

**DÖRT ZAMANLI TEK SİLİNDİRLİ BUJİ İLE ATEŞLEMELİ BİR
MOTORUN ATEŞLEME SİSTEMİNİN BİLGİSAYARLA KONTROLU**

Hamza BİLGEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2007

ANKARA

Hamza BİLGEN tarafından hazırlanan DÖRT ZAMANLI TEK SİLİNDİRLİ BUJİ İLE ATEŞLEMELİ BİR MOTORUN ATEŞLEME SİSTEMİNİN BİLGİSAYARLA KONTROLU adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. İhsan BATMAZ
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Sahir SALMAN

Üye : Prof. Dr. Ömer Faruk BAY

Üye : Prof. Dr. H. Serdar YÜCESU

Üye : Doç. Dr. Yakup İÇİNGÜR

Üye : Yrd. Doç. Dr. İhsan BATMAZ

Tarih : 09 / 05 / 2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri 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 yapıldığını bildiririm.

Hamza BİLGEN

**DÖRT ZAMANLI TEK SİLİNDİRLİ BUJİ İLE ATEŞLEMELİ BİR
MOTORUN ATEŞLEME SİSTEMİNİN BİLGİSAYARLA KONTROLU
(Yüksek Lisans Tezi)**

Hamza BİLGEN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Mayıs 2007

ÖZET

Günümüz motorlarında kullanılan elektronik sistemler oldukça karmaşık bir yapıdadır. Bu yapıları anlayabilmek ve çalışma mantıklarını kavrayabilmek için her sistemi bölümler halinde incelemek gerekmektedir.

Bu çalışmada özgün bir buji ile ateşlemeli motor için bir ateşleme kontrol sistemi tasarlanmıştır. Sistem mikro denetleyici tarafından kontrol edilmiştir. Mikro denetleyici sistemine bağlı bir bilgisayar vardır. Kontrol sistemi motor devrini ve taşıt yükünü sürekli kontrol etmektedir. Mikro denetleyici tarafından bu veriler işlenmekte ve bilgisayara gönderilmektedir. Bilgisayar yazılımındaki ateşleme avansı haritasından anlık yük ve devir verilerine göre optimum ateşleme avansı hesaplanmakta ve tekrar mikro denetleyiciye gönderilmektedir. Mikro denetleyici kartı, gelen ateşleme avansı değerine göre ateşleme devresine tetikleme sinyali göndermekte ve bu sayede buji kıvılcımı istenen anda sağlanmaktadır.

Tasarımı yapılan sistem sayesinde motordan alınan veriler bilgisayar ekranında grafiksel olarak görülebilmektedir. Aynı zamanda yüke(gaz keleşi konumu) ve devre bağımlı olarak ölçülen ateşleme avansı haritası istenildiğinde değiştirilebilmektedir. Bu sayede sistem istenildiğinde parametreleri kolaylıkla değiştirilebilir hale gelmiştir. Ayrıca sisteme giren verilerin görüntülenmesi sayesinde sistem bir eğitim materyali olarak kullanılabilir.

Bilim Kodu : 708.3.026
Anahtar Kelimeler : Ateşleme sistemi, ateşleme kontrol sistemi, elektronik kontrol ünitesi, mikro denetleyicili kontrol
Sayfa Adedi : 68
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. İhsan BATMAZ

**THE COMPUTER BASED CONTROL OF A FOUR
STROKE SINGLE CYLINDER SPARK PLUG IGNITION ENGINES**

(M. Sc. Thesis)

Hamza BİLGEN

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

May 2007

ABSTRACT

The electronic systems which are used in today's engines are in a very complex structure. In order to understand and comprehend these structures, each system must be examined in sections.

In this study, an ignition control system is designed for an original spark plug ignition engine. The system is controlled by a microcontroller. There is a computer that is connected to the microcontroller. The control system continuously controls the engine revolution and vehicle load. This data is processed and sent to the computer by the microcontroller.

The optimum ignition advance is calculated according to momentary load and revolution data from the ignition advance map in the computer software and then it is sent to the microcontroller again. The microcontroller card sends the trigger signal to the ignition circuit according to the coming ignition advance value and so the spark of spark plug is provided at the required moment.

Science Code : 708.3.026

**Key Words : Ignition system, ignition control system, electronic control unit,
control with micro controller**

Page Number: 68

Adviser : Assist. Prof. Dr. İhsan BATMAZ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. İhsan BATMAZ'a yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocalarım Prof. Dr. M. Sahir SALMAN ve Doç. Dr. Yakup İÇİNGÜR'e, atölye çalışmalarımında desteklerini benden esirgemeyen Öğr. Gör. Dr. Melih OKUR, Arş. Gör. Fatih ŞAHİN, gerek test ekipmanları konusundaki yardımlarından gerekse çalışmalarım için bana anlayış gösterdikleri için başta Yüksek Mimar Cihat BAKIRCI olmak üzere tüm Bakırcı Otomotiv ailesine ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli arkadaşlarım Özer Serhat SEYMEN M. Fatih ÖZKAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. İÇTEN YANMALI MOTORLARDA ATEŞLEME.....	2
AVANSININ BELİRLENMESİ	
2.1. Yanma ve Çeşitleri.....	2
2.1.1. Tam yanma	2
2.1.2. Eksik yanma	2
2.2. Motorlarda Yanma Hızına Etki Eden Faktörler	3
2.2.1. Sıcaklık	3
2.2.2. Hava yakıt oranı.....	3
2.2.3. Basınç	4
2.2.4. Motor hızı	4
2.2.5. Artık gazların etkisi	4
2.2.6. Karışımın homojenliği	4
2.2.7. Yakıtın atomizasyonu	5

	Sayfa
2.3. Ateşleme Avansı	5
2.3.1. Ateşleme avansına etki eden faktörler	7
2.3.2. Ateşleme avansının güç ve yakıt sarfiyatına etkisi	7
2.3.3. Gaz kelebek açıklığının ateşleme avansına etkisi	8
2.3.4. Avansın kontrolü.....	9
2.3.5. Yeni avans sistemleri.....	12
3. İÇTEN YANMALI MOTORLARDA KULLANILAN.....	14
ATEŞLEME SİSTEMLERİ	
3.1. Manyetolu Ateşleme Sistemi.....	15
3.2. Klasik (Konvansiyonel) Ateşleme Sistemi.....	15
3.2.1. Batarya (akü)	16
3.2.2. Kontak anahtarı	16
3.2.3. Endüksiyon bobini	17
3.2.4. Distribütör	17
3.2.5. Kondansatör (kapasitör, meksefe)	17
3.2.6. Platin kesiciler	17
3.2.7. Buji	18
3.2.8. Klasik ateşleme sisteminin yetersizlikleri.....	18
3.3. Transistörlü Ateşleme Sistemleri.....	19
3.4. Kondansatör Deşarjlı (Elektronik) Ateşleme Sistemleri.....	20
3.5. Tam Elektronik Ateşleme Sistemleri.....	20

	Sayfa
4. MATERYAL METOT	23
4.1. Tasarımı Yapılan Sistem.....	23
4.1.1. Giriş sinyalleri	24
4.1.2. Mikro denetleyici kartı.....	26
4.1.3. Ateşleme sistemi.....	31
4.2. Test Düzeneği.....	32
4.2.1. Dinamometre.....	32
4.2.2. Ateşleme sisteminin uygulandığı motor.....	33
4.2.3. Yapılan testler.....	34
4.3 Ateşleme Kontrol Sisteminin Çalışması.....	35
4.3.1. Mikro denetleyici yazılımı.....	35
4.3.2. Bilgisayar yazılımı.....	37
4.4. Sistemin Kontrolü.....	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR.....	45
EKLER.....	47
EK-1 CCS PICC ile yazılan mikro denetleyici yazılımı.....	48
EK-2 Microsoft C#.net ile yazılan bilgisayar programı.....	54
EK-3 Tasarımı gerçekleştirilen mikrodenetleyici kartı.....	61
EK-4 PIC18F452 mikro denetleyicisi.....	62
EK-5 PIC16F84A mikro denetleyicisi.....	66
ÖZGEÇMİŞ.....	78

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Ateşleme sistemleri ve çalışma şekilleri.....	14
Çizelge 4.1. Yüke ve devre bağlı olarak değişen avans değerleri.....	34

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1 Dört farklı Ateşleme açısına bağlı olarak silindirde oluşan.....6 maksimum yanma sonu basıncı	6
Şekil 2.2. Ateşleme avansının değiştirilerek güç ve yakıt sarfiyatının.....8 karşılaştırılması	8
Şekil 2.3. Mekanik avans mekanizması.....11	11
Şekil 2.4. Vakum avans tertibatı.....11	11
Şekil 2.5. Yüke ve devre göre ateşleme avansın değişimi.....12	12
Şekil 3.1. Klasik bir ateşleme sisteminin devre şeması.....15	15
Şekil 3.2. Çeşitli bobin tipleri ve bağlantı şekilleri.....17	17
Şekil 3.3. Buji nin yapısı ve kısımları18	18
Şekil 3.4. Kondansatör deşarjlı ateşleme sistemi prensip şeması.....20	20
Şekil 3.5. Elektronik ateşleme sisteminde motordan alınan sinyaller.....21	21
Şekil 3.6. Elektronik kontrol ünitesinin optimize ettiği bir avans haritası.....22	22
Şekil 3.7. Mekanik avans sisteminin oluşturduğu bir avans haritası.....22	22
Şekil 4.1. Tasarımı yapılan sistemi oluşturan bileşenler.....23	23
Şekil 4.2. Volan üzerinde konum sensörlerinin yerleşimi.....25	25
Şekil 4.3. Mikro denetleyici devresi için besleme katı.....27	27
Şekil 4.4. Mikro denetleyici için referans gerilim kaynağı.....27	27
Şekil 4.5. Konum sensörlerinin bağlantı şekilleri.....28	28
Şekil 4.6. Gaz kelebeği konum sensörünün bağlantıları.....28	28
Şekil 4.7. Ateşleme çıkış sinyali ve ateşleme modülüne olan bağlantısı.....29	29
Şekil 4.8. RS232 Seviye dönüştürme devresi.....29	29

Şekil	Sayfa
Şekil 4.9. ASCII A karakterinin TTL/CMOS ve RS232 grafikleri.	30
Şekil 4.10. Mikro denetleyici ve bağlantıları.....	31
Şekil 4.11. Dinamometre göstergeleri ve kumanda düğmeleri.	33
Şekil 4.12. Devre ve yüke bağımlı avans değişimi.....	35
Şekil 4.13. Kesme akış diyagramı.....	36
Şekil 4.14. Ana programa ait akış diyagramı.....	37
Şekil 4.15. Programın ana ekranı(dinamik avans konumu).....	38
Şekil 4.16. Programın ana ekranı(statik avans konumu).....	39
Şekil 4.17. Kontrol devresi.....	40
Şekil 4.18. Bilgisayar tarafından hesaplanan devre ve yüke..... bağımlı avans değişimi devresi	42

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Ateşleme sisteminin bileşenleri.....	24
Resim 4.2. Ü.Ö.N. ve 90° sensörlerinin dış görünümü.....	25
Resim 4.3. Gaz kelebeği konum sensörü ve motor üzerindeki yerleşimi.....	26
Resim 4.4. Ateşleme ünitesi, bobin ve buji.....	32
Resim 4.5. Ateşleme sisteminin uygulandığı motor.....	33
Resim 4.8. Kontrol devresi sinyal çıkışları.....	40
Resim 4.9. 90° sensörü sinyali ve buna bağlı olarak oluşturulan ateşleme sinyali.....	41
Resim 4.10. 90° sensörü sinyali ve buna bağlı olarak oluşturulan..... ateşleme sinyalinin değişik ateşleme avanslarındaki çıkış sinyalleri.	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
C	Karbon atomu
O	Oksijen atomu
O₂	Oksijen molekülü

Kısaltmalar	Açıklama
ADC	Analog dijital dönüşüm
CO	Karbon monoksit
E.C.U.	Elektronik kontrol ünitesi
HC	Hidro karbon
LCD	Sıvı kristal gösterge
n	Devir
TDC	Üst ölü nokta
Ü.O.N.	Üst ölü nokta

1. GİRİŞ

Otomobil motorları üretilmeye başlandığı ilk yıllardan günümüze kadar birçok değişikliğe uğramıştır. Teoride hesaplanan ve bilinen birçok değişken kâğıt üzerinde kalmıştı. Silindirdeki sıkıştırma oranındaki artışın termik verime olan etkisi bilinirken yakıtın istenildiği kalitede olmamasından dolayı bu oran arttırılamıyordu. Bu ve bunun gibi birçok bilinen ve uygulanamayan teorik bilgiler günümüzdeki imkânlarla uygulanabilir olmuştur.

Üzerinde çalışmalar yapılan en önemli sistemlerden biride hava - yakıt karışımının tam istendiği noktada yakılmasıydı. Mekanik sistemlerle sadece birkaç parametrenin değişimi ile uygun ateşleme avansı sağlanması, maksimum verimin alınması için yeterli değildi.

Elektronğin gelişmesi motor kontrolünde yeni ufuklar açmıştır. Ford ilk sürüm motor kontrol sistemini (EEC-I) 1978 de kullanmıştır [1]. Gerek daha fazla parametrenin ölçülebilmesi gerekse bu parametrelerin sonuçlarının çok hassas bir şekilde motora uygulanabilmesi ateşlemenin ve bunun da ötesinde motor kontrolünün istenilen şekilde yapılabilmesine olanak sağlamıştır.

Elektronik ve mekaniğin iç içe olduğu günümüz motorlarındaki ateşleme sistemi ve bu sistemin kontrol mekanizması oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Hangi verilerin motordan alındığı ve çıktılar bilinirken alınan verilerin işleme yöntemleri hakkında net bilgiler bulunmamaktadır. Her motor tipi için üretilen motora özgü verileri içeren elektronik kontrol üniteleri (ECU) farklı tip bir motora uygulanamamaktadır. Bunun nedeni kontrol sistemleri (ECU) geliştiren firmaların teknolojilerini gizli tutmak istemelerinden dolayıdır.

Bu çalışmanın amacı; karmaşık olan bu elektronik kontrol ünitelerinin ateşleme sistemini nasıl kontrol ettiğini anlamak, sonuçta ise motordan alınan parametrelerin işlenişini istenildiği şekilde değiştirebilmek ve bu sistemi prototip bir motorun üzerine uygulayabilmektir [2].

2. İÇTEN YANMALI MOTORLARDA ATEŞLEME AVANSININ BELİRLENMESİ

2.1. Yakıtın Ateşlenmesi, Yanma Olayı ve Çeşitleri

Yanma, kısaca yakıt ve oksijen arasında gerçekleşen kimyasal bir olaydır. Yanma tepkime sonucu kimyasal bağlarda saklı olan enerjinin açığa çıkarak ısı enerjisine dönüşür. Isı açığa çıkması nedeniyle bu tepkimelerde ekzotermik tepkimeler denilmektedir. Yanma tepkimesi kimyasal denge oluşuncaya kadar devam eder.

Yakıtlar yanma olayını bazen bir bazen ise birkaç basamakta gerçekleştirmektedirler. Bu nedenle kimyasal bir olay olan yanma bazen bu basamakların tümünü bazen ise oksijenin yetersizliğinden veya ortam şartlarının yanma tamamlanamadan değişmesi sonucu ilk birkaç basamağı gerçekleştirebilmektedir. Yanma bu saydığımız nedenlerden dolayı tam yanma ve eksik yanma olarak iki kısımda incelenir.

2.1.1. Tam yanma

Tam yanma kimyasal tepkimeye giren yakıtın tamamının oksijen ile reaksiyona girerek harcanmasıdır. Böyle bir yanma olayı ürünlerinde yakıt olarak adlandırabileceğimiz bileşikler bulunmaz.



Yanma tam olarak gerçekleştiğinde ürünlerde yakıtın cinsine göre CO₂, H₂O ve SO₂ gibi ürünler açığa çıkmaktadır. Ayrıca tam yanma, hava fazlalık katsayısının bir ve üzeri değerlerde olduğu yanma tepkimeleridir [3].

2.1.2. Eksik yanma

Eksik yanma ise yanma sırasında ortamdaki oksijen miktarının yetersizliğinden dolayı yakıtın tamamen yakılamaması sonucu yakıt veya yanmasını

tamamlayamamış ara yanma ürünlerinin görüldüğü yanma çeşididir. Böyle bir yanma verimli bir yanma olmadığı gibi zehirleyici etkisi olan CO gibi gazların açığa çıkmasına da neden olabilmektedir.



Yukarıdaki yanma örneğinde görüldüğü gibi yanma sonucunda çevreye zehirli atık bırakılmakta ve elde edilen enerji toplam elde edilmesi gereken enerjinin % 30'unu teşkil etmektedir. Bu yanma şekli yukarıda saydığımız nedenlerden dolayı otomotivde istenmeyen bir yanma şeklidir [3].

2.2. Motorlarda Yanma Hızına Etki Eden Faktörler

Motordaki silindirler içine alınan yakıt-hava karışımının yanması belirli bir zaman alır. Bu süreye etki eden faktörler aşağıda sıralanmıştır. Silindirdeki karışımın yanması bu faktörler neticesinde fazla yavaş yada hızlı olması motorun verimini olumsuz yönde etkiler. Hava-yakıt karışımı buji ile ateşlenerek yakılır. Karışım kendi kendine alevlenirse buna vuruntu denir. Ve istenmeyen bir durumdur [4].

2.2.1. Sıcaklık

Sıcaklık bütün kimyasal tepkimelerin oluşmasında etkilidir. Sıcaklığın artmasıyla kimyasal tepkime hızı artmaktadır. Bu artış bir kimyasal olay olan yanma içinde geçerlidir. Yanma odasına alınan hava - yakıt karışımının sıcaklığı ne kadar yüksekse yanma hızı da bu ölçüde artmaktadır [5].

2.2.2. Hava yakıt oranı

Hava - yakıt oranının değişmesi doğrudan yanma sonu sıcaklığını etkilemektedir. Fakir karışımların yanmasında oluşan sıcaklık daha düşmekte dolayısıyla yanma hızının düşmesine neden olmaktadır. Karışım zenginleştikçe ideal yanma şartları oluşmasıyla yanma sonu sıcaklığı artmaya başlar. Karışım oranı arttırılmaya devam

ederse yani karışım daha zengin bir hale getirilirse yanma şartları kötüleşecek ve yanma sonu sıcaklığıyla birlikte yanma hızı da düşecektir [3,6].

2.2.3. Basınç

Yanma moleküller arasında yayılmaktadır. Yanma odasındaki basıncın yüksek olması moleküller arasındaki mesafenin azalmasına neden olmaktadır. Moleküller ne kadar birbirlerine yakınlarsa yanmanın yayılması yani yanma hızı daha hızlı gerçekleşir [5]. Motorda süper şarj kullanılması ya da motorun tam gaz keleşi konumunda olması içeriye giren karışım miktarını arttırmaktadır. Buda karışımın daha hızlı yanmasına neden olmaktadır [6].

