

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PERFORMANS VERİ ANALİZLERİNE BAĞLI OLARAK
DENEYSEL BİR OTOMOBİL KLİMA SİSTEMİNİN
KONTROLÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Salih ATÇI

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR
EĞİTİMİ**
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Halil İbrahim ESKİKURT

Mayıs 2014

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

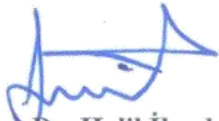
PERFORMANS VERİ ANALİZLERİNE BAĞLI
OLARAK DENEYSEL BİR OTOMOBİL KLİMA
SİSTEMİNİN KONTROLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

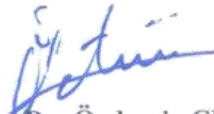
Salih ATÇI

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ

Bu tez 16 / 06 /2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Halil İbrahim
ESKİKURT
Jüri Başkanı



Doç. Dr. Özdemir ÇETİN

Üye



Doç. Dr. Murat
ÇAKIROĞLU

Üye

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Doç. Dr. Halil İbrahim ESKİKURT'a, tez süresince yardımlarını gördüğüm proje arkadaşım Arş Gör. Alpaslan ALKAN'a, fikirleri ile bana destek olan Erkan ÖZÇOBAN ve Gökhan TAŐÇI'ya, bu noktaya gelmemde bana yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam, Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü tarafından "2012-05-04-011", numaralı proje ile desteklenmiştir. Maddi desteklerinden dolayı SAKARYA BAPK' a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Kontrol Tarzına Göre Otomatik Kontrol Sistemleri.....	1
1.2. Veri Toplama.....	2
1.3. Literatür Taraması	2

BÖLÜM 2.

VERİ HABERLEŞMESİ	5
2.1. Haberleşme Arayüzleri	5
2.1.1. RS-232 haberleşme	5
2.1.2. RS-485 haberleşme	7
2.1.3. 20 mA akım ilmiği haberleşmesi	9
2.1.4. Telefon hattı üzerinden haberleşme	9
2.1.5. GPRS ile haberleşme	9
2.1.6. Radyo frekansıyla haberleşme	10
2.1.7. Fiber-optik kablo ile haberleşme	10
2.1.8. Enerji hattı üzerinden haberleşme.....	10
2.2. Temel Haberleşme Protokolleri.....	10
2.2.1. Modbus haberleşme protokolü.....	11

2.2.1.1. Modbus'ın çalışması	12
2.2.1.2 Modbus veri modeli	12
2.2.1.3 Pc modbus haberleşmesi	13

BÖLÜM 3.

P, PI VE PD DENETİM YÖNTEMLERİ.....	15
3.1. Oransal (P) Denetim Yöntemi	16
3.2. Oransal-İntegral (PI) Denetim Yöntemi	16
3.3. Oransal-Türevsel (PD) Denetim Yöntemi	17
3.4. Oransal-İntegral-Türev (PID) Denetim Yöntemi	18
3.5. PID Kontrolör Devreleri ve Cihazları	20
3.6. PID Kontrolör Ayarı.....	22

BÖLÜM 4.

DENEYSEL OTOMOBİL KLİMA SİSTEMİNDE KULLANILAN

ELEMANLAR.....	24
4.1. Sensörler ve Transdüserler	24
4.1.1. Basınç transmitteri	24
4.1.2. Nem/Sıcaklık transmitteri	25
4.1.3. Termokupl.....	26
4.1.4. 8 Kanal termokupl giriş modülü	27
4.1.5. 8 Kanal 20mA analog giriş modülü	27
4.1.6. Debi (kütle akış) sensörü	28
4.1.7. Hava akış transmitteri	29
4.2. Güç Kaynakları.....	30
4.3. 3 Fazlı Elektrik Motoru	30
4.4. AC Motor Sürücü (Frekans İnverter)	30
4.5. Proximity Switch (Endüktif Yaklaşım Sensörü)	32
4.6. Katı Hal Röleleri (Solid State Relay – SSR)	33
4.7. Horner PLC Modülü.....	34

BÖLÜM 5.

VERİ TOPLAMA VE KONTROL SİSTEMİ	37
5.1. Rezistansların Kontrolü	39
5.2. CSCAPE İle PLC Yazılımının Oluşturulması.....	40
5.3. PID İle Fanların Kontrolü.....	44
5.3.1. PID program aşaması.....	49
5.4. Arayüz Programının Oluşturulması.....	53

BÖLÜM 6.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	62

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

PLC	: Programlanabilir Lojik Kontrolör
DTE	: Data Terminal Cihazı
DCE	: Data Haberleşme Cihazı
P	: Oransal Denetim
PI	: Oransal-İntegral Denetim
PD	: Oransal-Türevsel Denetim
PID	: Oransal-İntegral-Türev Denetim
K _p	: Oransal (orantı) Katsayısı
K _i	: İntegral Kazancı Katsayısı
K _d	: Türev Kazancı Katsayısı
TF	: Transfer Fonksiyonu
ADC	: Analog Sayısal Çevirici
SSR	: Katı Hal Rölesi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. DB25 Konnektör	6
Şekil 2.2. DB9 Konnektör	6
Şekil 2.3. 2 Kablolü RS 485 Haberleşmesi	8
Şekil 2.4. Modbus Mesajı.....	11
Şekil 3.1. Kapalı Çevrim Denetim Sistemi Genel Blok Şeması	15
Şekil 3.2. Oransal İntegral Denetim Modlu Kapalı Çevrim Denetimi.....	17
Şekil 3.3. Oransal Türevsel Denetim Modlu Kapalı Çevrim Denetimi	18
Şekil 3.4. PID Kapalı Çevrim Denetimi.....	19
Şekil 3.5. PID Kontrolör Devresi	20
Şekil 3.6. Çeşitli PID Kontrolör Cihazları	21
Şekil 4.1. Basınç Transmitteri	24
Şekil 4.2. Sıcaklık/Nem Transmitteri.....	25
Şekil 4.3. Termokupl'un Yapısı	26
Şekil 4.4. Termokupl Giriş Modülü	27
Şekil 4.5. 20mA Analog Giriş Modülü	28
Şekil 4.6. Kütle Akış Sensörü	29
Şekil 4.7. Hava Akış Transmitteri.....	29
Şekil 4.8. 24V – 12V Güç Kaynakları	30
Şekil 4.9. AC Motor Sürücü.....	31
Şekil 4.10. Endüktif Yaklaşım Sensörü	33
Şekil 4.11. Katı Hal Rölesi.....	34
Şekil 4.12. Horner PLC	35
Şekil 5.1. Deney Sisteminde Kullanılan Ekipmanların Genel Görünümü.....	37
Şekil 5.2. Deney Sisteminin Bağlantı Şeması.....	38
Şekil 5.3. Değişken Direnç Kontrol Metodu.....	39
Şekil 5.4. Hava Kanallarındaki Rezistansların Genel Görünümü.....	40
Şekil 5.5. Cscape Çalışma Ekranı	40

Şekil 5.6. İlk Tarama ve Haberleşme Ayarlarının Yapılması	41
Şekil 5.7. Başlangıç Ayarlarının Yapılması	41
Şekil 5.8. Tuş Takımı Ayarlarının Yapılması	41
Şekil 5.9. Motor Devir Ekranının Seçimi.....	42
Şekil 5.10. Motor Devir Ayarının Yapılması	42
Şekil 5.11. Rezistansların Sıcaklık Ayarlarının Yapılması	43
Şekil 5.12. Kütle Akış Verisinin Alınması.....	44
Şekil 5.13. PID Kart Devresi Regülatör, Sürücü ve Güç Katı	45
Şekil 5.14. PID Kart Devresi Kontrol, Lcd, Buton ve Giriş/Çıkış Katı	46
Şekil 5.15. PIC Entegresi Pin Numaraları.....	47
Şekil 5.16. PID kartı baskı devresi	48
Şekil 5.17. PID kart devresi üstten görünüşü	48
Şekil 5.18. Uygulamanın Akış Diyagramı	52
Şekil 5.19. Tez Çalışmasında Gerçekleştirilen Sistemin Genel Görünümü.....	53
Şekil 5.20. Programın Parametre Arayüzü.....	54
Şekil 5.21. Port Seçimi.....	54
Şekil 5.22. Deney Sonuçları Arayüzü	55
Şekil 5.23. Sistemin Excel Çıktısı.....	55
Şekil 5.24. Motor Devrinin 800 D/D Olarak Zamana Göre Değişimi	56
Şekil 5.25. Motor Devrinin 1600 D/D Olarak Zamana Göre Değişimi	56
Şekil 5.26. Motor Devrinin 750 D/D Olarak Zamana Göre Değişimi	57
Şekil 5.27. İç Ünite ve Dış Ünite Hava Akış Hızlarının Zamana Göre Değişimi... 57	
Şekil 5.28. İç Ünite ve Dış Ünite Hava Akış Hızlarının Zamana Göre Değişimi... 58	
Şekil 5.29. İç Ünite ve Dış Ünite Sıcaklıklarının Zamana Göre Değişimi	58

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Modbus Veri Modeli.....	12
Tablo 1.2. Seri Arabirim Standartlarının Özellikleri	14
Tablo 3.1. PID Kontrolör Parametrelerinin Etkileri.....	22
Tablo 4.1. Çeşitli Termokupllar ve Sıcaklık Limitleri	26

ÖZET

Anahtar kelimeler: Veri toplama ve kontrol, Otomobil Klima Sistemi, Modbus RTU, PLC, Seri haberleşme.

Günümüzde otomotiv, biyomedikal, endüstriyel üretim, uzaktan makine kontrolü, depolama ve takip, bina ve fabrika otomasyonu gibi birçok alanda güvenilir ve az maliyetli uygulamaların gerçekleştirilmesinde gelişmiş kontrol yöntemlerinin kullanılması büyük önem kazanmaktadır. Bu çeşit endüstriyel uygulamalarda en çok kullanılan kontrolör çeşitlerinden birisi de PID kontrolördür. Bir PID denetleyici, ölçülü bir süreç içinde değişen ve istenilen ayar noktası ile arasındaki fark için bir hata değeri hesaplar. Kontrolör, proses kontrol girişini ayarlayarak hatayı en aza indirerek istenilen ayar değerine ulaşmak için çalışır. Elde edilen bu hata değerlerinin takibi ve kontrolü içinde mikroişlemci tabanlı gelişmiş sistemler örneğin PLC'ler kullanılmaktadır. PLC'ler kullanıcıya daha geniş sistem kontrolü imkânı sağlamakta ve hata takibini kolaylaştırmaktadır. Böylelikle sistem dijital giriş çıkış avantajına ve güvenli bir veri haberleşmesine sahip olmaktadır.

