

**MİKRODENETLEYİCİ TABANLI E-TEST STRİP UYGULAMASI
CİHAZI TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

Bahar ÇELİK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜŐÜ**

OCAK 2009

ANKARA

Bahar ÇELİK tarafından hazırlanan MİKRODENETLEYİCİ TABANLI E-TEST STRİP UYGULAMASI CİHAZI TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Nihal Fatma GÜLER

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. İnan Güler

Üye : Prof. Dr. Nihal Fatma Güler

Üye : Yrd. Doç. Dr. Metin YILDIZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. M. Resim Corol

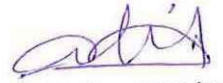
Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA

Tarih : 28/01/2009

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığımı bildiririm.



Bahar ÇELİK

**MİKRODENETLEYİCİ TABANLI E-TEST STRİP UYGULAMASI CİHAZI
TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Bahar ÇELİK
GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

**BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ
Ocak 2009**

ÖZET

Tezin amacı, hastane laboratuvarlarında yapılan E-test strip uygulamasının mikrodenetleyici ile yapılmasını sağlayan bir cihazın tasarımının gerçekleştirilmesidir. Sistemde E-test strip uygulaması işleminin aşamaları olan plaka ekim ve E-test striptinin yerleştirme işlemleri için gerekli iki cihazın tek bir cihazda toplanması ve böylece maliyetin azaltılması ve bu uygulama için ayrılması gereken zamanın azaltılması amaçlanmıştır. Sistemde PIC 16F877A mikrodenetleyici kullanılmış ve program PIC Basic Programlama Dili kullanılarak Microcode Studio Plus editöründe yazılmıştır. Tasarımı gerçekleştirilen devre, laboratuvar ortamında ve gerçek ortamda test edilmiştir. Tasarlanan sistem, bu haliyle hastane laboratuvarlarında kullanılabilir durumdadır.

Bilim Kodu : 704.3.013
Anahtar Kelime : E-test, Mikrodenetleyici, Biyomedikal, PIC
Sayfa Adedi : 68
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Nihal Fatma GÜLER
Prof. Dr. İnan GÜLER

**DESIGN AND REALIZATION OF A MICROCONTROLLER BASED E-
TEST STRIP APPLICATION DEVICE**

(M.Sc. Thesis)

Bahar ÇELİK

**GAZI UNIVERSITY
INFORMATICS INSTITUTE**

January 2009

ABSTRACT

The aim of this thesis is to develop design of a device that supplies E-test strip application with microcontroller. It was aimed to gather two devices that are needed for E-test strip application's stages, inoculation onto plate and placement of E-test strip, into a device thus to reduce cost and time required for this application. PIC16F877A microcontroller was used in the system and it was programmed in Microcode Studio Plus Editor by using PIC Basic Programming Language. The circuit whose design was realized was tested under circumstances in laboratory and real medium. The designed system is in a state that can be used in hospitals as it is.

Science Code : 704.3.013
Key Words : E-test, Microcontroller, Biomedical, PIC
Page Number : 68
Adviser : Prof. Dr. Nihal Fatma GÜLER
Prof. Dr. İnan GÜLER

TEŞEKKÜR

Tez alıőmamda benden zaman, fikir ve tecrübelerini esirgemeyen danıőmanım sayın Prof. Dr. Nihal Fatma GÜLER'e ve çalıőmam boyunca bana yol gösteren sayın Prof. Dr. İnan GÜLER'e teşekkür ederim. Çalıőmamda bana yardımcı olan Öğr. Gör. Murat KARABACAK'a teşekkür ederim. Çalıőmama yön vermemde bana yardımcı olan Sayın Dr. Murat DİZBAY'a teşekkür ederim. Tez çalıőmalarım sırasında bana destek veren aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. E-TEST STRİP UYGULAMASI.....	4
2.1. Antibiyotik Kullanımı	9
2.1.1. Antibiyotiklerin yanlış kullanımı	10
2.1.2. Antibiyotiklerin yanlış kullanımının sonuçları	10
2.2. Antibiyotik Duyarlılık Testi.....	10
2.2.1. MIC inhibasyon kesme noktaları	11
2.2.2. Difüzyon yöntemleri	11
2.2.3. Kirby- Bauer disk difüzyon metodu.....	11
2.2.4. Broth dilüsyon tekniği.....	12
2.2.5. Mikrotiter teknik	12
2.2.6. Agar dilüsyon tekniği.....	12
3. KULLANILAN MALZEME VE YÖNTEM.....	15
3.1. Malzeme.....	15

3.1.1. Mikrodenetleyici	15
3.1.2. Osilatör devresi	22
3.1.3. Analog/ sayısal dönüştürücü modülü	23
3.1.4. Güç kaynağı	25
3.1.5. Adım motorlar	25
3.2. Yöntem	29
3.2.1. A/D çevrim işlemi	29
3.2.2. TIMER0 zamanlayıcısı/sayıcısı ve TMR0 kesme olayı.....	32
3.2.3. Unipolar motorun sürülmesi	35
3.2.4. PIC'in programlanması	37
4. TASARLANAN SİSTEM	39
5. DENEYSEL BULGULAR	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	53
EKLER SAYFASI	56
EK-1	57
EK-2	58
EK-3	59
EK-4	61
EK-5	65
EK-6	67
ÖZGEÇMİŞ	68

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3. 1. Bazı mikrodenetleyiciler ve üretici firmaları	17
Çizelge 3. 2. PIC 16F877A bellek özellikleri	22
Çizelge 3. 3. Dışardan uygulanan saat darbesi frekansına göre seçilecek osilatör	23
Çizelge 3. 4. ADCON0 özel amaçlı kaydedicisinin bit açıklamaları.....	30
Çizelge 3. 5. ADCON1 özel amaçlı kaydedicisinin bit açıklamaları.....	31
Çizelge 3. 6. INTCON kaydedicisi ve bit işlevlerinin açıklamaları	33
Çizelge 3. 7. OPTION REG kaydedicisi ve bit işlevlerinin açıklamaları.....	34
Çizelge 3. 8. 1 fazlı tam adım sürüş	36
Çizelge 3. 9. 2 fazlı tam adım sürüş	36
Çizelge 3. 10. 2 fazlı yarım adım sürüş.....	37
Çizelge 5. 1. Karşılaştırmalı sonuç tablosu	51
Çizelge 3. 11. PIC 16F877A bellek özellikleri	64
Çizelge 3.1. PIC 16F877 pin adları ve açıklamaları	59

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3. 1. Bir mikrodnetleyici sistemin blok şeması	16
Şekil 3. 2. PIC 16F877 mikrodnetleyicisinin pin bağlantıları	21
Şekil 3. 3. Dışarıdan uygulanan saat darbesinin prensip şeması	23
Şekil 3. 4. A/D dönüştürme işleminin blok diyagramı	25
Şekil 3. 5. Unipolar adım motorun şematik gösterimi	27
Şekil 3. 6. A/D blok diyagramı	32
Şekil 3. 7. PIC'e program yazım aşamaları	38
Şekil 3. 8. PIC 16F877 mikrodnetleyicisinin pin bağlantıları	63
Şekil 4. 1. Hazırlanan sistemin blok diyagramı	39
Şekil 4. 2. Yazılımın akış diyagramı	45

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2. 1. E-test strip uygulaması.....	4
Resim 2. 2. E-test stripti.....	5
Resim 2. 3. Striptlerin tepside alınışı	6
Resim 2. 4. Striplerin agar plağına yerleştirilmesi.....	7
Resim 2. 5. Retro C80 cihazı	8
Resim 4. 1. Cihazın dıştan görünüşü.....	40
Resim 4. 2. Sistemin devresi	41
Resim 4. 3. Kristal tabanlı PIC osilatör devresi	41
Resim 4. 4. Potansiyometrenin mikrodenetleyiciye bağlantısı	42
Resim 4. 5. Gerilim regülatörünün devreye uygulanışı	43
Resim 4. 6. Adım motor kontrol ünitesi.....	44
Resim 4. 7. Microcode studio plus programı ekran görüntüsü	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
A	İvme, rad/sn^2
F	Kuvvet, N
J	Atalet momenti, Kgm^2
J_L	Yük atalet momenti, Kgm^2
J_M	Motor atalet momenti, Kgm^2
J_T	Toplam atalet momenti, Kgm^2
M	Kütle, Kg
R	Yarıçap, m
T	Tork, Nm
T_L	Motor şaftındaki yük torku, Nm
T_{LL}	Yük torku, Nm
W_L	Yük hızı, rpm
W_M	Motor hızı, rpm
β	Motorun adım sabiti, derece
Kısaltmalar	Açıklama
A/D	Analog/Sayısal
ADCON1	Analog/Sayısal Kontrol Kaydedici
ALU	Aritmetik Mantıksal Birim
CLK	Saat
CMOS	Tamamlayıcı Metal Oksit Yarıiletken
DC	Doğru Akım

Kısaltmalar	Açıklama
EEPROM	Elektriksel Silinebilir Programlanabilir Yalnız Okunabilir Bellek
EPROM	Silinebilir Programlanabilir Yalnız Okunabilir Bellek
E-TEST	Epsilometer Test
I/O	Giriş/Çıkış
MBC	Minimum Bakterisidal Konsantrasyon
MCLR	Reset Girişi
MIC	Minimum İnhibitör Konsantrasyonu
MUX	Çoklayıcı
PIC	Çevresel Arabirim Denetleyici
PSP	Paralel Slave Port
RISC	Azaltılmış Komut Takımı
RPM	Dakikadaki devir sayısı
TMR0	Zamanlayıcı
WDT	Bekçi Köpeği Zamanlayıcı

1. GİRİŞ

Hazırlanan tezin konusu mikrobiyoloji laboratuvarlarında gerçekleştirilen, mikroorganizmaların antibiyotik dirençlerini ortaya koymak için kullanılan kantitatif E-test (Epsilometer Test) strip uygulamasının mikrodenetleyici kontrollü olarak yapılmasını sağlayan bir cihazın tasarımının gerçekleştirilmesidir.

E-test strip uygulaması temelde iki aşamadan oluşur. İlk aşamada plak yüzeyine emdirilmiş mikroorganizma örnekleri bir pamuklu çubuk yardımıyla agar plağı diğer elle döndürülürken ekilmektedir. Bu işlemde amaç mikroorganizma örneğinin tüm agar yüzeyine dağılmasıdır. Bu işlemin elle yapılması sonucunda bakteri örneği agar yüzeyine homojen olarak dağılamayabilmektedir. Bu homojen dağılmama durumu ikinci aşama olan E-test strip uygulamasına geçildiğinde bakterilerin MIC (Minimum İnhibitör Konsantrasyonu) değerlerinin tespitinde aksaklıklara neden olduğundan bu işlemin elektronik bir sistem ile yapılması daha doğru sonuçlar alınmasını sağlayacaktır. Bu nedenle agar plağının mikrodenetleyici ile hızı kontrol edilebilecek bir adım motoru ile döndürülmesi ve böylece bakteri örneğinin homojen olarak dağılması ve işlemin standartlaştırılması amaçlanmaktadır. Çalışmanın ikinci kısmında ise e-test striplerinin vakum kontrollü bir sistem ile agar yüzeyinde istenilen noktaya yerleştirilmesi amaçlanmaktadır.

E-test striplerinin yerleştirilmesinde striptin bir kerede uygun yere yerleştirilmesi gerekmektedir çünkü E-test stripti agar yüzeyine bırakıldığında antibiyotik madde hemen agar yüzeyine geçer ve bu nedenle bırakılan striptin yeri değiştirilemez. Bu soruna meydan vermemek için stripleri tepside vakum ile alan ve agar yüzeyine kadar getirip yerleştirilmesini sağlayan vakum kontrollü bir sistem kullanılmıştır.

Maliyetin yüksek olması nedeniyle Türkiye’de hastane laboratuvarlarında rutinde E-test strip uygulaması yapılmamaktadır. Bunun yerine antibiyotik disk difüzyon testi uygulanmaktadır. Antibiyotik disk difüzyon testi kalitatif bir metot iken E-test strip uygulaması kantitatif bir metottur. Bu nedenle e-test strip uygulaması antibiyotik

disk difüzyon testinden daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Bunun yanında e-test strip uygulaması ile yalnızca uygun antibiyotik değil bu antibiyotiğin uygun ozu da saptanmaktadır.

E-test strip uygulaması için yaygın olarak kullanılan cihaz Ab Biodisk (İsveç) firmasının ürettiği Biotools cihazlarıdır. Bu çalışmada bu cihazlardan alınan sonuçlar referans olarak alınmıştır. Gerçekleştirilen cihaz sayesinde daha fazla hastanemizde daha kolay ve standartlaşmış bir şekilde E-test strip uygulaması yapılmaya başlanabilir. Böylece hastane laboratuvarlarında daha doğru sonuçlar elde edilebilir. Bu çalışmada mikrodenetleyici tabanlı E-test strip uygulaması cihazı geliştirilmiş olup, cihazın tasarım ve programlanması konusunda üniversitede bilgi birikimi sağlanmıştır.

Bu tez çalışması sayesinde E-test strip uygulaması daha pratik ve standart hale gelecek ve Türkiye genelinde kullanımı yaygınlaşacaktır. E-test strip uygulaması ile hem doğru antibiyotiğin hem de bu antibiyotiğin doğru dozunun bulunması sağlanacaktır. Bununla birlikte İsveç'ten ithal edilen Ab biotools cihazlarının yerine yerli üretim olan bu cihazın kullanılması ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır. Dahası bu çalışma ile buna benzer uygulamalara ışık tutulacak ve yeni gelişmelere temel oluşturulacaktır.

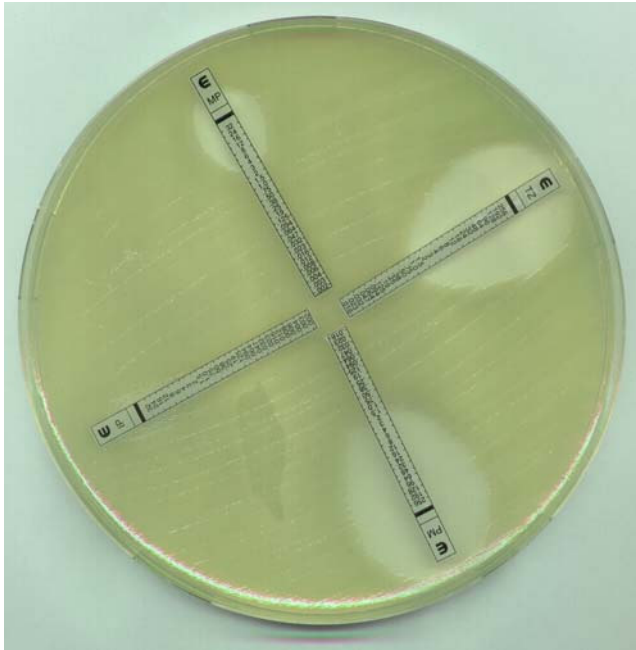
Biotools cihazlarından Retro C80 ve Nema C88 modelleri incelenmiştir. Bu modellerden Retro C80, bir anahtar ile DC motorun çalıştırılması ve bir potansiyometre ile de hızının değiştirilmesini sağlamaktadır. Nema C88 ise yine bir anahtarla çalıştırılmakta ve vakum kalemindeki boşluğa işaret parmağının kapatılması ile strip tutulup bu boşluğun bırakılması ile striptin bırakılması sağlanmaktadır. Yapılan çalışmada Retro C80 ve Nema C88 modellerinin yaptığı işlemler aynı uygulamaya ait olduğundan bu iki cihazın yaptığı işleri tek bir cihazda toplayan yeni bir ürün tasarlanmıştır. Böylece iki ayrı cihaz yerine tek bir cihaz kullanılarak daha kompakt bir yapı elde edilmiştir. Elde edilen ikinci kazanım ise, bu cihazın daha ucuza yerli üretilme gerçeğidir.

Yapılan araştırmanın altı ana evresi bulunmaktadır. İlk evrede, Retro C80 ve Nema C88 cihazları incelenmiş ve mekanik tasarım hakkında bilgi toplanmıştır. İkinci evrede ise cihazın model tasarımı visio programı ile bilgisayarda çizilmiş ve gerekli malzemeler saptanmıştır. Üçüncü aşamada ise cihazın elektronik devresi çizilerek yazılımı hazırlanmış ve simülasyon programında denenmiştir. Dördüncü aşama ise cihazın elektronik devrelerinin yapılması ve mikrodenetleyiciye gerekli yazılımın yüklenmesidir. Beşinci aşamada ise mekanik kısmın tamamlanarak aksam cihazın içine yerleştirilmiştir. Araştırmanın altıncı ve son aşamasında ise cihaz Gazi Üniversitesi Enfeksiyon Hastalıkları Laboratuvarında denenmiş ve doktordan alınan geri bildirim göre cihazın tasarımınının tamamlandığına karar verilmiştir.

Tezin ikinci bölümünde E-test strip uygulaması, antibiyotik kullanımı ve antibiyotik duyarlılık testleri ile ilgili genel bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde ise çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde bu materyal ve yöntemlerden faydalanılarak tasarlanan sistem anlatılmıştır. Beşinci bölümde sistem, hastane ortamında denendikten sonra alınan sonuç ve bulgulara yer verilmiştir. Altıncı bölümde tezin sonucu ve ileride buna benzer ne tür çalışmaların yapılabileceğine yönelik bilgi verilmiştir.

2. E-TEST STRİP UYGULAMASI

E-test (Ab Biodisk, Solna, İsveç) Bant Uygulaması, duyarlılık testi için kullanılan bir kantitatif MIC (Minimum İnhibitör Konsantrasyonu) metodudur. Bir stripte emdirilmiş farklı konsantrasyondaki antibiyotik plak yüzeyine yerleştirilir ve MIC'ler, inhibasyon elipsinin stripti kestiği noktanın yorumlanması ile belirlenir. Bu metot belirli organizmalar için kullanılır; doğru ve üretken sonuçlar verir [1].



Resim 2. 1. E-test strip uygulaması

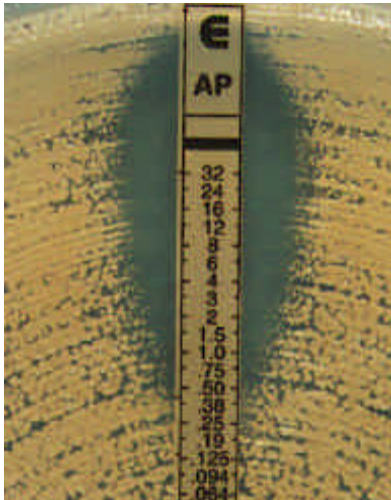
E-test bir uçtan diğer uca giderek artan antibiyotik konsantrasyonu içeren stripler kullanılarak kantitatif sonuçlar elde edilebilen bir testtir [2].

E-test, dilüsyon ve difüzyon testi kavramlarının bir kombinasyonuna dayanır. Dilüsyon metotları gibi, E-test de antifungal duyarlılığı kantitatif MIC değerleri cinsinden doğrudan nicelendirir. E-test önceden tanımlı ve sayısal bir konsantrasyonda antibiyotiğe emdirilmiş striplere sahip olduğu için, elde edilen MIC değerleri süreksiz iki kat seri dilüsyona dayanan geleneksel yöntemlere göre daha kesin olabilmektedir. Disk difüzyondan farklı olarak, E-test MIC'leri moleküler

ağırlık, suda çözünebilirlik, difüzyon karakteristikleri gibi ilaç özelliklerinden ya da farklı mayaların değişen büyüme hızlarından etkilenmez [3].

Nonspesifik bakterilerde (stafilokoklar, streptokoklar, barsak bakterisi vb.) sonuçlandırma süresi 48-72 saattir.