2.2.4. Motor hızı

Yüksek devirlerde motor pistonun hızı da yüksek olur. Piston hızının artmasıyla içeri alınan hava yakıt karışımının yanması ve atılması esnasında türbülans oluşur. Oluşan bu türbülans alevin silindir içinde daha hızlı ilerlemesine neden olur. Dolayısıyla motor devrinin artması yanma hızının da artmasına neden olmaktadır [3,6].

2.2.5. Artık gazların etkisi

Artık gazlar yanma sonrasında silindirde kalan yanma sonu ürünleridir. Bu ürünler silindire alınacak taze karışım ile birleştiklerinde karışımın derişimini azaltırlar. Ve bu seyrelme etkisinden dolayı yanma hızı düşer. Artık gazların miktarı silindir hacmine ve egzoz geri basıncına bağlıdır. Bu gazlar ne kadar fazla miktarda silindirde kalırsa yanma hızı da o ölçüde azalacaktır [5,6]. Yanma hızının kontrolü için kasıtlı olarak bu ard gazlar kullanılabilir [7].

2.2.6. Karışımın homojenliği

Yanma odasında karışımın her noktada bulunması homojenlik olarak tanımlanabilir. Karışımın homojen olması demek hava molekülleri ile yakıt moleküllerinin

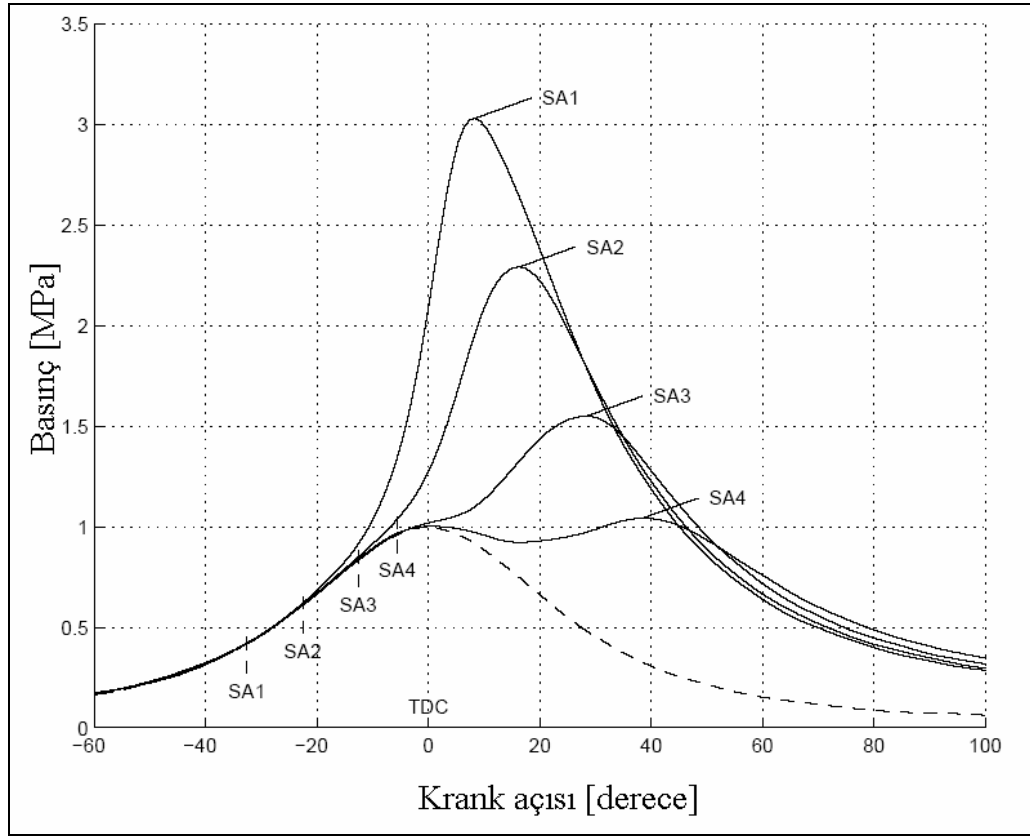
birbirlerine her noktada aynı oranda dağılması demektir. Bu da yanma olayının düzenli her noktada aynı ve daha hızlı olmasını sağlamaktadır. Aksi takdirde fakir karışimli olan bölgelerde yanma yavaşlar [3].

2.2.7. Yakıtın atomizasyonu

Yakıt hava içinde ne kadar küçük parçalara ayrılırsa yanma olayı da o denli rahat gerçekleşebilir. Bu da yakıtın daha hızlı yanmasına neden olur [3,5].

2.3. Ateşleme Avansı

Ateşleme teorikte piston iş zamanına başlar başlamaz sıfır zamanda olduğu kabul edilir. Ancak pratikte bu mümkün değildir. Yaklaşık olarak silindirdeki hava - yakıt karışımının yanmaya başlamasından tamamıyla yanmasına kadar 2 milisaniye süre geçer [8]. Silindirdeki karışımın yanmasının zaman alması, oluşacak basıncında geç oluşması demektir. Bu nedenle ateşlemenin TDC den daha önce olması istenir. Şekil 2.1' de ateşleme noktasına bağlı olarak basınçtaki değişim görülmektedir. Bu şekilde SA1, SA2, SA3, SA4 değişik ateşleme noktalarıdır. Kesik çizgiyle devam eden eğri ise ateşleme olmaksızın silindirde gerçekleşen basınç değişimine aittir. Şekilden de anlaşılacağı gibi silindirde en yüksek basıncın oluşturulduğu ateşleme anı SA1 ile gösterilendir [9].



Şekil 2.1. Dört farklı Ateşleme açısına bağlı olarak silindirde oluşan maksimum yanma sonu basıncı

Benzinli motorlarda ateşleme optimum güç elde edilecek noktada yapılmalıdır. Bu nokta silindir içerisine alınan dolgu maddesinin basıncı motor yükü ve devir sayısı ile yakından ilgilidir. Bu nedenle motor için en uygun ateşleme zamanı sabit kalmayıp motor devrine ve yükün değişimine göre değişiklik arz etmektedir. Her türlü çalışma şartında sistemin en uygun zamanda karışımı ateşleyebilmesi için ateşleme anını, değişen yol ve yük şartlarına göre düzenleyebilen sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Motor üzerinde bu amaçla kullanılan sistemlere genel olarak avans tertibatları (sistemleri) denilmektedir [3].

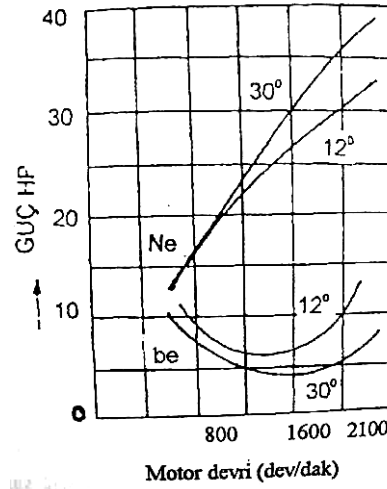
2.3.1. Ateşleme avansına etki eden faktörler

- Karışımın sıcaklığı,
- Karışımın yoğunluğu,
- Karışımın hava fazlalık katsayısı,
- Karışımın türbülans derecesi,
- Yakıtın oktan sayısı,
- Yakıtın cinsi,
- Motor yükü,
- Motor devri,
- Soğutma sistemi,
- Yanma odası şekli,
- Karışımın silindirlere sevki ve miktarı,
- Buji sayısı,

2.3.2. Ateşleme avansının güç ve yakıt sarfiyatına etkisi

Motorlarda normal avansın, ateşlemenin en büyük işi verebilecek basınç değişimi meydana getirebileceği değerde olması gerekir. Şekil 2.2’de da görüldüğü üzere motor 12° ve 30° sabit avansla çalıştırılarak güç ve yakıt sarfiyatı eğrileri tespit edilmiştir. Bu eğrilerden açıkça görüldüğü gibi avans miktarı artınca yakıt sarfiyatı azalmıştır. Avans artışı gücü alçak devirlerde fazla etkilememiş, fakat devir artışı ile birlikte avansın etkisi belirgin hale gelmiştir. Ancak buradan avansın istenildiği kadar arttırılabileceği anlamı çıkarılmamalıdır [3].

Motorun her devrinde çalışma şartlarına göre en uygun avans seçilmelidir. Verilmesi gereken avans değeri her araç için tanıtım kartlarında verilmiştir. Avans ayrıca avans tertibatlarıyla normal değerinde ve bulunulan şehrin rakımı da göz önüne alınarak ayarlanmalıdır [3].



Şekil 2.2. Ateşleme avansının değiştirilerek güç ve yakıt sarfiyatının karşılaştırılması

2.3.3. Gaz kelebek açıklığının ateşleme avansına etkisi

Sabit devirlerde, değişik yüklerde çalışan bir motorda yokuş, düz yol ve inişlerde gaz kelebeği değişik konumlarda bulunur. Araç belli bir hızda yokuş yukarı giderken gaz kelebeği çok, açık düz yolda az açık ve inişlerde kapalıya yakın bir konumdadır. Sonuç olarak; devir aynı olduğu halde, yük ve buna bağlı olarak gaz kelebek açıklığı azaldıkça silindirlere dolan karışım miktarı da azalacağından, karışımı sıkıştırma sonucu basınç ve sıcaklığı da azalır [3].

Bu nedenlerle, hafif yüklerde karışımın yanma hızı azalır ve yanma sürüngen hale gelerek en yüksek basınç üst ölü noktadan daha sonralara doğru kayar. Devre bağlı ve devirle doğru orantılı olarak verilen avans tam gazda vuruntu yapmadan her devirde en yüksek gücü verebilecek şekilde belirlendiğinden kısmi kelebek açıklıklarında ve hafif yüklerde bu avans miktarı yetersiz kalır, yanma üst ölü noktadan sonraya doğru kayar. Bu nedenle, kısmi kelebek açıklıklarında hafif yükte çalışan motorun devrine bağlı olarak verilen avansa ek bir avans verilirse, en yüksek basınç üst ölü noktayı 10° - 15° geçce oluşur. Aynı kelebek açıklığında motor gücü artar. Sonuç olarak verilen bu ek avans, gaza daha az basılmasını gerektirdiğinden hafif yüklerde yakıt ekonomisi sağlar. Motor yükü arttıkça gaz kelebeği açıklığı da artacağından silindirlere dolan arışım miktarı da artar. Karışım miktarı artınca

sıkıştırma sonu basınç ve sıcaklığı da artar. Karışım içerisindeki egzoz gazı yüzdesi de azalmaktadır [3,10].

Sonuç olarak, karışımın yanma hızı artacağından verilen ek avansın azaltılması gerekir. Aksi halde motor ivmelenirken, avans vuruntusu olur. Verilen bu ek avans motor yükü ile ters orantılı olması gerekir. Motor yükü azaldıkça ek avans artmalı, yük arttıkça ek avans azalmalıdır [3].

Emme manifoldu basıncı motor yükü ile ters orantılıdır. Yük azaldıkça gaz kesileceğinden, gaz keleşi kapanacaktır ve manifold vakumu da artacaktır. Yük arttıkça gaz verileceğinden keleş açılacak, manifold vakumu da azalacaktır. Manifold vakumunun bu özelliğinden dolayı yüke bağı olarak hafif yüklerde verilen ek avans için manifold vakumundan yararlanır. Motor rölanti devrinde çalışırken manifold basıncı çok düşük, manifold vakumu ise en yüksek değerindedir. Gaza basıldıkça gaz keleş açıklığı artar. Bu sırada manifold basıncı artmaya, manifold vakumu ise azalmaya başlar. Belli bir motor devrinde ise manifold basıncı en yüksek değere çıkar. Manifold vakumu ise en düşük değerindedir. Bu devirden sonra devir artışı ile birlikte hava akış hızı artacağından sürtünme direncinin artışı nedeniyle manifold basıncı tekrar azalmaya, vakum ise artmaya başlayacaktır [3].

2.3.4. Avansın kontrolü

Motorlara motor devri ile doğru ve motor yükü ile ters orantılı olmak üzere iki değışik şekilde avans verilir. Devre bağı olarak verilen avansa mekanik avans denir. Yük ve kısmi yüklerde verilen avansa ise vakum avans denir. Mekanik avans düzeni merkezkaç kuvvetinden, vakum avans düzeni ise emme manifoldu vakumundan yararlanılarak düzenlenir. Devre bağı avans ve yükle ters orantılı olan ek avansın vakumla sağlandığı avans düzenine tam vakumlu avans denilmektedir [3].

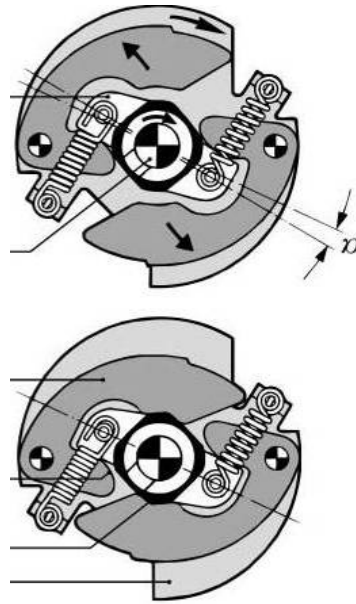
Bunların dışında üretici firmanın önceden verdiği statik avans olarak nitelendirilen bir avans değeri vardır. Genellikle üst ölü noktadan 4°-12° önce olarak belirtilen bir

değerdir. Bu değer distribütörün bağlanması sırasında platinlerin açılmaya başladığı anın üst ölü noktadan istenilen derece öncesine denk getirilmesi ile sağlanır.

Mekanik (santrifüj) avans

Bu düzende distribütör mine bağlı olan bir tabla üzerine yerleştirilmiş ve mille birlikte dönen bir çift ağırlık bulunmaktadır. Distribütör mili iki parçalı yapılmış olup distribütör kamını ve tevsî makarasını üzerinde taşıyan üst parça avans kamı ve yaylar aracılığı ile ağırlıkları taşıyan tablaya bağlıdır. Birer pim ile tablaya bağlı olan ağırlıklar birer uçları avans kamına bağlı olan yaylar tarafından kapalı tutulurlar. Dönme sırasında devir arttıkça merkezkaç kuvveti de artacağından ağırlıklar yaylara karşı dışarıya doğru açılırlar. Bu sırada da ayakları ile avans kamını distribütör miline göre dönüş yönünde çevirerek platin daha erken açılmasını sağlar [3]. Şekil 2.3’de mekanik bir avans düzeni görülmektedir.

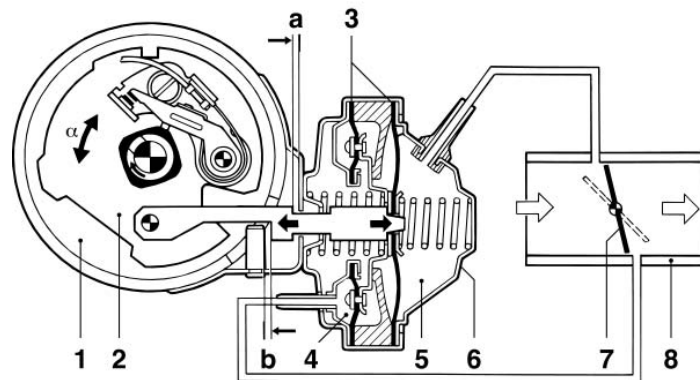
Mekanik avans düzeni tam gaz ve tam yükte vuruntu yapmadan motordan en yüksek torku alabilecek şekilde düzenlenmiştir [11]. Mekanik avans hafif yükte yetersiz kalır. Çünkü hafif yüklerde gaz keleşmesi daha az açıldığından manifold basıncı ve silindirlere dolan karışım miktarı azalmaktadır. Bu yüzden sıkıştırma sonu basınç ve sıcaklığı azaldığı gibi karışım içindeki egzoz gazı yüzdesi de artar. Sonuç olarak yanma hızı azaldığı için en yüksek basınç üst ölü noktadan çok daha sonraya kaydığı görülmektedir [3]. Ancak mekanik avans düzenekleri ile yeterince hassas bir avans ayarlaması yapmak mümkün değildir [12].



Şekil 2.3. Mekanik avans mekanizması

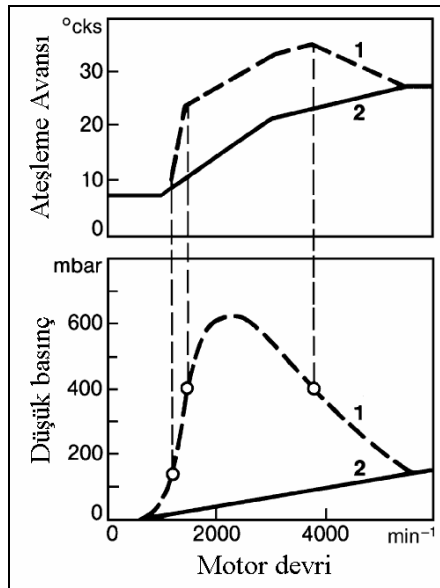
Vakum avans

Motorda maksimum basıncın üst ölü noktadan 10° - 15° sonra oluşmasını sağlamak için mekanik avans düzeninin verdiği avansa ek bir avans, vakum avans düzeni ile verilerek ateşleme avansının artırılması gerekmektedir. Yani hafif yüklerdeki ateşleme avansı, mekanik ve vakum avans sistemlerinin verdikleri avans miktarının toplamına eşittir [3]. Şekil 2.4’de vakum avans tertibatı görülmektedir.



Şekil 2.4. Vakum avans tertibatı

Ağır y¼klerde (araç yokuş çıkarken) gaz kelebeği çok açılacağından manifold vakumu azalır ve bununla birlikte vakum avansı da azalacağından mekanik avans düzeni tek başına avans verir. Vakum avans düzenleri yalnız yüke göre ve yükle ters orantılı olarak veya hem devirle doğru orantılı hem de yüke göre yükle ters orantılı olarak ek avans veren sistemlerdir. Bu avans sistemlerinde neon lambası ile avans kontrolü yaparken, daima vakum avans borusu veya hortumu sök¼lmelidir. Vakum avans sistemi, motor r¼lanti devrinde çalışırken de ek avans verir. Vakum avans düzeni, yardımcı bir avans düzeni olup hafif y¼klerde mekanik avans düzeninin verdiği avansa ek bir avans vererek yakıt ekonomisi sağlamaktadır [3]. Şekil 2.5’da yüke ve devre göre ateşleme avansının değişimi gör¼lmektedir.



Şekil 2.5. Y¼ke ve devre göre ateşleme avansının değişimi

2.3.5. Yeni avans sistemleri

Elektronik alanında olan hızlı gelişmeler sayesinde elektronik devreler ve yazılımlar pek çok alanda olduğu gibi otomotiv sektöründe de gelişmeler sağlanmasına ışık tutmuştur. Elektroniđin otomotiv sanayisine uygulanmaya başlanması ile birlikte

motorlu araçların elektrik sistemlerinde birçok değişiklik ve yenilikler olmuştur. Bunun bir uygulaması da ateşleme avans sistemlerinde görülmektedir [3].