Bu çalışmada, deneysel bir otomobil klima sistemi elektriksel ölçüm cihazlarıyla donatılarak laboratuvar ortamında kurulmuştur. Gerçekleştirilen veri toplama ve kontrol sistemi ile sensörlerden gelen anlık veriler modbus protokolü ile bilgisayar ortamında işlenmekte ve sistemin performans analizi yapılabilmektedir. Oluşturulan arayüz programı ile motor devri, iç ve dış ünite hava sıcaklıkları ile hızları gibi ölçümler farklı formatlarda incelenebilir. Bu sayede bir otomobil iklimlendirme sisteminin en ideal ortamda çalışması hedeflenmiştir.

CONTROL OF AN EXPERIMENTAL AUTO AIR CONDITIONING SYSTEM DEPENDING ON PERFORMANCE DATA ANALYSIS

SUMMARY

Key Words: Data acquisition and control, Automobile Air Conditioning System, Modbus RTU, PLC, Serial communication.

Nowadays, using of advanced control methods in order to realize the safe and economical applications at many fields like automotive, biomedical, industrial production, remote machine control, storage and following, building and factory automation has become great importance. On these type of industrial applications, PID controller is one of the most commonly used controller types. A PID controller calculates an error value as the difference between a measured process variable and a desired setpoint. The controller attempts to achieve desired set value by adjusting the process control inputs and by minimizing the error. Microprocessor based systems, e.g. PLCs, are used for monitoring and controlling of these error values obtained. PLCs provide the user the opportunity to control the system more widely and make the error follow-up easy. Thus, the system has digital input and output advantage and a safe data communication.

In this study, an experimental automobile air conditioning system equipped with electrical measuring devices has been constructed in laboratory. Instant data comes from sensors throughout the realized data collection and control system are processed by a PC with modbus protocol and performance analyze of the system can be made. The measurements like engine speed, internal and external unit air temperature and speeds can be investigated in various forms by the help of the designed interface program. By this means, it is aimed to be operated an automobile air conditioning system in the most ideal environment.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Ölçme tekniği, evrende var olan olayları kontrol altına almanın ve yönetebilmenin temel bilimidir. Karşılaştırma yöntemlerine dayanır ve fiziksel büyüklükleri temel alır. Fiziksel büyüklüklerin matematik ile tanımlanıp, kontrol edilmelerine imkân verir. Herkes öğrenimi esnasında veya hayatta sürekli ölçüm cihazları ile karşılaşır.

En önemli teknolojik gelişmelerin ancak ölçüm sistemlerinin geliştirilmesinden sonra ortaya çıkabildiği de bir gerçektir. Hayatta da insanların dahi çeşitli özellikleri artık ölçülebilmekte ve çok önemli kararların alınmasında direkt etkili olmaktadır.

Otomatik Kontrol Sistemleri, ait olduğu sistemi insan müdahalesi gerektirmeksizin arzu edilen değerlerde tutmayı amaçlayan sistemlerdir. Oda sıcaklığını, ayarladığımız değerde sabit tutan klimalar otomatik kontrol sistemlerine örnek olarak gösterilebilir. Otomatik kontrol sistemleri mekanik prensiplere göre çalışabilecekleri gibi (örneğin araçlarda bulunan karbüratörler), programlanmış bir mikroişlemci tarafından da yönetilebilirler.

1.1. Kontrol Tarzına Göre Otomatik Kontrol Sistemleri

Açık Çevrim Kontrol: Bu çeşit kontrol sistemlerinde, sistemin mevcut durumuyla alakalı herhangi bir bilgi denetleyiciye gelmemektedir. Bunu, kadranı olmayan bir arabada, hızını saatte yüz kilometreye sabitlemek isteyen bir sürücüye benzetebiliriz. Sürücü, pedala belirli bir miktarda bastığında yüz kilometre hıza geleceğini tahmin etmektedir, lâkin aracın gerçek hızına dair kesin bir veriye sahip değildir.

Kapalı Çevrim (Geri beslemeli) Kontrol: Bu çeşit kontrol sistemlerinde denetleyiciye sensörler aracılığı ile sistemin mevcut durumu hakkında bilgi gönderilmekte (geri besleme) ve denetleyici çıkıştaki hataya bağlı olarak girişi düzeltmektedir [1].

1.2. Veri Toplama

Veri, çeşitli kaynaklardan derlenebilen, üzerinde inceleme yapılabilecek her türlü “bilgi” olarak tanımlanabilir. Veri toplama, gerçek dünyaya ait fiziksel büyüklüklerin ölçümü ve bilgisayar yoluyla sayısal değerlere dönüştürüldüğü, örnek toplama sürecidir. Veri toplama sisteminin içerdiği bileşenler: sensörler, sinyal devreleri ve sinyal dönüştürücülerdir.

Veri toplama sistemleri ve yazılımları endüstrinin her alanında aktif olarak kullanılır. Birçok farklı donanımı bünyesinde barındıran bu sistemlerin tasarımı ve programlanması için var olan sistem çok iyi analiz edilmeli ve gerekli ekipmanlar doğru seçilmelidir [2].

1.3. Literatür Taraması

Rekabete dayalı bir alan olması sebebiyle özellikle otomobil klima sisteminin deneysel performans verilerine ilişkin yayınlar sınırlı sayıdadır. Literatür incelendiğinde gerçek deney ortamındaki değerlere ulaşılması amaçlanmıştır.

2003 yılında Jung ve arkadaşları tasarladıkları bir otomobil klima sisteminde çeşitli akışkanların otomobil klima performansına etkisini deneysel ve teorik olarak incelemişlerdir.

2006 yılında Esen ve Hoşöz bir otomobil klima sisteminin deneysel performansını karşılaştırmalı olarak belirlemişlerdir. Soğutma ve ısıtma sırasındaki performanslarını deneysel olarak ölçmüşlerdir.

2002 yılında Jaborda, J.M.S., Mamani, W.G., Ianella, M.R. ; bir otomobil klima sistemi için kararlı hal modeli oluşturmuşlardır. Çeşitli parametrelere göre sistem

performansının değişimini incelemişlerdir. Bu amaçla bir bilgisayar simülasyonu hazırlayıp, deney sonuçlarını simülasyon sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır.

2006 yılında Mesut Kocatürk ve M. Sahir SALMAN hazırladıkları bir makalede otomobil klima sisteminde fan devri ve giriş havası sıcaklığının performansa etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Oluşturdukları bir deney düzeneği üzerinde performans deneyleri gerçekleştirmişlerdir.

2009 yılında Abdullah ELEN ve Raif BAYIR bilgisayar destekli otomotiv test standının internet üzerinden uzaktan eğitim amaçlı kullanımı için kullanıcı arayüzlü bir yazılım tasarlamışlardır. Devir, tork, sıcaklık debi gibi veriler algılayıcılar kullanılarak, elektronik kart aracılığıyla bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Uzaktan kontrol işlemleri c# yazı dili kullanılarak sunucu ve istemci uygulamaları ile gerçekleştirilmiştir.

2007 yılında Alpaslan ALKAN çeşitli tiplerde kompresör ve genleşme elemanı kullanan bir otomobil iklimlendirme sisteminin karşılaştırmalı deneysel analizini yapmıştır. Farklı koşullar altında sistemi test ederek çeşitli performans parametrelerini karşılaştırmıştır.

Elektronik kontrol sistemlerinin gelişmesi enerji tasarrufu ile sistemlerin en iyi Şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Otomobil iklimlendirme sistemleri için performans verilerinin toplanması ve bu veriler ışığında sistemin kontrol edilmesi konusunda çok fazla bir çalışma bulunmamaktadır. Bu alışma ile performans parametreleri karşılaştırmalı olarak elde edilmiştir.

Tezin ikinci Bölümünde Haberleşme sistemleri ve modbus haberleşme ile ilgili temel bilgiler verilmiş ve tezde kullanılan yapılar detaylı olarak incelenmiştir.

3. Bölümde PID kontrol hakkında bilgi verilmiştir. Oransal, integral ve türevsel kontrol denetim yöntemlerinden bahsedilmiştir. Günümüzde kullanılan PID kontrol cihazları ve özellikleri anlatılmıştır.

4. Bölümde tezde kullanılan elemanlar, karakteristik özelliklerinden bahsedilmiştir. Sensör, transdüser, enkoder, SSR ve PLC elemanları hakkında teknik bilgiler verilmiştir.

5. Bölümde tez çalışmasında geliştirilen deney seti detaylı olarak açıklanmıştır. Hazırlanan deney düzeneği donanım ve yazılım kısımlarından oluşmaktadır. Donanım kısmında sensör, motor, sürücü, rezistans gibi elemanların ölçümü yapılmaktadır. Yazılım kısmında ise hazırlanan arayüz programı vasıtasıyla PC'ye aktarılan veriler değerlendirilmekte ve kaydedilmektedir. Ayrıca bu verilerden bazılarını kontrol merkezi aracılığıyla müdahale edilebilmekte, sistemin optimum çalışma performansında çalışılması amaçlanmıştır.

Son Bölümde ise tez çalışmasının katkıları, kullanım alanları ve gelecekte yapılacak çalışmalarla ilgili öneriler bulunmaktadır.

BÖLÜM 2. VERİ HABERLEŞMESİ

İnsanlar, hayvanlar ve bilgisayarlar arasındaki haberleşme bilgi transferini içerir. Veri haberleşmesi ifadesi genellikle haberleşmenin en küçük seviyesinde uygulanır ve bilgi transferinden sorumludur [3].

Veri en genel anlamda iki yolla iletilir. Bu yollar seri ve paralel iletişimidir.

Seri port veriyi tek bir kablo üzerinden iletir, diğer bir kablo üzerinden alır. Bu, 1 baytlık bilginin 8 bit ardışık olarak iletilmesi anlamına gelmesine rağmen daha az kablonun da kullanılması anlamına gelmektedir. Seri iletişim ilk olarak telefon hatlarını haberleşme hattı olarak kullanan elektronik daktilolarda (teletype machines) kullanılmıştır [4].

Bir paralel port 8 bitlik veriyi 8 ayrı kablo üzerinden alır veya gönderir. Bu verinin daha hızlı aktarımını sağlarken kullanılacak veri kablosu sayısını arttırmaktadır [4].

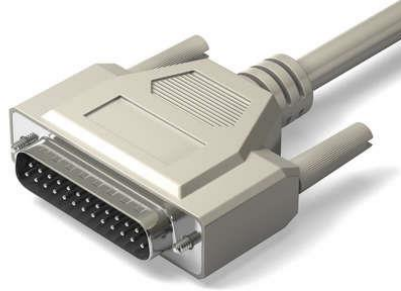
Seri haberleşme senkron ve asenkron olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Senkron haberleşmede haberleşme hızı bir saat sinyaliyle belirlenir ve haberleşmenin ne zaman başlayacağı ne zaman biteceği bellidir. Asenkron haberleşmede ise veriler bir başlangıç karakteriyle başlar ve bir bitiş karakteriyle son bulur. Seri haberleşmenin %90-95'i asenkron haberleşmedir [5].