E- test açık bir sistem olduğundan uygulama ve okunması sırasında dikkatli olunması gerekmektedir. Ülkemizden yapılan bir tüberküloz çalışmasında E- test ile 7H11 agar dilüsyon metodu arasında uyum isoniazid, rifampisin, streptomisin, etambutol için sırasıyla %83.1, % 78.8, %84.7, % 80.5 olarak saptanmış olup sonuçlandırma süresi E -test için 7 gün, agar dilüsyon için 21 gün olarak bulunmuştur [4].



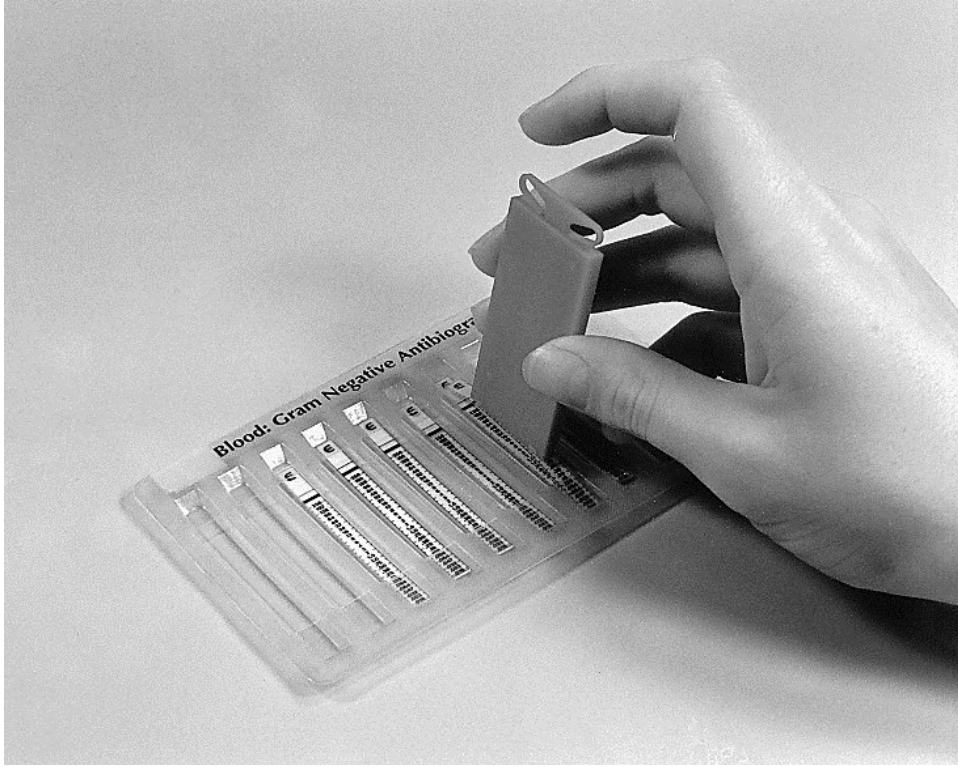
Resim 2. 2. E-test stripti

E-test ince, inert, gözeneksiz bir plastik striptir (5x60 mm). Stripin bir yüzü $\mu\text{g/ml}$ cinsinden MIC değerleri ile derecelendirilmiştir ve iki- harfli kod ilacın kimliğini gösterir [3].

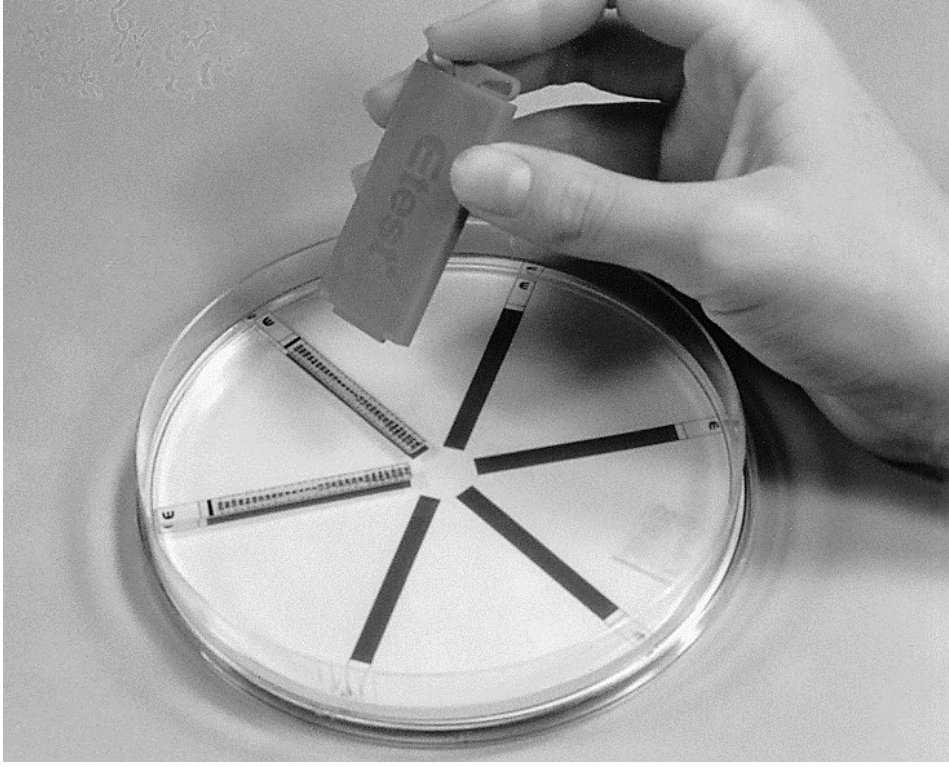
E-test stripti, ekim yapılmış agar plağına uygulandığında, plastik yüzeyden agar matrisine hızlı bir antibiyotik çıkışı olur. İlaç konsantrasyonlarının önceden tanımlı, sürekli ve sabit gradienti doğrudan striptin altından sağlanır. İnkübasyondan sonra, büyüme görülebilir olduğunda, strip boyu merkezli simetrik inhibasyon elipsi

görülür. Zon kenarı, stripti MIC değerinde keser. Farklı büyüme - inhibasyon modelleri görülür, MIC bitiş noktaları, yorumlama adı altında tanımlanan kriterlere göre seçilmelidir [3].

Abbiotisk firması E-test striplerinin yerleştirilmesi için manüel bir strip yerleştirici geliştirmiştir. Bu E-test uygulayıcı, bir pompa, piston ve pistonun her bir tarafında iki yönlü yapışkan teyplere sahiptir. Piston, stripti ve uygulayıcıyı bırakırken, yapışkan teyp E-test striptini kaldırır ve tutar [5].



Resim 2. 3. Striplerin tepside alınışı



Resim 2. 4. Striplerin agar plağına yerleştirilmesi

Ekim ve striplerin yerleştirilmesi işlemleri için Ab biodisk (İsveç) firması Biotools cihazlarını üretmiştir. Bu cihazlar Retro C80, Simplex C76 ve Nema C88 cihazlarıdır.

Retro C80

E-test ve disk difüzyon testi için agar plaklarının ekimini kolaylaştırır. Cihaz hem küçük hem de büyük agar plakları için kullanılabilir. Plaklar hızlı ve kolay bir şekilde ekilir ve bu cihaz elle izgilendirmeye göre çok daha iyi kalite ve ergonomiklik sunar [6,7].

Retro C80 bir plak tutucu/döner tabla hız kontrolü ve cihaz/ayak anahtar kontrol elemanından oluşur. Agar plağı döner tabla üzerine yerleştirilir ve cihaz çalıştırılır. İnokülüm süspansiyonuna batırılan pamuk döner agar plağı yüzeyi boyunca nazikçe temas ettirilir [6,7].



Resim 2. 5. Retro C80 cihazı

Simplex C76

Birçok farklı organizma için farklı e-test striplerinin yerleşimini otomatik olarak sağlar. Büyük agar plakları için 1-6, küçük agar plakları için 1-2 striptin yerleşimi kullanıcı tarafından tanımlanabilir [6,7].

Simplex C76, bir kartuş tutucu, plak tutucu, strip seçme paneli ve vakum uygulama başlığından oluşur. E-test kartuşları yüklendikten ve ekim yapılmış agar plağı yerleştirildikten sonra seçme paneli kullanılarak gerekli stripler tanımlanır. Başlatma butonuna basıldığında cihaz e-test striplerini önceden tanımlı ve eşit mesafeli modelde agar yüzeyine yerleştirir [6,7].



Resim 2.7. Simplex C76 cihazı

Nema C88

E-test striplerinin uygulanmasını kolaylaştıran bir vakum kalemidir. Farklı organizmalar için uygun stripler agar plağı altında bir model kullanarak önceden tanımlı modellere yerleştirilir [6,7].

Nema C88 emme başlıklı bir uygulama kalemi, vakum seviyesi düzenleyici ve bir adet anahtardan oluşur. Etkin uygun alma bırakma vakum seviyesine gelindiğinde, uygulayıcı tıpkı bir kalem gibi tutulur ve hava deliği emmeyi sağlamak için parmak ile kapatılır. Emme başlığı bir stripti kaldırır ve agar yüzeyinde konumlandırır. Strip hava deliğinden parmağın kaldırılması ile bırakılır [6,7].



Resim 2.8. Nema C88 cihazı

Aşağıda antibiyotik kullanımında yapılan yanlışlıklar ve çeşitli duyarlılık testleriyle ilgili bilgi verilmiştir.

2.1. Antibiyotik Kullanımı

Antibiyotikler modern tıbbın tedavi edici ilaçlarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Antibiyotiklerin ne kadar iyi kullanıldığı enfeksiyon yoluyla bulaşan hastalıkların önleme ve tedavi etme kabiliyetini yansıtır. Uygun kullanımda dikkat edilmesi gereken en önemli nokta uygun antibiyotiği uygun dozda seçmektir.

İkincil olarak önemli olan dirençlilik durumunu en aza indirmek ve sağlık hizmetlerini makul fiyatlarda sağlamaktır [8].

2.1.1. Antibiyotiklerin yanlış kullanımı

Dünyada en çok yanlış yapılan tıbbi uygulamalardan biri uygunsuz antibiyotik kullanımınıdır (%25). Türkiye’de tüketilen tüm ilaçların yaklaşık 1/3’ü antibiyotiklerdir. Avrupa ülkelerinde ise bu oran %12-16 arasındadır [9].

2.1.2. Antibiyotiklerin yanlış kullanımının sonuçları

Antibiyotiklerin yanlış kullanımı sonucunda aşağıdaki etkiler görülür:

1. Bakteriyel direnç gelişimi hızlanır ve dirençli bakterilerle enfeksiyonlar ortaya çıkar.
2. Gereksiz ilaç kullanımına bağlı yan etkilerin oluştuğu görülür.
3. Hasta ve topluma ekonomik yük getirir.
4. Hekimde yanlış tanıya bağlı yalancı bir güven duygusu oluşur [9].

Antibiyotiklerin yanlış kullanımından kaynaklanan sorunları en aza indirebilmek için antibiyotik duyarlılık testleri yapılır.

2.2. Antibiyotik Duyarlılık Testi

Duyarlılık testinin temel amacı mikroorganizmaya etkin antibiyotiği tahmin etmektir. Sonucun “duyarlı” olması hastanın tedaviye büyük olasılıkla o antimikrobiyal ajanla cevap vereceğini gösterir. “Dirençli” sonucu o antimikrobiyal ajan ile yapılacak tedavinin başarısızlıkla sonuçlanacağını gösterir. Orta duyarlılık olarak bildirilen sonuçlarda antimikrobiyal daha yüksek dozlarda kullanıldığında etkili olabilir. Bu ayrıca duyarlılık sınır çizgisindeki durumların yanlışlıkla dirençli olarak sınıflandırılmasını engelleyen tampon bir bölgeyi oluşturur [10].

2.2.1. MIC inhibasyon kesme noktaları

Kesme noktaları duyarlı, orta duyarlı ve dirençli kategorilerini belirleyen değerlerdir. Kesme noktalarını belirlemede kullanılan teknikler test metoduna göre değişmekle beraber birkaç istisna dışında MIC'lere dayanır. MIC'in antimikrobiyal ajanın organizmaya karşı aktivesinin en temel laboratuvar ölçümü olduğu genel bir yargıdır. MIC organizmanın gelişme hızına bağlı olarak (genelde 18-24 saat) belirli bir süre sonunda test edilen organizmanın gelişmesini durduracak en düşük konsantrasyon olarak tanımlanır [10]. MIC, minimum inhibasyon konsantrasyonu baskılayıcı en az yoğunluk olarak da tanımlanabilir [11].

Etkili bir tedavi için mikroorganizmaların antibiyotik duyarlılıklarının bilinmesi gerekir. Bunun için kültürde üretilen mikroorganizmaların duyarlılık durumlarının bilinmesi gerekir [8].

Duyarlılık testleri için aşağıdaki yöntemler kullanılır.

2.2.2. Difüzyon yöntemleri

Bu yöntemler katı besiyerlerinde uygulanırlar. Temel ilke plak besiyerlerine ekilen mikroorganizmaların besiyerine yerleştirilmiş disklerdeki, cam veya porselen silindirlerdeki ya da besiyerlerine açılmış çukurlardaki etraflarına yayılmakta olan antibiyotiklerle birlikte üremeleri şeklinde özetlenebilir. Antibiyotiğin mikroorganizmaya olan etkisinin derecesi oluşan üreme önleme zonlarının ölçülmesi ile anlaşılır [11].

2.2.3. Kirby- Bauer disk difüzyon metodu

Bir antimikrobiyal ajana karşı bakterinin duyarlılığını belirlemede Food and Drug Administration- Yiyecek ve İlaç Kurulu' un kabul ettiği oldukça standartlaşmış bir testtir [12].

Kirby- Bauer disk difüzyon testi, birçok antimikrobiyal ajana karşı bir bakteri izolatının duyarlılık veya direncini belirlemek amacıyla kullanılan standartlaşmış bir işlemdir. Disklere bilinen bir miktarda antimikrobiyal ajan doldurulur ve test edilecek bakterilerin ekildiği agar yüzeyine yerleştirilir. Disklerin çevresindeki büyüme inhibasyon çapı ölçülür ve her bir ajana karşı duyarlılık, orta duyarlılık ve dirençlilik değerleri referans tablo ile karşılaştırılır [12].

2.2.4. Broth dilüsyon tekniği

Bir bakteri izolatu için bir antimikrobiyal ajanın MIC ve MBC'sini (Minimum Bakterisidal Konsantrasyon) belirler [12].

MIC bulanıklık olmaması durumunda görsel olarak karar verilebilen bakteri büyümesinin durduran en düşük konsantrasyondur. MBC, MIC belirlenmesinde hiçbir büyüme göstermeyen her bir test tüpünden 0.01 ml broth ile ilaçsız ortamı ekim yaparak saptanır. MBC ilaçsız bölgede görülen büyüme modeli ile inkübasyondan sonra belirlenir. MBC, MIC e eşit ya da MIC den büyük olabilir [12].

2.2.5. Mikrotiter teknik

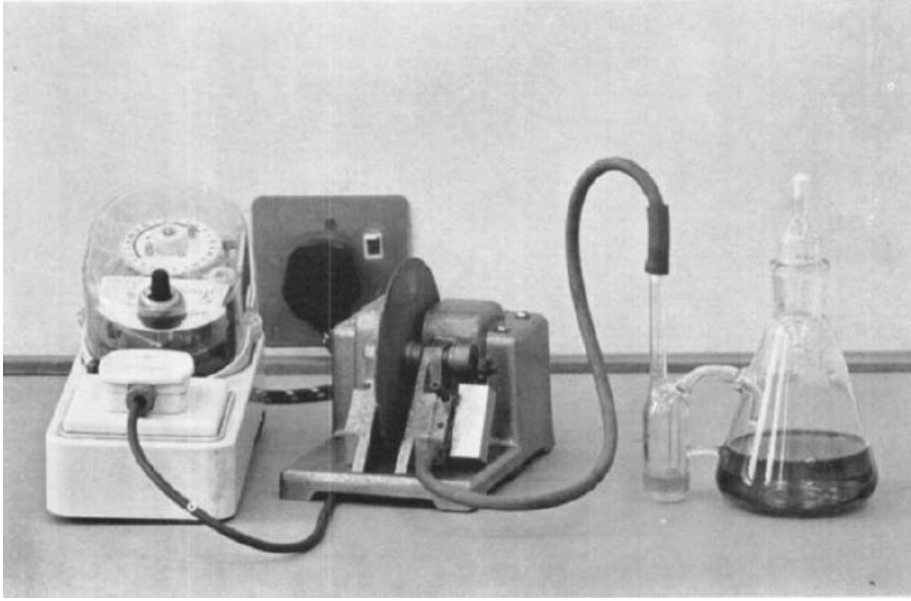
Bir antimikrobiyal ajanın MIC ve MBC' sini belirlemek için kullanılan broth dilüsyon metodunun modifikasyonlarıdır. Test 0,1 ml hacimli mikrotiter bir plak içinde yapılır [12].

2.2.6. Agar dilüsyon tekniği

Agar dilüsyon duyarlılık testi mikroorganizmanın gelişimini engelleyen antimikrobiyal ajanın saptanması için kullanılır. Broth dilüsyon metoduna benzerdir. Plakta antimikrobiyal ajanın en yoğun olduğu yer sol üst ve en az olduğu yer sağ alt köşedir [12].

Ekme işlemi için geliştirilmiş diğer cihazlar aşağıda anlatılmıştır.

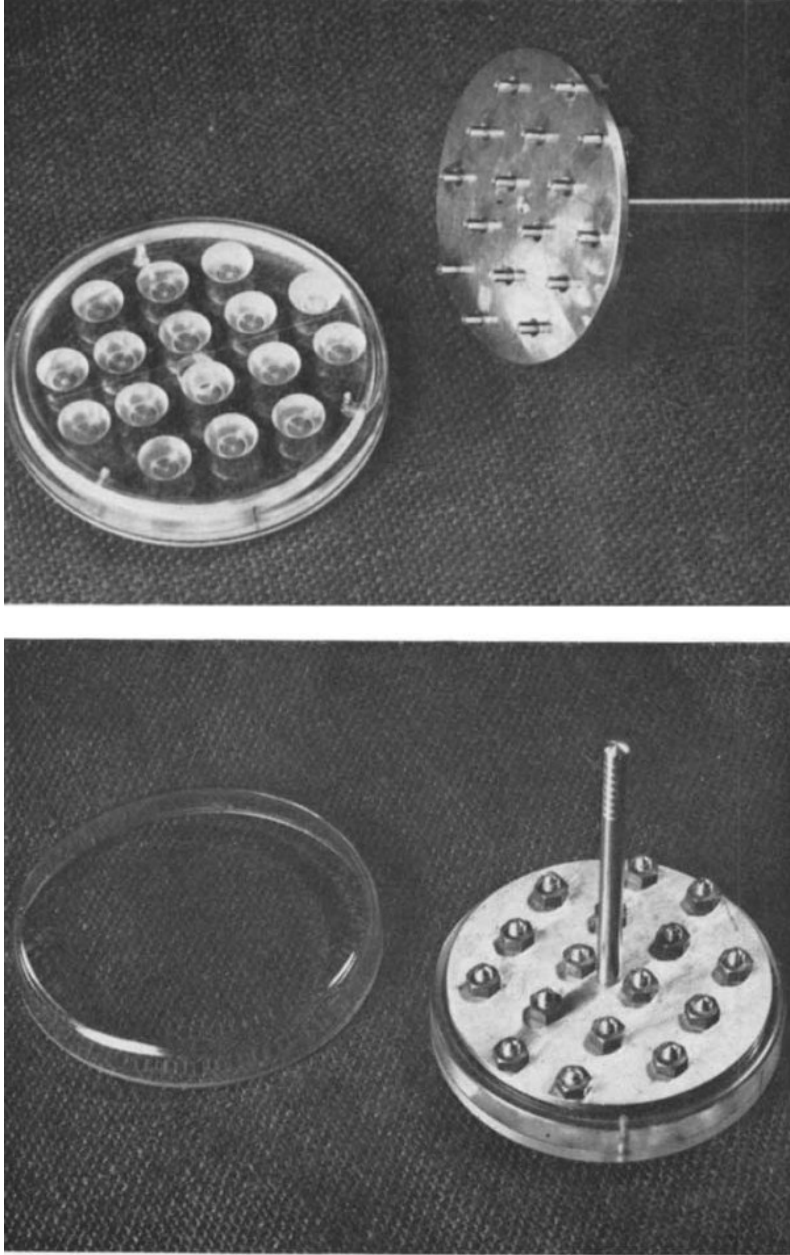
M. H. E. ANDREW ve N. WESTWOOD'un 1969 yılında yaptığı çalışmada uzun deneylerin gün içinde yapılmasını sağlamak amacıyla kültürlerin gece boyunca ekimini sağlayan bir sistem geliştirmiştir [13].