Elektronik ateşleme sistemleri, avans sistemlerini de içine alarak bilgisayar kontrollü duruma getirmişlerdir. Bu yeni avans sistemlerinde, mekanik ve vakum avans düzenleri yoktur. Motor devrine bağlı olarak avans veren mekanik avans düzenlerinin yerine, volandan veya distribütörden alınan devir sinyali bilgisayara iletilir. Yüke bağlı avans veren vakum avans düzeninin yerine de manifoldtan alınan vakum değeri elektrik sinyali olarak bilgisayara iletilir. Bazı sistemlerde bu kelebek konumuna bağlı olarak geliştirilmiştir. Devir ve yüke bağlı olarak değişen bu iki temel bilgiden başka daha birçok vericiden gelen bilgilerde bilgisayarda değerlendirilip motorun o anki çalışma şartlarına en uygun olan avans miktarı belirlenmektedir. İdeal ateşleme avansının belirlenmesinde ana olarak yük, devir, hava sıcaklığı, hava yakıt oranı etkilidir. Diğer parametreler ise daha az etkilidir [13,14]. Bu şekilde, eski sistemlerde hiç dikkate alınmayan çalışma şartları, yeni elektronik avans kontrol sistemleri tarafından hesaba katılarak her çalışma şartında en uygun avans miktarı belirlenmiş olur. Yeni avans sistemleri elektronik ateşleme sistemleri ile birleştirilmiştir [3].

3. İÇTEN YANMALI MOTORLARDA KULLANILAN ATEŞLEME SİSTEMLERİ

Ateşleme sisteminin görevi, kolay tutuşabilir hava yakıt karışımının yanmasını tam olarak ve doğru zamanda ateşleme ile başlatmaktır. Bu yanma buji ile ateşlemeli (Otto) motorunda bir elektrik kıvılcımıyla sağlanmaktadır [8]. Silindire alınan karışım piston TDC noktasına geldiğinde sıkıştırılmış durumdadır. Bu sıkışmış karışım ateşleme sistemi ile ateşlenerek yanma başlamasıyla ortam sıcaklığı yükselir. Sıcaklığın artmasıyla ortamdaki gazın basıncındaki artış pistonu aşağıya doğru iterek iş zamanı tamamlanmış olur [15].

Çizelge 3.1’de buji ile ateşlemeli motorlarda kullanılan ateşleme sistemleri yapılarına göre gruplanmıştır.

Çizelge 3.1. Ateşleme sistemleri ve çalışma şekilleri

Ateşleme sistemlerine genel bir bakış				
Fonksiyon	CI	TI	EI	DLI
Tasarım	Bobinli ateşleme sistemi	Transistor lü ateşleme sistemi	Motor Yönetimi	
			Elektronik enjeksiyon yönetimi	Distribütörsüz semiconductor ateşleme sistemi
Yüksek voltaj üretimi	İndüktif			
Ateşleme başlatılması	Mekanik	Elektronik		
Motor yüküne ve devrinden ateşleme açısının tespiti	Mekanik		elektronik	
Uygun silindire kıvılcım dağıtımı	Mekanik			elektronik

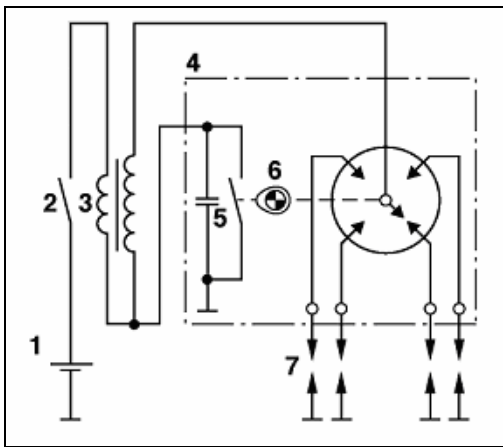
3.1. Manyetolu Ateşleme Sistemi

Manyetolu ateşleme sistemlerinde enerji kaynağı olan akü yoktur. Bu sistemler yüksek gerilimli bir manyetodan ibarettir. Genellikle uçak motorları, yarış arabası motorları gibi yüksek devirli motorlarda kullanılırlar.

Manyetik alanı meydana getiren bir daimi mıknatıs, üzerinde primer ve sekonder sargılar bulunan bobin, primer sargıyı açıp kapayan kam tahrikli platin ve üretilen yüksek gerilimi bujilere dağıtan distribütörden meydana gelmiştir. Ayrıca sistemde platinin elektrik akımı nedeniyle aşınmasını önleyen kondansatör, motoru stop etmek için primer sargısını şasileyen stop anahtarı bulunur. Sistemdeki pabuçlar manyetik kuvvet hatlarının çok büyük kısmının bobin üzerinden geçmesini sağlar.

3.2. Klasik (Konvansiyonel) Ateşleme Sistemi

Sistem batarya, kontak anahtarı, bobin primer sargısı, platin ve kondansatörden meydana gelen şarj devresi ve bobin sekonder sargıları, distribütör tevzi tertibatı, bujiler ve yüksek gerilim kablolarından meydana gelen deşarj devresinden meydana gelmektedir [5]. Sistemin prensip şeması Şekil 3.1’de böyle bir ateşleme sistemi devresi görülmektedir.



Şekil 3.1. Klasik ateşleme sisteminin devre şeması 1. Akü, 2. Kontak anahtarı, 3. Endüksiyon bobini, 4. Distribütör, 5. Kondansatör, 6. Platin ve kamlar, 7. Bujiler

Primer devresinde dengeleme direnci olarak tanımlanan bir dirence sahip olan modeli de bulunmaktadır. Direnç burada primer devreye seri olarak bağlanmıştır. Bu sistemlerde bobin primer sargı dirençleri küçük yapılmıştır. Motorun ilk hareketi sırasında dengeleme direnci kısa devre edilerek, batarya gerilimi doğrudan primer sargı uçlarına tatbik edilir. Primer devre akımının büyümesi ile daha güçlü sekonder devre gerilimi elde edilerek motorun kolay çalışması temin edilir [16].

Klasik bir ateşleme sistemin oluşturan elemanlar aşağıda açıklanmaktadır.

3.2.1. Batarya (akü)

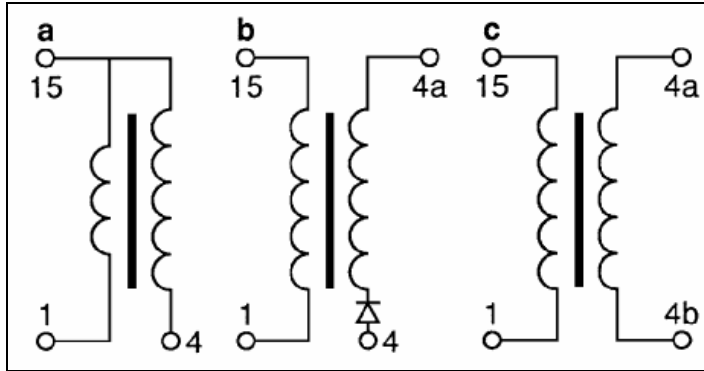
Genellikle 6,12 ve 24 voltluk bir elektrik kaynağıdır. Depoladığı kimyasal enerjiyi, gerektiği zaman ateşleme sisteminin primer devresi üzerinden geçecek bir elektrik akımı şeklinde elektrik enerjisine çevirir [15].

3.2.2. Kontak anahtarı

Ateşleme devresini istenildiği zaman kapatıp açmaya yarayan ve ateşleme primer devresine seri bağlı devre elemanıdır [15].

3.2.3. Endüksiyon bobini

Endüksiyon bobini 6, 12 veya 24 voltluk akü gerilimini 15000-20000 voltluk yüksek gerilime çeviren devre elemanıdır. Bobin kapalı bir gövde içerisinde en dışta kalın bakır telden 100-200 sarımlı primer sargı, içinde ince bakır telden 20000 sarımlı sekonder sargı ve merkezde ise zararlı fuko akımlarını engellemek için bir çekirdekte meydana gelir [7]. Şekil 3.2' de bobinlere ait çeşitli bağlantı tipleri görülmektedir.



Şekil 3.2. Çeşitli bobin tipleri ve bağlantı şekilleri

3.2.4. Distribütör

Distribütörler bobinden aldığı elektrik akımını ateşleme sırası gelen bujiye yönlendiren sekonder devre elemanıdır. Bu sırada yol ve yük şartlarına göre ateşlemenin zamanını bir miktar önceye veya sonraya alarak yanmayı düzenler. Ayrıca platin devre kesici ve kondansatör distribütör üzerinde konumlandırılır [15].

3.2.5. Kondansatör (kapasitör, meksefe)

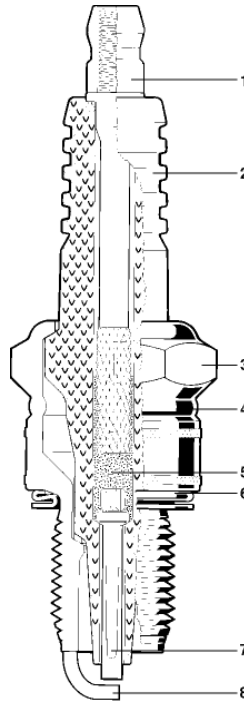
Kondansatör iki iletken levha ve arasındaki yalıtkan maddeden meydana gelmektedir. Devredeki platin devreyi kestiğinde platin kontakları arasında elektrik arki oluşmaması için kondansatör plakalarından biri pozitif, diğeri ise negatif elektrik yükü ile yüklenir. Platin kontakları temas ettiğinde ise üzerinde biriken elektrik yükü boşalarak kondansatörün her iki levhası da aynı elektriksel özelliktedir [15].

3.2.6. Platin kesiciler

Platin kesiciler primer devreye bağlı bir anahtar görevi yapar. Distribütör mili üzerindeki kam vasıtasıyla platin disklerden meydana gelen kontaklar sürekli açılıp kapanır. Bu sayede bujilerde çakma meydana getiren tetikleme gerçekleştirilmiş olur [15].

3.2.7. Buji

Yanma odasında yanmaya hazır halde bulunan hava yakıt karışımını yakmak için elektrotları arasında kıvılcım sıçraması oluşturan sekonder devre elemanıdır. Buji gövdesi, kıvılcımın sadece buji tırnakları arasında gerçekleşmesi için seramikten yapılmaktadır. Bujiler her silindirde en az bir tane bulunur [15]. Bujiler her silindirde bir adet olabileceği gibi birden fazla olabilir, ya da bir bujide birden fazla da tırnak bulunabilir.[17] Bujinin kısımları Şekil 3.3’ de görülmektedir.



Şekil 3.3. Buji nin yapısı ve kısımları 1.başlık, 2.izolatör, 3. gövde, 4. özel iletken conta, 5. orta elektrot, 6. şasi elektrodu

3.1.8. Klasik ateşleme sisteminin yetersizlikleri

Klasik ateşlemeli motorlar günümüz teknolojsi ile üretilen araçların ihtiyaçlarını artık karşılayamaz hale gelmiştir. Motorlar gelişip sıkıştırma oranları ve devirleri arttıkça, klasik ateşleme sistemlerinin ateşleme enerjisi ve gerilimi de platinlerin mekanik açma kapama özellikleri ile sınırlı kalmıştır [3].

Bu sistemler üzerinde yapılan tüm değişikliklere rağmen mekanik çalışan platin kontaklarının zamanla kirlenmesi, meme yapması ve aşınması ateşleme zaman ayarının bozulmasına, avansın rötara kaçmasına, motor gücünün düşmesine, yakıt sarfiyatının artmasına ve emisyonların kötüleşmesine neden olmaktadır [3].

Klasik ateşlemeli motorların yüksek devirlerinde, kontaklarının kapalı kalma süresi azalır. Bu durum primer devre akımının maksimum değerine ulaşmadan ateşleme zamanının gelmesi demektir. Bobin sekonder devre voltajı, buji çakma voltajının altına düşerek motorun yüksek devirlerde teklemesine sebep olmaktadır. Klasik ateşlemeli motorlarda platinlerin üzerinden geçen akım platinlerin emniyeti için dört amper ile sınırlandırılmıştır. Bu değerin üzerindeki akımlarda tungstenden yapılmış olan platin kontakları yanabilir [3].

Klasik ateşleme sistemlerinde silindir sayısı arttıkça platinlerin kapalı kalma süresi kısalmır. Bobinde biriken enerjide buna paralel olarak azalmaktadır. Bu ateşleme sistemlerinde erişilebilecek en yüksek kıvılcım sayısı saniyede 400 kıvılcımdır. Bu kıvılcım sayısı ise günümüz otomobillerinin ateşleme ihtiyacını karşılamaktan çok uzaktır. Motor yüksek devirlerde çalışırken klasik ateşleme sistemlerinde, birinci devre akımı bir ampere kadar azalır. Bu ise ikinci devre voltajının düşmesine sebep olur. Bu voltaj düşmesi yüksek devirli araçların silindir içerisindeki karışımın ateşlenebilmesini olumsuz yönde etkilemektedir [3].

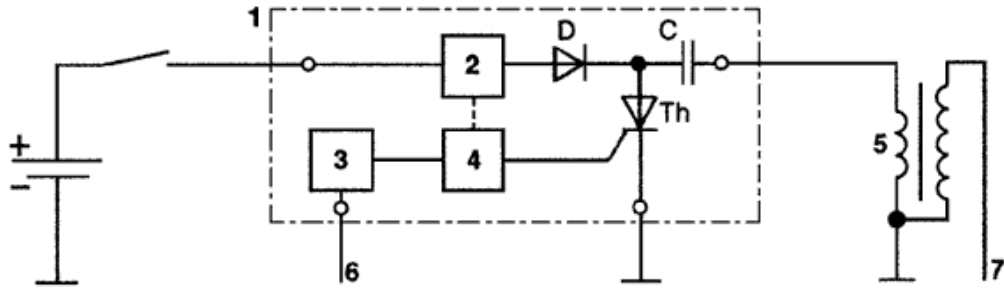
3.3. Transistörlü Ateşleme Sistemleri

Bu sistemler klasik ateşleme sistemleri gibi çalışırlar. Tek farkları bobin primer devre sargularından geçen akımın bir güç transistörü tarafından kontrol edilmesidir.

Transistörlü ateşleme sistemleri; platin kumandalı tek transistörlü ateşleme sistemi, platin kumandalı tek transistörlü ateşleme sistemi, endüktif vericili transistörlü ateşleme sistemi, hall etkili transistörlü ateşleme sistemi gibi çeşitlere sahiptir [18].

3.4. Kondansatör Deşarjlı (Elektronik) Ateşleme Sistemleri

Elektronik ateşleme sistemi alışılmış ateşleme sistemlerindeki gibi distribütör ile çalışmaz. Devir sayısı ve vakum ayarlaması için gerekli mekanik yapı parçaları yoktur. Gerekli bilgileri motorun çeşitli noktalarından sensörler sayesinde elde eder. Tüm bilgiler beyin denilen bir E.C.U. tarafından işlenerek ateşleme sistemine kumanda edilebilmektedir [19,20]. Şekil 3.4 böyle bir ateşleme sistemi devresi görülmektedir.

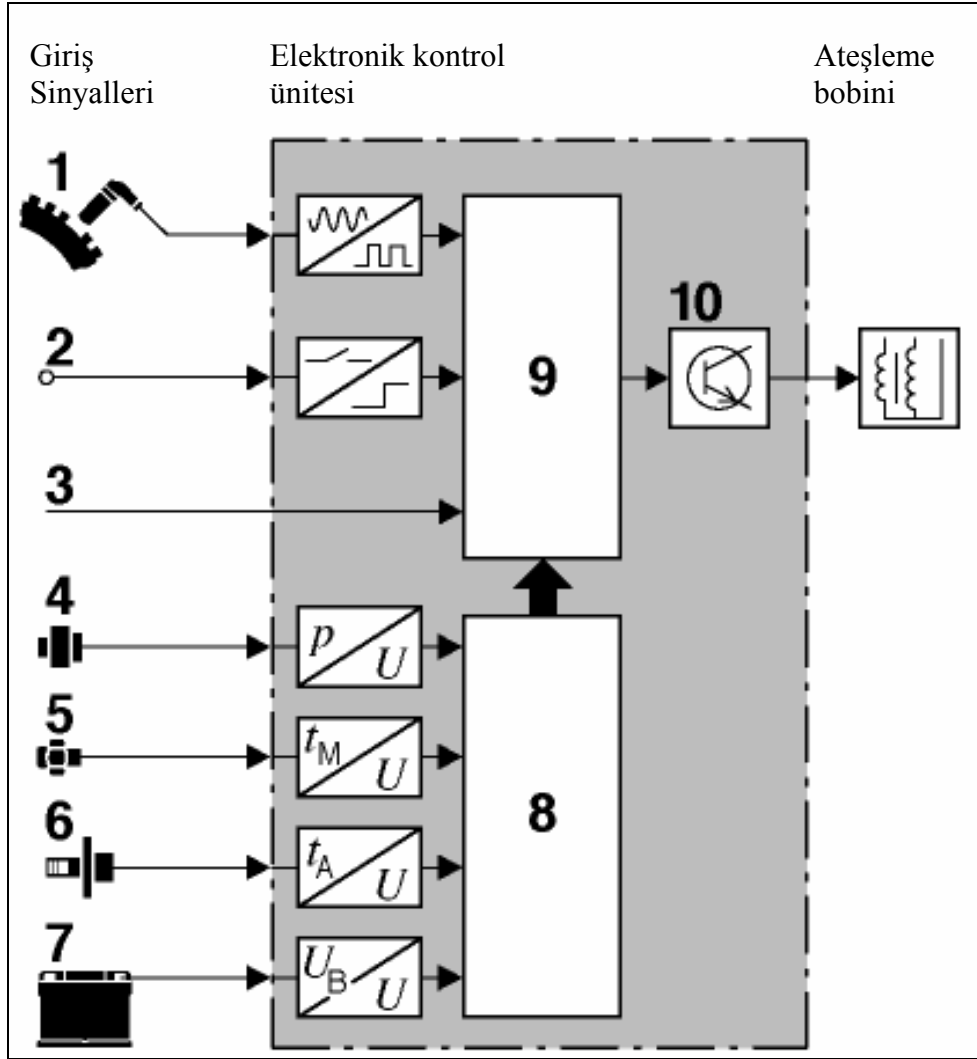


Şekil 3.4. Kondansatör deşarjlı ateşleme sistemi prensip şeması

1. Kontrol ünitesi, 2. Şarj edici, 3. Sinyal şekillendirici, 4. Kontrol katı,
5. Bobin, 6. İndüktif sinyal üretici, 7. Ateşleme distribütörü

3.5. Tam Elektronik Ateşleme Sistemleri

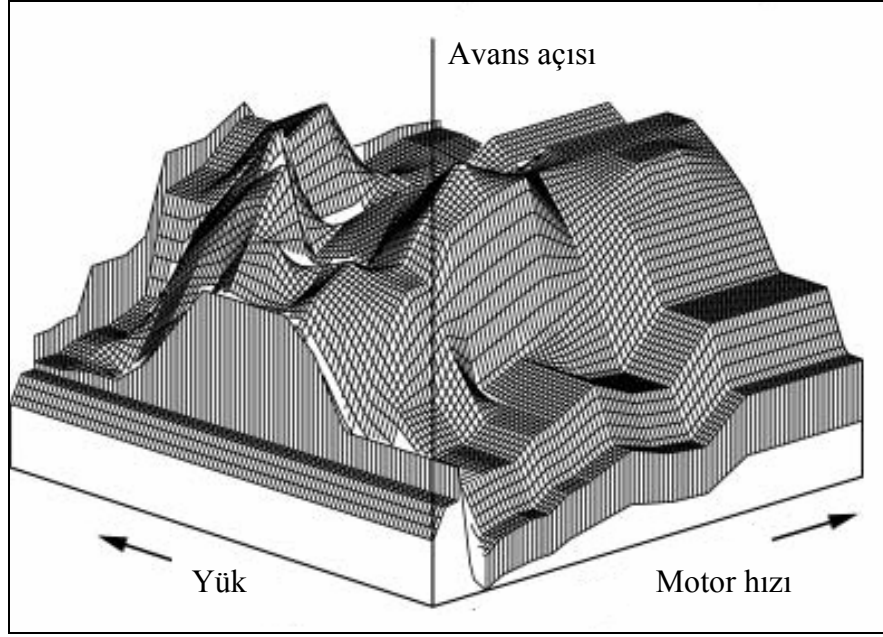
“Tam elektronik ateşleme sistemi” elektronik ateşleme sisteminin tüm fonksiyonlarını içerir. Elektronik ateşleme sisteminden farklı tarafı distribütörün bulunmamasıdır. Bu tip sistemlerde motordan alınan veriler daha fazladır. Motordan alınan bu veriler işlendikten sonra uygun ateşleme avansına karar veren kontrol ünitesi uygun anda bujinin çakmasını sağlar. Şekil 3.5’de giriş sinyalleri şematik olarak gösterilmiştir.