2.1. Haberleşme Arayüzleri

2.1.1. RS-232 haberleşme

Seri iletişim gerçekleştiren cihazlar arasında, bu tür asenkron iletişimi sağlamak amacıyla geliştirilen bir haberleşme standardıdır. İlk olarak 1962 yılında RS-232

standartı, daha sonra 1969 yılında RS-232C standardı ortaya çıkmıştır. RS-232D standardı ise 1987 yılında RS-232C standardının geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda bu standart EIA-232D olarak da adlandırılmaktadır.



Şekil 2.1. DB25 Konnektör

232C standardında en çok kullanılan konnektör, DB25'dir ve 25 pinlidir. Ancak günümüzde 9 pinli DB 9, yaygın olarak kullanılmaktadır [6].



Şekil 2.2. DB9 Konnektör

RS-232 özellikleri

RS-232'nin bazı yönlerden avantajları vardır.

a) Her PC'de bir ve daha fazla bulunur. Yeni PC'ler USB gibi arabirimleri desteklemektedir. Fakat RS-232 USB'nin yapamadığı şeyleri yapar.

b) Mikrokontrolörde, arabirim yongaları bir 5 V seri portu RS-232 ye çevirebilirler Linkler 50 ya da 100 feet uzunlukta olabilir. Çoğu cihazlardaki arabirimler uzun mesafelere yönelik değildirler. USB linkler 16 feet olabilmektedirler. PC paralel arabirimi 10-15 feet, IEEE-1284 tip B sürücülerle ise 30 feet olabilmektedir. Oysa RS-232 çok daha uzun kablolarla da iş görebilir. Her RS-232 bir modeme bağlanırsa, bu durumda telefon şebekesini tüm dünyaya iletim amacıyla kullanmak mümkündür.

c) 2- yollu bir link için sadece üç tele ihtiyaç vardır. Paralel linkte sekiz adet veri hattıyla iki ve daha fazla kontrol sinyali ve birkaç da toprak hattı bulunur. Kablolama maliyeti yanında bir de konektör sorunu vardır.

Dezavantajları ise şunlardır:

a) Linkin karşı ucu paralel veri gerektiriyorsa, gelen veriyi paralel veriye dönüştürmek zorunda kalacaktır. Ancak bu sorun bir UART kullanarak kolaylıkla çözülebilir.

b) Çok kullanışlı olmaları nedeniyle boş seri portu bulmak neredeyse imkânsız gibidir. PC'lerde çok sayıda seri port bulunur. Ancak sistem bunların her biri için bir kesme istek hattı tahsis edememektedir. Birçok mikrokontrolörde donanımda yalnızca bir tane seri port bulunmaktadır.

c) Bir linkte ikiden fazla cihaz bulunmayabilir.

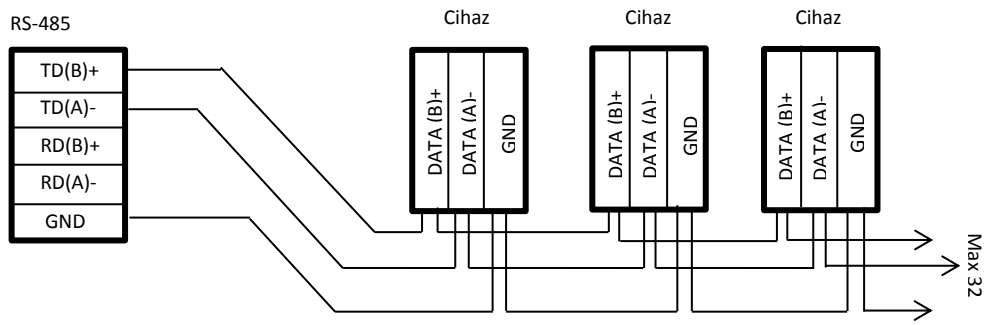
d) Belirlenen en yüksek hız 20,000 bps (bit per second)'dir. Oysa genellikle kısa linklerde, bunun üzerine çıkan, pek çok arabirim bulunmaktadır.

e) Çok uzun linklerde farklı arabirim gerekebilir [7].

2.1.2. RS-485 haberleşme

RS-485, yine bir seri haberleşme standardıdır. Sadece iki kablo ile haberleşme imkânı sağlar. Bu kablolardan biri Tx ucuna diğeri de Rx ucuna bağlanmalıdır.

RS485 arayüzü üzerinden çeşitli protokoller (örneğin Modbus profibus gibi) ile haberleşme yapabiliriz. Rx ve Tx üzerindeki gerilimler arasındaki farka bakılarak sinyal durumları hesaplandığından ve gürültünün bu iki adet kabloya aynı miktarda bineceğinden dolayı gürültülü sinyal ile normal sinyal arasında, taşıdığı bilgi açısından bir fark olmamaktadır. Ancak RS-232'de referans gnd (ground yani bildiğimiz sıfır voltaj temel referans) olduğundan gürültü kabloya bindiğinde, sinyalin değerini artırıp azalttığına, sinyalin taşıdığı bilgi, değişim gösterebilmektedir. Bu sayede, RS-485 ile daha uzun mesafelerde güvenli haberleşme imkânı sağlanmıştır [6].



Şekil 2.3. 2 Kablolu RS 485 Haberleşmesi

RS-485 özellikleri

RS-485, standartta TIA/EIA-485 olarak geçer. RS-232'ye göre çeşitli avantajları vardır.

a) Maliyeti düşüktür. Sürücüleri ve alıcıları pahalı değildir. +5V ya da daha düşük güç kaynağıyla çalışırlar. Böyle bir kaynakla, farksal çıkışlarda gereken minimum 1.5 V'luk farkı üretebilirler. RS-232'nin $\pm 5V$ 'luk minimum çıkışı, \pm gerilimli bir güç kaynağını ya da bunları türeten daha pahalı bir arabirim yongası gerektirir.

b) Ağ Kapasitesi. İki cihazla sınırlı olmayışı RS-485'nin çok sayıda sürücüsü ve alıcısı olmasını sağlar. Yüksek empedanslı sürücülerle bir RS-485 256 düğümlü olabilir.

c) Uzun Linkler. Link uzunluğu 4000 feet'e çıkabilir. RS-232'de bu limit 50-100 feet'tir.

d) Sürat. Saniyede 10 Megabit hız mümkündür. Bit hızı kablo boyu ilişkilidir.

e) Seri arabirimleme kullanılması yanında RS-485, farksal SCSI gibi hızlı paralel arabirimlemede de kullanılabilir [7].

2.1.3. 20 mA akım ilmiği haberleşmesi

Uzun mesafelerde sıradan bakır iletken kullanarak haberleşmenin büyük bir problemi haberleşmenin güvenilir olmaması ve girişimin yüksek olmasıdır. Genellikle daha güvenilir sonuç alınması için haberleşme hızı düşürülür. Bu gibi hatlarda güvenilirliği artırmak için denenmiş ve test edilmiş bir yöntem ağ üzerinde akım iletmektir. Akım ilmiği bilinen en eski yöntemlerden biridir [5].

2.1.4. Telefon hattı üzerinden haberleşme

Telefon hattı üzerinden haberleşme alıcının bağlı olduğu modemin aranması ve modemin bu çağrıya cevap vermesi anlamına gelir. Arayan ve aranan modemlerin her ikisi de aynı şebeke üzerinde olmalıdır.

Telekomünikasyon şebekesi haberleşme hızı 2.400 bps ile 56.000 bps arasında değişmektedir ve bu hızı sadece modemler belirlemez. Telekomünikasyon hattı da bu hızın belirlenmesinde önemli bir etkendir [5].

2.1.5. GPRS ile haberleşme

GPRS ile veri paketlenir ve GSM ağı üzerinde internette olduğu gibi iletilir. Veri paketleri işaretlenir ve böylece band genişliğine bağlı olarak hedeflerine herhangi bir mevcut yoldan ulaşabilirler. İletim noktasında tekrar birleştirilir ve kullanılırlar. Gerçekte her cihaz çevrimiçi olacak ve veri iletmeye ve almaya müsait olacaktır aynı internete bağlı bir sunucu gibi [5].

2.1.6. Radyo frekansıyla haberleşme

Radyo frekansı iletimi dünyada uzun mesafeli haberleşme için bir dönüm noktası olmuştur. Genel olarak radyo frekansı yükseldikçe taşınabilen band genişliği miktarı artmaktadır. Bu yüzden GHz bandları en fazla genişliği sağlarlar [5].

2.1.7. Fiber-optik kablo ile haberleşme

Fiber-optik endüstriyel ortamlarda veri iletiminde popüler olmaya başlamıştır. Bunun en büyük sebepleri uzun mesafelerdeki yüksek hızı ve bu hızlarda dahi elektromanyetik girişime tamamen bağımsız olmasıdır. Haberleşme prensibi kablolu haberleşmeyle tamamen aynıdır [5].

2.1.8. Enerji hattı üzerinden haberleşme

Enerji hattı üzerinden haberleşme yani 'Power Line Carrier (PLC)' veri sinyallerinin güç iletim hatlarına ilave edilerek gönderildiği sistemdir. 1950'li yıllarda tarife değişimi için kullanılmaya çalışılmıştır. Bu denemede 100Hz ile 3000Hz arası bir sinyal frekansı kullanılmıştır fakat sistem enerji hatlarındaki enerji kalitesini düşük olması sebebiyle yeterli güvenilirliği gösterememiştir [5].

2.2. Temel Haberleşme Protokolleri

1. MODBUS Haberleşme Protokolü
2. IEC 61107 Haberleşme Protokolü
3. Profibus
4. DeviceNet
5. Canbus

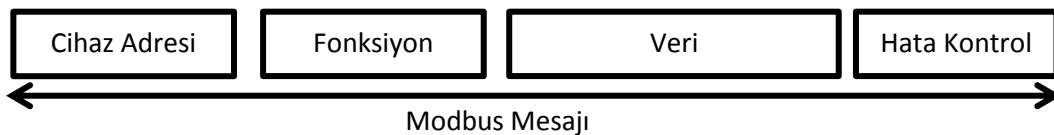
2.2.1. Modbus haberleşme protokolü

Modbus, 1979 yılında Modicon firması tarafından geliştirilmiş, sunucu istemci tabanlı olarak endüstride kullanılan, akıllı cihaz olarak tabir edilen, aygıtların haberleşmesi için geliştirilmiş bir protokoldür. Modbus protokolü, tamamen açıktır ve günümüzde birçok endüstri kuruluşundaki yapıda kullanılan bir protokoldür. Farklı yapılardaki cihazlar, Modbus ile haberleşebilmektedir [6].

