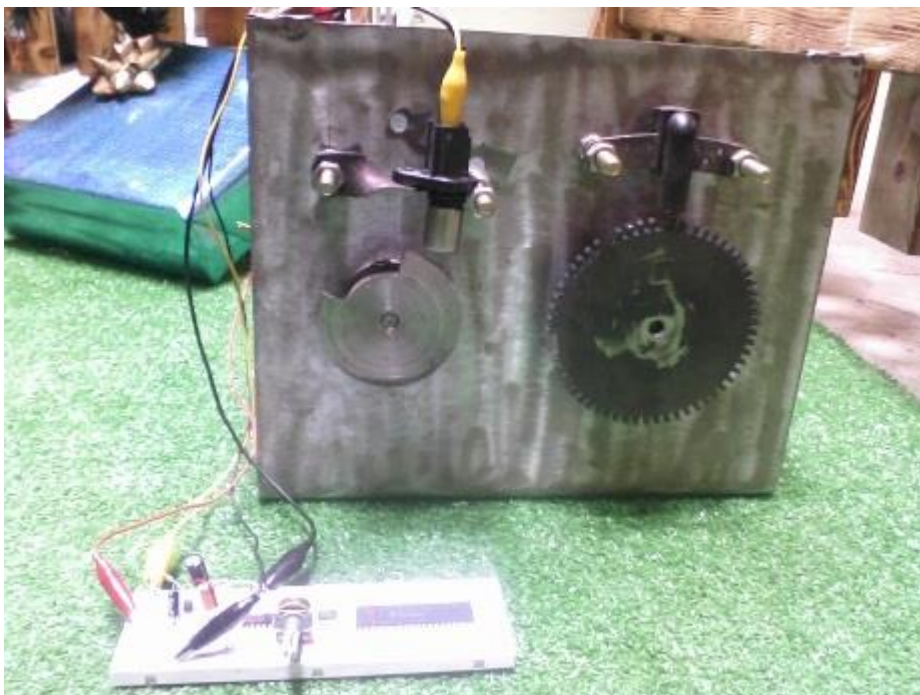
8 Eylül 1986 tarihinde Malatya’da doğdu. İlkokulu Kahramanmaraş’ta, orta okulu Sinop Anadolu Lisesi’nde ve liseyi Çankırı Süleyman Demirel Fen Lisesinde tamamladı. 2005 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü’nden 2010 yılında Elektronik ve Haberleşme Mühendisi olarak mezun olma durumundadır.

Refika Pelin KUTLU

Balıkesir ilinin Bandırma ilçesinde 5 Mayıs 1988 tarihinde doğdu. İlköğrenimini Zübeyde Hanım İlköğretim Okulu’nda, orta öğrenimini Şehit Süleyman Bey İlköğretim Okulu’nda tamamladı. Lise öğrenimini Bandırma Anadolu Lisesi’nde bitirdi. Lisans eğitimine 2006 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü’nde başladı. Şuan ise son sınıf öğrencisi olarak eğitimine devam etmektedir.

EK :





Mikrodenetleyici Kodu

```
//*****
```

PIC16F877 ile Motorlu Araçlarda Yakıt Enjeksiyon Kontrolü

```
*****//#in
```

```
clude <16f877.h>
```

```
#fuses XT, NOWDT, NOPROTECT, NOBROWNOUT, NOLVP,NOPUT,NOWRT, NODEBUG,  
NOCPD
```

```
#use delay (clock=4000000)
```

```
#use fast_io(b);
```

```
#use fast_io(c);
```

```
int i;
```

```
int n;
```

```
int prev, val;
```

```
int count,count2;
```

```
void main()
```

```
{
```

```
    setup_psp(PSP_DISABLED);
```

```
    setup_spi(SPI_SS_DISABLED);
```

```
    setup_timer_1(T1_DISABLED);
```

```
    setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1);
```

```
    setup_adc_ports(NO_ANALOGS);
```

```

    setup_adc(ADC_OFF);

    setup_CCP1(CCP_OFF);

    setup_CCP2(CCP_OFF);


    set_tris_b(0xFF);

    set_tris_c(0x00);

    output_c(0x00);


    prev=input(pin_b5);


while(1)
{
    val=input(pin_b5);


    if(val==1 && prev==0)
    {
        count=0;

        count2=0;


        while(input(pin_b5)==1)

            ++count;


        while(input(pin_b5)==0)

            ++count2;
    }

    if(count2/count>=1.5)
    {

```

```

if(pin_b2==1)
{
    output_high (pin_c0);
    delay_ms(500);
    i=1;
}
else
{
    output_high(pin_c2);
    delay_ms(500);
    i=2;
}

```

```

while (1) {
    n=0;

    while (n <= 29)
    {
        while (input_b() == 0)
            n=n+1;

        while (input_b() == 1)
        {
            i=i+1;
            i=i%4+1;

```

```

    }

    if (i == 1)
    output_high(pin_c0);
    delay_ms(500);

    if (i == 2)
    output_high(pin_c1);
    delay_ms(500);

    if (i == 3)
    output_high(pin_c2);
    delay_ms(500);

    if (i == 4)
    output_high(pin_c3);
    delay_ms(500);
}
}

prev=val;
}
}

```