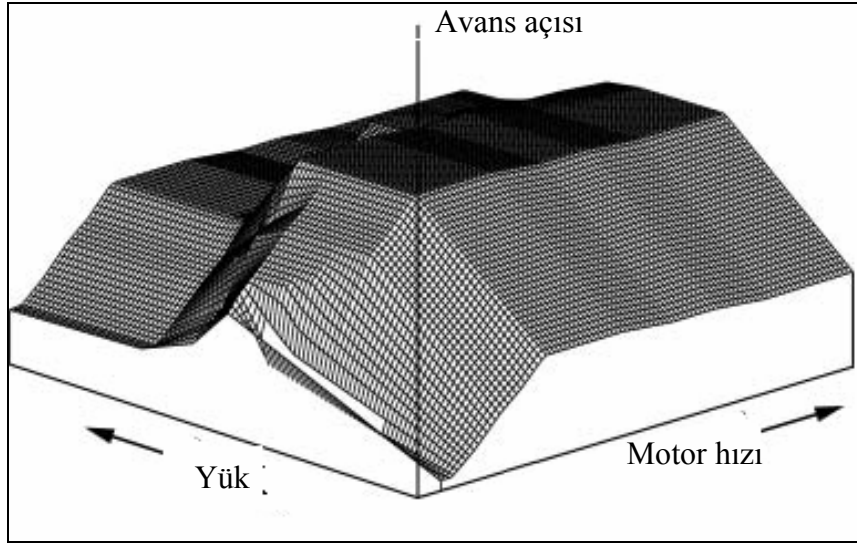
Şekil 3.5. Elektronik ateşleme sisteminde motordan alınan sinyaller

1. Motor hızı, 2. Anahtar sinyalleri, 3. CAN (serial bus),
4. Emme manifoldu basıncı, 5. Motor sıcaklığı, 6. Giriş hava sıcaklığı,
7. Batarya voltajı, 8. Mikroişlemci, 9. Analog/dijital çevirici,
10. Sürücü devre

Elektronik Kontrol Ünitesi tarafından hesaplanan ve optimize edilen ateşleme avansı Şekil 3.6' de görülmektedir. Şekil 3.7' de ise klasik bir ateşleme sistemin(mekanik) oluşturduğu avans haritası görülmektedir. Görüldüğü gibi elektronik ateşleme avansına sahip bir sistemde avansa etki eden parametreler arttıkça harita daha kompleks bir hal almaktadır. Bu sayede avansın belirlenmesi daha hassas bir şekilde yapılmaktadır.



Şekil 3.6. Elektronik Kontrol ünitesinin optimize ettiği bir avans haritası

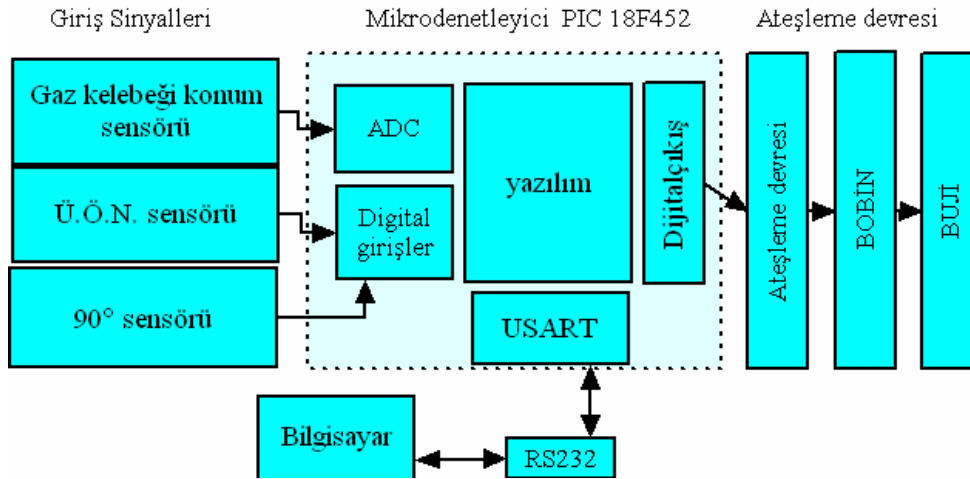


Şekil 3.7. Mekanik avans sisteminin oluşturduğu bir avans haritası

4. MATERYAL METOT

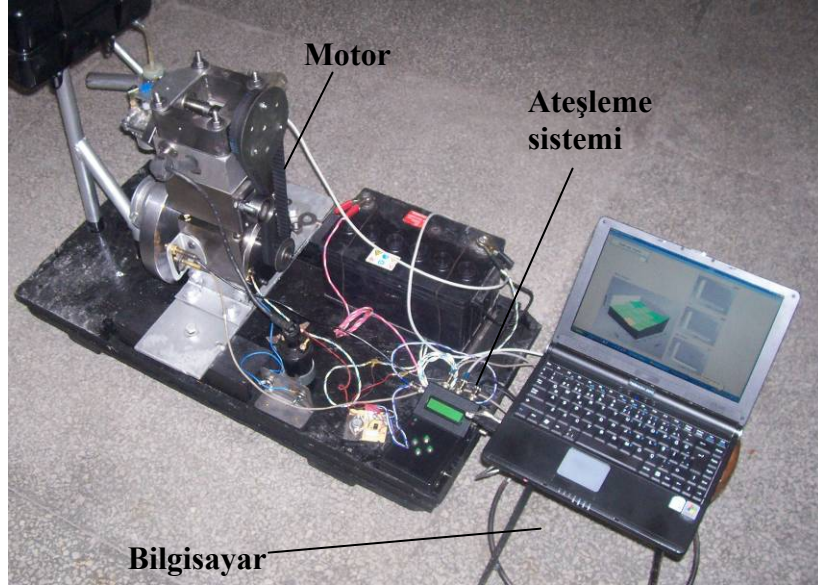
4.1. Tasarımı Yapılan Sistem

Sistem genel hatları ile motordan verileri toplayacak algılayıcılar, verileri işleyen ve ateşleme sinyalini üreten mikro denetleyici, bu sinyallere göre ateşlemeyi icra eden ateşleme devresi ve mikro denetleyicinin gönderdiği verileri alan bu verileri istenildiğinde işleyerek mikro denetleyiciye gerekli avans değerini gönderen bilgisayardan oluşmaktadır. Şekil 4.1’ de bu yapıya ait blok şema görülmektedir.



Şekil 4.1. Tasarımı yapılan sistemi oluşturan bileşenler

Motora bağlanan sensörler mikro denetleyicinin bulunduğu karta bağlanmıştır. Bu kart ise RS232 çıkışı ile bilgisayara bağlıdır. Ateşleme devresi klasik bir ateşleme sisteminden alınmıştır ve mikro denetleyici kartından yalıtılmıştır. Resim 4.1’ de ateşleme sistemi ve bileşenleri görülmektedir.



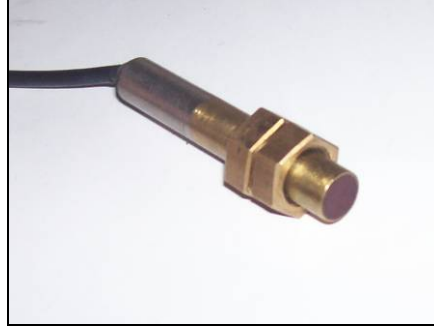
Resim 4.1. Ateşleme sisteminin bileşenleri

4.1.1. Giriş sinyalleri

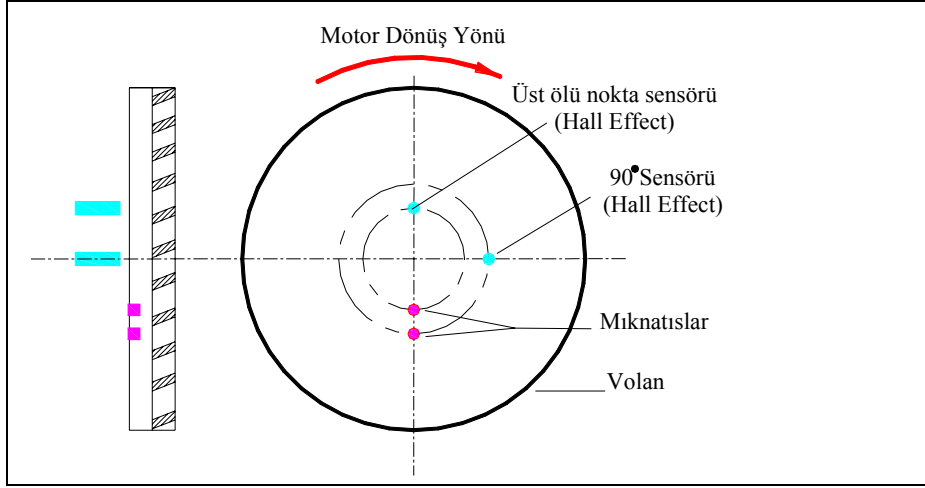
Motor karbüratöründeki gaz kelebeğine yerleştirilmiş gaz kelebeği konumu ölçüm sensörü, motor bloğuna yerleştirilmiş ve volandaki mıknatıslarla karşı karşıya gelen devir ve 90° sensörleri giriş sinyallerini oluşturmaktadır.

Konum sensörleri

Resim 4.1' de görülmekte olan bu sensörlerden ilki Ü.Ö.N. konum sensörüdür. Motor bloğuna yerleştirilmiş olan Ü.Ö.N. konum sensörü ile mıknatıs volan tam Ü.Ö.N. da iken karşı karşıya gelmektedir. 90° sensörü ise Ü.Ö.N. Sensöründen 270° sonra yani motor Ü.Ö.N. gelmeden 90° önce kendine ait mıknatısla karşılaşmaktadır. Şekil 4.2' de bu sensörlerin bağlantı noktaları görülmektedir.



Resim 4.2. Ü.Ö.N. ve 90° sensörlerinin dış görünümü

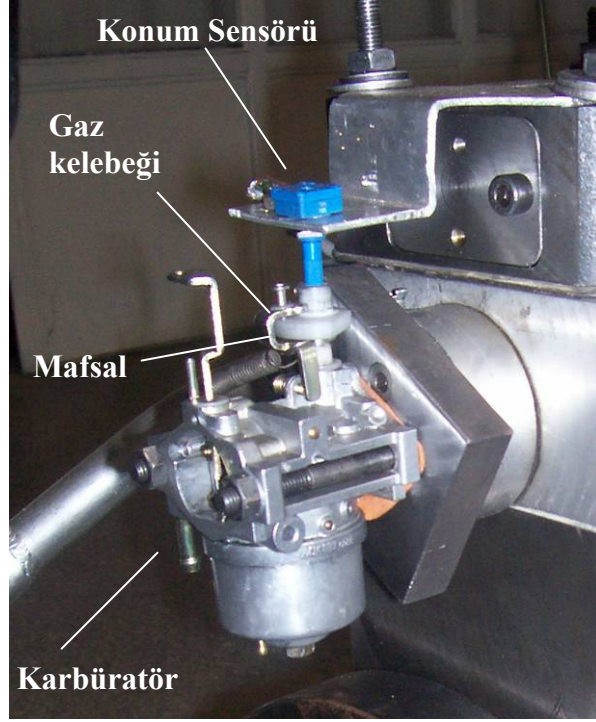


Şekil 4.2. Volan üzerinde konum sensörlerinin yerleşimi

Bu sensörler Hall-effect prensibine göre çalışmakta olan DN 6853 tüm devresiyle yapılmıştır. Bu entegre manyetik bir alanla karşılaştığında sinyal çıkışını negatife çekmektedir.

Gaz kelebeği konum sensörü

Bu sensör gaz kelebeğinin üzerine yerleştirilmiş ve kelebeğe aynı eksende hareket etmektedir. Resim 4.3' de sensörün bağlantısı görülmektedir.



Resim 4.3. Gaz kelebeği konum sensörü ve motor üzerindeki yerleşimi

Gaz kelebeği konum sensörü, gaz kelebeğinin konumuna bağlı bir gerilim vermektedir. Bu gerilim 0–5 V arasında değişmektedir.

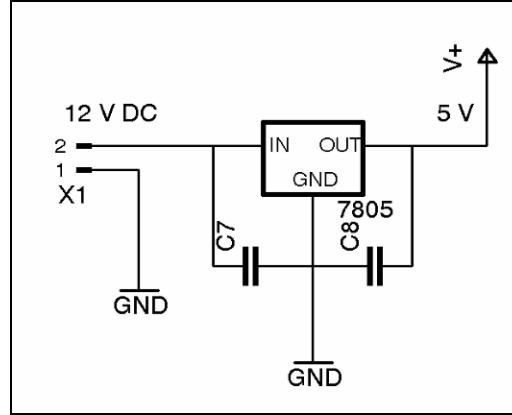
4.1.2. Mikro denetleyici katı

Mikro denetleyicinin bulunduğu giriş ve çıkış sinyallerini işleyen kart aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır.

1. Besleme katı,
2. ADC referans gerilim kaynağı,
3. Konum sensörleri girişleri,
4. Gaz kelebeği konum sensörü girişi,
5. Ateşleme sinyali çıkışı,
6. RS232 seviye dönüştürme devresi

Besleme katı

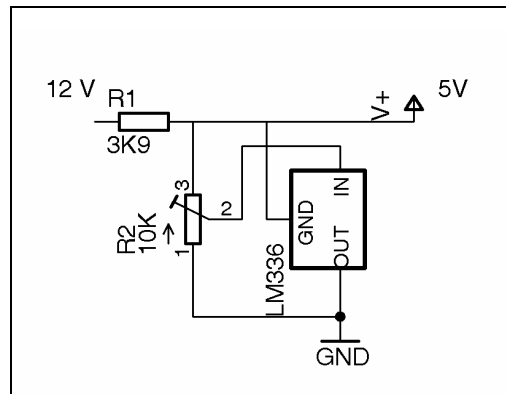
Besleme katı 7805 pozitif gerilim regülatörü kullanarak yapılmıştır. Şekil 4.3'te görüldüğü gibi bu entegre 7,5-30 V gerilim aralığında 5 V gerilim çıkışı vermektedir.



Şekil 4.3. Mikro denetleyici devresi için besleme katı

ADC Referans gerilim kaynağı

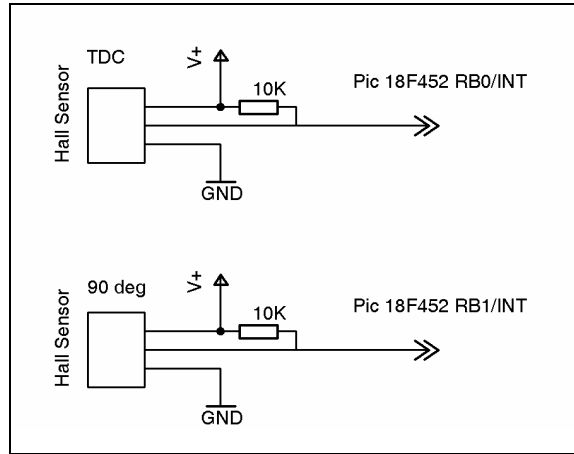
Şekil 4.4'te görülen devre Analog-dijital sinyal dönüştürme işleminde kullanılmaktadır. Bu devrede kullanılan LM336 5 V referans diyottur. Devre çıkışı 4-6V arasında ayarlanabilir. Bu devreye Analog-dijital dönüşüm işleminin daha hassas yapılabilmesi için ihtiyaç duyulmuştur.



Şekil 4.4. Mikro denetleyici için referans gerilim kaynağı

Konum sensörü girişleri

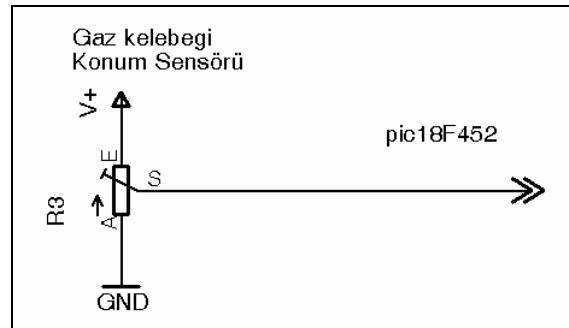
Normalde ise 10k direncin etkisiyle mikro denetleyici pozitif sinyal etkisindedir ve negatif sinyal geldiğinde yani sensör mıknatısla karşılaştığında mikro denetleyicide kesme oluşturmaktadır. Sensörlere ait bağlantılar Şekil 4.5’ da görülmektedir.



Şekil 4.5. Konum sensörlerinin bağlantı şekilleri

Gaz kelebeği konum sensörü girişi

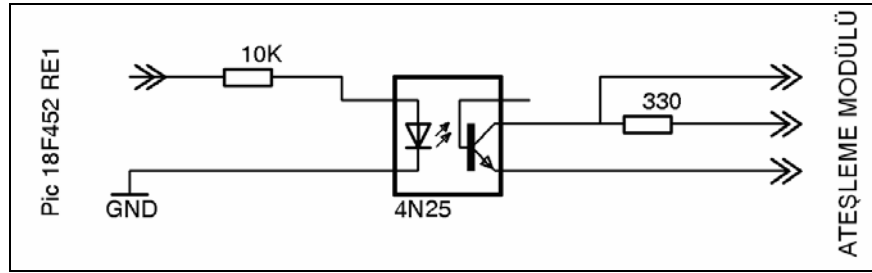
Bu sensör mikro denetleyicinin RA0 analog girişine bağlanmıştır. Şekil 4.6’ de sensöre ait bağlantılar görülmektedir.