Bazı verilere göre günümüzde dünya çapında 7 milyon endüstri kuruluşu, sistemleri içerisinde Modbus'ı kullanmaktadır.

Modbus, çoklu sahip/köle (master/slave) sistemlerini izlemek ve aygıtları programlamak için akıllı cihazları (PLC, inverter vb.), algılayıcılar ve diğer aygıtları birbirleri ile haberleştirmek için veya alan içerisindeki cihazları uzaktan bilgisayar ya da insan makine ara yüzleri ile kontrol edebilmek için kullanılabilir. Modbus, cihazlardan verilerin alındığı ve bu verilerin bir merkezde toplanabildiği bir endüstriyel ağ sistemidir [6].

Standart bir Modbus ağında, bir adet sahip (Master) ile birlikte 247 adet köle (Slave) cihaz bulunabilir. Bir önceki cümleden de anlaşılacağı üzere köle cihazlar, 247 adet olabilir, adresleri de 1 ile 247 arasında verilebilir. Modbus ağında sahip cihaz, diğer köle cihazdan aldığı verilere göre yine köle cihazları kontrol ettirebilir. Diğer bir deyişle köle cihazlar, içerisinden veri almayı ve bunlara veri yazmayı sağlayabilir. Modbus, açık bir protokoldür. Bunun anlamı, farklı üreticiler, bu protokole uygun cihazları herhangi bir ücret ödemeksizin üretebilir ve bu protokolü kullanabilir. Bu nedenle günümüzde, endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır [6].



Şekil 2.4. Modbus Mesajı

Modbus'ın esnekliği yüksektir. Bu yönüyle sadece akıllı cihazlara (PLC, mikrobilgisayar) değil de gelişmiş sensörlere de direkt olarak uygulanabilmektedir [6].

2.2.1.1. Modbus'ın çalışması

Modbus, seri haberleşme standardını kullanır. Orijinal olarak Modbus, RS232 seri haberleşme standardını kullanmaktadır. Ancak bu, sadece kısa mesafeler için geçerlidir. Uzun mesafeler için de RS485 seri haberleşme standardını da kullanabilmektedir. Modbus'ta veriler, birler ve sıfırlardan oluşan seriler hâlinde taşınmaktadır. Her bir bit, bir voltaj seviyesi olarak aktarılır. Bu voltaj seviyeleri yani bitler, çok hızlı bir şekilde cihazlar arasında iletilir. Bu hız, baud olarak adlandırılır (Örneğin 9600 baud 'bit/saniye') [6].

2.2.1.2. Modbus veri modeli

Modbus'ta veriler, dört farklı tablo içerisinde saklanır. Bu veriler ve Modbus adresleri aşağıdaki tablodaki gibidir. Bunlardan ayrık olanlara ON/OFF değerleri kayıtlıdır (bobinler). Diğerlerine ise sayısal değerler kayıtlıdır (registerler). Registerlerin ve bobinlerin sadece okunabilen veya hem okunup hep yazılabilen çeşitleri vardır. Her bir tabloda toplam 9999 değer vardır. Her bobin ya da kontak 1 bittir ve veri adresleri 0000 ile 270E arasındadır. Her bir register ise 1 word =16 bit yani 2 byte'tır. Bunlarında data adresleri 0000 ile 270E arasındadır [6].

Tablo 1.1. Modbus Veri Modeli

Tablo Adı	Türü	Bobin/Register Numaraları	Veri Adresleri
Ayrık Çıkış Bobinleri	Okunabilir/Yazılabilir	1-9999	0000-270E
Ayrık Giriş Kontakları	Sadece Okunabilir	10001-19999	0000-270E
Analog Giriş Registerleri	Sadece Okunabilir	30001-39999	0000-270E
Analog Çıkış Tutucu Registerler	Okunabilir/Yazılabilir	40001-49999	0000-270E

Modbus kullanarak iletişim kurmak için tasarlanan her bir cihaza, tek bir adres verilir. Seri ve MB+ networklerde nod atanır. Master, bir komutu başlatır. Ama ethernetette, herhangi bir cihaz, genellikle sadece bir master cihaz bunu yapmasına rağmen bir Modbus komutu gönderebilir. Bir Modbus komutu, onun için tasarlandığı cihazın Modbus adresini içerir. Diğer cihazların alabilmesine rağmen sadece tasarlanmış cihaz, komut üzerinde etkindir. Bütün Modbus komutları, bir komutun zarar görmediğini sağlamak için kontrol bilgisini içerir. Temel Modbus komutları, kayıtlarındaki bir veya birden fazla değeri geri göndermek için cihaza komut verebileceği gibi kayıtlardan birinde bir değer değişikliği, bir I/O port okuması veya kontrolü için bir RTU'ya talimat verebilir. Modbus'u destekleyen birçok modem ve ağ geçidi vardır. Çok basit bir protokoldür ve sıkça kopyalanır. Onlardan bazıları, bu protokol için özellikle tasarlanmıştır. Farklı uygulamalar, kablolu, kablosuz iletişim ve hatta SMS veya GPRS de kullanır. Tasarımcının üstesinden gelmek zorunda olduğu genel sorunlar, yüksek dönme süresi ve zamanlama problemlerini içerir [1].

2.2.1.3. Pc modbus haberleşmesi

Modbus iletişim protokolü ile gerekli olan set değerleri ve parametreleri RS-485 kablolu iletişimi ile PC aracılığı ile aktarılır.

Modbus: 04 03 00 02 25 01 E7 00 81 00 13 00 00 şeklinde ':' ile başlayan sonrasında cihaz adresi, cihaz komutu, set değer adres ve parametrelerini içeren bir formattır.

Örneğin sıcaklığın 50 °C olması istenen bir yerde, sisteme bağlanan sensörden gelen bilgiler doğrultusunda otomatik olarak bir ısıtıcı açılıp kapanabilir. Gerekli görüldüğü zaman RS-485 iletişimi ile 50 derece olan set değeri istenen bir sıcaklık değeri ile değiştirilir [1].

Bizim çalışmamızda RS-485 seri haberleşme standardı kullanılmıştır. RS-232 maksimum 20 kbps veri iletim hızında sadece bir DTE (data terminal cihazı)'nın sadece bir DCE (data haberleşme cihazı) ye bağlanabilmesi ve bu iki cihaz arasındaki maksimum kablo uzunluğunun 15 metre olması teknolojik gelişmelere paralel olarak yeterli gelmemektedir. Bu yüzden daha uzun mesafelere, daha fazla

DTE bağlama ve daha hızlı haberleşmesi RS-485 standardını avantajlı kılmaktadır. Aşağıda bu iki standardın özellikleri karşılaştırılmıştır [8].

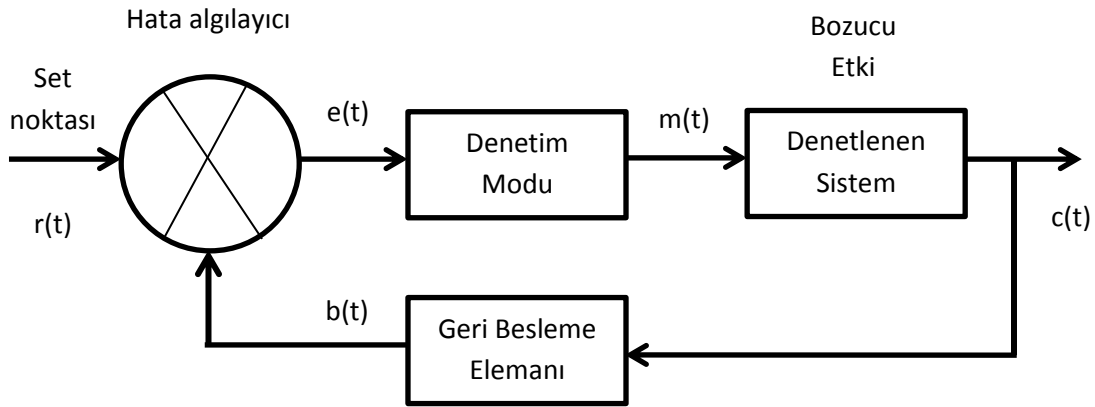
Tablo 1.2. Seri Arabirim Standartlarının Özellikleri

Özellik	RS-232	RS-485
Çalışma şekli	Tek uçlu giriş ve çıkış	Farksal uçlu giriş ve çıkış
Verici sayısı	1	1/32
Alıcı sayısı	1	10/32
Hat uzunluğu	15 m.	1200 m.
Veri transfer hızı	20 kbaud/15m	100 kbaud/1200m
Lojik seviyeler		
0	>+3 den + 15V	A < B
1	<-3 den -15V	A > B

Ayrıca çalışmamızda Modbus RTU haberleşme protokolü kullanılmıştır. Teknolojik olarak bir kaç adım öndeki diğer standart iletişim protokollerinin yanında MODBUS bugün hala herhangi bir PC veya küçük bir mikroişlemci ile birlikte kullanılabilen ve sağlam geçmişi ve basit altyapısıyla artan sayıda imalatçı tarafından desteklenmekte ve mevcut pek çok endüstriyel sistemle iletişim kurabilmektedir [7].

BÖLÜM 3. P, PI VE PD DENETİM YÖNTEMLERİ

Bir kapalı çevrim denetim sisteminde geri besleme elemanı üzerinden alınan çıkış büyüklüğünün değerlendirilebilir kısmı, referans bir değer ile karşılaştırılır ve elde edilen hata sinyalinin yapısına ve kontrol edilen değişkene uygun bir denetim sinyali üretilir. Uygun denetim sinyalini denetim modu ünitesi oluşturur. Denetim modu ünitesi bu işlemi bir veya birkaç denetim yöntemi (denetim modu) kullanarak gerçekleştirir. Bu kısımda P, PI veya PD denetim yöntemlerini kullanarak sinyal üreten denetim devreleri ve matematiksel modellemeler incelenecektir [9].