Resim 2.2. Cam birim, pompa ve zaman anahtarı içeren otomatik ekim cihazı

Bu çalışmada ortama otomatik olarak ekim yapılmış ve zamanlama anahtarı ile istenilen zaman ayarlanarak (>15 dakika) kültürün belirlenen zamanda belirli bir büyüme fazına ulaşması sağlanmıştır [13].

D. A. Smith tarafından 1961 yılında yapılan çalışmada, paslanmaz çelik inokulatör ve Perspex taşımaktan oluşan bir çoklu ekim cihazı geliştirilmiştir. Genelde lizojen için farklı bakterilerin görüntülenmesinde kullanılan cihazın görüntüsü aşağıdaki gibidir [14].



Resim 2.3. (a) ve (b)16 ayrı damlanın agar plağına ekimi

Test edilecek yaklaşık 0,3 ml süspansiyon her bir kuyucuğa pipetlenir. Sterile edilmiş inokülatörün kütüklerine iliştirilmiş 16 ayrı damla (her biri yaklaşık 0,01 ml hacminde) kuyucuklardan uygun agar plaklarına aktarılır. Her bir damla 0,5-0,7 cm çaplı bir alan kaplar. Daha önceden bakteri (veya -faj), ekilen her bir plak serisi için, inokülator tekrar sterilize edilir ve işlem tekrarlanır. Kuyucukların yeniden doldurulmasına gerek duyulmadan otuz tabağa ekim yapılabilir [14].

3. KULLANILAN MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Malzeme

Yapılan çalışmada sistemin kontrolü için PIC 16F877A mikrodenetleyici, agar plağını döndürebilmek için bir adet adım motor ($1,8^\circ$), adım motoru sürebilmek için 4 adet BDX53C transistör, motorun hızını ayarlarken kadran olarak kullanılan bir adet 1k lineer potansiyometre, çeşitli değerlerde direnç ve kondansatörler, motorun çalışmaya başlatılması ve durdurulması için bir adet anahtar kullanılmıştır.

3.1.1. Mikrodenetleyici

Bir mikrodenetleyici tek bir yonga üzerine inşa edilmiş bir bilgisayar olarak düşünülebilir [15,16].

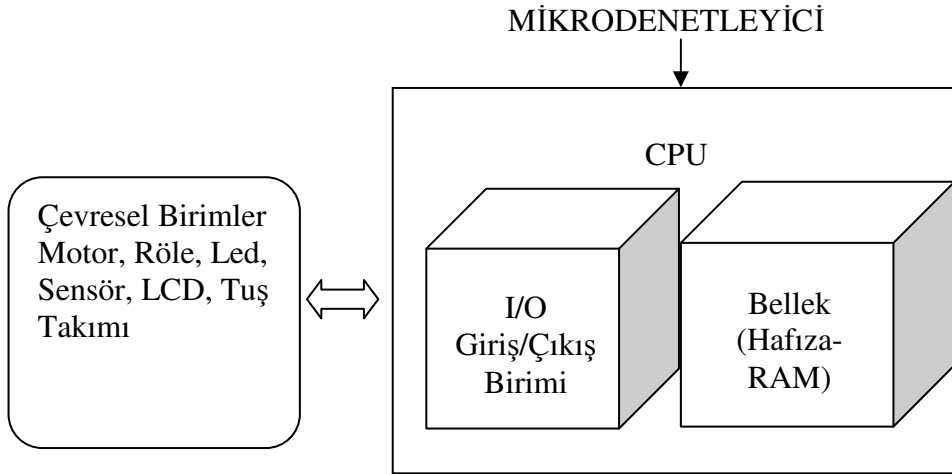
Mikrodenetleyiciler bilgisayar sisteminin içerisinde bulunan tüm çipleri barındıran tümleşik devrelerdir. Mikrodenetleyicilerin en önemli özelliği bir programı içerisinde depolayabilme ve daha sonra da çalıştırabilme yeteneğidir [17]. Bir mikrodenetleyici içinde bir merkezi işlem birimi (CPU- central processing unit), RAM (random - access memory), ROM (read only memory), I/O (input/output hatları), seri ve paralel portlar, zamanlayıcılar (timers), analog-sayısal dönüştürücüler (A/D analog-to-digital converters) ve sayısal-analog dönüştürücüler (D/A digital-to analog converters) gibi yerleşik çevresel arabirimler bulunmaktadır. Bir mikrodenetleyici tüm hafıza ve giriş/çıkış alt sistemleriyle bu mikroişlemcilerin birçok uygulama içinde gömülü olarak doğrudan ve tek başına, mikroişlemcilere göre daha basit ve ucuz arabirim teknikleriyle kontrol amaçlı kullanılır [15, 16].

Bir mikrodenetleyici ile mikroişlemciyi ayıran en temel fark tek bir yonga içerisinde CPU, RAM ve I/O ünitelerinin yerleştirilmiş olmasıdır. Bu durumda bu birimler arasında ayrıca veri iletişim hattı (data bus) ve adresleme hattı kurulması gerekmemektedir. Bu birimler yonga içinde dâhili olarak mevcuttur [15,16]. Yani mikrodenetleyiciler kendi program hafızası ve giriş- çıkış özelliklerini içinde

barındıran entegrelerdir. Bu özellikleri sayesinde yüklü bir programı uygulamaya dönüştürerek bir kontrol sistemi olarak kullanılabilirler [18].

Denetim teknolojisi gerektiren uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanmış olan mikrodenetleyiciler mikroişlemcilerle göre çok daha basit ve ucuzdur [18]. Günümüzde mikrodenetleyiciler T.V. sistemlerinde, kameralarda, cep telefonlarında, telefon santrallerinde, otomobillerde, fotokopi cihazlarında, fax modemlerde, oyuncularda ve sayılamayacak kadar pek çok alanda kontrol amacıyla kullanılmaktadır [15,16].

Bir mikrodenetleyici sistemin blok şeması Şekil 3.1’de görülmektedir [16].



Şekil 3. 1. Bir mikrodenetleyici sistemin blok şeması

Bazı mikrodenetleyiciler ve üretici firmaları Çizelge 1.1’ de verilmiştir [17].

Çizelge 3. 1. Bazı mikrodenetleyiciler ve üretici firmaları

ÜRETİCİ FİRMA	ÜRÜN ÖRNEKLERİ
Microchip	PIC 12C508, 16F84A, 16F628A, 16F818, 16C711, 16F877A, 17CR42, 18F452
Intel	80C31BH, 80C51BH, 80C58, 87C51FA, 80C251SB16, 87C251SA
Motorola	68HC08AB16A, 68HC908AB32, MC9S08AW,
Atmel	ATtiny15, AT90S2313, ATtiny2313, ATmega8, ATmega8515
Zilog	eZ80F91, Z8FMC04, Z8F011A, ZGP323H
Texas	TMS470R1A64, TMS470R1A256, TMS470R1B1M
Scenix	SX18, SX28AC
Parallax	BS1-IC, BS2-IC, BS2E-IC, BS2SX-IC

PIC mikrodenetleyiciler

PIC Mikrochip firmasının 1994 yılında ortaya çıkardığı (Peripheral Interface Controller) çevre birimlerini kontrol eden bir işlemcidir. Piyasada çeşitli tip ve kapasitede PIC entegreleri bulunmaktadır. PIC'lerin ortak özelliği 8 bit CMOS olmalarıdır. PIC'ler mikroişlemci sistemlerinde bulunması gereken temel elemanları tek bir çatı altında toplayan entegrelerdir [18].

PIC adından da anlaşılacağı gibi çevresel birimleri (motor, tiryak, lamba, ışık veya ısı sensörleri) giriş/çıkış elemanlarını hızlı ve kolay denetleyebilir [18].

Bütün bu elemanların tek bir çatı altında toplanması ile mikroişlemci tabanlı sistemlerin boyutları küçülmüştür. CPU, RAM, EPROM, PIA ve benzeri elemanların hepsi PIC entegresinin içine yerleştirilmiştir. PIC serisi tüm işlemciler herhangi bir ek bellek veya giriş/çıkış elemanı gerektirmeden sadece iki adet kondansatör, 1 adet direnç ve bir kristal ile çalıştırabilmektedir [18].

Bütün PIC mikrodenetleyiciler en az aşağıdaki özelliklere sahiptirler [19]:

- RISC (azaltılmış komut takımı) komut takımı ve sadece 35 makine dili komutu
- Sayısal giriş ve çıkış portları
- Zamanlama devresi
- RAM veri belleği
- EPROM veya Flash program belleği

Buna ilaveten bazı PIC mikrodenetleyicilerde aşağıdaki özellikleri de görebiliriz [19]:

- Analog-sayısal çevirici
- EEPROM bellek
- Analog karşılaştırıcı devre
- Ek zamanlama devreleri
- PWM devresi
- Dış ve iç kesme (interrupt) devreleri
- USART seri iletişim protokolü
- I2C ve SPI bağlantıları

PIC16F877A

PIC 16F877A mikrodenetleyici 40 bacaklı olup 20 Mhz kadar bir saat hızında çalışabilir. PIC 16F877A mikrodenetleyicinin genel özellikleri aşağıdaki gibidir [20].

- 8K Flash program bellek
- 368 byte RAM bellek
- 256 byte EEPROM bellek
- 14 bit genişliğinde komutlar
- Kesme (interrupt kaynağı)
- 33 giriş- çıkış portları

- 3 tane zamanlayıcı devresi
- 2 tane capture/compare/PWM devresi
- 8 tane 10 bit analog-sayısal çevirici
- Senkron SSP seri port
- SPI ve I2C bus özelliği
- Paralel/Slave port
- USART seri iletişim
- 25 mA port çıkış akımı
- Bekçi köpek devresi
- Uyku modu
- +5V'da 2 mA akım, 3V'da 0,6 mA akım

PIC 16F877A mikrodnetleyicisinin port özellikleri

PORTA 6 bitlik hem giriş hem de çıkış özelliğine sahip bir porttur. Hangi bitin giriş hangi bitin çıkış olacağı TRISA kaydedicisi tarafından belirlenir. TRISA kaydedicisinde “1” olarak belirlenen bitlerin karşılığı giriş, “0” olarak belirlenen bitlerin karşılığı çıkıştır. PortA tamponlanmıştır yani bir veri gönderilene kadar eski veri PORTA kaydedicisinde tutulur. Mikrodenetleyiciye gerilim uygulayıp çalışmaya başlattığımızda yani POR (Power-On Reset) durumunda PORTA analog giriş olarak kuruludur, okunmak istendiğinde 0 değerini verir. Sayısal giriş olarak kullanılmak istendiğinde ADCON1 kaydedicisinde gerekli değişikliğin yapılması gerekir [21].

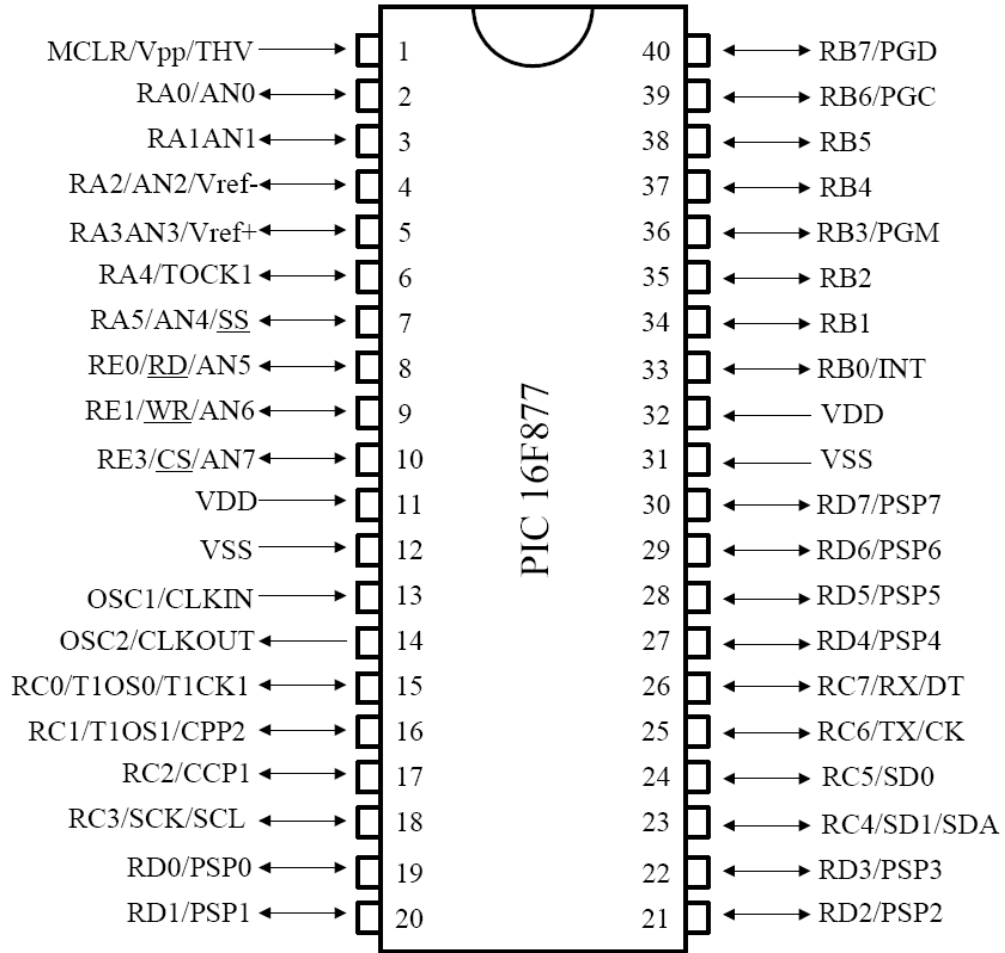
PORTB hem giriş hem çıkış özelliğine sahip 8 bitlik bir portttur. PortB'nin en çok göze batan özelliği RB0 kesme girişi ve RB4 - RB7 arasındaki pinlerin değişikliğinde oluşan kesme durumudur. RB0 kesme girişi olarak kurulduğunda isteğe göre yükselen kenarda veya düşen kenarda bir kesme üretebilmektedir. RB4 – RB7 arasında pinlerden girilen değerlerden biri değiştiğinde de kesme oluşabilmektedir. PORTB uçları programlama ve hata ayıklama dışındaki amaçlarda kullanıldıkları sürece PORTA' da olduğu gibi TTL (Transistor-Transistör Mantık) gerilim seviyelerinde çalışır. Giriş olduğunda çektiği akım, çıkış olduğunda verebileceği akım PORTA ile aynıdır [21].

PORTC, PIC16F877A'nın en çok özelliğe sahip olan portudur. Tüm girişler schmitter-trigger tampona sahiptir. Bunun sebebi tüm pinlerin değişik seri haberleşme fonksiyonlarına sahip olmasıdır. Seri haberleşme eğer TTL devrelerle yapılırsa kararsız bölge oldukça geniş bir bölgeyi işgal ettiği için yanlış veri aktarımı daha olasıdır [21].

PORTD ve PORTE genelde birlikte kullanılan iki porttur. Mikro bilgisayar veri yollarıyla 8 bitlik paralel iletişim için kullanılırlar. PORTD, sekiz bit'lik veri ve adres yolunu oluştururken, PORTE kontrol uçları olarak ayrılmıştır. Tüm girişler paralel iletişim sırasında TTL seviyelerde, giriş çıkış olarak kullanıldığında Schmitt-Trigger seviyelerde çalışır. PORTE aynı zamanda PORTA gibi analog giriş olarak da seçilebilmektedir [21].

PIC 16F877A pin bağlantıları

PIC 16F877A 33 giriş/çıkışa sahiptir. Geri kalan ayaklar besleme gerilimi, osilatör, reset (MCLR) gibi mikrodenetleyicinin çalışması için gerekli donanımlara ayrılmıştır [21]. Mikrodenetleyicinin çalışması için gerekli donanımlardan olan MCLR bağlantısı reset ve programlama anlarını normal çalışmadan ayırmaya yarar. PIC'in bu bacağına 5V verildiğinde PIC içindeki programı çalıştırma moduna girer. 13V verildiğinde içine yeni program yüklemeye hazır hale gelir, toprağa bağlanırsa PIC resetlenir yani programın çalışması başlangıç adresine döner. VSS bacağı toprak girişidir, VDD bacağı 5V besleme girişidir. OSC1 ve OSC2 bacakları PIC'in çalışma frekansını belirleyen kristali veya RC osilatörünü bağlamak içindir [18]. PIC 16F877A'nın 40- Pin PDIP pin görünüş şeması Şekil 3.2'de görülmektedir [22].



Şekil 3. 2. PIC 16F877 mikrodnetleyicisinin pin bağlantıları

PIC 16F877A bellek özellikleri

Hafıza entegreleri bilgilerin ve program parçalarının saklanmasına yarayan entegrelerdir. RAM (Random Access Memory) program çalıştığı sürece bilgilerin yazıldığı ve okunduğu, enerjinin kesilmesi durumunda içindeki tüm bilgiyi kaybeden bellek türüdür. ROM (Read Only Memory) sadece bir kez yüklenip sonra içindeki bilgiler silinip değiştirilemeyen, tekrar programlanamayan bellek türüdür. İçindeki bilgiler enerji kesintisinden etkilenmez. EPROM (Erasable programmable read only memory) ROM'un mor ötesi ışık altında silinebilen bir alt türüdür. Silindikten sonra içine tekrar program yazılabilir ama RAM'da olduğu gibi enerji kesildiğinde içindeki bilgiler kaybolmaz. EEPROM (Electrical Eprom) EPROM'un ışıkla değil, elektrikle

silinebilen türüdür. EEPROM'a silme gerilimi verilmediği sürece silinmedikleri için mikrodnetleyiciler için ek bellek alanı olarak sıkça kullanılırlar [18]. EEPROM, içindeki bilgileri yaklaşık 40 yıl hafızada tutabilir [22].

PIC 16F877A belleği üç kısımdan oluşur. Bunlar program belleği yani Flash bellek, Data (veri) belleği ve EEPROM data belleğidir. Program belleği (Flash bellek) her biri 2K'lık 4 sayfadan oluşur Her sayfa sırasıyla 0h-7FFh, 800h-FFFh, 1000h-17FFh, 1800h, 1FFFh adreslerini içerir. Bu adreslere erişim program sayacı ile sağlanır. Veri belleği ise 4 adet banktan oluşan genel amaçlı kaydedicilerden ve özel amaçlı kaydedicilerden –SFR- (Special Function Register) oluşmaktadır [15]. Çizelge 3.2'de PIC 16F877A mikrodnetleyicisinin bellek özellikleri gösterilmiştir [22].