Şekil 4.6. Gaz kelebeği konum sensörünün bağlantıları

Ateşleme sinyali çıkışı

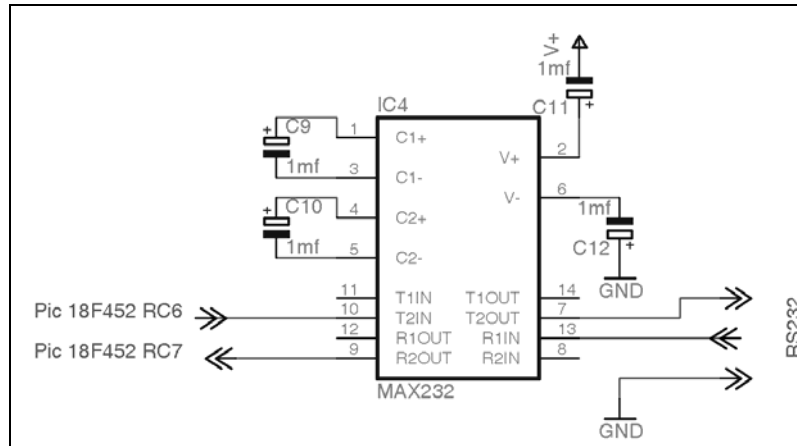
Motordaki bujinin çakması için kullanılan ateşleme sistemini tetikleyen sinyal ise mikro denetleyicinin RE1 çıkışından gönderilmektedir. Bu çıkış ateşleme sisteminden etkilenmemesi için Şekil 4.7’ de görüldüğü gibi 4N25 optik yalıtıcısıyla ile yalıtılmıştır.



Şekil 4.7. Ateşleme çıkış sinyali ve ateşleme modülüne olan bağlantısı

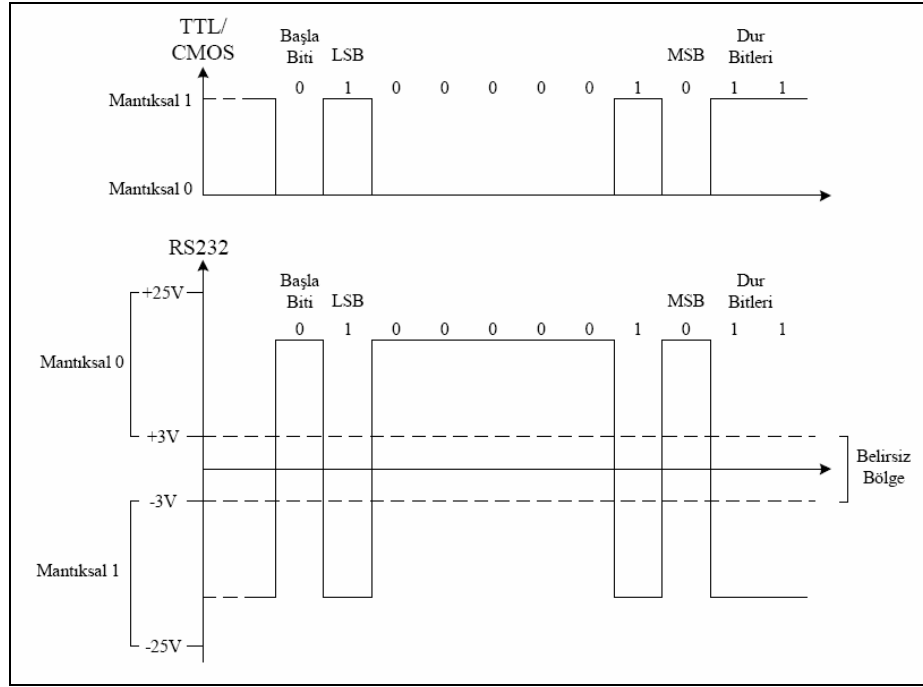
RS232 seviye dönüştürme devresi

Mikro denetleyicinin seri haberleşme çıkışı ile bilgisayarın seri haberleşme portunun çalışma gerilimleri farklıdır. Şekil 4.8’ da görülen devre sayesinde iki sistemin birlikte çalışabilmesi sağlanmıştır.



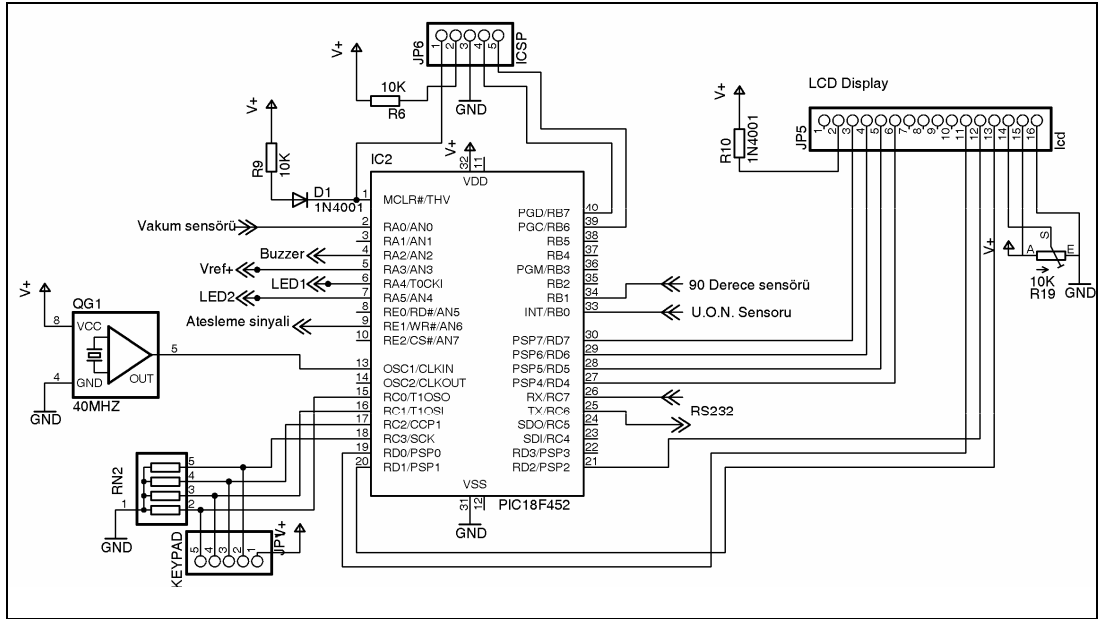
Şekil 4.8. RS232 Seviye dönüştürme devresi

Şekil 4.9’ da görülebildiği gibi mikro denetleyicinin (TTL/CMOS) ve RS232 nin çalışma gerilimleri dışında bir farkı bulunmamaktadır [21].



Şekil 4.9. ASCII A karakterinin TTL/CMOS ve RS232 grafikleri

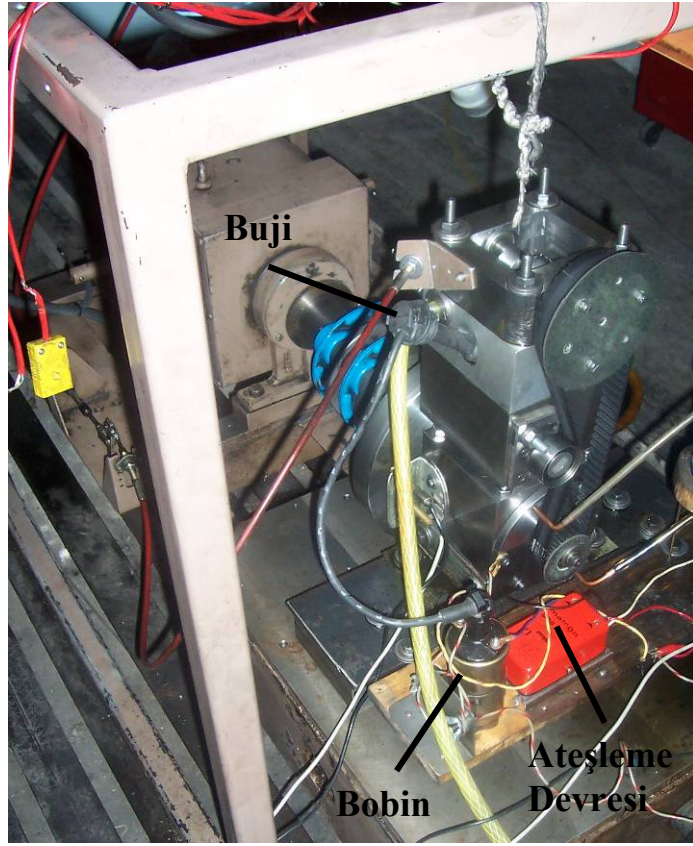
Sıralanan ve açıklanan bu devre katlarının bağlandığı mikro denetleyici, mikro denetleyicinin giriş ve çıkışları Şekil 4.10’de gösterilmiştir. Kullanılan mikro denetleyici PIC18F452’dir. Mikro denetleyicinin genel özellikleri Ek-2 de gösterilmiştir. Bu mikro denetleyici için 40 Mhz osilatör kullanılmıştır. Devreye bağlı bir adet LCD bulunmaktadır. Bu LCD 4 bit ile mikro denetleyiciye bağlanmıştır. Avans derecesi gibi gerek duyulan veriler bu LCD’de gösterilmektedir. Devrede bir adette tuş takımı bağlantısı vardır. Dört adet buton ile gerektiğinde avans sistemi ile ilgili ayarlar yapılabilmektedir. İki adet LED bağlantısı bulunmaktadır. Devrede kullanılan PIC yerinden çıkarılarak programlayıcıya takılmak suretiyle programlanabilmektedir. Ancak işlemin daha kolay olabilmesi ve devrenin daha az yıpranması için ICSP bağlantı noktası kullanılmıştır. Bu bağlantı noktasından PIC yerinden çıkarılmadan programlama yapılabilmektedir.



Şekil 4.10. Mikro denetleyici ve bağlantıları

4.1.3. Ateşleme sistemi

Mikro denetleyiciden ateşleme sisteminden gönderilen ateşleme sinyali ile ateşlemenin yapılmasını sağlayan ateşleme sistemi devresi, bobin ve bujiden oluşmaktadır. Resim 4.4' de ateşleme sistemine ait parçalar görülmektedir. Ateşleme sistemi sinyal girişi negatife çekildiğinde ateşleme gerçekleşmektedir.



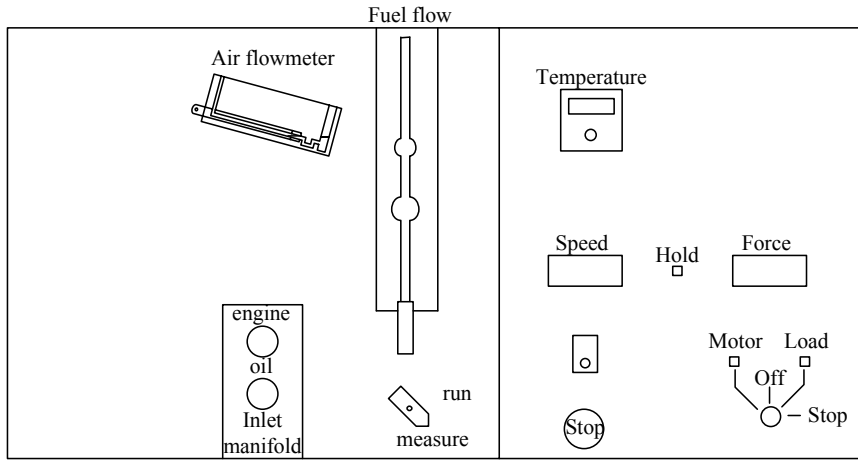
Resim 4.4. Ateşleme ünitesi, bobin ve buji

4.2. Test Düzenegi

Test düzenegi, motor dinamometresi ve motordan oluşmaktadır.

4.2.1. Dinamometre

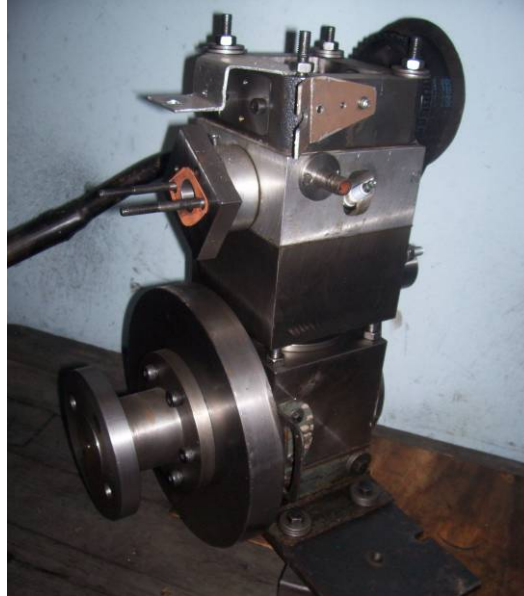
Dinamometre Cussons Technology firması tarafından üretilmiştir. Maksimum hızı:4000 dev/dak, maksimum çıkış gücü 10 kW olan DC tip bir dinamometredir. Motorun bağlandığı tabla, volanın bağlandığı eddy akım freni, motor gücünü ölçen yük hücresi ve göstergelerden oluşmaktadır. Şekil 4.11' de dinamometredeki göstergeler ve kumanda elemanları görülmektedir [2].



Şekil 4.11. Dinamometre göstergeleri ve kumanda düğmeleri

4.2.2. Ateşleme sisteminin uygulandığı motor

Resim 4.5' de görülen motor 269,69 cc hacimli, 4 zamanlı, buji ile ateşlemeli, tek silindirli Strok - çap oranı 0,833 ve sıkıştırma oranı 9,5/1, gücü 6 kW'dir. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde doktora çalışması olarak tasarlanmıştır [1].



Resim 4.5. Ateşleme sisteminin uygulandığı motor

4.2.3. Yapılan testler

Motor dinamometreye bağlanmıştır. 5 farklı devirde ve 4 farklı gaz kelebeği konumunda testler gerçekleştirilmiştir. Her test için en yüksek torkun sağlandığı avans değerleri tespit edilmiştir. Avansı değiştirebilmek için sadece statik avans veren ve butonlarla avans derecesi değiştirilebilen bir mikro denetleyici devresi hazırlanmıştır.

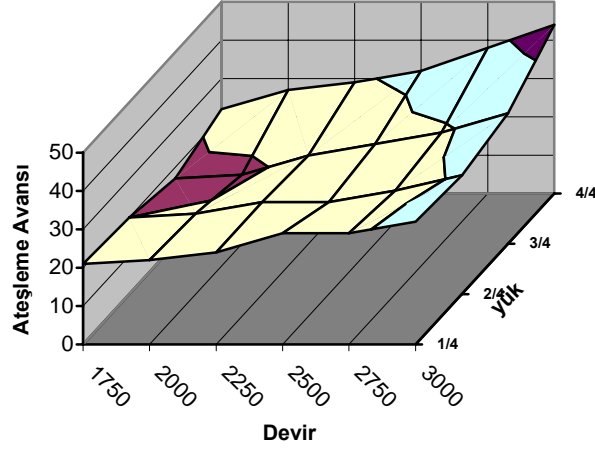
Yüke ve devre bağımlı en uygun ateşleme avansları çizelge 4.1' de görülmektedir. Bu tabloda görülmekte olan avans değerlerine göre oluşturulmuş üç boyutlu avans haritası Şekil 4.12' de görülmektedir.

Çizelge 4.1. yüke ve devre bağımlı olarak değişen avans değerleri

YÜK	DEVİR					
	1750	2000	2250	2500	2750	3000
¼ gaz kelebek açıklığı	21	22	24	29	29	32
½ gaz kelebek açıklığı	20	21	24	24	27	31
¾ gaz kelebek açıklığı	17	18	23	26	29	34
Tam gaz kelebek açıklığı	22	27	29	32	38	44

Yapılan testler sonucunda motorun avans ihtiyacı devirdeki ve yükteki artışla doğru orantılı olarak artmaktadır. Motorun minimum ateşleme avansı ihtiyacı ¼ gaz kelebeği konumunda ve 1750 devirdedir. Maksimum avans ihtiyacı ise 3000 devir ve tam gaz kelebeği konumundadır.

İçten yanmalı motorlarda yüksek motorun en yüksek devirlerine yaklaşırken ateşleme avansı ihtiyacı azalmaktadır. Fakat bu motorda 3000 d/dak dan daha yüksek devirlere çıkılamaması nedeniyle görülememiştir.



Şekil 4.12. Devre ve yüke bağımlı avans değişimi

4.3 Ateşleme Kontrol Sisteminin Çalışması

Sistem motor yüküne ve motor hızına bağımlı olarak bujinin ateşleme yapacağı anı belirlemektedir. Bunu başarabilmek için devir ve yük verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ü.Ö.N sensörü her sinyal ürettiğinde mikro denetleyici bu süreleri saymakta ve bu süreler göre motor devrini hesaplamaktadır. Gaz kelebeği konum sensöründen alınan gerilim ise mikro denetleyici vasıtası ile dijital veriye çevrilmektedir. Algılanan gaz kelebeği konumu yük verisini teşkil etmektedir. bu iki veri mikro denetleyici kartına ve bu karttan RS232 protokolü ile PC ye aktarılmaktadır. PC de gelen yük ve devir verisine uygun ateşleme avansı hesaplanmakta ve bu sonuç tekrar mikro denetleyici sistemine gönderilmektedir. Mikro denetleyici yazılım CCS firmasına ait C derleyicisinde PC yazılımı ise Microsoft C#.net ile hazırlanmıştır. Hazırlanan kod EK-1 ve EK-2'dedir.

4.3.1. Mikrodenetleyici yazılımı

Mikro denetleyiciye ait 2 adet harici kesme bulunmaktadır. Bu kesmeler Ü.Ö.N sensörüne ve 90° sensörüne bağlıdır. Ü.Ö.N. sensöründen gelen kesme ile birlikte mikro denetleyicinin sayıcısı çalışmaya başlar. İkinci sinyalle birlikte sayma durur. 90° sensöründen veri gelmesi ile birlikte ateşleme işlemi için ayrılan sayıcı devreye

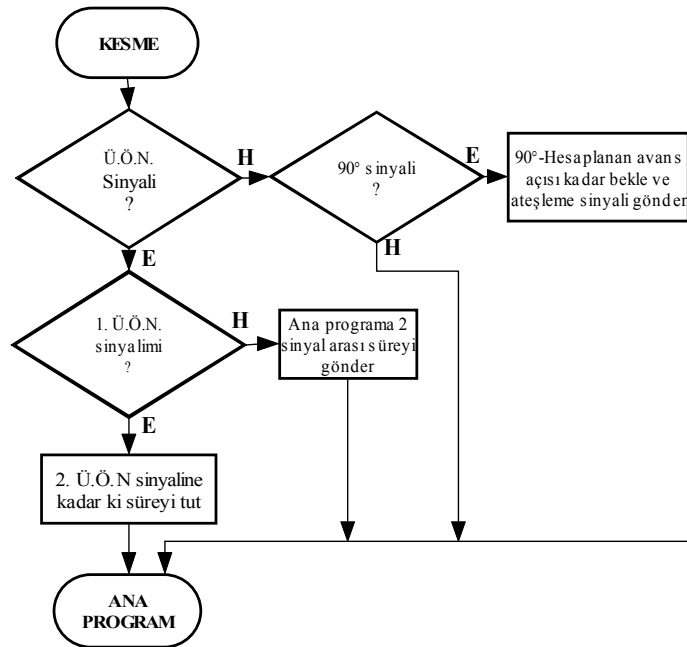
girer ve gerekli olan süre kadar saydıktan sonra ateşleme sinyalini üretir. Şekil 4.13’ de kesmelere ait akış şeması görülmektedir.