Şekil 3.1. Kapalı Çevrim Denetim Sistemi Genel Blok Şeması

Aç-kapa yöntemi kullanılan kapalı çevrim denetim sistemlerinde daha önce anlatıldığı gibi histeresiz olayı meydana gelmektedir. Bu tür kapalı denetim sistemlerinde set değeri etrafında histeresiz bandı oluşur. Çıkış değeri set değerini geçer geçmez kontrolör çıkışı kapalı sinyali üretemez, ancak bu band geçildikten sonra çıkış kapatılır. Aynı şekilde, ölçüm değeri set değerinin altına histeresiz bandının dışına ulaşınca açık sinyali üretilir. Bu nedenle aç-kapa modlu denetim sistemi sağlıklı bir sistem değildir. Ölçülen çıkış değişkeni hiçbir zaman set noktasında sabitlenemez ve sistemde sürekli salınım oluşur. Bu nedenle de sistemde

aşırı enerji tüketimi oluşur. Kritik proseslerde ve hızlı tepki gereken işlemlerde yetersiz bir denetim gerçekleşir. Kapalı çevrim denetim sistemlerinde aç-kapa denetim yönteminin sakıncalarını ortadan kaldırmak için P, I, D denetim yöntemleri ve bunların birleşiminden meydana gelen yöntemler geliştirilmiştir. Aç-kapa yöntemi kullanan denetim modu ünitesi kesikli çalışırken bu modülde bahsedilecek olan denetim yöntemlerini kullanan üniteler sürekli çalışırlar [9].

3.1. Oransal (P) Denetim Yöntemi

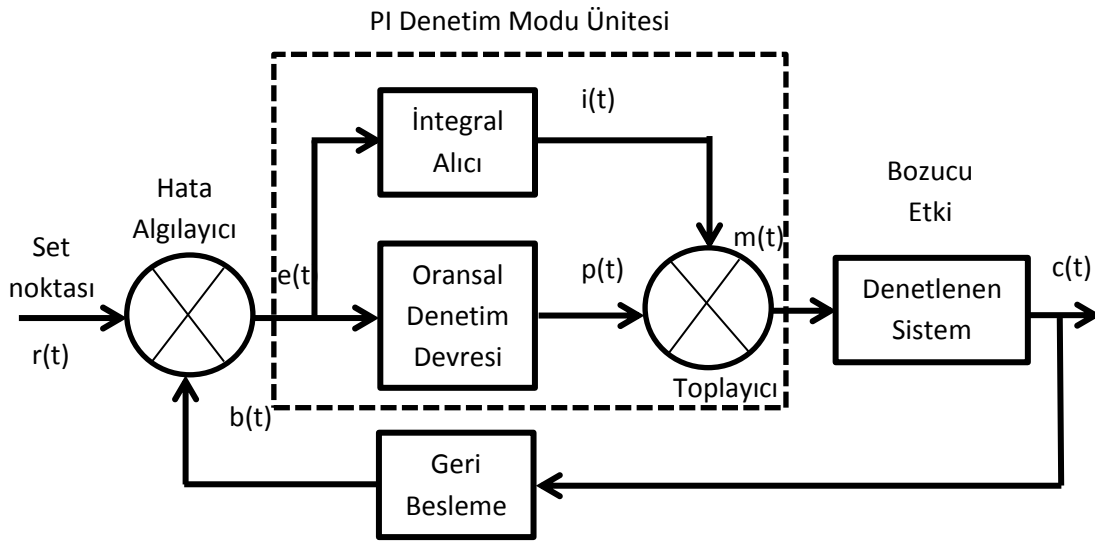
Sadece kazanç katsayısının aktif olduğu PID kontrolör türüdür. Basit şekilde ifade edilirse; sistemde oluşan hata, PID kazancı ile çarpılır ve kontrolör çıkışı olarak dışarıya verilir [9].

Oransal denetim yönteminde, kontrolör çıkışında hata sinyali ($e(t)$) ile orantılı bir değişim üretilir ve çalışma devamlıdır. Sistemin enerji ihtiyacı her an değişim gösterir. Kontrolör ölçme elemanından aldığı ölçme bilgisine göre sürücü elemanını uyarır. Sürücü eleman da güç elemanına giren enerjiyi kontrol eder. Ölçme elemanı denetlenen değişkeni sürekli ölçer ve kontrolöre sürekli olarak sinyal gönderir. Sistemin set değerinde bir sapma olduğu anda ölçme elemanı bunun karşılığı olan elektrik sinyalini kontrolöre gönderir. Kontrolör bu bilgiyi referans değer ile karşılaştırarak sürücü elemanı uyarır [9].

3.2. Oransal-İntegral (PI) Denetim Yöntemi

Kazanç ve integral katsayılarının aktif olduğu PID kontrolör türüdür. Basit şekilde ifade edilirse; sistemde oluşan hata, oluşan toplam hatanın integral katsayısına bölümü ile toplanır ve PID kazancı ile çarpılarak kontrolör çıkışı olarak dışarıya verilir [9].

PI denetime başlamadan önce integral denetim yönteminden bahsetmekte fayda vardır. İntegral denetim yöntemi kontrolör çıkışını hata sinyalinin integrali ile orantılı olarak değiştirir. Hata olduğu sürece çıkışta bir değişim meydana getirir [9].

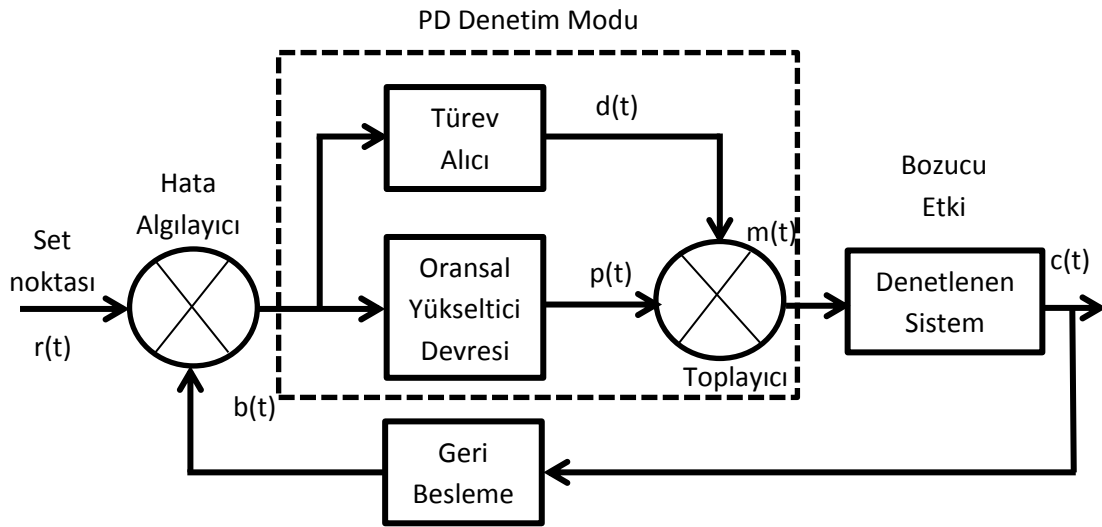


Şekil 3.2. Oransal İntegral Denetim Modlu Kapalı Çevrim Denetimi

3.3. Oransal-Türevsel (PD) Denetim Yöntemi

Türev denetim yöntemi hata sinyalinin değişim hızıyla orantılı olarak kontrolör çıkışını değiştirir. Bu değişim set noktası, ölçülen değişken ya da her ikisinin birden gerçekleştirdiği bir değişim nedeniyle olur. Türev denetimi hatanın ne kadarlık bir hızla değiştiğini gözleyerek bu hatayı sezinlemeye çalışır. Beklenen bir hatayı azaltmak için ve bir denetim hareketi üretmek için değişim hızını kullanır. Türev yöntemi sadece hata değiştiğinde kontrolör çıkışına katkıda bulunur. Bu sebeple bu yöntem her zaman oransal yöntemle ve bazen de bunlara ilave olarak integral yöntemiyle beraber kullanılır. Türev denetim yöntemi tek başına asla kullanılamaz [9].

Şekil 3.3'te PD kontrolör blok şeması görülmektedir.



Şekil 3.3. Oransal Türevsel Denetim Modlu Kapalı Çevrim Denetimi

3.4. Oransal-İntegral-Türev (PID) Denetim Yöntemi

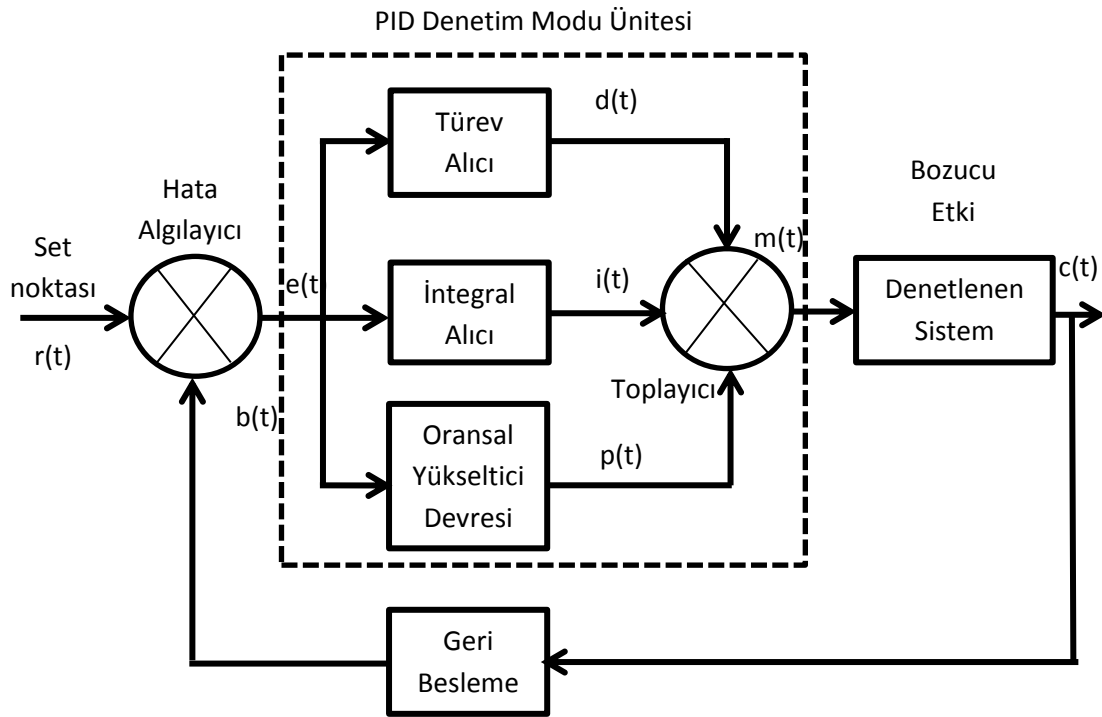
PID yöntemi oransal, türevsel ve integral yöntemlerin birleşmesiyle oluşur. PID kontrolör 3-modlu kontrolör olarak da bilinir. İntegral bileşeni büyük yük değişimleri nedeniyle oluşan oransal offseti azaltmak ve yok etmek için kullanılır. Türev yöntemi de osilasyon eğilimini azaltır ve hata sinyalini önceden sezen bir etki sağlar. Türev yöntemi özellikle ani yük değişimlerinin olduğu proseslerde çok kullanışlıdır. Diğer bir ifadeyle PID yöntemi bir veya iki denetim yönteminin hatayı kabul edilebilir limitler içerisinde tutamadığı hızlı ve büyük yük değişimleri olan proseslerde kullanılır. Aşağıdaki eşitlikler ideal 3-modlu kontrolörü tanımlamaktadır [9].

$$v = Pe + I \int_0^t e dt + D \frac{de}{dt} + V_0 \quad (1.1)$$

Transfer fonksiyonu ise aşağıdaki eşitlik ile tanımlanır.

$$\frac{V}{E} = \frac{Ds^2 + Ps + I}{s} \quad (1.2)$$

Şekil 3.4'te PID denetim sisteminin blok şeması görülmektedir.