Çizelge 3. 2. PIC 16F877A bellek özellikleri

Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	10- Bit A/D Kanal	CCP (DGM)	MSSP		USART	Timer 8/16 bit	Karşılaştırmacı
				SPI	Master I ² C			
368	256	8	2	VAR	VAR	VAR	2/1	2

3.1.2. Osilatör devresi

Mikroişlemci ve mikrokontrolör devrelerin çalışması için sürekli bir saat (clock) darbei gerekir. Genellikle bu saat, hassas zamanlama uygulamalarında dıştan bir kristal bağlamakla sağlanmaktadır. Bazı zamanın hassas olması gerekmeyen durumlarda mikrokontrolör içinde bulunan saat darbesi, veya dıştan direnç ve kapasitör bağlamakla saat darbeleri elde edilmektedir.

PIC mikrokontrolöründe 5 değişik şekilde saat darbei elde etmek mümkündür [23].

- Düşük güç kristal kullanarak (LP modu)
- Kristal/ rezonatör kullanarak (XT modu)
- Yüksek hızlı kristal/rezinatör kullanarak (HS modu)

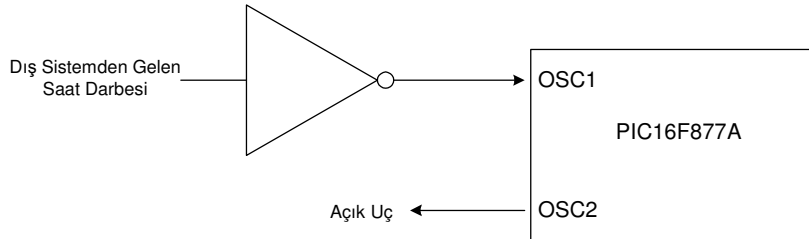
- Direnç/ kapasitör kullanarak (RC modu)
- İç osilatörü kullanarak (sadece bazı PIC’lerde)

Çizelge 3.3’de uygulanacak saat darbesini frekansına göre hangi tür osilatörün seçileceği gösterilmektedir [21].

Çizelge 3. 3. Dışardan uygulanan saat darbesi frekansına göre seçilecek osilatör

Maksimum Çalışma Frekansı	Osilatör Tipi
32 kHz	LP
1 MHz	XT-RC
20 MHz	HS

Dışardan uygulanan saat darbesinin prensip şeması Şekil 3.4’de gösterilmektedir [21].



Şekil 3. 3. Dışarıdan uygulanan saat darbesinin prensip şeması

PIC 16F877A 20 Mhz ile 0 Hz arasında tüm frekanslarda 4V–5.5V aralığında çalışabilmektedir [21].

3.1.3. Analog/ sayısal dönüştürücü modülü

Harici kaynakta bulunan ısı, ışık, ses, ağırlık, basınç gibi fiziksel veriler öncelikle sensörler (algılayıcılar) ve transduserler (çevirici) aracılığıyla analog bilgi olarak alınırlar. Dışarıda ölçülen fiziksel değişimler sensörde analog gerilim değişiklikleri olarak algılanırlar [16]. Ancak mikroişlemciler ve mikrodenetleyiciler yalnızca ikili (binary) sayı sisteminden oluşan ve komut adı verilen emirler dizisini yerine

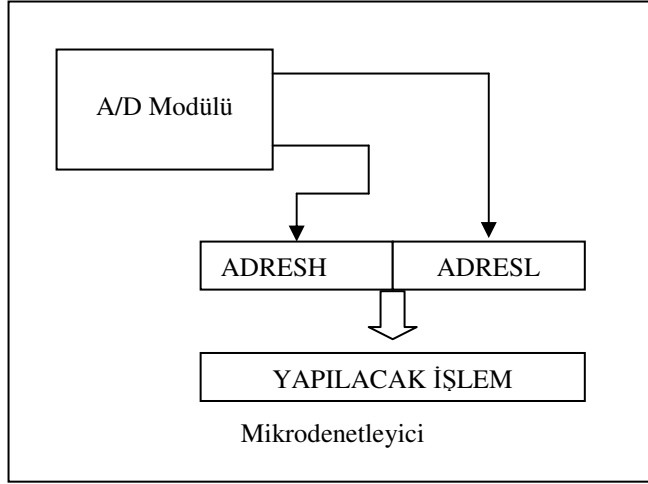
getirirler. Isı, ağırlık, basınç gibi analog karşılığı bulunan durumların mikroişlemci ya da mikrodenetleyicide işlenmesi için ek donanımlara ihtiyaç duyulur ve bu durum devrenin karmaşıklaşmasına yol açar. PIC 16F877A gibi gelişmiş birçok mikrodenetleyicide tümleşik (on chip) A/D modülü yer alır. Bu modül ile fiziksel bir büyüklüğü elektriksel bir değere hassas bir şekilde dönüştürmek mümkündür. Endüstriyel uygulamalarda analog değerın mikrodenetleyici içinde işlenebilmesi için ikilik sayı sisteminde karşılığının bulunarak mikrodenetleyiciye bildirilmesi gerekir [21].

PIC 16F877A'nın 8 kanallı 10 bite kadar çevirme işlemi yapabilen bir analog/dijital dönüştürücü modülü vardır [21]. ADC için gerekli referans gerilimi V_{DD} , V_{SS} , RA2 ve RA3 uçları ve/veya bunların kombinasyonu seçilerek elde edilir [15].

A/D modülü, analog bir değeri mikrodenetleyicinin işleyebileceği ikilik sayı sistemine dönüştürür. Dijital bilgiye dönüşen analog sinyalin karşılığı ADRESH ve ADRESL kaydedicilerine yazılır [21].

A/D modülünün 4 adet kaydedicisi vardır. Bunlar A/D yüksek sonuç kaydedicisi (ADRESH), A/D düşük sonuç kaydedicisi (ADRESL), A/D kontrol kaydedicisi 0 (ADCON0), A/D kontrol kaydedicisi 1 (ADCON1), A/D modülünün dönüştürme işlemlerinin kontrolünü ADCON0 ve ADCON1 kaydedicileri sağlarken ADRESH ve ADRESL kaydedicileri A/D dönüştürme işleminin 10 bitlik sonucunu tutar. A/D dönüşümü bittiğinde sayısal bilgi A/D sonuç kaydedicisinin içine yazılır [21].

Şekil 3.4' de A/D dönüştürme işleminin blok diyagramı gösterilmiştir [21].



Şekil 3. 4. A/D dönüştürme işleminin blok diyagramı

3.1.4. Güç kaynağı

Hazırlanan devrede motor için +12 V ve PIC mikrodenetleyici için +5V gerilime ihtiyaç duyulduğundan LM7805 gerilim regülatörü kullanılmıştır. LM7805 7,5V ve 30V arasındaki giriş gerilimlerinde 5V çıkış veren bir regülatördür [24].

3.1.5. Adım motorlar

Adım motorlar sayısal bilgiyi orantılı mekanik harekete çevirirler [25]. Adım motorlar hassas hareket gerektiren birçok robotik endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Darbe ile çalışan bu motorlarda her bir darbe uygulandığında motor adım adı verilen belli bir miktarda döner [26]. Bu adımlar motor sargılarından uygun olan birisine darbe gerilimi uygulanarak kontrol edilirler [27].

Adım motorların dönen kısmı (rotor) sabit mıknatıstan yapılmıştır. Duran kısmında (stator) ise belirli aralıklarda yerleştirilmiş elektromıknatıslar bulunmaktadır. Elektromıknatısın içinden geçen akımın yönüne göre N-S kutuplarının yönü de değiştirilebilmektedir. Bir adım motorun döndürülebilmesi için belirli bir sırayla bu elektromıknatısların enerjilenmesini sağlayan gerilimler motor uçlarından uygulanır.

Böylece rotordaki sabit mıknatıs, statorun enerjilenen kutupları tarafından yönlendirilir [28].

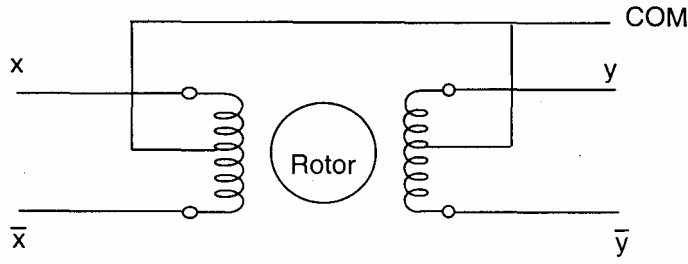
Motorların adımlarının dereceleri motorun hassasiyetini belirler. 90 derece motor olabileceği gibi 1,8 hatta 1,72 derece adım motorları da bulunmaktadır [26]. Hazırlanan sistemde 1,8 derece bir adım motor kullanılmıştır.

Adım motorların DC motorlar ile karşılaştırılması aşağıdaki gibi yapılabilir [29].

- Adım motorları kolaylıkla mikrokontrolör ile kontrol edilebilir ancak DC motorların kontrolü çok daha karmaşıktır.
- Adım motorları geri beslemesiz olarak kullanılabilir. Bunun yanında DC motorlar geri besleme kullanarak çalıştırılırlar.
- Adım motorları fırçasız oldukları için genel olarak DC motorlara kıyasla daha dayanıklıdır.
- Adım motorlarda kayma meydana gelebilir ve bundan dolayı hız ve pozisyon kontrolünde hata olabilir.
- DC motorlar geri besleme ile kontrol edildiklerinden dolayı genelde daha hızlı bir responsa sahiptirler.

Adım motorlar bipolar ve unipolar adım motorlar olarak ikiye ayrılır. Bipolar adım motorlarda 4 bacak bulunurken unipolar adım motorlarda 4, 5 veya 6 bacak bulunabilmektedir [26,29]. Hazırlanan sistemde 6 bacaklı bir unipolar motor kullanılmıştır. Kullanılan motorun ortak uçları +12V' a bağlanmıştır. Sistemde yer alan unipolar adım motorunun +12V gerilime bağlanan 2 bacağın dışında kalan 4 bacağı kontrol edilmiştir.

Sistemde kullanılan unipolar motorun şematik gösterimi Şekil 3.7'de verilmiştir [28].



Şekil 3. 5. Unipolar adım motorun şematik gösterimi

Adım Motorun Hızı

Adım motorun hızı verilen adım komutları arasındaki zamana bağlıdır. Motorun daha hızlı dönmesi için adımlar arasında daha kısa zaman bırakılır. Aynı şekilde motorun daha yavaş dönmesi için adımlar arasındaki zaman artırılır [26,29]. Adımlar arası zaman T motorun adım sabiti β derece ise motor 1 saniyede β/T kadar dönüş olur. Motorun bir devri 360 derece olduğundan bir saniyedeki devir sayısı $\beta/360T$ olur. Motorun hızı belirtilirken bir dakikada yapmış olduğu devir sayısı (rpm) bulunur [26,29]

$$RPM = 60\beta / 360T \quad (4.1)$$

yani

$$RPM = \beta / 6T \quad (4.2)$$

olur.

Burada,

RPM= motorun bir dakikadaki devir sayısı (devir/dakika)

β = motorun adım sabiti (derece)

T= adımlar arasındaki zaman (saniye)

Motor Mekanikği

Kuvvet altında dönen bir cismin dönüş kuvvetine tork denir. Tork cismin yarıçapına ve uygulanan kuvvete bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir [26].

$$T = Fxr$$

(4.3)

Burada,

T=tork (Nm)

F=kuvvet (N)

r=yarıçap (m)

Dönmekte olan bir yüke ivme kazandırmak için gerekli olan tork Formül 4.4 de görüldüğü gibi hesaplanabilir [26]:

$$T = Jxa \tag{4.4}$$

Burada,

J=atalet momenti (Kgm²)

a=ivme (rad/sn²)

Yarıçapı r olan katı bir silindirin atalet momenti aşağıdaki gibi hesaplanabilir [26]:

$$J = \frac{Mr^2}{2} \tag{4.5}$$

Burada,

J=atalet momenti (Kgm²)

M=kütle (Kg)

r=yarıçap (metre)

Hazırlanan sistemde yük direk olarak mekanik bir şekilde motorun şaftına bağlanmıştır. Bu durumda [26]:

$$\text{Hız: } W_m = W_L$$

$$\text{Moment: } J_T = J_M + J_L$$

$$\text{Tork: } T_L = T_{LL} \text{ olur.}$$

Burada,

W_M =motor hızı

W_L =yük hızı

J_T =toplam atalet momenti

J_M =motor atalet momenti

J_L =yük atalet momenti

T_L =motor şaftındaki yük torku

T_{LL} =yük torku

3.2. Yöntem

Çalışmada E0 portundan potansiyometre ile alınan analog bilgi sayısal bilgiye dönüştürülmüş ve elde edilen değer Timer0 zamanlayıcısı ile ilişkilendirilmiştir. Motor sıralı 0 ve 1 lerin gönderilmesi ile sürülmüştür.

3.2.1. A/D çevrim işlemi

A/D çevrim işlemlerinde ADRESH ve ADRESL kaydedicileri A/D dönüştürme işleminin 10 bit sonucunu tutarken ADCON0 VE ADCON1 kaydedicileri A/D modülünün dönüştürme işlemlerinin kontrolünü sağlar. A/D çevrim işlemi yapabilmek için PIC'in donanımsal özelliklerinin de bilinmesi gerekmektedir [17].

Şekil 3.9'da PIC 16F877A'nın analog giriş olarak kullanılabilen pinleri ve bu pinleri seçmek için kaydedicilerde yazılması gereken bitler verilmiştir [17].

Programda kullanılan ADCON ve ADCON1 kaydedicilerinin bit açıklamaları Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5'de verilmiştir [17].

Çizelge 3. 4. ADCON0 özel amaçlı kaydedicisinin bit açıklamaları

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0																											
ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE'	-	ADON																											
Bit 7				Bit 0																														
Bit 7 Bit 6	→	ADCS1 ADCS0	:	A/D çevirici için clock (saat) frekansı seçim bitleridir. Bu bitlere verilecek değerler ile A/D çevrim işlemi esnasında kullanılacak frekans değeri kullanıcıya sunulan değerler içinden seçilir (ADCON1 kaydedicisindeki ADCS2 biti ile birlikte kullanılırlar.)																														
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>ADCON1 <ADCS2></th> <th>ADCON0 <ADCS1:ADCS0></th> <th>Clock (saat)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>00</td> <td>$F_{OSC}/2$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>01</td> <td>$F_{OSC}8$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>10</td> <td>$F_{OSC}/32$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>11</td> <td>F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>00</td> <td>$F_{OSC}/4$</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>01</td> <td>$F_{OSC}/16$</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>$F_{OSC}/64$</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>11</td> <td>F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)</td> </tr> </tbody> </table>				ADCON1 <ADCS2>	ADCON0 <ADCS1:ADCS0>	Clock (saat)	0	00	$F_{OSC}/2$	0	01	$F_{OSC}8$	0	10	$F_{OSC}/32$	0	11	F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)	1	00	$F_{OSC}/4$	1	01	$F_{OSC}/16$	1	10	$F_{OSC}/64$	1	11	F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)
ADCON1 <ADCS2>	ADCON0 <ADCS1:ADCS0>	Clock (saat)																																
0	00	$F_{OSC}/2$																																
0	01	$F_{OSC}8$																																
0	10	$F_{OSC}/32$																																
0	11	F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)																																
1	00	$F_{OSC}/4$																																
1	01	$F_{OSC}/16$																																
1	10	$F_{OSC}/64$																																
1	11	F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)																																
Bit 5 Bit 4 Bit 3	→	CHS2 CHS1 CHS0	:	A/D çevirici için analog kanal seçim bitleri. Bu bitlere verilecek değerlerle A/D çevrim için hangi kanalın seçileceği belirlenir. PIC 16F877A'da analog çevirici için 8 adet kanal bulunur. 000= kanal 0, (AN0) → RA0 001= kanal 1, (AN1) → RA1 010= kanal 2, (AN2) → RA2 011= kanal 3, (AN3) → RA3 100= kanal 4, (AN4) → RA4 101= kanal 5, (AN5) → RE0 110= kanal 6, (AN6) → RE1 111= kanal 7, (AN7) → RE2																														
Bit 2	→	GO/DONE	:	A/D dönüştürücü durum biti . ADON=1 iken : 1=A/D çevirici işlem yapıyor demektir. 0=A/D çevirici herhangi bir işlem yapmıyor veya işlem bittiğinde.																														
Bit 1	→	U	:	Kullanılmaz																														
Bit 0	→	ADON	:	A/D çeviriciyi yetkilendirme bitidir. 1=A/D çevirici açıktır ve işlem yapılabilir. 0=A/D çevirici kapalıdır.																														

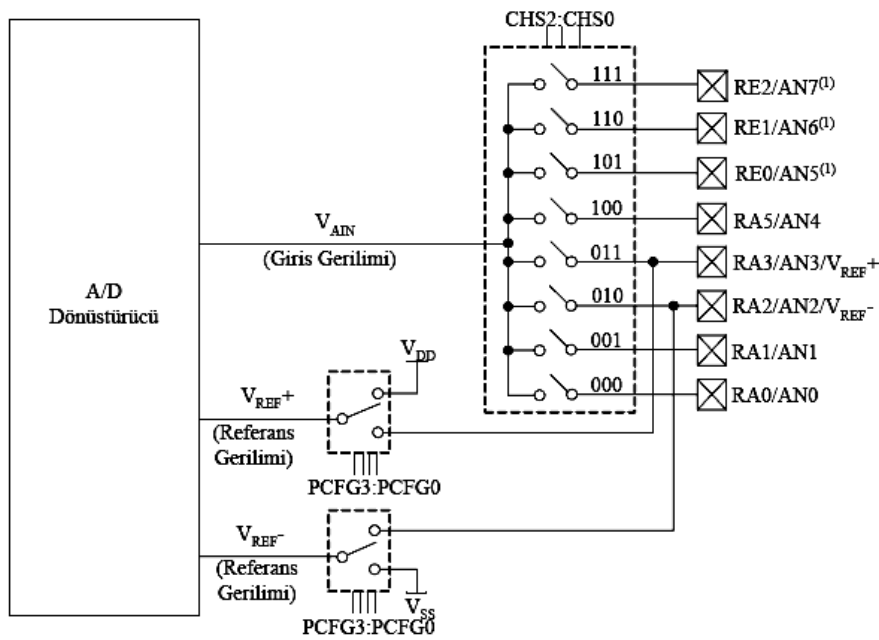
Çizelge 3. 5. ADCON1 özel amaçlı kaydedicisinin bit açıklamaları

R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADFM	ADC2	-	-	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
Bit 7							Bit 0

Bit 7	→	ADFM	:	A/D çevirme esnasında meydana gelen verinin biçimini belirlemeye çalışan bittir. ADFM=1 ise ADRESH kaydedicisinin MSB kısmındaki altı biti 0 kabul edilir ve A/D çevirme sonucunda elde edilen veri ADRESH2'in iki bitlik LSB kısmına ve ADRESL'ye yazılır. ADFM=0 ise ADRESL'nin LSB kısmındaki 6 biti 0 kabul edilir ve A/D çevrim sonucu elde edilen veri ADRESL'nin son iki bitine ve ADRESH'a yazılır.																											
Bit 6	→		:	A/D çevirici için clock (saat) frekansı seçim bitleridir. (ADCON0 kaydedicisindeki ADCS1 ve ADCS0 bitleri ile birlikte kullanılırlar.) <table border="1" data-bbox="858 1093 1396 1697"> <thead> <tr> <th>ADCON1 <ADCS2></th> <th>ADCON0 <ADCS1:ADCS0></th> <th>Clock (saat)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>00</td> <td>$F_{osc}/2$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>01</td> <td>$F_{osc}/8$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>10</td> <td>$F_{osc}/32$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>11</td> <td>F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>00</td> <td>$F_{osc}/4$</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>01</td> <td>$F_{osc}/16$</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>$F_{osc}/64$</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>11</td> <td>F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)</td> </tr> </tbody> </table>	ADCON1 <ADCS2>	ADCON0 <ADCS1:ADCS0>	Clock (saat)	0	00	$F_{osc}/2$	0	01	$F_{osc}/8$	0	10	$F_{osc}/32$	0	11	F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)	1	00	$F_{osc}/4$	1	01	$F_{osc}/16$	1	10	$F_{osc}/64$	1	11	F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)
ADCON1 <ADCS2>	ADCON0 <ADCS1:ADCS0>	Clock (saat)																													
0	00	$F_{osc}/2$																													
0	01	$F_{osc}/8$																													
0	10	$F_{osc}/32$																													
0	11	F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)																													
1	00	$F_{osc}/4$																													
1	01	$F_{osc}/16$																													
1	10	$F_{osc}/64$																													
1	11	F_{RC} (Dahili RC osilatör kaynağından gelen clock)																													
Bit 5 Bit 4	→	U	:	Kullanılmaz, "0" okunur.																											
Bit 3 Bit 2 Bit 1 Bit 0	→	PCFG3 PCFG2 PCFG1 PCFG0	:	A/D çevirici portunun biçimini düzenlemeyi sağlayan bitlerdir. Yani A/D çevrim işleminde kullanılacak pinlerin nasıl davranacağını belirlenmesine olanak tanır.																											