Devir hesabı için mikro denetleyicinin 3 numaralı sayıcısı kullanılmıştır. Bu sayıcının her sayımı 1 μ s’ dir. Dev/dak cinsinden devir;

$$n = \frac{600000000}{\text{periyot}}$$

olarak hesaplanmıştır.

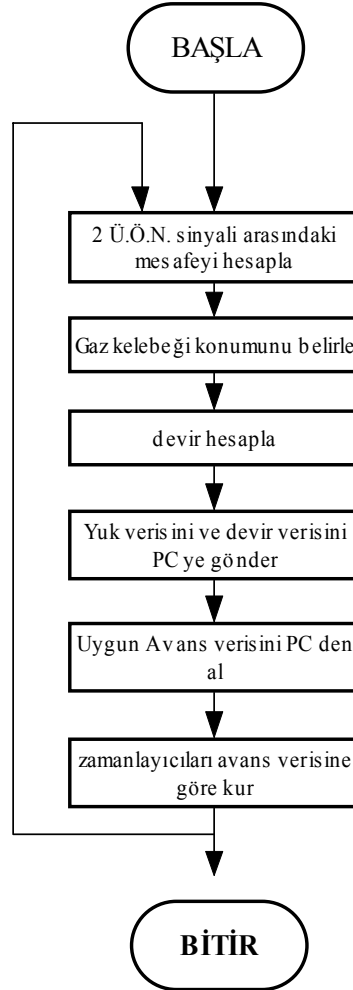
Aynı şekilde 90 derece sensörü sinyalinden sonra avans sayıcı 1 ile hesaplanmaktadır.



Şekil 4.13. Kesme akış diyagramı

Mikro denetleyici öncelikle yük verisini almaktadır. Mikro denetleyiciye girilmiş olan avans haritasında okunan yük değerinin bir alt ve bir üst noktalarını

bulmaktadır. Daha sonra hesaplanan devir verisinin haritadaki aralığını bulmakta ve bulunan aralıklar için enterpolasyon yapılmaktadır. Yani haritadaki tüm yük ve devir aralıkları lineer kabul edilmektedir. Bu hesaplamaları yapan ana programa ait akış şeması Şekil 4.14' de görülmektedir.

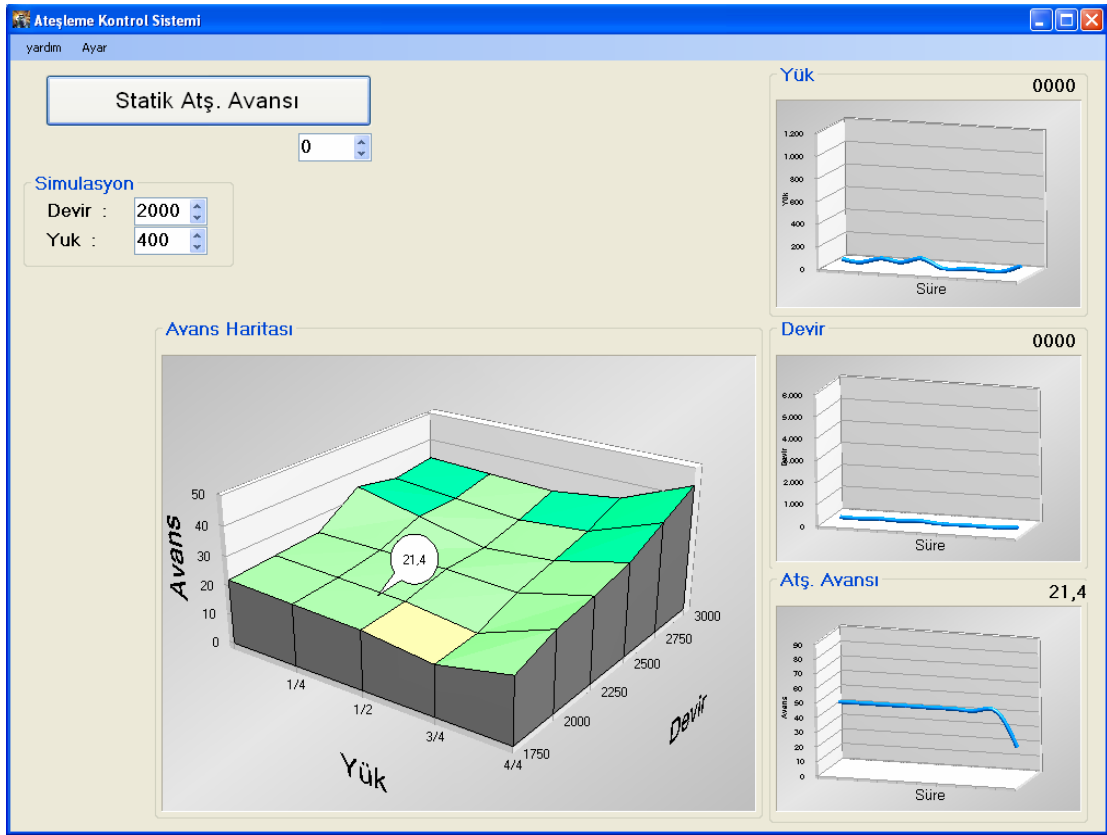


Şekil 4.14. Ana programa ait akış diyagramı

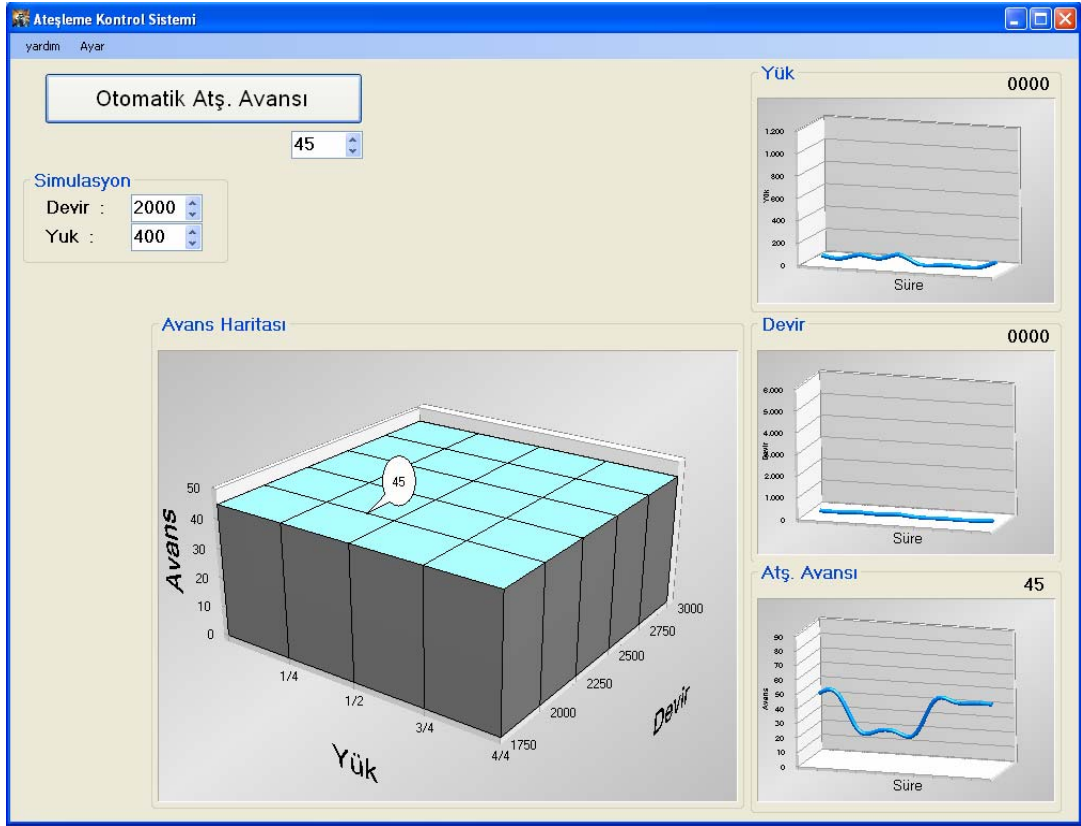
4.3.2. Bilgisayar yazılımı

Mikro denetleyici yazılımı tarafından rs232 üzerinden gönderilen devir ve yük verileri ile uygun ateşleme avansının hesaplanmasında kullanılan yazılımdan ibarettir. Bu yazılım Microsoft firmasının .NET platformu ile sunduğu dillerden C# da yazılmıştır. Yazılıma gelen yük ve devir verileri, öncelikle yazılım içindeki

dizilere girilen, yüke ve devre göre hazırlanmış avans haritasında olması gerektiği yerler bulunur. Eğer harita dışı bir değerse öngörülen sabit bir ateşleme avansı sisteme gönderilir. Harita aralıklarında ise üst ve alt değerlere göre enterpolasyon işlemi yapılır. Hesaplanan veri sisteme gönderilir. Aynı zamanda sonuçlar monitördeki üç boyutlu haritada gerçek zamanlı olarak gösterilmektedir. Gelen yük ve devir verileri ve gönderilen avans verisi aynı anda müstakil olarak gösterilmektedir. Şekil 4.15, 4.16'da programın dinamik ve statik çalışma konumları gösterilmektedir. Yük ve devir verisi direk mikro denetleyici kartından gelebildiği gibi istenirse "Ayar" menüsünden "Simülasyon" seçilerek simüle de edilebilir.



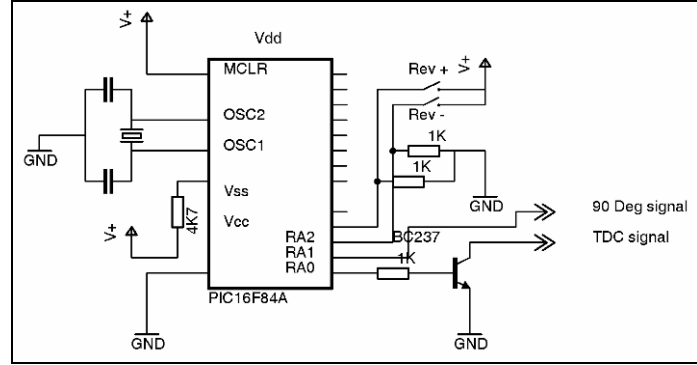
Şekil 4.15. programın ana ekranı(dinamik avans konumu)



Şekil 4.16. programın ana ekranı(statik avans konumu)

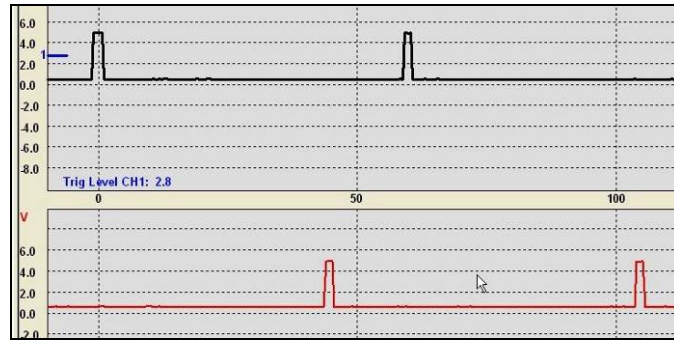
4.4. Sistemin Kontrolü

Sistemin kontrolleri osiloskop ile yapılmıştır. Motora ait sensör sinyalleri Şekil 4.17’de görülen mikro denetleyici devresi ile simüle edilmiştir. Devre PIC16F84A ile tasarlanmıştır. Devre de iki adet çıkış bulunmaktadır. Bu çıkışlar sürekli olarak Ü.Ö.N. ve 90° sensörlerinden gelecek verileri göndermektedirler devrede iki adette buton bulunmaktadır. Bu butonlar ile değişik devirlere ait sinyaller sağlanmıştır. Yük sinyali için kullanılan potansiyometre dışarıda hareket ettirilerek yük sinyali simüle edilmiştir.



Şekil 4.17. Kontrol devresi

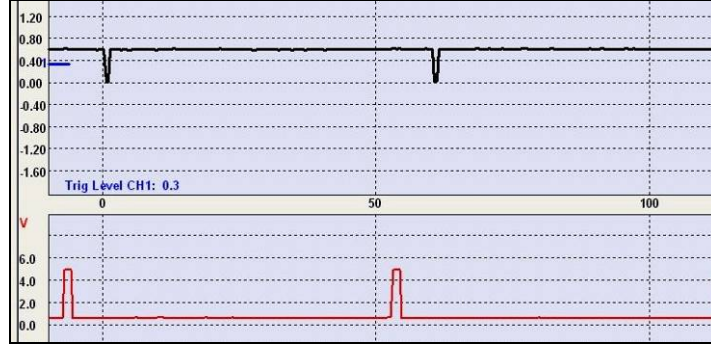
Simülasyonun sonuçları Resim 4.6' de görülmektedir. Üst sıradaki sinyaller Ü.Ö.N., alttaki sinyaller ise 90° sensörünün sinyalleri göstermektedir. Devir sinyalinin periyodu 60 ms'dir. İlk devir sinyalinden 45 ms sonra 90° sensörü ve 15 ms sonra tekrar devir sensörü sinyali gelmektedir. Bu durumda motor devri 1000 dev /dak olmaktadır.



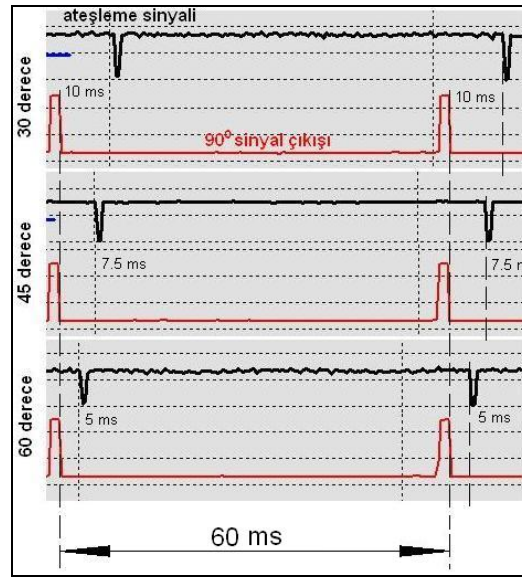
Resim 4.6. Kontrol devresi sinyal çıkışları

Bu devre ateşleme kontrol sistemine bağlandığında sisteme ait LCD ekranda motor devri 999 olarak görünmektedir. Devir ölçümündeki hata %0.1 dir. Kontrol devresi ve ateşleme kontrol devresi birbirlerine bağlandığında 90° sensöründen sonra meydana gelen ateşleme sinyali Resim 4.7' da görülmektedir. Ateşleme kontrol devresinden 45° avans ayarlanmıştır. Üstteki sinyal ateşleme çıkış sinyalidir. Altteki sinyal ise 90° sensörünün çıkış sinyalidir. Kursörlerle ölçüldüğünde iki sinyal arasında 7,5 ms'lik bir fark olduğu görülmüştür. Toplam bir devir süresi 60 ms

(360°) olduğuna göre bu süre 45° 'dir. Değişik ateşleme avanslarına göre oluşan ateşleme sinyalleri Resim 4.8' de görülmektedir.

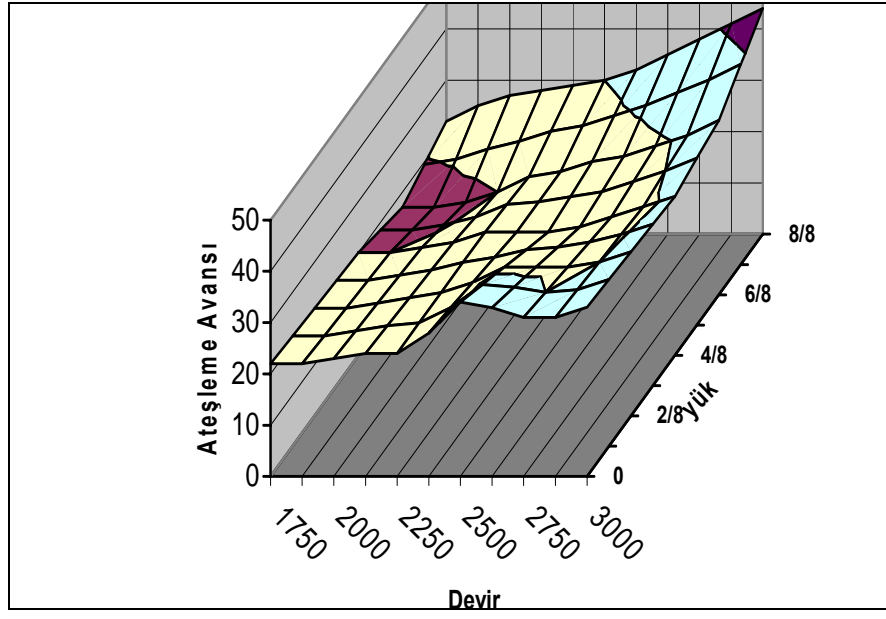


Resim 4.7. 90° sensörü sinyali ve buna bağlı olarak oluşturulan ateşleme sinyali



Resim 4.8. 90° sensörü sinyali ve buna bağlı olarak oluşturulan ateşleme sinyalinin değişik ateşleme avanslarındaki çıkış sinyalleri

Kontrol devresiyle, dinamik ateşleme avansı değişik devir ve yüklerde test edilmiş ve alınan sonuçlarla Şekil 4.18 deki grafik oluşturulmuştur.



Şekil 4.18. Bilgisayar tarafından hesaplanan devre ve yüke bağımlı avans değişimi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada günümüz motorlarında kullanılan ECU'lerin görevleri arasında bulunan ateşleme zamanlaması kontrolü, bir mikro denetleyici ve bilgisayar ile yapılmıştır.

Yapılan ateşleme kontrol devresi çıkış sinyalleri osiloskopta kontrol edilen başka bir devre ile çalıştırılmış ve sonuçlar tekrar gözden geçirilmiştir. Tüm sonuçlar sistemin sağlıklı çalıştığını göstermektedir.

Tasarlanan devre ve yazılımı herhangi bir test sırasında test edilen motorun ateşleme zamanlaması değerlerinin değiştirilmesini mümkün kılmıştır. Bu sistem sayesinde yeni tasarlanan ya da çalışma koşulları değiştirilen bir motorun ateşleme avansı istenildiği gibi ayarlanabilir, istenildiğinde statik olarak tuşlarla istenildiğinde ise dinamik olarak avans haritasıyla sağlanabilir.

Sistemi oluşturan parçalar ve yazılım ECU'lerdeki diğer devre elemanlarını içermediğinden anlaşılması ve anlatılması çok kolaydır. Ayrıca ateşleme avansını değişmesinde etkili olan yük ve devir bilgilerinin LCD de görülmesi ve bilgisayar ekranında gösterilmesi ile sistem bir eğitim aracı olarak kullanılabilir.

Test yapılan motor bir prototiptir ve yüksek devirlerde ve yüksek yüklerde test edilememiştir. Avans haritası çıkarılırken daha çok testle harita daha doğru bir sonuç verebilir.