Şekil 3.4. PID Kapalı Çevrim Denetimi

PID denetimde set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyalinin türevi ve integrali alınır. Hata sinyali oransal denetleyiciden geçer ve toplayıcı devresinde türev sinyali, integral sinyali, oransal sinyal ve dengeleme gerilimi (V_o) toplanır. Bu şekilde dengeleme gerilimi taban alınarak düzeltme yapılmış olur. Türevsel etkinin fonksiyonu üst aşım (overshoot) ve alt aşım (undershoot) değerlerini azaltmaktadır. İntegral etki ise kalıcı durum hatasını sıfırlar. Türev yöntemi sayesinde daha yüksek kazanç değerleri elde edilebilir [9].

PID denetiminin eşitlikleri ve transfer fonksiyonu K_p , K_d ve K_i terimleriyle aşağıdaki gibi formülize edilirler [9].

$$d(t) = K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1.3)$$

$$i(t) = K_i \int_0^t e(t) dt \quad (1.4)$$

$$p(t) = K_p e(t) \quad (1.5)$$

$$m(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} + V_0$$

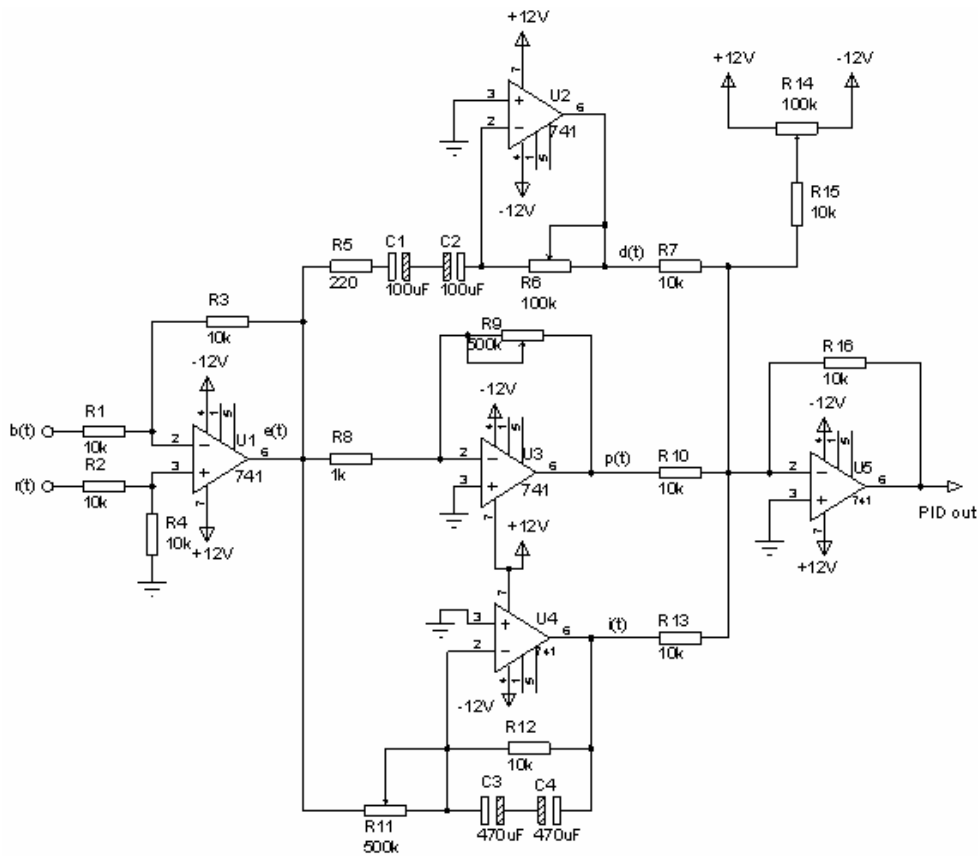
eşitlikleri yazılabilir. Transfer fonksiyonu daha önce belirtildiği gibi; (1.6)

$$TF = \frac{K_d s^2 + K_p s + K_i}{s} \quad (1.7)$$

ile tanımlanır.

3.5. PID Kontrolör Devreleri ve Cihazları

Bir PID kontrolör devresinde oransal, türev ve integral katları genellikle ayrı ayrı bulunur ve sonuçta bu katlar toplanır. Bu sistem ileri düzeyde yapılan bir sistemdir. PID kontrolör devresi analog olabileceği gibi dijital de olabilir. PID denetim devresi dijital bir devre ise içerisinde ayrıca A/D ve D/A çeviricileri de içermelidir [9].



Şekil 3.5. PID Kontrolör Devresi

Şekil 3.5'deki PID kontrolör devresinde U1 opampı hata algılayıcı, U2 opampı türev denetleyici, U3 opampı oransal denetleyici, U4 opampı integral alıcı ve U5 opampı da toplayıcı olarak çalışmaktadır [9].



Şekil 3.6. Çeşitli PID Kontrolör Cihazları

PID denetim yönteminin günümüzde birçok kullanım alanı mevcuttur. Sıvı seviye denetiminde, motor kontrolünde, sıcaklık kontrol sistemlerinde ve daha birçok benzer kapalı çevrim denetim sisteminde kullanılmaktadır. Bu sistemler özellikle sıcaklık kontrolünün önemli olduğu tıp elektroniği uygulamalarında, nükleer santrallerde, kimyasal işlemlerle ürün oluşturulan fabrikalarda, sebze ve meyve üreten seralarda, fabrikalarda ham maddenin bulunduğu depo seviyelerinin kontrolünde çok yaygın biçimde kullanılmaktadır. Günümüzde tüm bu alanlarda kullanılmak üzere tasarlanmış birçok PID kontrolör cihazı bulunmaktadır [9].

Aşağıda bu cihazlardan birkaç tane örnek görülmektedir.

Günümüzde kullanılan PID kontrolör cihazlarının katalogları incelendiğinde aşağıdaki özellikler dikkat çekmektedir.

- a) Düşük boyut ve panoya ya da makine üzerine monte edilebilme özelliği
- b) Dijital göstergeye sahip olma dijital olarak set değerlerini ve parametreleri ayarlayabilme özelliği
- c) On-Off, P, PI ve PD modları ile çalışabilme özelliği
- d) PID parametrelerinin otomatik olarak ayarlanabildiği autotune özelliği
- e) Sıcaklık denetimi için hazır termokupl ya da RTD girişleri özelliği

- f) Akım ve/veya gerilim türünden analog giriş özelliği
- g) Analog, röle veya SSR çıkışlardan birini kullanabilme özelliği
- h) Programlanabilir alarm özellikleri
- ı) Ofset farkı ayarlayabilme ve röle çıkışı için çekme bırakma gecikmesi oluşturabilme özelliği
- i) RS-232 ile seri haberleşebilme özelliği
- j) RS-485 Modbus protokolü ile haberleşebilme özelliği [9].

3.6. PID Kontrolör Ayarı

Çevremizde ve tabii ki endüstride birçok PID uygulaması mevcuttur. Analog veya dijital olarak mevcut olan bir PID kontrolör cihazının ayarı çok önemlidir. PID kontrolörü oluşturan oransal, integral, türev kazançlarının her biri sistemin çalışmasına çeşitli şekillerde etki etmektedir. Oransal kontrolör, yükseliş zamanının azalmasına etkiliyken kalıcı durum hatasını ortadan kaldırmada etkili değildir. İntegral kontrolör bu hatayı ortadan kaldırır fakat geçici olan tepkileri kötüleştirir. Türev kontrolörü sistemin kararlılığını artırır, aşımı azaltır ve geçici olan tepkileri iyileştirir. Kapalı çevrim sisteminde her bir kontrolörün etkisi K_p , K_i ve K_d kazançları verilerek tablo 3.1’de özetlenmiştir [9].

Tablo 3.1. PID Kontrolör Parametrelerinin Etkileri

Kontrolör	Kazanç	Yükselme zamanı	Aşım	Oturma zamanı	Kalıcı durum hatası
Oransal	K_p	Azaltır	Arttırır	Biraz arttırır	Azaltır
İntegral	K_i	Biraz azaltır	Arttırır	Arttırır	Yok eder
Türev	K_d	Biraz değiştirir	Azaltır	Azaltır	Çok az etkiler

Yükselme zamanı, sisteme ilk enerji verilmesinden set değerinin yaklaşık olarak % 90’ına ulaşılması için gereken süredir. Oransal kontrol kazancının artırılması bu süreyi azaltırken, integral kazancı ve türev kazancı değişiminin bu süre üzerinde çok az etkisi vardır. Oransal ve integral kazançları oransal ofseti ya da diğer bir deyişle set değerinin üzerindeki ve altındaki aşım miktarını artırırken, türev kazancı aşımı azaltır. Oturma zamanı set değeri etrafındaki osilasyonların kabul edilebilir bir seviyeye inmesi için gereken süredir. Set değerine oturma zamanını oransal ve

integral kazançları artırırken, türev kazancı oturma zamanını azaltır. Oturma zamanının az olması istenen bir durumdur. Oransal kazancın artırılması kalıcı durum hatasını azaltır fakat sıfırlayamaz, integral kazancı sayesinde kalıcı durum hatası ortadan kaldırılır. Türev kazancının kalıcı durum hatasına etkisi yoktur. PID parametrelerinin ayarlanması kapalı çevrim sisteminin güvenli bir şekilde yürütülmesi için çok önemlidir. PID parametreleri deneysel olarak ayarlanabileceği gibi daha profesyonel anlamda değişik matematiksel yöntemlerle hesaplanarak da ayarlanabilir. Ziegler–Nichols metodu, öz uyarlamalı metot vb. metotlar bunlardan bazılarıdır [9].