R ilgili bitin yalnızca okunabilir, W ilgili bitin yazılabilir olduğunu, U ise kullanılmayan biti gösterir.

A/D modülü aktif edildikten sonra dönüştürme işlemine başlamadan önce kanal seçilmelidir. Analog giriş kanallarında ilgili TRIS bitleri giriş olarak ayarlanmalıdır. Şekil 3.7’de görüldüğü gibi PORTA’da 5 adet, PORTE’de 3 adet olmak üzere toplam 8 kanaldan analog giriş yapma olanağı vardır [17].



Şekil 3. 6 A/D blok diyagramı

3.2.2. TIMER0 zamanlayıcısı/sayıcısı ve TMR0 kesme olayı

PIC 16F877A’da kesme oluşmasına neden olan 15 farklı kaynak vardır. Bu kesme kaynakları INTCON adlı kaydedici vasıtasıyla kontrol edilir. Hangi kesme kaynağına ait bayrak biti enable (aktif) yapılırsa o kesme program içinde etkili olur. Ayrıca çevresel kesme kaynaklarını kontrol etmek için kullanılan PIE1 ve PIE2 kaydedicileri de bulunmaktadır. Hangi kesmenin aktif olduğunu bildiren bayrak biti yine INTCON, PIR1 ve PIR2 kaydedicilerindedir [17].

INTCON kaydedicisi içerisinde PIC 16F877A'nın kesmelerinin üçü kontrol edilebilmektedir. Bu kesmeler [17] :

1. TMR0 zamanlayıcısının 255'den 0'a devretmesi durumunda oluşan kesme
2. RB0 pinini giriş olarak kullanarak yükselen kenarda veya düşen kenarda oluşan kesme
3. RB4, RB5, RB6, RB7 pinlerini giriş olarak kullanarak bu bitlerin herhangi birindeki değişiklikte oluşan kesme

INTCON kaydedicisi ve OPTION_REG kaydedicisi ve bit işlevleri Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7'de gösterilmektedir [17].

Çizelge 3. 6. INTCN kaydedicisi ve bit işlevlerinin açıklamaları

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-x
GIE	PEIE	TMR0IE	INTE	RBIE	TMR0IF	INTF	RBIF
Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
Bit 7	→	GIE	:	Tüm kesme işlemlerine izin verme biti 0=Tüm kesmelere izin verilmez. 1= Aktif yapılmış olan tüm kesmelere izin verilir.			
Bit 6	→	PEIE	:	Çevresel arabirimlerden gelen kesmelere izin verme biti 0=Çevresel tüm kesmelere izin verilmez. 1= Aktif yapılmış olan tüm çevresel kesmelere izin verilir.			
Bit 5	→	TMR0IE	:	TMR0 sayıcı taşma kesmesine izin verme biti 0= TMR0 kesmesine izin verilmez. 1= TMR kesmesine izin verilir.			
Bit 4	→	INTE	:	RB0 /INT ucundan gelen kesmeye izin verme biti 0=RB0/INT ucundan gelen kesmeye izin verilir 1= RB0/INT ucundan gelen kesmeye izin verilmez.			
Bit 3	→	RBIE	:	PORTB (4,5,6,7. bitleri) değişiklik kesmesine izin verme biti 0=PORTB 'deki değişiklik kesmesine izin verilmez. 1=PORTB 'deki değişiklik kesmesine izin verilir.			
Bit 2	→	TMR0IF	:	TMR0 sayıcısı taşma kesmesi bayrağı biti 0= Zaman aşımı olmadığında 1= Zaman aşımı oluştuğunda (h'FF'den h'00'a geçiş)			
Bit 1	→	INTF	:	RB0/INT harici kesme bayrağı biti. 0= RB0/INT harici kesme oluşmadığında 1= RB0/INT harici kesme oluştuğunda			
Bit 0	→	RBIF	:	PORTB değişiklik kesmesi bayrağı biti. 0= RB4~RB7 uçlarında değişiklik yok 1= RB4~RB7 uçlarından en azından birisinde değişiklik var.			

Çizelge 3. 7. OPTION REG kaydedicisi ve bit işlevlerinin açıklamaları

R/W-	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
1							
RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0

Bit 7	→	RBPU'	:	PortB'nin pull-up dirençlerini aktif etme biti. 1=Pull-up dirençleri aktif 0= Pull-up dirençleri pasif																																																		
Bit 6	→	INTEDG	:	Harici kesme (RB0/INT) sinyali seçme biti. 1=RB0/INT pininden gelen sinyalin yükselen kenarında kesme 0= RB0/INT pininden gelen sinyalin düşen kenarında kesme																																																		
Bit 5	→	T0CS	:	Timer 0 sinyal kaynağı kenar seçme biti 1= Harici sinyal kaynağı (RA4/T0CKI) 0= Dahili komut çevrimi seçilir.																																																		
Bit 4	→	T0SE	:	Timer 0 sinyal kaynağı kenar seçme biti 1= RA4/T0CKI pininden yükselen kenar tetiklemesi 0= RA4/T0CKI pininden düşen kenar tetiklemesi																																																		
Bit 3	→	PSA	:	Frekans bölücü seçme biti. 1= Frekans bölme sayısı WDT için geçerli 0=Frekans bölme sayısı Timer 0 için geçerli																																																		
Bit 2-0	→	PS2:PS0	:	Prescaler değeri seçme bitleri <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Bit Değeri</th> <th>TMR0</th> <th>WDT</th> </tr> <tr> <th>PS2</th> <th>PS1</th> <th>PS0</th> <th>Oranı</th> <th>Oranı</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1:2</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1:4</td> <td>1:2</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1:8</td> <td>1:4</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1:16</td> <td>1:8</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1:32</td> <td>1:16</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1:64</td> <td>1:32</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1:128</td> <td>1:64</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1:256</td> <td>1:128</td> </tr> </tbody> </table>	Bit Değeri			TMR0	WDT	PS2	PS1	PS0	Oranı	Oranı	0	0	0	1:2	1:1	0	0	1	1:4	1:2	0	1	0	1:8	1:4	0	1	1	1:16	1:8	1	0	0	1:32	1:16	1	0	1	1:64	1:32	1	1	0	1:128	1:64	1	1	1	1:256	1:128
Bit Değeri			TMR0	WDT																																																		
PS2	PS1	PS0	Oranı	Oranı																																																		
0	0	0	1:2	1:1																																																		
0	0	1	1:4	1:2																																																		
0	1	0	1:8	1:4																																																		
0	1	1	1:16	1:8																																																		
1	0	0	1:32	1:16																																																		
1	0	1	1:64	1:32																																																		
1	1	0	1:128	1:64																																																		
1	1	1	1:256	1:128																																																		

PIC 16F877A üç adet zamanlayıcı/sayıcıya sahiptir. Her bir zamanlayıcı ortaya çıkan durumlara karşı kesme (interrupt) üretebilir. Bu zamanlayıcılar Timer0 Modülü, Timer1 Modülü, Timer2 Modülü olarak adlandırılır. Bu zamanlayıcılardan Timer0 ve Timer2 modülü 8'er bitlik, Timer1 ise 16 bitliktir [21]. Yapılan çalışmada Timer0 modülü kullanılmıştır. Timer0, 8- bit timer/counter yapısında olup okunabilir ve yazılabilir yapıdadır. Harici ve dahili olarak clock seçenekleri mevcuttur. Harici

clock seçeneğinde yükselen ve düşen kenar durumu ayarlanarak seçilebilir. FFh değerinden 00h değerine geçerken taşmadan doğan kesme olayını oluşturur. 8- bit programlanabilen ön değer ayarı (prescaler) için OPTION yazmacının 0,1 ve 2. bitleri kullanılmaktadır. 3. bit PSA '0' ise bu ayarın TMR0, '1' ise WDT için geçerli olması sağlanmaktadır [16].

OPTION yazmacının 5. biti (T0CS, TMR0 Clock Source Select Bit) '0' yapılarak dahili komut saykılı kullanılarak timer modunda çalıştırılırken, '1' yapıldığında RA4/T0CKI girişinden gelecek durum değişikliğine (yükselen veya düşen kenar tetiklemesi) bağlı olarak counter modunda çalışır. OPTION yazmacının 4. .biti olan T0SE (TMR0 Source Edge Select bit) '1' yapılarak düşen kenar '1' yapılarak yükselen kenar seçilerek RA4/T0CKI girişinden uygulanan harici sinyalin kenar yönü belirlenmiş olur. Dahili komut saykılı ve prescaler değerlerini kullanabilmek için T0CS bitinin '0' yapılarak timer modunda çalıştırılması gerekir [16].

3.2.3. Unipolar motorun sürülmesi

Unipolar adım motorları sürbilmek için 1 fazlı tam adım sürüş, 2 fazlı tam adım sürüş, 1 fazlı yarım adım sürüş, 2 fazlı yarım adım sürüş teknikleri kullanılabilir [26,29].

2 fazlı tam adım sürüşün avantajı elde edilen torkun 1 fazlı tam adımlı sürüş ve yarım adımlı sürüş şekillerine oranla daha fazla olmasıdır [26,29].

1 Fazlı tam adımlı sürüş

Bu sürüş şeklinde motor sargıları a,b, c, d, her adımda bir darbe alır. 4. adımdan sonra tekrar 1. adıma dönlür. Programda bu bir döngü ile sağlarız. 1 saykıl 4 adımdan meydana gelir [26,29].

Çizelge 3. 8. 1 fazlı tam adım sürüş

Adım	a	b	c	d
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

2 Fazlı tam adım sürüş

Bu sürüş şeklinde motor sarımları a,b,c ve d' nin her ikisi her adımda birer darbe almaktadır. Bu sürüş şeklinde elde edilen tork daha fazladır [26,29].

Çizelge 3. 9. 2 fazlı tam adım sürüş

Adım	a	b	c	d
1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0
4	0	0	1	1

2 Fazlı yarım adım sürüş

Bu sürüş şeklinde motor sarımlarından a,b,c,d bazen ikişer bazen ise sadece bir darbe almaktadır. Burada önemli olan nokta motor yarım adım sürüldüğünden saykılı tamamlamak için 8 adım gerekmektedir. 2 fazlı yarım adım sürüşlerde iki kat hassasiyet elde edilmektedir. Fakat üretilen tork yaklaşık olarak yarıya düşmektedir [26,29].

Çizelge 3. 10. 2 fazlı yarım adım sürüş

Adım	a	b	c	d
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

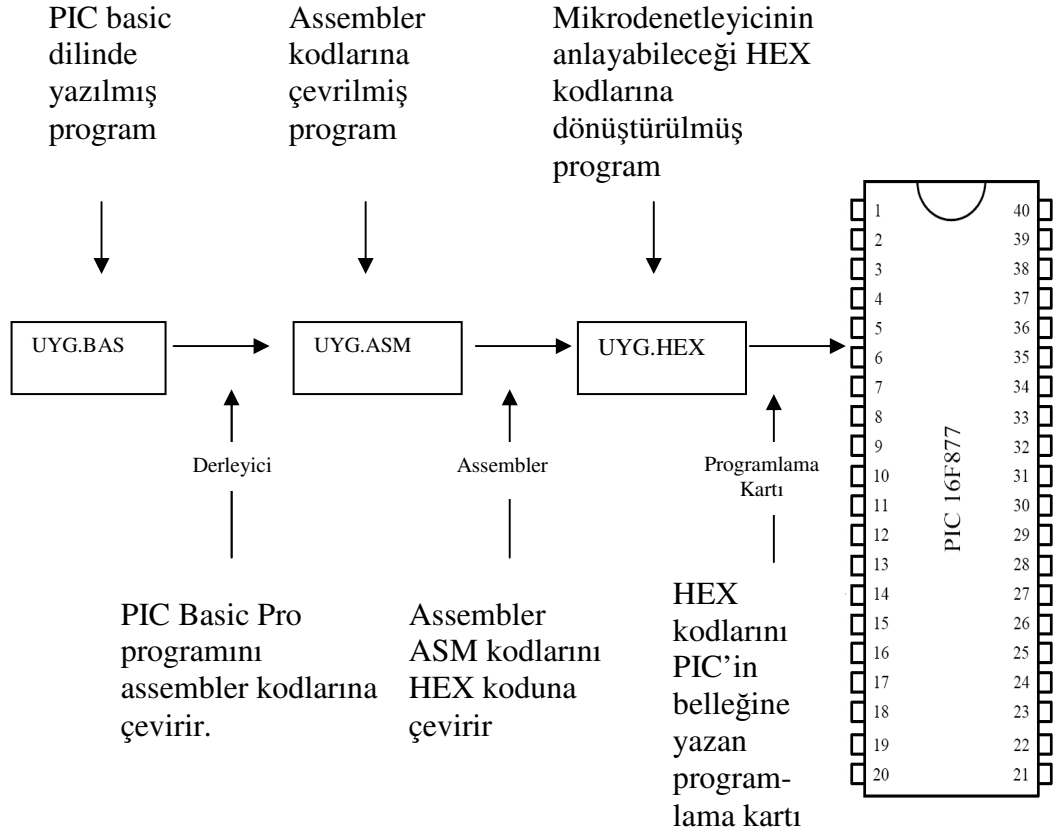
3.2.4. PIC'in programlanması

Bir PIC'i programlamak için üç basit adım vardır. Bu basamaklar kaynak kod yazımı, kaynak kodun derlenerek makine diline çevrimi ve makine diline çevrilmiş programı PIC'e yazdırmaktır. Bu işlemleri yapmak için değişik yöntemler kullanılabilir. En çok kullanılan derleyiciler PIC assembler, LET Basic , PIC Basic Pro, JAL, CCS, Mikro C'dir [17]. Yapılan çalışmada PIC Basic Pro derleyicisi kullanılmıştır.

PIC Basic Pro kullanarak PIC programlayabilmek için ve programlanmış PICleri denemek için IBM uyumlu bir bilgisayara sahip olmak, DOS ve Windows işletim sistemlerini başlangıç seviyesinde bilmek, bir metin editörü kullanmayı bilmek, QBASIC programlama dilini orta seviyede bilmek, PIC Basic Pro derleyici programına sahip olmak, MPLAB programına sahip olmak (isteğe bağlı), MICROCODE STUDIO programına sahip olmak (isteğe bağlı), PIC programlayıcı yazılımına sahip olmak (örneğin PICUp, icprog, MicroPro, WinPIC), PIC programlama kartına sahip olmak (örneğin PIC PROG USB/ICSP, PIC PROG USB/SERI PIC PROG USB/ICSP, PIC PROG V4), PIC PROG Programlanmış PIC'i deneme kartına sahip olmak (örneğin PIC DEKA V3, PIC DEKA V1.1, PIC

DK V2.2, PIC PROG /DEKA 87x), farklı uygulamalar için çeşitli elektronik elemanlar gereklidir [17].

PIC'e program yazım aşamaları Şekil 3.9 'da gösterilmektedir [17].

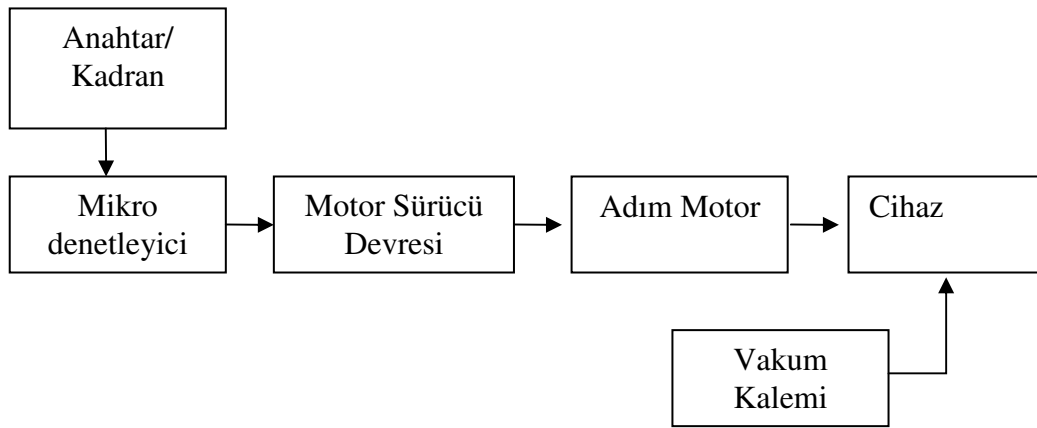


Şekil 3. 7. PIC'e program yazım aşamaları

4. TASARLANAN SİSTEM

Tasarlanan sistemde bir anahtar ile motor dönmesinin başlatılıp durdurulması ve bir potansiyometre ile motorun hızının ayarlanması mikrodenetleyici vasıtasıyla sağlanmıştır. Mikrodenetleyiciden motor sürücü devresine sıralı sinyaller gönderilerek adım motoru sürülmüştür. Adım motorunun bekleme süresi kadrandan gelen değerin TMR0 değerine aktarılması ile ayarlanmıştır. Sisteme harici bir vakum kalemi eklenmiş ve böylece cihaz tamamlanmıştır.

Sistemin basit blok diyagramı Şekil 4.1' de gösterilmektedir.