Bujinin çakması sırasında yüksek gerilimde çalışan elemanların yaydığı manyetik alan mikro denetleyiciyi ve diğer elektronik sistemleri olumsuz yönde etkilemektedir. Zaman zaman bu manyetik alanın mikro denetleyici devresinin sıfırlanmasına neden olmuştur. Bu nedenle bobin, buji kablosu, buji çok iyi bir şekilde yalıtılmış olmalıdır. Ayrıca mikro denetleyici devresi mümkün olduğu kadar yüksek gerilim oluşan parçalardan uzakta çalıştırılmalı ve çok iyi bir şekilde topraklanmalıdır.

Günümüz motorlarında sadece yük ve devir değil, bunlarla birlikte emme hava-motor sıcaklığı, motordaki vuruntu, egzoz emisyonları gibi birçok parametre de dikkate alınmakta ve bu veriler ateşleme avansına etki etmektedir. Ancak bu sistemde sadece iki parametre incelenebilmiştir. Gelecek çalışmalarda sistemin çalışmasını anlayabilmek için iki parametre yeterli olsa bile verimi daha arttırmak için daha çok parametre işlenebilir.

KAYNAKLAR

1. Powers, F., Nicastri, R. P., “Automotive vehicle control challenges in the 21st century”, *Control Engineering Practice*, 8: 605-606 (2000).
2. Okur, M., "Dört zamanlı, tek silindirli, buji ile ateşlemeli bir benzin motorunun sonlu elemanlar yöntemi kullanarak tasarımı ve imali", Doktora tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 58 (2007).
3. Perçin, M., “Distribütörsüz optoelektronik ateşleme sistemi tasarımı ve klasik ateşlemeli otomobillere uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 16-54 (2003).
4. Rahmouni, C., Brecq, G., Tazerout, M., Le Corre, O., “Knock rating of gaseous fuels in a single cylinder spark ignition engine”, *Fuel* 83: 327-336 (2004)
5. Kılınçer, S., “İçten yanmalı motorlarda kullanılan ateşleme sistemlerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 6-98 (1996).
6. Ergün, A. K., “A high voltage ignition and timing control system for internal combustion engine”, Yüksek Lisans Tezi, *Middle East Technical University , Natural and Applied Science*, Ankara 16-33 (1994).
7. Wang, Z., Wang, J., Shuai, S., Tian, G., An, X., Ma, O., “Study of the effect of spark ignition on gasoline HCCI combustion”, *Proc.IMECH Part D: J. Automobile Engineering*, 220: 817-825 (2006).
8. Bauer, H., “Automotive Handbook 5th ed.”, Girling, P., *Robert Bosch GmbH*, Stuttgart, 477-490 (2000).
9. Eriksson, L., “Spark advance modeling and control”, Doctora Tezi, *Linköping University Linköping Studies in Science and Technology* , Linköping, 90-92 (1999).
10. Powers, F., Nicastri, R. P., “Diagnosis of automotive electronic throttle control systems”, *Control Engineering Practice*, 12: 23 (2004).
11. Richmond , F.S., “Emissions Reduction Benefits of Adapting Electronic Closed Loop Fueling Control on a Mechanically Controlled Sparkignited Engine”, Master’s Thesis, *West Virginia University, Mechanical and Aerospace Engineering*, West Virginia, 19-33 (1998).
12. Shamekhi, A. H., Ghaffari, A., “Fuzzy control of spark advance by ion current sensing”, *Part D: J. Automobile Engineering*, 221: 335-342 (2006).

13. Sasayna, T., Sakamoto, S., Moum, Y., “A New Ignition Timing Control Method Using Dual-Slope Integratio” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 27:, 35-41 (1978)
14. Eriksson, L., Nielsen, L., “Ionization current interpretation for ignition control in internal combustion engines”, *Control Engineering Practice*, 5: 1107-1113 (1997).
15. Ankaralı, S., “Buji ile ateşlemeli motorlarda ateşleme avansının motor performansı üzerine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 13-44 (2001).
16. Salman M. S., “Benzin motorlarında kullanılan ateşleme sistemlerinin üzerinde karşılaştırmalı araştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 6-27 (1988).
17. Dale, J.D., Checkela, M.D., Smyb P.R., “Application of high energy ignition system to engines”, *Prog. Energy Combust. Science*, 23: 379-398 (1997)
18. Ribbens ,W. B. “Understanding automotive electronics 6th ed.”, *Newnest*, Burlington, 80-91 (2003).
19. Crouse W. H. “Automotive electronics and electrical equipment 10th ed.”,Gimore D. E., Roberts I. C., *McGraw-Hill book company*, USA , 80-96 (1986).
20. Pohl D., “Battery ignition”, Auomotive electric/electronic systems, Adler, U., Bauer H., *Robert Bosch GmbH*, Stuttgart, 100-121 (1988).
21. Şahin, F., “Mikro denetleyici kontrollü elektronik kuvvet ölçüm sistemi ve hidrolik motor test dinamometresine uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 45-46 (2003).

EKLER

EK-1 CCS PICC ile yazılan mikro denetleyici yazılımı

```

#include <18F452.h>
#include <delay (clock=4000000)>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <lcd.c>
#include <math.h>
#include <fuses EC_IO,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP, BROWNOUT, PUT
#include rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7,stream=PC,ERRORS)

int32 timersondeger=0,CARPIM=0;
int32 xxx=0,sayici,sayici2=0;
short kontrol=0;
char acich[3],acii[3],a;
int16 throttle=0,devir=0,sondeg=0,kalan=0,tam=0;
int16 aci=450;
int8 i=0,k=0,x=0,buf=0,calisma_modu=0;

#INT_RDA //seri porttan veri geldinde çalışacak kod
void rs232()
{
a=getc();
    if (a==97)
    {
        aci=atol(acich);
    }

    for (i=1;i<3;i++)
    {
        acich[i-1]=acich[i];
    }
}

```

EK-1 (Devam) CCS PICC ile yazılan mikro denetleyici yazılımı

```
        acich[2]=a;
    }
#int_ext
void UST_OLU_NOKTA_KESMESI()
{
    sondeg=get_timer3();
    setup_timer_3(T3_INTERNAL | T3_DIV_BY_1);
    set_timer3(0);
    xxx=sayici;
    sayici=0;
}
#int_timer3
void DEVIR_SAYICI()
{
    sayici++;
}

#int_timer2
void ATEBLEME_BEKLEMESI()

{
    output_bit( PIN_E1, 0);
    setup_timer_2(T2_DISABLED,255, 2);
}

#int_timer1
void AVANS_COUNTER()
{
    sayici2++;
    set_timer1(0);
```

EK-1 (Devam) CCS PICC ile yazılan mikro denetleyici yazılımı

```

if (kontrol==1)
{
    setup_timer_2(T2_DIV_BY_16, 255, 2);
    output_bit( PIN_E1, 1);
    setup_timer_1 (T1_DISABLED );
    sayici2=0;
}
if ((sayici2==tam)&(kontrol==0))
{
    kontrol=1;set_timer1(65536-kalan);}
}

#int_ext1
void DOKSANDERECE_SENSORU()
{

    setup_timer_1 ( T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_1 );
    if (tam>0) {set_timer1(0);kontrol=0;sayici2=0;}
    else {kontrol=1;set_timer1(65536-kalan);}
}

void setup()
{
    acii[0]=0;
    acii[1]=0;
    acii[2]=0;
    set_tris_a(0b001111);
    setup_adc_ports(RA0_RA1_ANALOG_RA3_REF);
    setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL );
}

```

EK-1 (Devam) CCS PICC ile yazılan mikro denetleyici yazılımı

```

    set_adc_channel( 0 );
    setup_psp(PSP_DISABLED);
    setup_spi(FALSE);
    setup_timer_1 (T1_DISABLED );
    setup_timer_3(T3_DISABLED);
    setup_timer_2 (T2_DISABLED,255, 2 );
    ext_int_edge( 0, L_TO_H);
    ext_int_edge( 1, L_TO_H);
    enable_interrupts(INT_TIMER3);
    enable_interrupts(INT_TIMER1);
    enable_interrupts(INT_TIMER2);
    enable_interrupts(global);
    enable_interrupts(int_ext);
    enable_interrupts(int_ext1);
    enable_interrupts(int_rda);
    set_tris_d(0x00);
    set_tris_d(0b000);
    set_tris_b(0b00000011);
    set_tris_c(0b10000000);
    output_e(0b000);
    lcd_init();
}

void main()
{
    delay_ms(255);delay_ms(255);
    setup();
    //ayar menüsü
    calisma_modu= read_eeprom(1);
    if (input(PIN_C0)==1)

```

EK-1 (Devam) CCS PICC ile yazılan mikro denetleyici yazılımı

```

    {
        do {      } while (input(PIN_C0)==1);
        lcd_putc("Ayar Menu");
        delay_ms(255);
        lcd_gotoxy(1,2);
        do
        {
            delay_ms(100);
            if ((input(PIN_C1)==1) && (calisma_modu<256)) {calisma_modu++;}
            if ((input(PIN_C2)==1) && (calisma_modu>0)) {calisma_modu-- ;}
            delay_ms(255);
            lcd_gotoxy(1,2);
            printf(LCD_PUTC, "%U",calisma_modu);
        }
        while (input(PIN_C3)==0);
        write_eeprom (1, calisma_modu);
        lcd_putc("\f") ;
    }
//ayar menüsü bitiş
while(true)
    {
if (calisma_modu==1)
    {
        disable_interrupts(int_rda);
        if ((input(PIN_C0)==1) && (aci<890)) {aci=aci+10;}
        if ((input(PIN_C1)==1) && (aci>0)) {aci=aci-10 ;}
    }
if (a!=98)
    {
        printf("%04lud",devir);
    }
}

```

EK-1 (Devam) CCS PICC ile yazılan mikro denetleyici yazılımı

```
printf("%04lu",throttle);
}
lcd_gotoxy( 0,0);
lcd_putc("D:"); printf(LCD_PUTC, "%04lu",devir);
lcd_putc(" G.K:"); printf(LCD_PUTC, "%04IU",throttle);
lcd_gotoxy( 0,1);
lcd_putc("A.Av:"); printf(LCD_PUTC, "%3.1lu",aci/10);
if (calisma_modu==1){lcd_putc(" (M)"); }
CARPIM=(xxx*65536+sondeg);
timersondeger=(CARPIM*(900-aci))/3600;
kalan=fmod(timersondeger,65536);
tam=timersondeger/65536;
devir=600000000/CARPIM;
throttle=Read_ADC();
}
}
```

EK-2 Microsoft C#.net ile yazılan bilgisayar programı

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.Threading;
namespace ateşleme
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        private void Gonder(string veri)
        {
            serialPort1.Write(veri);
        }

        private string asciiaci(float a)
        {
            double b;
            b = Math.Round((a * 10), 0);

            return (Convert.ToString((char)b));
        }

        private void harita()
        {
            avansharita[0, 0] = 21; avansharita[1, 0] = 22;
            avansharita[2, 0] = 24; avansharita[3, 0] = 29; avansharita[4, 0] =
            29; avansharita[5, 0] = 32;
            avansharita[0, 1] = 20; avansharita[1, 1] = 21;
            avansharita[2, 1] = 24; avansharita[3, 1] = 24; avansharita[4, 1] =
            27; avansharita[5, 1] = 31;
            avansharita[0, 2] = 17; avansharita[1, 2] = 18;
            avansharita[2, 2] = 23; avansharita[3, 2] = 26; avansharita[4, 2] =
            29; avansharita[5, 2] = 34;
            avansharita[0, 3] = 22; avansharita[1, 3] = 27;
            avansharita[2, 3] = 29; avansharita[3, 3] = 32; avansharita[4, 3] =
            38; avansharita[5, 3] = 44;
            devirharita[0] = 1750; devirharita[1] = 2000;
            devirharita[2] = 2250; devirharita[3] = 2500; devirharita[4] = 2750;
            devirharita[5] = 3000;
            devirfark = devirharita[1] - devirharita[0];
            yukfark = (yukmax - yukmin) / yukkademe;
            yukharita[0] = yukmin + yukfark;
            yukharita[1] = yukmin + yukfark * 2;
            yukharita[2] = yukmin + yukfark * 3;
            yukharita[3] = yukmin + yukfark * 4;
        }

        private int serial(string karakter, int sayi)
        {
            int y;
            y = richTextBox2.Text.LastIndexOf(karakter,
            richTextBox2.Text.Length - 1, richTextBox2.Text.Length - 1);
            if (y != -1)
            {

```

EK-2 (Devam) Microsoft C#.net ile yazılan bilgisayar programı

```

        y = Convert.ToInt16( richTextBox2.Text.Substring(y -
sayi, sayi));
    }
    return y;
}
private void al(string msg)
{
    richTextBox2.Invoke(new EventHandler(delegate
    {
        richTextBox1.AppendText(msg);
        richTextBox2.AppendText(msg);
    }));
}
public Form1()
{
    InitializeComponent();
}
private string data;
private void serialPort1_DataReceived(object sender,
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs e)
{
    data = serialPort1.ReadExisting();
    al(data);
}
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    timer1.Enabled = false;
    otomatik = 0;
    Gonder("b");
}
private void yazidoldur()
{
    groupBox3.Text = yaziyuk;
    groupBox5.Text = yazidevir;
    groupBox1.Text = yaziavans;
    groupBox6.Text = yaziavanshar;
    groupBox4.Text = yazisim;
    label11.Text = yazidevir + " :";
    label8.Text = yaziyuk + " :";
    Form1.ActiveForm.Text = yaziprojeismi;
    if (kontrol == true) button4.Text = yazimanuel; else
button4.Text = yaziotomatik;
}
private void ingilizce()
{
    yaziotomatik = "Automatic Ign. Advance";
    yazimanuel = "Static Ign. Advance";
    yazidevir = "Revolution";
    yaziyuk = "Throttle";
    yaziavans = "Ign. Advance";
    yaziprojeismi = "Ignition Control System";
    yaziavanshar = "Advance Map";
    yazisim = "Simulation";
}
private void turkce()

```

EK-2 (Devam) Microsoft C#.net ile yazılan bilgisayar programı

```

    {
        yaziotomatik = "Otomatik Atş. Avansı";
        yazimanuel = "Statik Atş. Avansı";
        yazidevir = "Devir";
        yaziyuk = "Yuk";
        yaziaavans = "Atş. Avansı";
        yaziprojeismi = "Ateşleme Kontrol Sistemi";
        yaziaavanshar = "Avans Haritası";
        yazisim = "Simulasyon";
    }
    private string yaziotomatik, yazimanuel, yaziaavans, yaziyuk,
yazidevir, yaziprojeismi, yaziaavanshar, yazisim;
    private int devirkademe = 6, yukkademe = 4;
    private int[,] avansharita;
    private int[] devirharita;
    private int[] yukharita;
    private int har;
    private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
    {
        turkce();
        yazidoldur();
        avansharita = new int[devirkademe, yukkademe];
        yukharita = new int[yukkademe];
        devirharita = new int[devirkademe];
        yukmin = 0;
        yukmax = 1000;
        harita();
        haritastatikdoldur(45);
        serialPort1.Open();
        timer1.Enabled = true;
        aci = 10;
        Gonder(Convert.ToString(Math.Round((aci * 10), 0)) +
"a");
        button4.Text = yaziotomatik;
        label7.Text = (Math.Round(aci, 2)).ToString();
    }
    private int kk, ii, haritadisi;
    float aci = 0;
    public static int otomatik;
    public static int yuk_gecici, devir_gecici, yuk, devir,
yukmax, yukmin, devirtmp, devirfark, yukfark, statik;
    private float avansmax, avansmin, yukluhesap;
    private void haritastatikdoldur(float a)
    {
        for (har = 0; har < 6; ++har)
        {
            harita3d.DataAt(0, har, 0).Value1 = a;
            for (int i = 0; i < 4; ++i)
            {
                harita3d.DataAt(i + 1, har, 0).Value1 = a;
            }
        }
    }
}
private void haritadoldur(int a)

```

EK-2 (Devam) Microsoft C#.net ile yazılan bilgisayar programı

```

    {
        for (har = 0; har < 6; ++har)
        {
            harita3d.DataAt(0, har, 0).Value1 =
automatic(devirharita[har], 0) + a;
            for (int i = 0; i < 4; ++i)
            {
                harita3d.DataAt(i + 1, har, 0).Value1 =
avansharita[har, i] + a;
            }
        }
    }
private float automatic(int d, int y)
{
    for (int i = 0; i < 5; ++i)
    {
        if (d >= devirharita[i] && d <= devirharita[i + 1])
        {
            for (int k = 0; k < 3; ++k)
            {
                if (y >= yukharita[k] && y <= yukharita[k +
1])
                {
                    {
                        kk = k;
                        k = 5;
                    }
                    ii = i;
                    i = 7;
                }
            }
            if (y < yukharita[0]) { kk = 0; haritadisi = 1; };
            devirtmp = d - devirharita[ii];
            avansmax = ((devirtmp * (avansharita[ii + 1, kk] -
avansharita[ii, kk])) / devirfark) + avansharita[ii, kk];
            avansmin = ((devirtmp * (avansharita[ii + 1, kk + 1] -
avansharita[ii, kk + 1])) / devirfark) + avansharita[ii, kk + 1];
            if (haritadisi == 0)
            {
                yukluhesap = (((y - yukharita[kk]) * (avansmin -
avansmax)) / yukfark) + avansmax;
            }
            if (haritadisi == 1)
            {
                haritadisi = 0;
                yukluhesap = (((y - yukharita[kk]) * (avansmin -
avansmax)) / yukfark) + avansmax;
            }
            if (d < devirharita[0]) { yukluhesap = 20; };
            if (d > devirharita[5]) { yukluhesap = 30; };
            if (y > yukharita[3]) { yukluhesap = 20; };
            if (d < 600) { yukluhesap = 10; };
            return (yukluhesap);
        }
    }
}

```

EK-2 (Devam) Microsoft C#.net ile yazılan bilgisayar programı

```

        private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
        {
            harita3d.Refresh();
            harita3d.AnnotationCollection().GetAt(0).Text =
Math.Round(aci, 2).ToString();

            harita3d.AnnotationCollection().GetAt(0).Position3D().PosX =
            (harita3d.ChartWidth * yuk / (yukmax - yukmin)) -
            harita3d.ChartWidth / 2;

            harita3d.AnnotationCollection().GetAt(0).Position3D().PosY =
            (harita3d.ChartDepth * (devir - devirharita[0])) /
            (devirharita[devirkademe - 1] - devirharita[0]) -
            harita3d.ChartDepth / 2;

            harita3d.AnnotationCollection().GetAt(0).Position3D().PosZ =
            (harita3d.ChartHeight * (aci + statik)) / 50 - harita3d.ChartHeight
            / 2;

            label7.Text = (Math.Round(aci, 2)).ToString();
            for (int i = 1; i <= 9; i++)
            {
                axNChart1.DataAt(i - 1, 0, 0).Value1 =
axNChart1.DataAt(i, 0, 0).Value1;
            }
            axNChart1.DataAt(9, 0, 0).Value1 = yuk;
            for (int i = 1; i <= 9; i++)
            {
                axNChart4.DataAt(i - 1, 0, 0).Value1 =
axNChart4.DataAt(i, 0, 0).Value1;
            }
            axNChart4.DataAt(9, 0, 0).Value1 = devir;
            for (int i = 1; i <= 9; i++)
            {
                axNChart2.DataAt(i - 1, 0, 0).Value1 =
axNChart2.DataAt(i, 0, 0).Value1;
            }
            axNChart2.DataAt(9, 0, 0).Value1 = aci;
        }
        private int sayac;
        private void richTextBox2_TextChanged(object sender,
EventArgs e)
        {
            int yuk_gecici, devir_gecici;
            yuk_gecici = serial("y", 4);
            devir_gecici = serial("d", 4);
            if (yuk_gecici != -1)
            {
                yuk = yuk_gecici;
            }
            if (devir_gecici != -1)
            {
                devir = devir_gecici;
            }
            label2.Text = Convert.ToString(devir);
            label6.Text = Convert.ToString(yuk);
        }
    }
}

```

EK-2 (Devam) Microsoft C#.net ile yazılan bilgisayar programı