BÖLÜM 4. DENEYSEL OTOMOBİL KLİMA SİSTEMİNDE KULLANILAN ELEMANLAR

4.1. Sensörler ve Transdüserler

Fiziksel ortam değişikliklerini (ısı, ışık, basınç, ses, vb.) bizim yerimize algılayan cihazlara ‘sensör’, algıladığı bilgiyi elektrik enerjisine çeviren cihazlara ‘transdüser’ denir [10].

4.1.1. Basınç transmitteri

Basınç sıvı ve gazlar moleküler etkileşim nedeniyle içinde buldukları kabın birim yüzeyine uyguladığı kuvvet olarak açıklanabilir. Bu değişkenin kontrol edilebilmesi için ölçülebilir olması gerekir. Basıncın ölçülmesini sağlayan sensörlere basınç sensörleri denir. Basınç ölçüm yapılacak sisteme göre, mutlak basınç transmitteri, gauge basınç transmitteri, fark basınç transmitteri gibi basınç transmitteri kullanılabilir [11].



Şekil 4.1. Basınç Transmitteri

Basınç transmitteri modeli S-10

Özellikleri:

Ölçüm aralıkları: 0 ... 1000 bar arası

Çıkış sinyalleri: 4 ... 20 mA, DC 0 ... 10 V, DC 0 ... 5 V [12].

4.1.2. Nem/Sıcaklık transmitteri

Ht-2 Sıcaklık ve Nem transmitterleri birçok uygulama alanında kullanıma elverişlidir. Soğuk hava depolarından, kümes hayvancılığına, ofis sıcaklık-nem izleme sistemlerinden, izole odalara kadar pek çok alanda güvenle kullanılabilir [13].



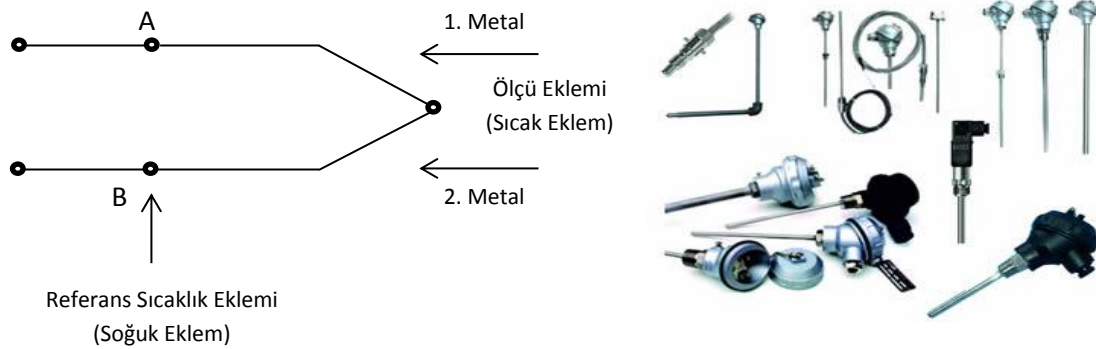
Şekil 4.2. Sıcaklık/Nem Transmitteri

Ht-2 Sıcaklık ve Nem transmitterinin genel özellikleri aşağıda yer almaktadır.

- a) Sıcaklık ve nem için 2 farklı analog çıkış (4-20 mA veya 0-10 V) veya 2 adet 3 Amper Röle (Kontrol veya Alarm amaçlı)
- b) Röle çıkışlı modülde RS-485 Modbus haberleşme
- c) 24 V Dc Besleme
- d) Nem Ölçme Aralığı: Bağıl Nem 0 ... 100%
- e) Sıcaklık Ölçme Aralığı: -40°C / 80°C [13].

4.1.3. Termokupl

Termokupl iki farklı alaşımın ucunun kaynaklanması ile oluşturan basit bir sıcaklık ölçü elemanıdır. Kaynak noktası sıcak nokta, diğer açık iki uç soğuk nokta (veya referans noktası) olarak anılır. Termokupl olayı sıcak nokta ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkından doğar. Bu sıcaklık farkına orantılı, soğuk nokta uçlarında mV mertebesinde gerilim üretilir. Termokuplun sıcak noktası ve soğuk noktası arasındaki sıcaklık dağılımı nasıl olursa olsun üretilen gerilim, sıcak ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkına orandır [14].



Şekil 4.3. Termokupl'un Yapısı

-200°C'den 2320°C'ye kadar çeşitli sıcaklık aralıklarında en çok kullanılan DIN 43710 ve IEC 584 standart termokupl eleman teli çeşitleri şöyledir [14].

Tablo 4.1. Çeşitli Termokupllar ve Sıcaklık Limitleri

		DIN 43710	DIN 43710 IEC 584	SICAKLIK ARALIĞI
1)	Cu-Const	U	T	-200 ÷ 300 °C
2)	Fe-Const	L	J	-200 ÷ 800 °C
3)	Cr-Al		K	-200 ÷ 1200 °C
4)	NiCr-Ni		K	-200 ÷ 1200 °C
5)	Cr-Const		E	-200 ÷ 1200 °C
6)	Nikrosil-Nisil		N	0 ÷ 1200 °C
7)	Pt% 10Rh-Pt		S	0 ÷ 1500 °C
8)	Pt% 13Rh-Pt		R	0 ÷ 1600 °C
9)	Pt% 18Rh-Pt		B	0 ÷ 1800 °C
10)	Tn-Tn% 26Re		W	0 ÷ 2000 °C

Deneyde kullanılan termokupl T tipidir. T türü (bakır –konstantan) termokupllar, –200 ile 350 °C arasında kullanılır. Algılaması yaklaşık 43 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 'dir [14].

4.1.4. 8 Kanal termokupl giriş modülü

Bu modül 16bit çözünürlükte 8 kanal termokupl girişine sahiptir. B, E, K, T, E, R ve S termokupl tiplerini desteklemektedir. Her kanal için ayrı ayrı PID fonksiyonlarını desteklemektedir. Modbus/RTU protokolünü destekler. 4 ~ 20mA destekler [15].



Şekil 4.4. Termokupl Giriş Modülü

4.1.5. 8 Kanal 20mA analog giriş modülü

Analog değerler, direk PLC tarafından okunamaz. PLC cihazı, yalnızca mantık sinyallerini (0 ve 1) algılayabilmektedir. İşte doğrusal sinyallerin PLC tarafından algılanabilmesi için giriş değeriyle orantılı olarak PLC'ye bir sayısal değer atayan analog giriş modülüne ihtiyaç vardır. Analog sinyaller için PLC'ye analog giriş modülü ilave edilmesi gerekmektedir [16].

Analog girişlere bağlanan basınç, seviye, ışık, sıcaklık, nem gibi algılayıcılardan gelen doğrusal değerleri alarak analog/sayısal çevirici (ADC) aracılığıyla sayısal bilgiye çevirir. Bu birimde çevirim seviyeleri doğrusal sinyal ile orantılı olarak 12 bit binary şeklinde gösterilir. Ayrıca analog değerleri 16 bitlik sayısal değerlere çevirir. Bir analog modül içerisinde CPU'dan (merkezi işlem birimi) ayrı olarak bir kontrol sistemi vardır. Bu sistem kanal seçiminin ve giriş verilerinin tampon belleğe yazılışını kontrol eder. Ayrıca kendine has bir tarama zamanı vardır. Böylece belleğe

yazma zamanları ile CPU tarafından bellekten veri okuma zamanlarının çakışmaları önlenmiştir [16].

Kullanılan modül 16 bit etkin çözünürlüklü analog giriş sağlar. Jumper ayarları ile sinyal akım veya gerilim olarak değiştirilebilir. Modbus/RTU RS-485 ile haberleşme imkânı sağlar [17].



Şekil 4.5. 20mA Analog Giriş Modülü

4.1.6. Debi (kütle akış) sensörü

Kütle akış ölçerlerin çalışması Coriolis prensibine dayanır. Gazların ve sıvıların kütleli akışının, yoğunluğunun ve sıcaklığının doğrudan, hacimsel akış ve kütleli ya da hacimsel konsantrasyonunun hesaplanarak ölçümünün tek bir cihazla gerçekleşmesini sağlar [18].

Anlık ve toplam, kütleli akış, hacimsel akış, yoğunluk, sıcaklık, konsantrasyon ve akış hızı ölçümü yapabilen düşük akışlar için Z formunda tek ölçüm tüplü, düşük akış hızındaki uygulamalar için geliştirilmiştir. Teknik özellikleri şöyledir [18].

150 bar / 2.175 psi standart ölçüm tüpü.

Çalışma basıncı : 1 bar / 14.5 psi

Modbus sürümü : Bir PLC bağlantısı için Modbus çıkışı sağlayan entegre elektronik sensör

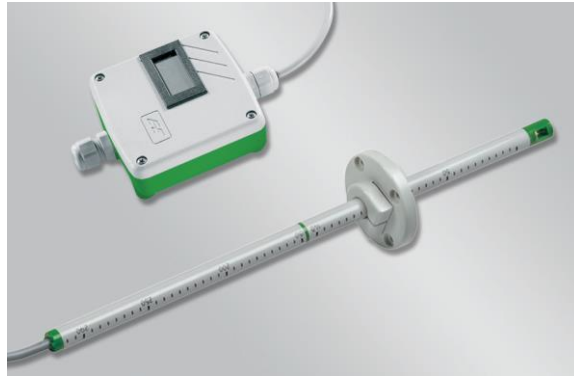
Optimass kütle akış ölçerler yüksek hassaslık ve mükemmel tekrarlanabilirlik sağlarlar [18].



Şekil 4.6. Kütle Akış Sensörü

4.1.7. Hava akış transmitteri

Hava akış sensörleri klima sistemlerinin veya kontrol panolarının soğutma havalandırmasının izlenmesi için tasarlanmıştır. DC ve AC çeşitleri ile farklı seçenekler sunar [19].



Şekil 4.7. Hava Akış Transmitteri

EE65 serisi akım veya gerilim çıkışı mevcuttur, ölçüm aralığı ve tepki süresi kullanıcı tarafından jumperlar ile seçilebilir. Problar ile çalışma sıcaklığı $-25...50^{\circ}\text{C}$ arasındadır [19].

Çalışma aralığı 0...10m/s (0...2000ft/min)

0...15m/s (0...3000ft/min)

0...20m/s (0...4000ft/min)

Çıkış 0 - 10 V -1 mA < IL
< 1 mA

0...10m/s / 0...15m/s / 0...20m/s 4 - 20 mA [19].

4.2. Güç Kaynakları

Sistemde DC besleme amacıyla 24V ve 12V'luk güç kaynakları kullanılmıştır [20].