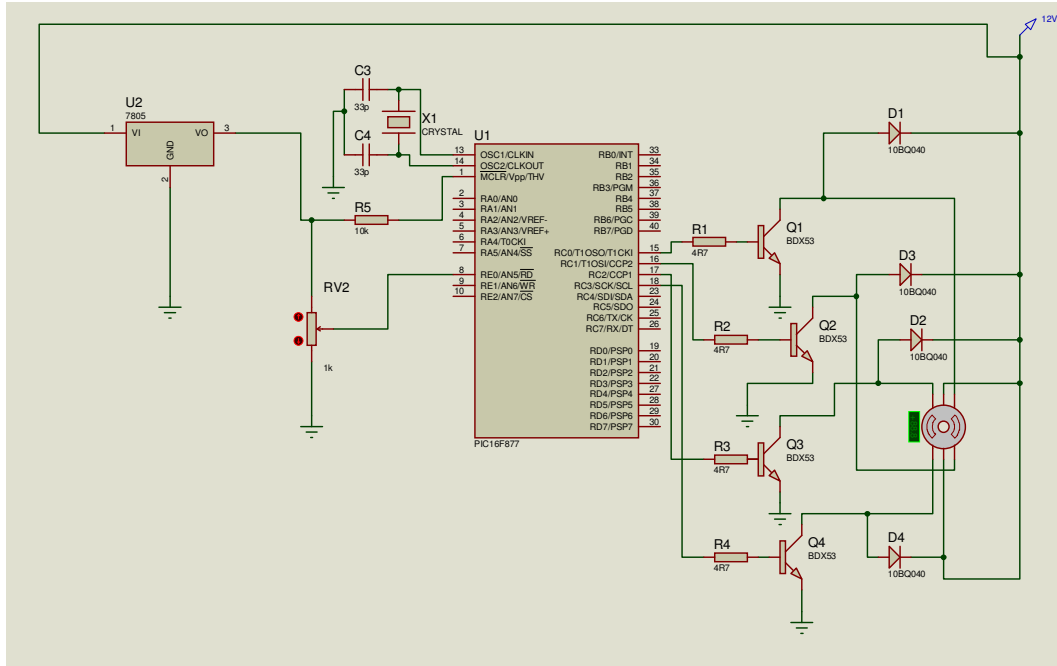
Şekil 4. 1. Hazırlanan sistemin blok diyagramı

Sistemde E-test strip uygulamasının tek bir cihaz ile yapılmasını sağlamak amacıyla vakum kalemi ve ekim plağını döndüren mekanizma tek bir kutuda toplanmıştır.



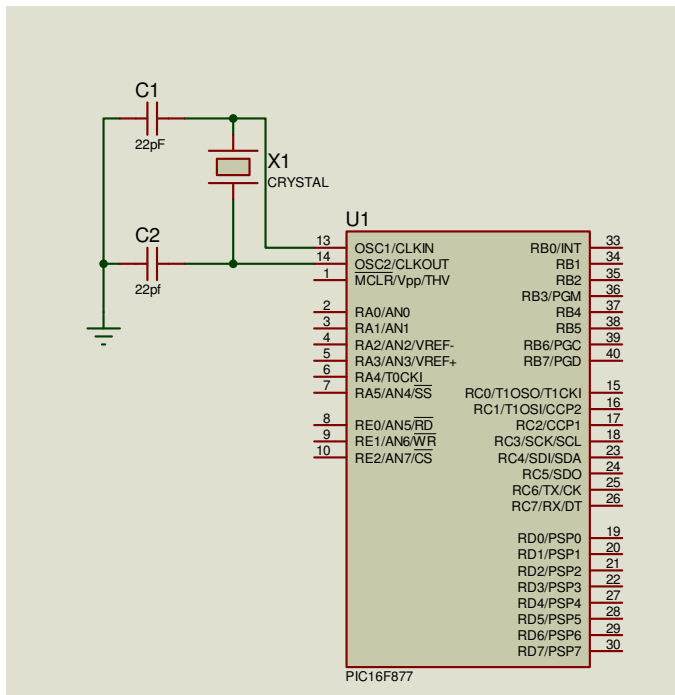
Resim 4. 1. Cihazın dıştan görünüşü

Cihazın tasarımında PIC 16F877 mikrodenetleyicinin aşağıda belirtilen pinleri kullanılmıştır. Tasarlanan devrede 1. pin olan MCLR ucuna 10k direnç üzerinden +5V, 8. pin olan E0 ucuna bir potansiyometre bağlayarak A/D çevrim birim olarak kullanılmıştır. 11. pin olan Vdd ucuna +5V uygulanmış ve Vss ucu toprağa bağlanmıştır. 13 ve 14. pinler olan OSC girişlerine 1 adet 4 Mhz kristal ve 2 adet 22 pF kondansatörden oluşan osilatör devresi bağlanmıştır. 15-18. bacaklar olan C portunun 0-3. pinleri motora darbe göndermek için motor sürücü devresine bağlanmıştır.



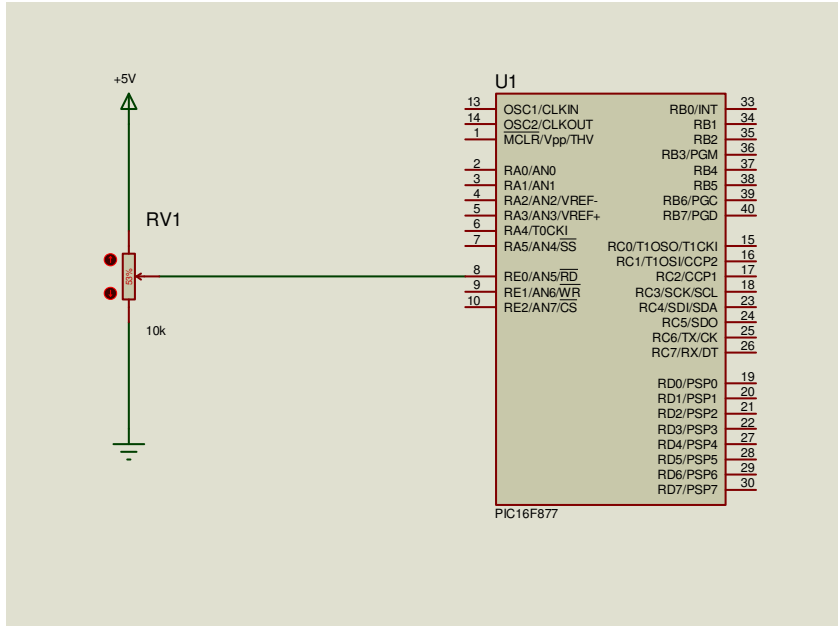
Resim 4. 2. Sistemin devresi

Yapılan çalışmada kristal tabanlı bir osilatör devresi kullanılmıştır. Kristal mikrodenetleyicinin OSC1 ve OSC2 bacaklarına bağlanmış ve ayrıca iki tane 22 pF kondansatör kullanılmıştır.



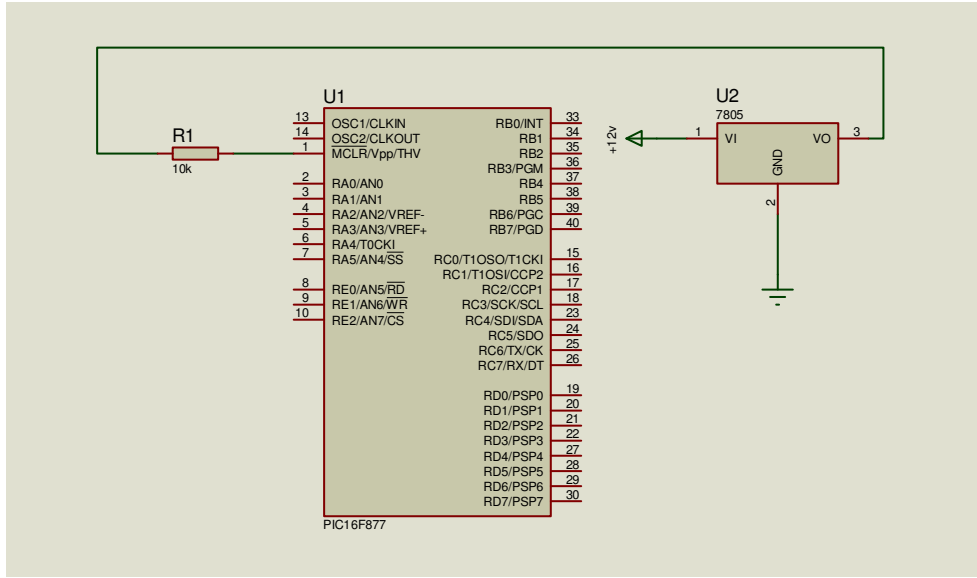
Resim 4. 3. Kristal tabanlı PIC osilatör devresi

Tasarlanan sistemde E0 pininden alınan analog bilgi sayısal bilgiye dönüştürülmüştür ve TMR0 zamanlayıcısına aktarılmıştır. Program ayarlanan sürede bir kesme rutinine gidip motora bir adım darbesi göndermiştir.



Resim 4. 4. Potansiyometrenin mikrodenetleyiciye bağlantısı

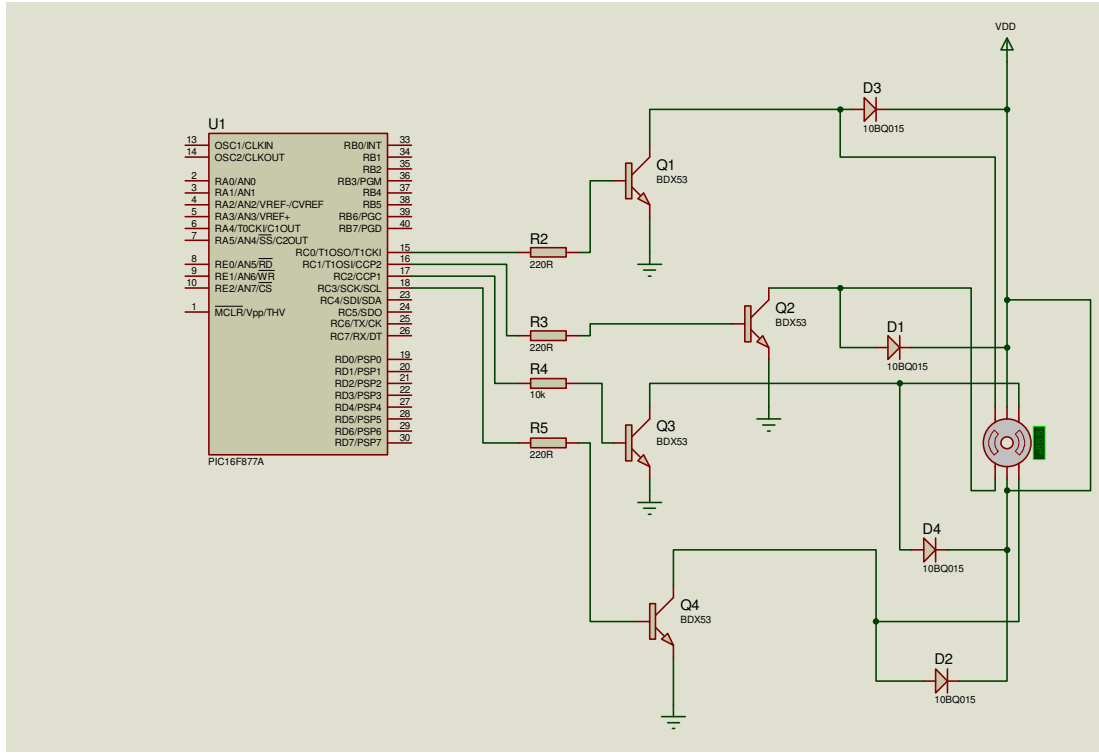
Hazırlanan devrede farklı değerlerde gerilime ihtiyaç duyulmuştur. Bunlardan ilki PIC beslemesi için +5V, diğeri ise motorun sürülmesi için gerekli olan +12 V idi. Bu nedenle LM7805 entegre kullanılarak bir gerilim regülatör devresi hazırlanmıştır.



Resim 4. 5. Gerilim regülatörünün devreye uygulanışı

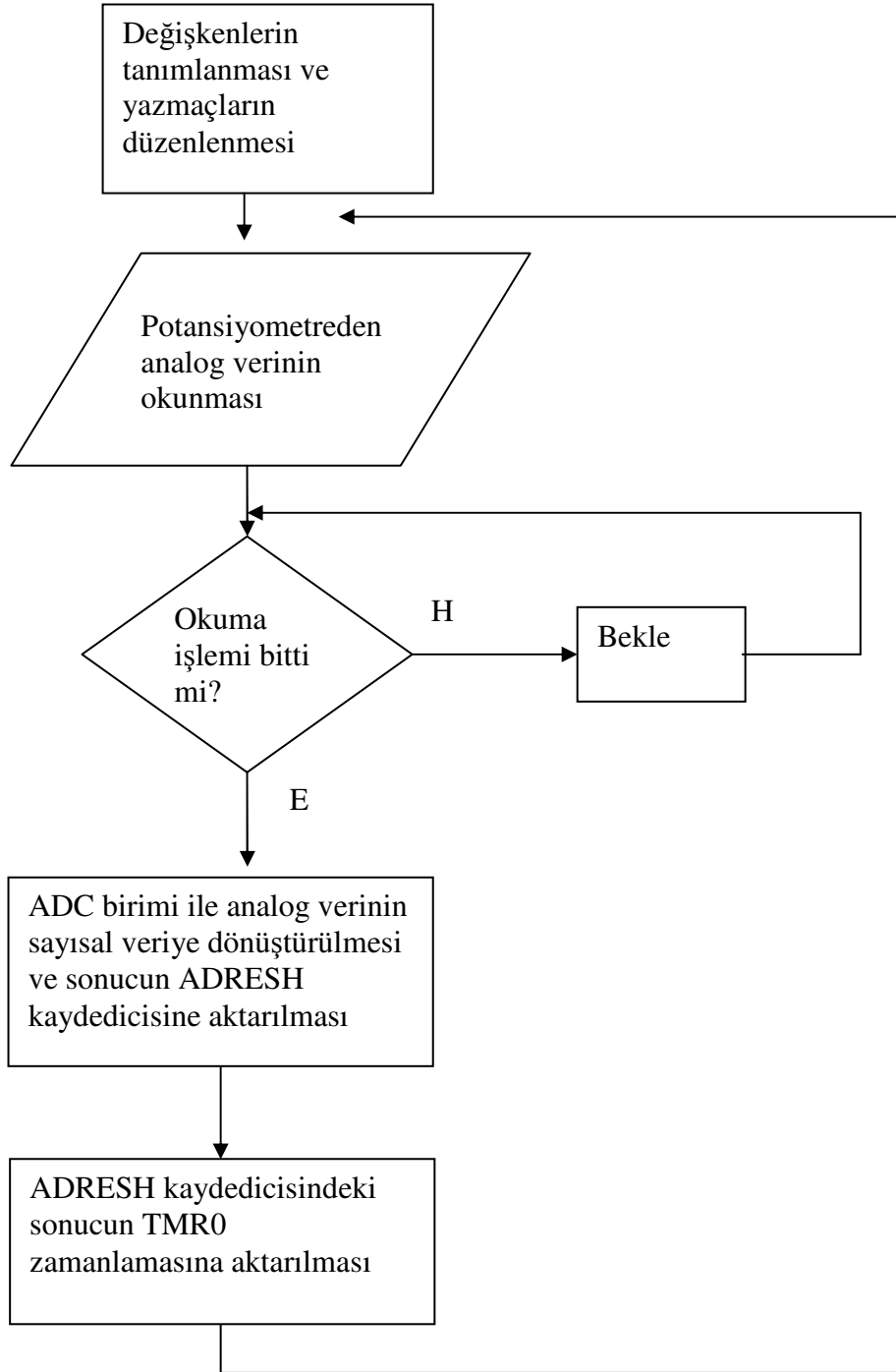
Hazırlanan sistemde agar plağını döndürebilmek için adım motor kullanılmıştır. Adım motor kullanılmasının nedeni adım motorun darbe ile çalışması ve her bir darbe uygulandığında motorun belli miktar dönmesidir. Bu da motorun sayısal bir sistemle kontrolünü kolaylaştırmaktadır.

Adım motorun orta bacaklarını bulmak için bir avometre yardımı ile bacaklar arasındaki direnç ölçülmüştür. Orta bacak ile kenar bacak arasındaki direnç kenar bacakların arasındaki direncin $1/2$ katı olduğundan orta bacak kolaylıkla bulunmuştur. Farklı bobinler arasında bir direnç ilişkisi yoktur. Orta bacak bulunduktan sonra motorun 4 bacağı rasgele motor sürücü devresine bağlanmış ve önce sağdaki iki bacağı sonra ortadaki iki bacağı yerler değiştirilerek motor çalıştırılmıştır.



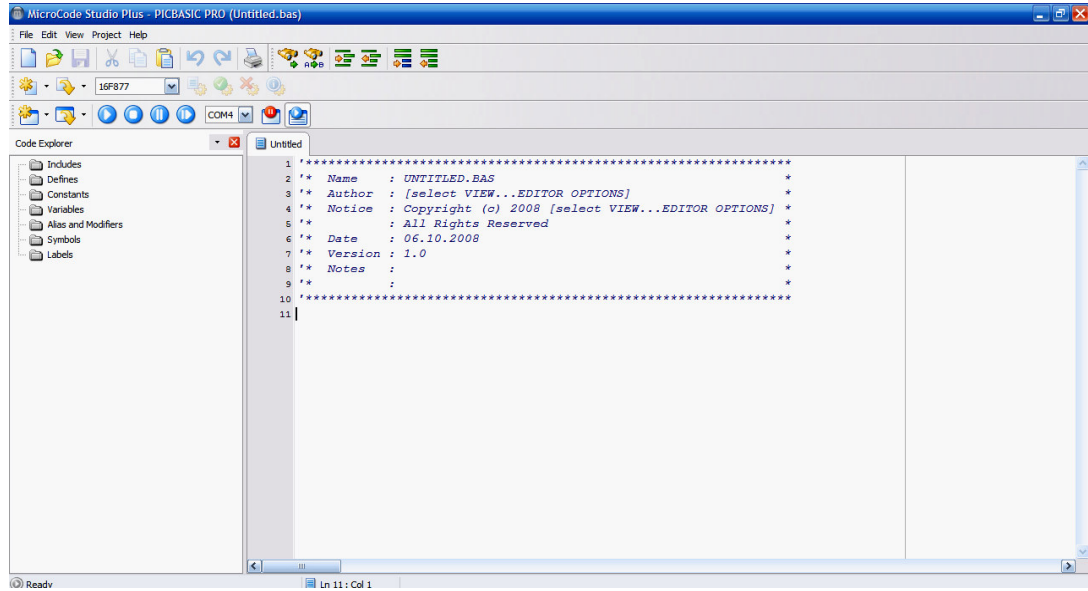
Resim 4. 6. Adım motor kontrol ünitesi

Motorun ortak uçları +12 V a çekilmiş ve diğer uçlarına sırasıyla darbe gönderilerek adım motor sürülmüştür.



Şekil 4. 2. Yazılımın akış diyagramı

Yapılan çalışmada PIC Basic Pro programlama dili kullanılarak Microcode Studio Plus editöründe geliştirilmiştir.



Resim 4. 7. Microcode studio plus programı ekran görüntüsü

PIC Basic Programlama Dilinde yazılan program Project – Compile menüsü ya da F9 kısayolu ile compile edilerek .hex uzantılı dosya oluşturulmuştur. Hex uzantılı dosya USB PIC programlayıcısının UsbBurn Programı ile PIC 16F877 mikrodenetleyicisine aktarılmıştır. Mikrodenetleyici bread board üzerine takılarak devrenin diğer elemanları ile birlikte denenmiştir.

Yazılan programda Timer0 modülünü frekans bölücü olarak kullanılmıştır ve mikroşlemciden motora gönderilecek darbelerin sıklığı böylece ayarlanmıştır. Bunu yaparken aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$Zaman = (4 * \text{saat periyodu}) \times (\text{önbölücü katsayısı}) \times (256 - \text{TMRO a yüklenen sayı}) \quad (4.1)$$

Yapılan çalışmada 4 Mhz kristal kullanılmış ve önbölücü katsayısı 256 olarak alınmıştır. Burada motorun hızı yaklaşık 180 rpm e kadar çıkarılmak istendiğinden hız formülü olan

$$RPM = \beta / 6T \quad (4.2)$$

RPM= motorun bir saniyedeki devir sayısı (devir/dakika)

β = motorun adım sabiti (derece)

T= adımlar arasındaki zaman (saniye)

formülünde değerler yerine koyulduğunda $180 = 1,8 / 6T$ iken T değeri 1.667 msn yani 1667 mikrosaniye değerini alır.