```

        if (otomatik == 1)
        {
            aci = automatic(devir, yuk);
            Gonder(Convert.ToString(Math.Round(((aci + statik) *
10), 0)) + "a");

richTextBox3.AppendText(Convert.ToString(automatic(devir, yuk) +
"a"));
        }
        if (yuk_gecici != -1 && devir_gecici != -1)
        {
            richTextBox2.Text = "";
        }
    }

    private void kalibrasyonToolStripMenuItem1_Click(object
sender, EventArgs e)
    {
        DialogResult kalibrasyon1;
        kalibrasyon1 = MessageBox.Show(this, "gaz kelebeği
maksimuma", "kalibrasyon", MessageBoxButtons.OK);
        yukmax = yuk;
        kalibrasyon1 = MessageBox.Show(this, "gaz kelebeği
minimuma", "kalibrasyon", MessageBoxButtons.OK);
        yukmin = yuk;
        kalibrasyon1 = MessageBox.Show(this, "kalibrasyon
tamamlandı", "kalibrasyon", MessageBoxButtons.OK);
    }

    private Boolean kontrol = false;
    private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        if (kontrol == false)
        {
            kontrol = true;
            button4.Text = yazimanuel;
            otomatik = 1;
            numericUpDown1.Minimum = -20;
            numericUpDown1.Maximum = 20;
            numericUpDown1.Value = 0;
        }
        else
        {
            otomatik = 0;
            kontrol = false;
            button4.Text = yaziotomatik;
            numericUpDown1.Minimum = 1;
            numericUpDown1.Maximum = 89;
            numericUpDown1.Value = 45;
        }
    }

    private void numericUpDown1_ValueChanged(object sender,
EventArgs e)

```

EK-2 (Devam) Microsoft C#.net ile yazılan bilgisayar programı

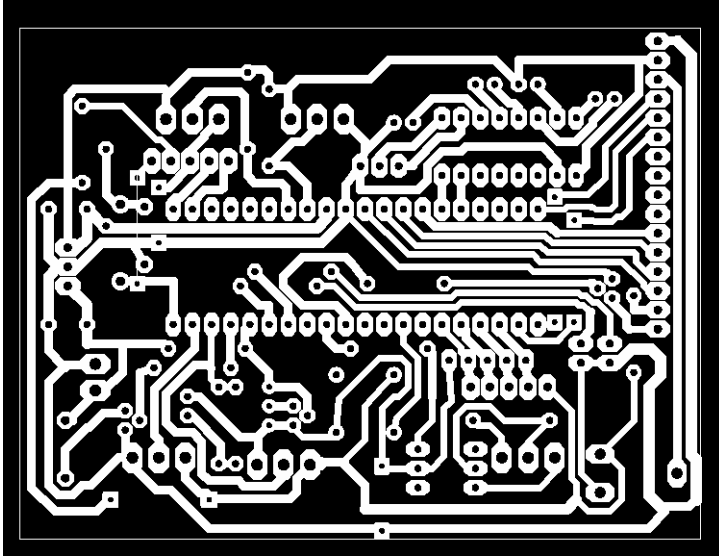
```

    {
        if (otomatik == 0)
        {
            aci = Convert.ToInt16(numericUpDown1.Value);
            Gonder(Convert.ToString(Math.Round((aci * 10), 0)) +
"a");
            haritastatikdoldur(aci);
        }
        else
        {
            aci = automatic(devir, yuk) +
Convert.ToInt16(numericUpDown1.Value);
            statik = Convert.ToInt16(numericUpDown1.Value);
            haritadoldur(Convert.ToInt16(numericUpDown1.Value));
        }
    }
    private void numericUpDown2_ValueChanged(object sender,
EventArgs e)
    {
        devir = Convert.ToInt16(numericUpDown2.Value);
        yuk = Convert.ToInt16(numericUpDown3.Value);
        if (otomatik == 1) { aci = automatic(devir, yuk); }
    }
    private void numericUpDown3_ValueChanged(object sender,
EventArgs e)
    {
        devir = Convert.ToInt16(numericUpDown2.Value);
        yuk = Convert.ToInt16(numericUpDown3.Value);
        if (otomatik == 1) { aci = automatic(devir, yuk); };
    }
    private void simülasyonToolStripMenuItem_Click(object
sender, EventArgs e)
    {
        if (simülasyonToolStripMenuItem.Checked == true)
groupBox4.Visible = true;
        else groupBox4.Visible = false;
    }

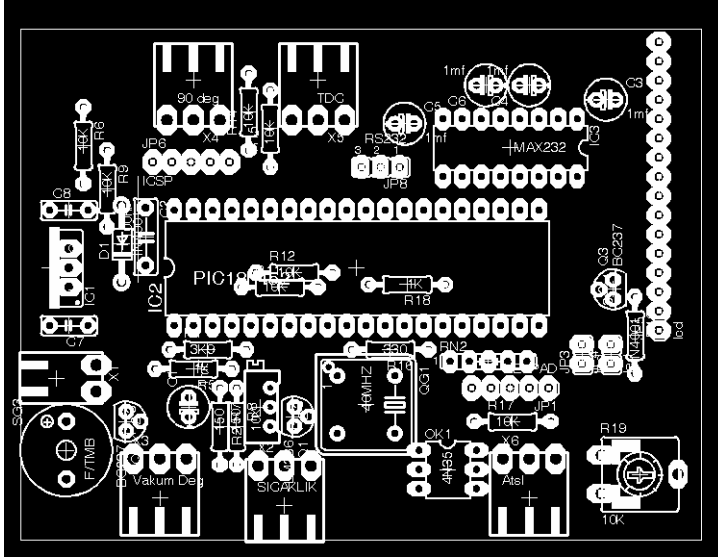
    private void
ingilizceToolStripMenuItem_CheckStateChanged(object sender,
EventArgs e)
    {
        if (ingilizceToolStripMenuItem.Checked == true)
        {
            ingilizce();
        }
        else
        {
            turkce();
        }
        yazidoldur();
    }
}
}

```

EK-3 Tasarımı gerçekleştirilen mikro denetleyici kartı

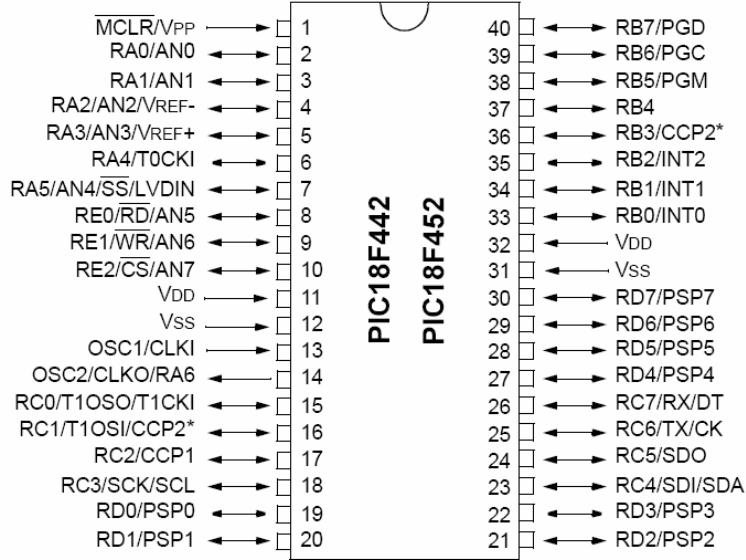


Şekil 3.1. Baskı devrenin alttan görünüşü



Şekil 3.2. Parçaların yerleşimi

EK-4 PIC18F452 Mikro denetleyicisi



Şekil 4.1. Bacak bağlantıları

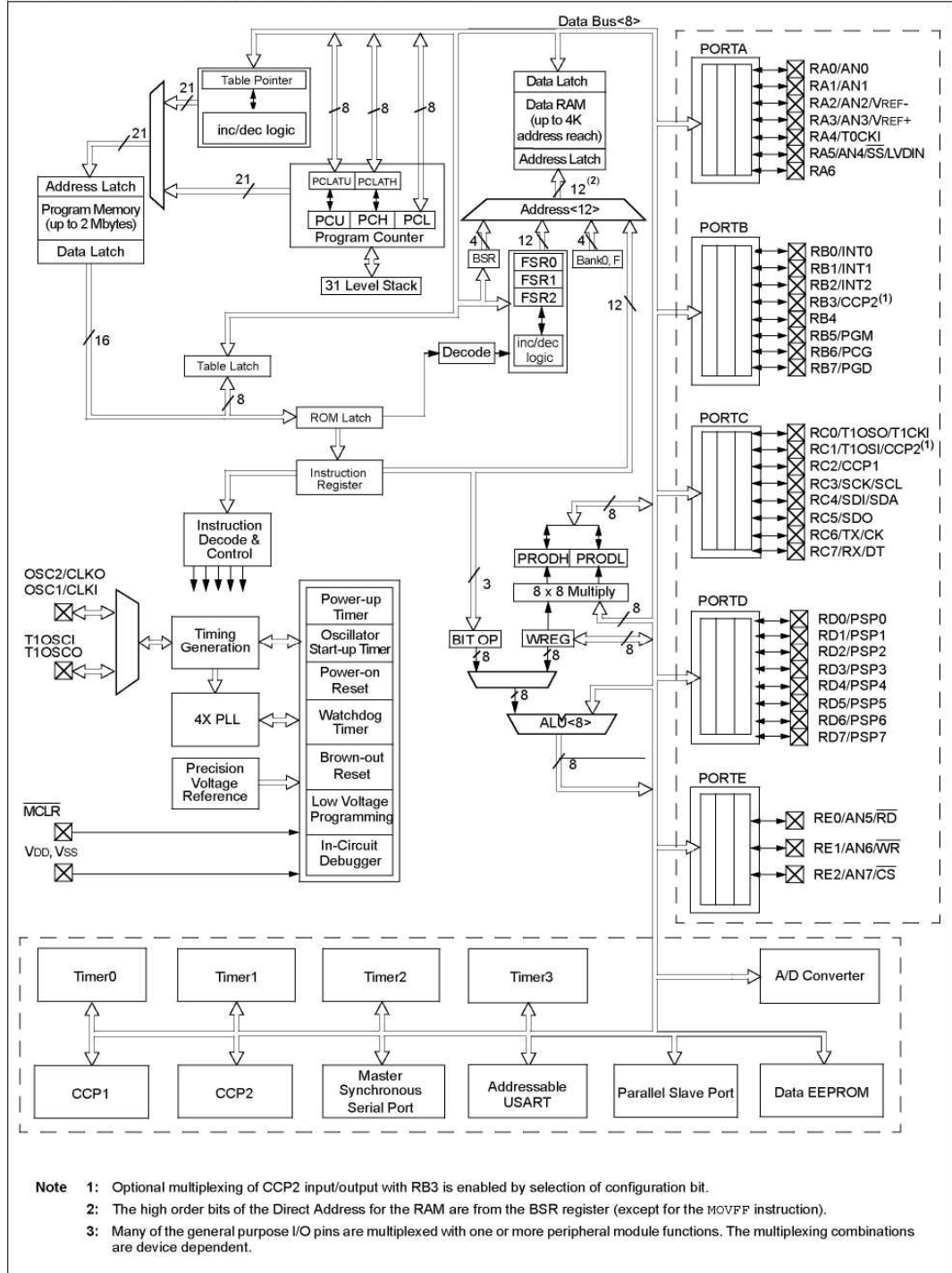
Çizelge 4.1. (Devam) Giriş ve çıkışlar

Pin Name	Pin Number			Pin Type	Buffer Type	Description
	DIP	PLCC	TQFP			
RB0/INT0 RB0 INT0	33	36	8	I/O I	TTL ST	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. External Interrupt 0.
RB1/INT1 RB1 INT1	34	37	9	I/O I	TTL ST	External Interrupt 1.
RB2/INT2 RB2 INT2	35	38	10	I/O I	TTL ST	Digital I/O. External Interrupt 2.
RB3/CCP2 RB3 CCP2	36	39	11	I/O I/O	TTL ST	Digital I/O. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RB4	37	41	14	I/O	TTL	Digital I/O. Interrupt-on-change pin.
RB5/PGM RB5 PGM	38	42	15	I/O I/O	TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. Low Voltage ICSP programming enable pin.
RB6/PGC RB6 PGC	39	43	16	I/O I/O	TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming clock pin.
RB7/PGD RB7 PGD	40	44	17	I/O I/O	TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming data pin.

Legend: TTL = TTL compatible input
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
 O = Output
 OD = Open Drain (no P diode to VDD)

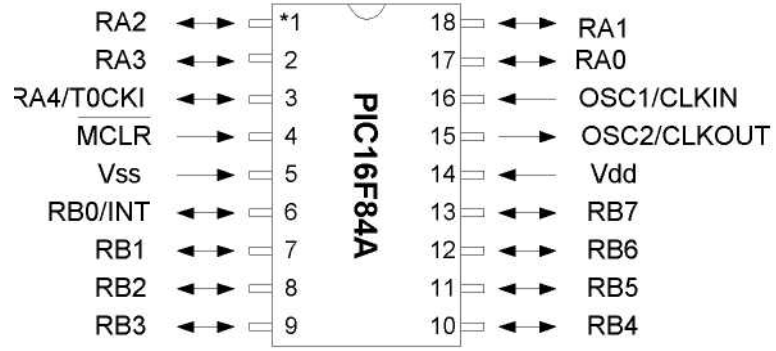
CMOS = CMOS compatible input or output
 I = Input
 P = Power

EK-4 (Devam) PIC18F452 Mikro denetleyicisi



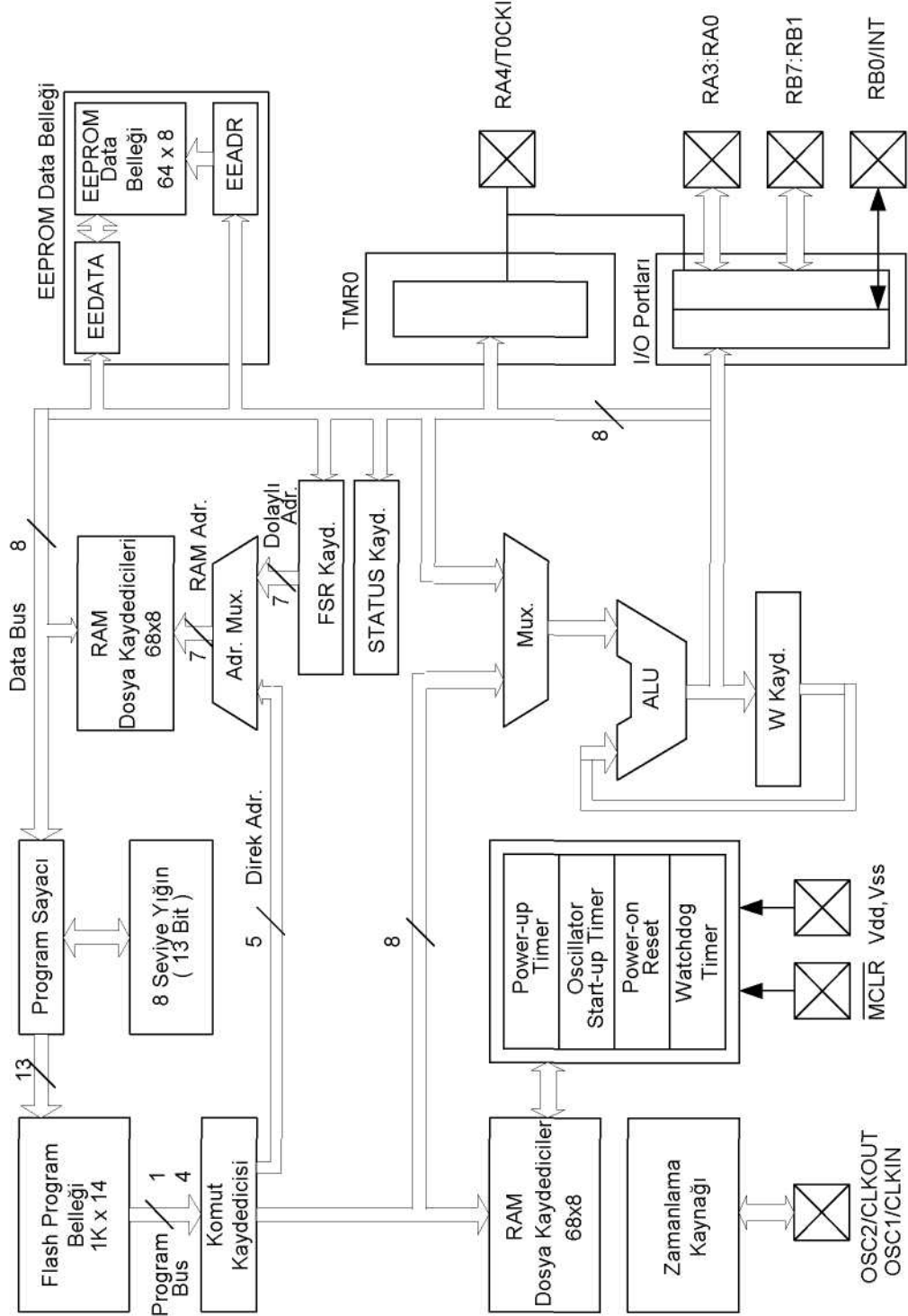
Şekil 4.2. PIC18F452'nin yapısı

EK-5 PIC16F84A Mikrodenetleyicisi



Şekil 5.1. PIC16F84 Bacak bağlantıları

EK-5 (Devam) PIC16F84A Mikrodenetleyicisi



Şekil 5.2. 16F84A'nın yapısı

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BİLGEN, Hamza
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 21.08.1981 / Ankara
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (212) 242 77 89 – 0533 697 80 92 – 0544 245 37 12
 e-mail : hamza.bilgen@bakirci.com.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Makina Eğitimi	2003
Lise	Kırıkkale Anadolu Teknik Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2005-	Bakırcı Otomotiv	Teknik Uzman /Test Teknolojisi
2004-2005	Gazi Üniversitesi	Öğretim Görevlisi
2004-2003	Akset Bilişim	Teknik Servis Sorumlusu
2002-2002	Tebim Bilgisayar	Teknik Servis Sorumlusu
1999-2000	Genç Bilgisayar	Teknik Servis Sorumlusu

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Müzik, Gitar çalmak, Yüzmek, Serbest Dalış, Tracking, Elektronik, Motosiklet,
Bilgisayar