Burada,

$$\text{Eşitlik 4.1'de değerler yerine yerleştirildiğinde: } 1667 = (4 \times \frac{1}{4}) \times 256 \times (256 - TMR)$$

olur. Buradan TMR değeri yaklaşık olarak 250 olarak bulunur.

Diğer taraftan ADC birimi ile potansiyometreden alınan AdSonuc değeri mikrodenetleyiciye 8 bitlik sayısal bilgi olarak aktarılmıştır. AdSonuc değeri 0 ile 255 arasında değişmektedir. İhtiyaç duyulan TMR0 değeri de 250 değerine kadar çıkmaktadır. Yani potansiyometreden ADC birimi ile okunarak mikrodenetleyiciye aktarılan AdSonuc değişkenine bir üst sınır koyarak TMR0 değişkeni tayin edilmiş ve motorun hızı böylece ayarlanmıştır.

Çalışmadan kullanılan Timer0 modülü 8 bit timer/counter yapısında olup okunabilir ve yazılabilir yapıdadır. Harici veya dahili clock seçenekleri mevcuttur. Harici clock seçeneğinde yükselen veya düşen kenar durumu ayarlanarak seçilebilir. FFh değerinden 00h değerine geçerken taşmadan doğan kesme olayını oluşturur. 8- bit programlanabilen ön değer ayarı (prescaler) için OPTION yazmacının 0,1 ve 2. bitleri kullanılır. 3. bit (PSA) “0” ise bu ayarın TMR0, “1” değeri için WDT için geçerli olmasını sağlamaktadır [16].

TRISE=%11111111 komutuyla PORTE'nin tüm pinleri giriş olarak tanımlanmış ve ardından ADCON1=%00000000 komutuyla aşağıdaki tanımlamalar yapılmıştır.

ADFM	ADCS2	-	-	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
------	-------	---	---	-------	-------	-------	-------

ADFM biti 0 yapılarak sonuç sola yanaşık, ADCS2 biti 0 yapılarak $F_{OSC/2}$ osilatör seçilmiştir. PCFG3, PCFG2, PCFG1, PCFG0 pinlerine sırasıyla 0,0,0, 1 değerleri verilerek PORTE ve PORTA'nın tüm girişleri analog yapılmıştır.

ADCON0= %11101001 ile yapılan tanımlamada A/D çevrim ile ilgili aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır.

ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE'	-	ADON
-------	-------	------	------	------	----------	---	------

ADCS1 ve ADCS0 pinleri 0 yapılarak $F_{OSC/2}$ osilatör seçilmiştir. CHS2 pini 1 CHS1 pini 0 CHS0 pini 1 yapılarak Kanal 5 (AN5) yani PortE.5 pini seçilmiştir. GONE/DONE =0 iken A/D çevrim henüz başlatılmamıştır. ADCON1 iken A/D çevirici aktiftir.

ADCON0 ve ADCON1 kaydedicileri ile bu tanımlamalar yapıldıktan sonra ADCON0 kaydedicisinin ikinci biti 1 yapılarak A/D çevrim başlatılmıştır. Pause 5 ile çevrimin bitmesi için 5 ms beklendikten sonra ADCON0.2'nin 0 olup olmadığı if-then yapısı ile kontrol edilmektedir. A/D çevrim bittiğinde ADCON0.2=0 değerini aldığından ADRESH içindeki değer AdSonuc değişkenine atanmıştır.

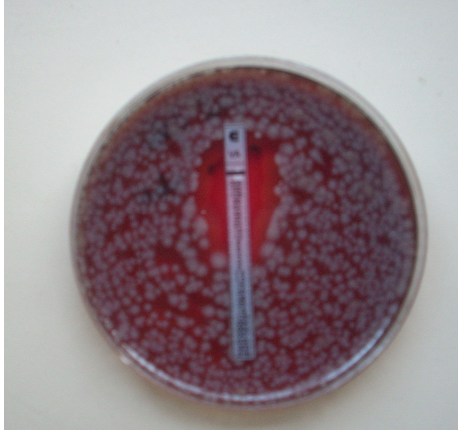
OPTION_REG=%00000111 komutunda en düşük değerlikli son üç bit 1 yapılarak prescaler değeri 1:256 olarak seçilmiştir. 4. bit 0 yapılarak PSA frekans bölücü seçme biti TMR0 olarak belirlenmiştir.

INTCON=%10100000 komutunda ise 5. bit 1 yapılarak TMR0 interruptına, 7. bit 1 yapılarak aktif yapılmış tüm kesmelere izin verilmiştir.

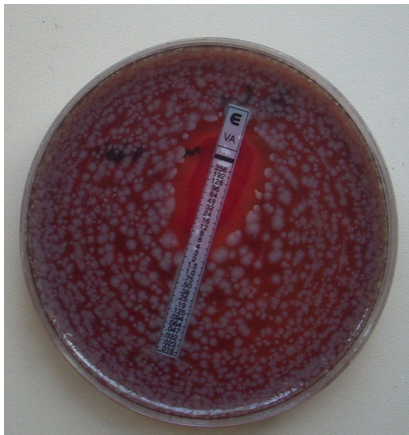
:

5. DENEYSEL BULGULAR

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları Ana Bilim Dalında aynı hastadan alınan alfa hemolitik streptokok vankumisin e-test duyarlılığı testinde Biotoools cihazlarıyla ve tasarlanan sistem ile yapılan e-test strip uygulaması sonucunun aynı olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerin sonucunda her iki testte de 3 µg/ml değeri minimum inhibitör konsantrasyonu olarak bulunmuştur. Deney sonuçları Resim 5.1 ve Resim 5.2' de görülmektedir.

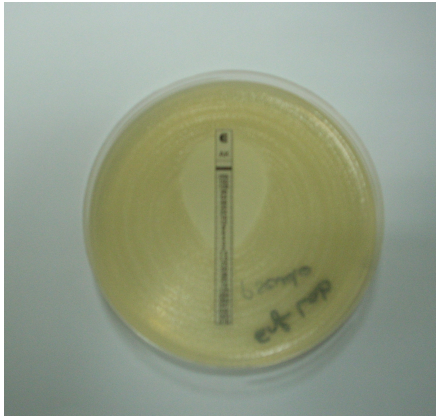


Resim 5. 1. Biotoools cihazları ile yapılan alfa hemolitik streptokok vankumisin e-test strip uygulamasının sonucu

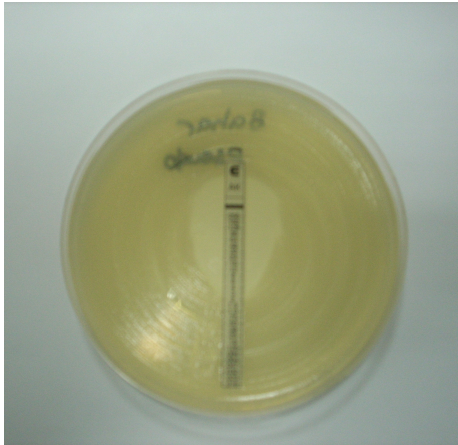


Resim 5. 2. Tasarlanan sistem ile yapılan alfa hemolitik streptokok vankumisin e-test strip uygulamasının sonucu

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları Ana Bilim Dalında aynı hastadan alınan örneklerle yapılan pseudo e-test duyarlılığı testinde Biotools cihazlarıyla ve tasarlanan sistem ile yapılan e-test strip uygulaması sonucunun aynı olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerin sonucunda her iki testte de 2 µg/ml değeri minimum inhibitör konsantrasyonu olarak bulunmuştur. Deney sonuçları Resim 5.2 ve Resim 5.3' de görülmektedir.



Resim 5. 2. Biotools cihazları ile yapılan pseudo e-test strip uygulamasının sonucu



Resim 5. 3. Tasarlanan sistem ile yapılan pseudo e-test strip uygulamasının sonucu

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları Ana Bilim Dalında aynı hastadan alınan örneklerle yapılan enterobacter e-test duyarlılığı testinde Biotools cihazlarıyla ve tasarlanan sistem ile yapılan e-test strip uygulaması sonucunun aynı olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerin sonucunda her iki testte de 1,5 µg/ml değeri minimum inhibitör konsantrasyonu olarak bulunmuştur.

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları Ana Bilim Dalında aynı hastadan alınan örneklerle yapılan enterococ e-test duyarlılığı testinde Biotools cihazlarıyla ve tasarlanan sistem ile yapılan e-test strip uygulaması sonucunun aynı olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerin sonucunda her iki testte de 0,75 µg/ml değeri minimum inhibitör konsantrasyonu olarak bulunmuştur.

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları Ana Bilim Dalında aynı hastadan alınan örneklerle yapılan CNS e-test duyarlılığı testinde Biotools cihazlarıyla ve tasarlanan sistem ile yapılan e-test strip uygulaması sonucunun aynı olduğu gözlenmiştir. Ölçümlerin sonucunda her iki testte de 1 µg/ml değeri minimum inhibitör konsantrasyonu olarak bulunmuştur.

Çizelge 5. 1. Karşılaştırmalı sonuç tablosu

Mikroorganizma	Ab Biodisk Cihazları	Tasarlanan Sistem
alfa hemolitik streptokok vankumisin	3 µg/ml	3 µg/ml
pseudo	1 µg/ml	1 µg/ml
enterococ	0,75 µg/ml	0,75 µg/ml
enterobacter	1,5 µg/ml	1,5 µg/ml
CNS	1 µg/ml	1 µg/ml

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hazırlanan sistemde mikrobiyoloji laboratuvarlarında gerçekleştirilen, mikroorganizmaların antibiyotik dirençlerini ortaya koymak için kullanılan kantitatif E-test strip uygulamasının mikrodenetleyici tabanlı olarak yapılmasını sağlayan bir cihaz tasarlanmıştır. Bu çalışma ile E-test strip uygulamasının daha pratik ve standart bir hale getirilmiştir. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları Ana Bilim Dalında aynı hastadan alınan örneklerle yapılan alfa hemolitik streptokok vankumisin, enterobacter, enterococ, pseudo ve CNS e-test duyarlılığı testlerinde Biotools cihazlarıyla ve tasarlanan sistem ile yapılan e-test strip uygulaması sonucunun aynı olduğu gözlenmiştir. Bu değerler sırasıyla 3, 1,5, 0,75, 2, 1 µg/ml'dir.

Yapılan bu sisteme ilave olarak e-test strip taşıyıcının mikrodenetleyici kontrollü mekanik bir kol ile taşınmasını sağlayan bir sistem geliştirilebilir. Bunun dışında E-test strip uygulamasının sonucunda okunması gereken MIC değeri görüntü işleme teknikleri ile tespit edilebilir.

E-test strip uygulaması ve agar dilüsyon tekniklerinde ekim işlemi aynıdır. Bu sistem agar dilüsyon metodu için genişletilebilir. Agar dilüsyon tekniğinde kullanılan antibiyotiklerin bırakılması için mekanik bir sistem tasarlanarak bu sistem agar dilüsyon metodu için genişletilebilir. Ayrıca bu çalışmaya ek olarak antibiyotiklerin çevresinde oluşan ve duyarlı, orta duyarlı ve dirençli bölgelerinin belirlenmesini sağlayan zon çapları görüntü işleme teknikleri ile tespit edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Varma, M., Kumar S., Kumar, A., Base, M., “Comparison of E-test and agar proportion method of testing drug susceptibility of m. tuberculosis”, *Ind.J Turb*, 490: 217 (2003).
2. Gül, M., Şensoy, A., Çetin B., Korkmaz, F., Seber, E., “Hastane İnfeksiyonu Etkeni Pseudomonas aeruginosa Suşlarında Seftazidime Duyarlılığın E-Test ve Disk Diffüzyon Yöntemleri İle Araştırılması”, *Türk Mikrobiyal Cem. Derg*, 34:33-36 (2004).
3. Internet: Aspergillus Website “E-test for Antifungal Susceptibility Testing”, <http://www.aspergillus.org.uk/secure/diagnosis/Etest.pdf> (2008).
4. Tansel, Ö., “Klasik Antibiyotik Duyarlılık Test Yöntemleri”, *21. Yüzyılda Tüberküloz Sempozyumu ve II. Tüberküloz Laboratuvar Tanı Yöntemleri Kursu*, Samsun, 347-351 (2003).
5. Internet: Ab Biodisk Firması “E-test Manual Applicator”, <http://www.abiodisk.com/pdf/div/M0000269.pdf> (2008).
6. Internet: Ab Biodisk Firması “Ab biodisk instruction manual”, <http://www.abiodisk.com/pdf/biotools/AV000546.pdf> (2008).
7. Internet: Ab Biodisk Firması “Product leaflet” <http://www.abiodisk.com/pdf/biotools/M0000537.pdf> (2008).
8. Bakır, M., “Antibiyotik kullanımının temel ilkeleri”, *Klinik Dergisi*, 14 (3): 95-101 (2001).
9. Başkan, A., “Metay Temel ve Klinik Mikrobiyoloji Ders Notları” *Metay Medikal Yayıncılık*, İzmir, 393 (1993).
10. Turnidge, J. D., Jargenson, J.H., “Antimicrobial Susceptibility Testing: General Consideration ”, *Manual of Clinical Microbiology 7th Edition*, Murray P.R., Baron E. J., Pfaller M. A., Tenover F. C., Tenover R. H., *Asm Press*, Washington, 1469 , 1471 (1999).
11. Bilgehan, H., “Klinik Mikrobiyolojik Tanı”, *Bartış Yayınları*, İzmir, 135 (1992).
12. Kingsbury, D. T., Wagner, G. E., “2nd edition microbiology”, *Harwal Publishing*, Pennsylvania, 37-38 (1990).
13. Andrew, M. H., Westhood, N., “An automatic inoculation device for seeding bacterial cultures”, *J. appl. Bact.*, 32: 437-438 (1969).

- 14.Smith, D. A., “A multiple inoculation device for use with fluids”, *J. appl. Bact.*, 24 (2): 131-133 (1961).
15. Çiçek, S., “CSS C ile PIC Programlama, *Altaş Yayıncılık*, İstanbul, 12-13, 292 (2007).
- 16.Akar, F., Yağimli, M., “PIC 16F877A Proje Tasarımı”, *Beta Basım*, İstanbul, 1-5, 146-147, 355-356 (2007).
- 17.Altınbaşak, O., “PIC Basic ile PIC Programlama”, *Altaş Yayınları*, 11-17, 183-184, 216- 219 (2007).
- 18.Adak, S., “Üç fazlı asenkron motorlara direnç üzeri mikrodenetleyici (PIC16F84A) kontrollü yol verme”, *Türkiye’de ve Dünyada Otomasyon*, 196, 196-199 (2008).
- 19.Doğan, İ., “PIC Mikrokontrolör Robot Projeleri”, *Bileşim Yayınevi*, Ankara, 16-18, 26, 91-92 (2005).
- 20.Doğan, İ., “C ile Mikrokontrolör Programlama”, *Era Bilgi Sistemleri Yayıncılık*, İstanbul, 16-18 (2003).
- 21.Şahin, H., Dayanık A., Altınbaşak, C., “PIC Programlama Teknikleri ve 16F877A”, *Altaş Yayıncılık*, İstanbul, 16, 91-96, 126, 130, 146, 291-292 (2006).
- 22.Aydoğmuş, Ö., “PIC Mikrodenetleyici Yardımıyla DC Motorun Hız Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ, 41 (2006).
- 23.Doğan, İ., “PIC ve Pc İletişim Projeleri”, *Bileşim Yayıncılık*, İstanbul, 15 (2006).
- 24.Orman, A., “Mikrodenetleyicili Asansör Denetiminde Seri Haberleşme Kullanan Bir Modelin Gerçekleştirilmesi ”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 24 (2005).
- 25.Braga, N. C., “Robotik Mekatronik ve Yapay Zeka”, *Bileşim Yayınevi*, İstanbul, 127 (2005).
- 26.Doğan, İ., “PIC Adım Motoru Kontrolü”, *Bileşim Yayınevi*, İstanbul, 9-28 (2004).
- 27.Bal, G., “Özel Elektrik Makinaları”, *Seçkin Yayınları*, Ankara,9 (2006).
- 28.Altınbaşak, O., “Mikrodenetleyiciler ve PIC Programlama”, *Altaş Yayınevi*, İstanbul,139-140 (2001).

29.Doğan , İ., PIC C ile Motor Kontrol Projeleri, *Bileşim Yayınevi* , İstanbul, 8-22 (2004).

EKLER SAYFASI

EK-1

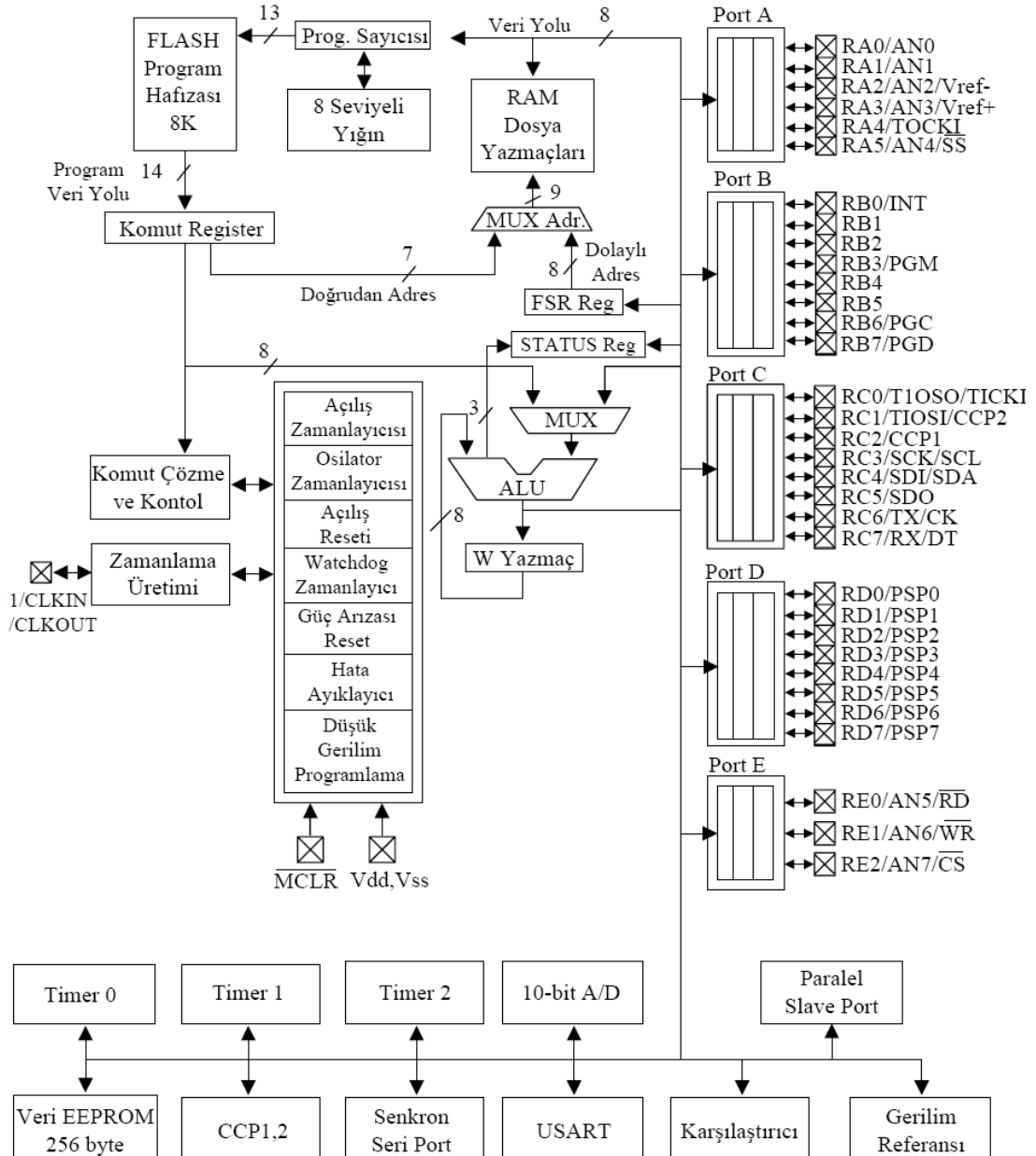
PIC 16F877A'nın donanım özellikleri Çizelge 1.1' de gösterilmektedir [22].

Çizelge 1.1. PIC 16F877A Donanım Özellikleri

Özellik	Açıklama
Çalışma Frekansı	DC-20 MHz
RESET (ve Gecikmeler)	POR,BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Hafızası (14 bit Kelime)	8K
Veri Hafızası (bayt)	368
EEPROM Veri Hafızası (bayt)	256
Kesmeler	15
I/O Portları	Port A,B,C,D,E
Zamanlayıcı	3
Seri Haberleşme	MSSP, USART
Paralel Haberleşme	PSP
10 bit Analog/Sayısal Dönüştürücü	8 giriş kanalı
Analog Karşılaştırıcı	2

EK-2

PIC 16F8877A blok diyagramı Şekil 2.1’de gösterilmiştir [22].



Şekil 2. 1. 16F877A mikrodenetleyici sisteminin blok diyagramı

EK-3

PIC 16F877A'nın pin adları ve açıklamaları Çizelge 3.3'de verilmiştir [22].

Çizelge 3.1. PIC 16F877 pin adları ve açıklamaları

Pin Adı	DIP Pin#	Buffer Tipi	Açıklama
OSC1/CLKIN	13	ST/CMOS	Kristal osilatör girişi/ Harici CLK girişi
OSC2/CLKOUT	14	-	Kristal osilatör modunda kristal osilatör çıkışı, kristal ya da rezonatöre bağlanır. RC modunda, OSC1'in ¼ frekansına sahip CLKOUT çıkışıdır. Bu frekans aynı zamanda komut çevrim frekansını gösterir.
MCLR/Vpp/THV	1	ST	Ana reset (giriş) veya programlama gerilim (çıkış) veya Reset etmek için bu pin "0" (LOW) seviyesine getirilmelidir.
RA0/AN0	2	TTL	PORTA iki yönlü bir I/O portudur. RA0 analog giriş (AN0)
RA1/AN1	3	TTL	Sayısal I/O RA1, analog giriş (AN1) olabilmektedir.
RA2/AN2/VREF ⁻	4	TTL	Sayısal I/O RA2, analog giriş (AN2) olabilmektedir veya negatif referans gerilim girişi.
RA3/AN3/VREF ⁺	5	TTL	Sayısal I/O RA2, analog giriş (AN3) olabilmektedir veya pozitif referans gerilim girişi.
RA4/T0CKI	6	ST	Sayısal I/O RA4, TIMER0 harici saat girişi
RA5/SS/AN4	7	TTL	Sayısal I/O RA5, analog giriştir (AN4), senkronize seri port için slave seçme girişi, karşılaştırıcı 2 çıkış.
RB0/INT	33	TTL/ST (1)	PORTB iki yönlü I/O portudur. RB0 aynı zamanda harici kesme pini olmaktadır.
RB1	34	TTL	Sayısal I/O RB1
RB2	35	TTL	Sayısal I/O RB2
RB3/PGM	36	TTL	Sayısal I/O RB3, ICSP programlama seçme girişi
RB4	37	TTL	Sayısal I/O RB4
RB5	38	TTL	Sayısal I/O RB5
RB6/PGC	39	TTL/ST (2)	Sayısal I/O RB3, ICSP programlama saati
RB7/PGM	40	TTL/ST (2)	Sayısal I/O RB3, ICSP programlama verisi
RC0/T1OSO/T1CKI	15	ST	PORTC iki yönlü I/O portudur.Sayısal I/O RC0, Timer1 osilatör çıkışı, Timer1 harici saat girişi
RC1/T1OSI/CCP2	16	ST	Sayısal I/O RC1, Timer1 osilatör girişi, Yakalama2 girişi/Karşılaştırıcı2 çıkışı/DGM2 çıkışı
RC2/CCP1	17	ST	Sayısal I/O RC2, Yakalama1 girişi/Karşılaştırıcı1 çıkışı/DGM1 çıkışı
RC3/SCK/SCL	18	ST	Sayısal I/O RC3, Senkron Seri saat girişi/ SPI mod için çıkış Senkron Seri Saat girişi / I ² C mod için çıkış
RC4/SDI/SDA	23	ST	Sayısal I/O RC4, SPI veri girişi, I ² C data I/O
RC5/SDO	24	ST	Sayısal I/O RC5, SPI veri çıkışı
RC6/TX/CK	25	ST	Sayısal I/O RC6, USART asenkron verici, USART1 senkron saat
RC7/PSP7	26	ST	Sayısal I/O RC7, USART asenkron alıcı, USART senkron veri

Pin Adı	DIP Pin#	Buffer Tipi	Açıklama
RD1/PSP1, RD2/PSP2	20,21	ST/TTL(3)	Sayısal I/O RD1, Paralel slave port veri
RD3/PSP3, RD4/PSP4	22,27	ST/TTL(3)	Sayısal I/O RD2, Paralel slave port veri
RD5/PSP5, RD6/PSP6	28,29	ST/TTL(3)	Sayısal I/O RD2, Paralel slave port veri
RD7/PSP7	30	ST/TTL(3)	Sayısal I/O RD2, Paralel slave port veri
RE0/RD/AN5	8	ST/TTL(3)	PORTE iki yönlü I/O portudur. RE0 paralel slave port için okuma kontrolü, analog giriş 5.
RE1/WR/AN6	9	ST/TTL(3)	Sayısal I/O RE1, Paralel slave port için yazma kontrolü, analog giriş 6.
RE2/CS/AN7	10	ST/TTL(3)	Sayısal I/O RE2, Paralel slave port için yonga seçme kontrolü, analog giriş 7.
V _{SS}	12,31	-	Lojik ve I/O uçları için toprak referansı
V _{DD}	11,32	-	Lojik ve I/O uçları için pozitif besleme

EK-4

PIC 16F877A mikrodenetleyicisinin port özellikleri

PORTA 6 bitlik hem giriş hem de çıkış özelliğine sahip bir porttur. Hangi bitin giriş hangi bitin çıkış olacağı TRISA kaydedicisi tarafından belirlenir. TRISA kaydedicisinde “1” olarak belirlenen bitlerin karşılığı giriş, “0” olarak belirlenen bitlerin karşılığı çıkıştır. PORTA tamponlanmıştır yani bir veri gönderilene kadar eski veri PORTA kaydedicisinde tutulur. Mikrodenetleyiciye gerilim uygulayıp çalışmaya başlattığımızda yani POR (Power-On Reset) durumunda PORTA analog giriş olarak kuruludur, okunmak istendiğinde 0 değerini verir. Sayısal giriş olarak kullanılmak istendiğinde ADCON1 kaydedicisinde gerekli değişikliğin yapılması gerekir [21].

PORTB hem giriş hem çıkış özelliğine sahip 8 bitlik bir portttur. PortB'nin en çok göze batan özelliği RB0 kesme girişi ve RB4 - RB7 arasındaki pinlerin değişikliğinde oluşan kesme durumudur. RB0 kesme girişi olarak kurulduğunda isteğe göre yükselen kenarda veya düşen kenarda bir kesme üretebilmektedir. RB4 – RB7 arasında pinlerden girilen değerlerden biri değiştiğinde de kesme oluşabilmektedir. PORTB uçları programlama ve hata ayıklama dışındaki amaçlarda kullanıldıkları sürece PORTA' da olduğu gibi TTL (Transistor-Transistör Mantık) gerilim seviyelerinde çalışır. Giriş olduğunda çektiği akım, çıkış olduğunda verebileceği akım PORTA ile aynıdır [21].

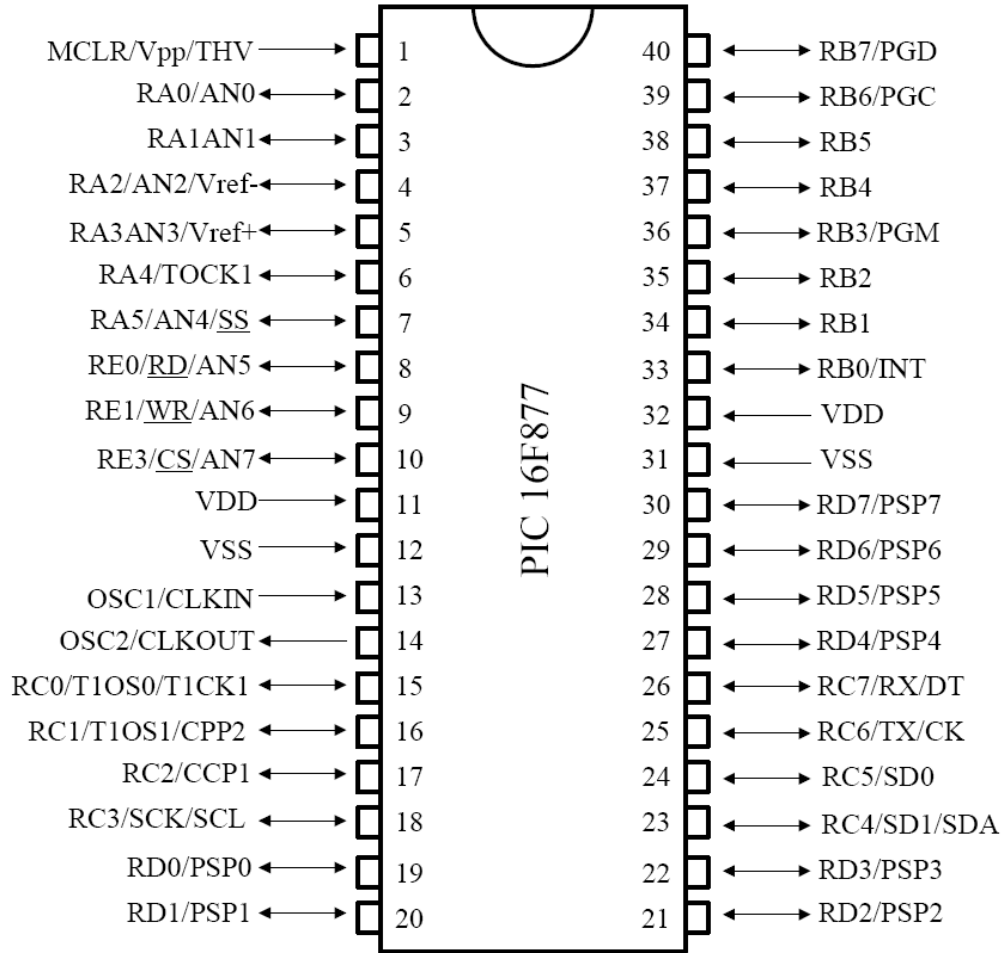
PORTC, PIC16F877A'nın en çok özelliğe sahip olan portudur. Tüm girişler schmitter-trigger tampona sahiptir. Bunun sebebi tüm pinlerin değişik seri haberleşme fonksiyonlarına sahip olmasıdır. Seri haberleşme eğer TTL devrelerle yapılırsa kararsız bölge oldukça geniş bir bölgeyi işgal ettiği için yanlış veri aktarımı daha olasıdır [21].

PORTD ve PORTE genelde birlikte kullanılan iki porttur. Mikro bilgisayar veri yollarıyla 8 bitlik paralel iletişim için kullanılırlar. PORTD, sekiz bit'lik veri ve

adres yolunu oluştururken, PORTE kontrol uçları olarak ayrılmıştır. Tüm girişler paralel iletişim sırasında TTL seviyelerde, giriş çıkış olarak kullanıldığında Schmitt- Trigger seviyelerde çalışır. PORTE aynı zamanda PORTA gibi analog giriş olarak da seçilebilmektedir [21].

PIC 16F877A pin bağlantıları

PIC 16F877A 33 giriş/çıkışa sahiptir. Geri kalan ayaklar besleme gerilimi, osilatör, reset (MCLR) gibi mikrodenetleyicinin çalışması için gerekli donanımlara ayrılmıştır [21]. Mikrodenetleyicinin çalışması için gerekli donanımlardan olan MCLR bağlantısı reset ve programlama anlarını normal çalışmadan ayırmaya yarar. PIC'in bu bacağına +5V verildiğinde PIC içindeki programı çalıştırma moduna girer. +13V verildiğinde içine yeni program yüklemeye hazır hale gelir, toprağa bağlanırsa PIC resetlenir yani programın çalışması başlangıç adresine döner. VSS bacağı toprak girişidir, VDD bacağı +5V besleme girişidir. OSC1 ve OSC2 bacakları PIC'in çalışma frekansını belirleyen kristali veya RC osilatörünü bağlamak içindir [18]. PIC 16F877A'nın 40- Pin PDIP pin görünüş şeması şekil 3.2'de görölmektedir [22].



Şekil 3. 5. PIC 16F877 mikrodnetleyicisinin pin bağlantıları

PIC 16F877A bellek özellikleri

Hafıza entegreleri bilgilerin ve program parçalarının saklanmasına yarayan entegrelerdir. RAM (Random Access Memory) program çalıştığı sürece bilgilerin yazıldığı ve okunduğu, enerjinin kesilmesi durumunda içindeki tüm bilgiyi kaybeden bellek türüdür. ROM (Read Only Memory) sadece bir kez yüklenip sonra içindeki bilgiler silinip değiştirilemeyen, tekrar programlanamayan bellek türüdür. İçindeki bilgiler enerji kesintisinden etkilenmez. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) ROM'un mor ötesi ışık altında silinebilen bir alt türüdür. Silindikten sonra içine tekrar program yazılabilir ama RAM'da olduğu gibi enerji kesildiğinde içindeki bilgiler kaybolmaz. EEPROM (Electrically Eprom) EPROM'un ışıkla değil,

elektrikle silinebilen türüdür. EEPROM'a silme gerilimi verilmediği sürece silinmedikleri için mikrodenetleyiciler için ek bellek alanı olarak sıkça kullanılırlar [18]. EEPROM, içindeki bilgileri yaklaşık 40 yıl hafızada tutabilir [22].

PIC 16F877A belleği üç kısımdan oluşur. Bunlar program belleği yani Flash bellek, Data (veri) belleği ve EEPROM data belleğidir. Program belleği (Flash bellek) her biri 2K'lık 4 sayfadan oluşur Her sayfa sırasıyla 0h-7FFh, 800h-FFFh, 1000h-17FFh, 1800h, 1FFFh adreslerini içerir. Bu adreslere erişim program sayacı ile sağlanır. Veri belleği ise 4 adet banktan oluşan genel amaçlı kaydedicilerden ve özel amaçlı kaydedicilerden –SFR- (Special Function Register) oluşmaktadır [15]. Çizelge 3.2'de PIC 16F877A mikrodenetleyicisinin bellek özellikleri gösterilmiştir [22].

Çizelge 3. 11. PIC 16F877A bellek özellikleri

Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	10- Bit A/D Kanal	CCP (DGM)	MSSP		USART	Timer 8/16 bit	Karşılaştırıcı
				SPI	Master I ² C			
368	256	8	2	VAR	VAR	VAR	2/1	2

EK-5

Sistemin yazılımı

```

*****
'* Name   : E-TEST.BAS                               *
'* Author : BAHAR ÇELİK                               *
'* Notice : Copyright (c) 2008 [select VIEW...EDITOR OPTIONS] *
'*       : All Rights Reserved                         *
'* Date   : 03.06.2008                               *
'* Version : 1.0                                       *
'* Notes  : Timer0 modülü                             *
*****

```

DEFINE OSC 4

```

*****

```

AdSonuc VAR BYTE

UPDATE VAR BYTE

UPDATE=1

BOBIN VAR BYTE

BOBIN=0

b VAR BYTE

PORTC=%00000000

```

*****

```

TRISE=%11111111

TRISC=%00000000

TRISD=%00000000

TRISB=%11000000

ADCON1=%00000000

ADCON0=%00101001

OPTION_REG=%00000111

INTCON=%10100000

TMR0=180

ON INTERRUPT GOTO MOTOR

```

WHILE 1
  IF UPDATE=1 THEN
    ADCON0.2=1
    Bitmedi:
    PAUSE 5
    IF ADCON0.2=1 THEN Bitmedi
      AdSonuc=ADRESH
      UPDATE=0
    ENDIF
    IF PORTB.6=1 THEN
      INTCON.5=1
    ELSE
      INTCON.5=0
    ENDIF
    IF Adsonuc>250 THEN AdSonuc=250
  WEND

```

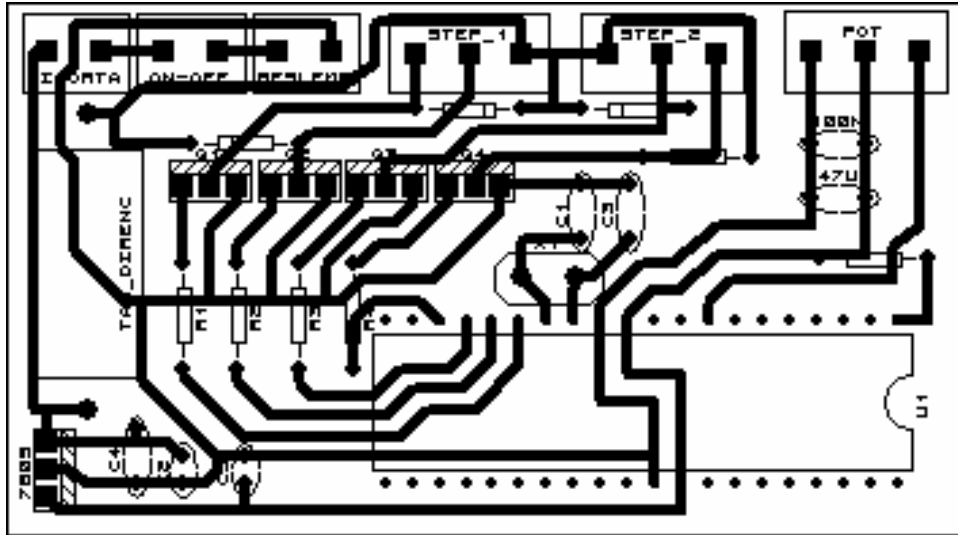
```

DISABLE INTERRUPT
MOTOR:
INTCON.2=0
  IF BOBIN=0 THEN PORTC=%00000001
  IF BOBIN=1 THEN PORTC=%00000010
  IF BOBIN=2 THEN PORTC=%00000100
  IF BOBIN=3 THEN PORTC=%00001000
  BOBIN=BOBIN+1
  IF BOBIN=4 THEN BOBIN=0
TMR0=AdSonuc
UPDATE=1
RESUME
ENABLE INTERRUPT
END

```

EK-6

Sistemin baskı devre şeması



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇELİK, Bahar
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 19.04.1984, Mardin
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 271 99 33
Faks :
e-mail : baharcelik@gazi.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üni. /El. ve Bilg. Eğt. A.B.D.	2009
Lisans	Selçuk Üniversitesi/Bilg. Sist. Öğrt.	2006
Lise	Süleyman Demirel Anadolu Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006-2007	Bolu And. Tic. ve Tic. Mes. Lisesi	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Fotoğrafçılık, Tasarım, Doğa Yürüyüşleri, Satranç, Programlama