Şekil 4.8. 24V – 12V Güç Kaynakları

4.3. 3 Fazlı Elektrik Motoru

Sistemdeki kompresörün kayış kasnak mekanizması vasıtasıyla tahrikinde Gamak marka 3 fazlı elektrik motoru kullanılmıştır. 380 Volt gerilimle çalışmaktadır. Kompresör olarak Sanden marka sabit kapasiteli kompresör kullanılmıştır. Deney düzeneğinde kompresörün çalıştırılması, kayış-kasnak mekanizması aracılığıyla 3 fazlı akımla çalışan asenkron elektrik motoru tarafından sağlanmıştır. Devreye bağlanan frekans dönüştürücü ile motor hızı ve dolayısıyla kompresör devrinin, gerçek çalışma koşullarındaki devirlerle aynı olması sağlanmıştır [21].

4.4. AC Motor Sürücü (Frekans İnverter)

Bu cihazlar, üç fazlı AC motorların devirlerini kontrol etmek için kullanılan bir dizi frekans inverterleridir. 120 W'lık tek fazlı girişten 11 kW'lık üç fazlı girişe kadar değişik özellikte çeşitli modelleri mevcuttur [22].

İnverterler, mikro işlemciler tarafından kontrol edilen ve teknoloji harikası Yalıtılmış İki kutuplu Geçit Devreli Transistör (IGBT) tekniğini kullanmaktadırlar. Bu özellik onları güvenilir ve çok yönlü yapmaktadır. Frekansı değiştirilebilen özel bir pals genişliği modülasyon (PWM) yöntemi sayesinde motorların sessizce çalışması sağlanmaktadır. Geniş çaplı koruma fonksiyonları, inverter ve motorun mükemmel şekilde korunmasını sağlamaktadır [22].

Commander SK firmasına ait sürücü kurulumunu ve yapılandırmasını sadeleştirerek zaman kazandırırken, sınıfındaki diğer sürücülere göre daha karmaşık uygulamalarda kullanım için gereken performansa ve işlevsel derinliğe sahiptir. Başlıca özellikleri şunlardır [22].

Tek veya üç fazlı 200 V beslemeli sürücüler, ikili çalışma modları olan fan/pompa modu ve daha yüksek güçlü makine çalışma modu alternatifleri ile stok seviyesini azaltır [22].

Gelişmiş özelliklere erişmek amacıyla diğer otomasyon donanımlarına veya bilgisayar araçlarına bağlantı için Modbus RTU özellikli yerleşik seri port, Fieldbus ve Ethernet bağlantısı, gerçek zamanlı saat ve ek G/Ç için opsiyon modüller [22].



Şekil 4.9. AC Motor Sürücü

Başlıca teknik özellikler

- a) Hızlı performans optimizasyonu için durağan otomatik ayar işlemi
- b) Daha fazla uygulama esnekliği için önceden ayarlı 8 hız seviyesi
- c) Tüm parametrelere (temel ve ileri seviye menülere) tuş takımıyla erişim
- d) Açık çevrim vektör kontrolü. Hız veya Moment kontrolü
- e) Hız referans girişi: 0-10 V, 0-20 mA, 4-20 mA (-10V - +10V SM-I/O Lite opsiyonu)
- f) 3 kHz - 18 kHz arası anahtarlama frekansı - sessiz motor çalışması
- g) 0 - 1500 Hz arası çıkış frekansı
- h) Doğrusal ve S tipi hızlanma ve yavaşlama rampaları
- i) Standart donanım olarak RJ45 soketi üzerinden Modbus RTU RS-485
- j) Standart donanım olarak DC gerilim uygulamalı frenleme
- k) Standart donanım olarak dinamik frenleme transistörü
- l) Dinamik motor akısına V/Hz bağlı enerji tasarrufu
- m) Karesel motor akısı V/Hz ile fan ve pompa kontrolunda enerji optimizasyonu
- n) Zamanlayıcı, eşik değer kontrolü, matematik blokları, lojik işlemciler, PID kontrolör ve kW/s ölçümü gibi gelişmiş standart yazılım özellikleri [22].

4.5. Proximity Switch (Endüktif Yaklaşım Sensörü)

Endüstriyel kontrol ve otomasyon uygulamalarda sıklıkla kullanılan sensörlerden birisi proximity sensördür. Proximity sensör bir cismin varlığını veya yakınlığını gören sensördür. Proximity sensör oluşturduğu elektromanyetik veya elektrostatik alandaki değişimleri kontrol ederek çalışır. Hedef cismin özelliğine göre farklı tipte proximity sensörler kullanılmaktadır [23].



Şekil 4.10. Endüktif Yaklaşım Sensörü

Motor devir sayısının tespiti için, endüktif yaklaşım sensörü (proximity switch) kullanılmıştır. Endüktif yaklaşım sensörleri metal elemanlara duyarlıdır.

Endüktif sensör 0-4 mm mesafe aralığında, önünden geçen metal elemanları görebilmektedir. Motor miline tespit edilmiş olan zincir dişli mil ile beraber dönerken, bu esnada sensör önünden geçen diş sayıları sayılmakta ve PLC ünitesine gönderilmektedir. PLC kontrol panelinden girilen devir sayısını okuyarak sensörden aldığı devir bilgisi ile karşılaştırır. PLC karşılaştırmanın sonucu doğrultusunda frekans invertörüne 0-10 V DC sinyal göndererek sürücüyü kontrol eder. Burada asıl kontrol elemanı olan PLC, sürücüyü ara eleman olarak kullanmak suretiyle motorun sabit devirde kalmasını sağlamaktadır [24].

4.6. Katı Hal Röleleri (Solid State Relay – SSR)

Bir katı hal rölesi (SSR), küçük bir kontrol sinyali ile daha büyük bir akım veya gerilimi kontrol eden bir elektronik anahtarlama cihazıdır.

Uygulamaları:

- a) Ac - dc anahtarlama ve sıcaklık kontrolü
- b) Otomatikleştirme kontrolü
- c) Sayısal - kontrollü makinalar



Şekil 4.11. Katı Hal Rölesi

Güç çıkışı değişken direnç ile triyak tetikleme açısı ile kontrol edilir.
250K Ω /110VAC, 500 K Ω /220VAC

SSR: Tek Faz Solid State Röle

40A (çıkış akımı)

L :4-20mA (lineer) (giriş gerilimi)

A: AC gerilim (çıkış gerilimi)

Genel: Standart tip (24-380 VAC) [25].

4.7. Horner PLC Modülü

Günümüzde otomasyon teknolojisinin çok hızlı bir gelişme içinde olduğu görülmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri de hiç şüphesiz mikroişlemci ve mikrodenetleyicilerde ulaşılan çok hızlı gelişmelerdir. Mikrodenetleyici denildiğinde akla ilk PLC (Programmable Logic Controller) gelir. PLC'ler kolay programlanabilmeleri, simülasyon yapabilme imkanı ile programlarda hata riskini azaltmaları gibi özellikleri ile ilgiyi kendilerine çekmektedirler. Bu çalışmada PLC kullanılarak bir deneysel endüstriyel sistem kontrol edilmiştir. Kontrol edilen sistem parça tanıma, ayırma ve birleştirme işlemlerini gerçekleştirmek için tasarlanmıştır [26].

PLC'ler ile yapılan otomasyon sistemleri röleli ve bilgisayarlı (PC) sistemlere göre birçok avantaja sahiptir. Bunlardan bazıları şöyle sıralanabilir;

- a) Daha üst düzeyde bir otomasyon sağlanır
- b) PLC'li sistem daha uzun süre bakımsız çalışır ve ortalama bakım süreleri daha azdır.
- c) Teknik gereksinimler arttıkça PLC'li sistem az bir değişiklikle ya da hiçbir değişiklik gereksinimi duyulmadan yeniliğe adapte edilebilir.
- d) PLC'ler daha az yer kaplar ve çok az enerji harcarlar.
- e) PLC'li sistemler endüstri ortamlardaki yüksek elektriksel gürültü, elektromanyetik parazitler, mekanik titreşimler, yüksek sıcaklıklar gibi olumsuz koşullar altında çalışabilir.
- f) Teşhis yazılımlarıyla hatalar kolayca bulunabilir [26].



Şekil 4.12. Horner PLC

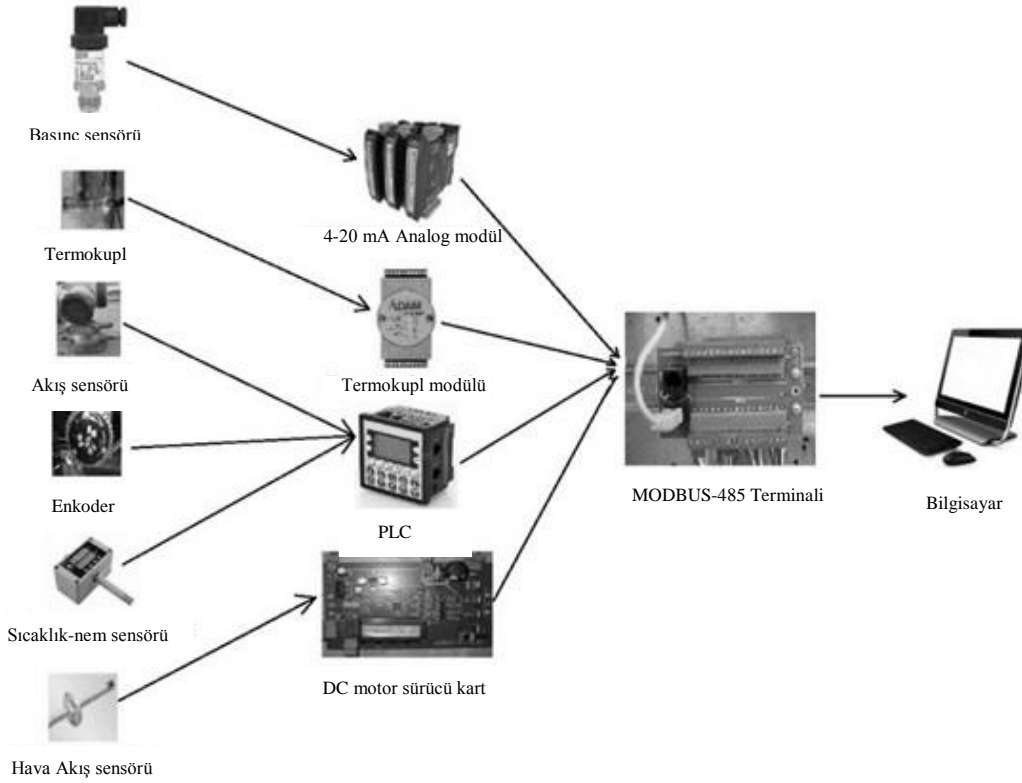
Horner XLe Serisi PLC'lerin teknik özellikleri şöyledir:

Karakterler/Piksel:	128x64
Toplam Tuşlar:	20
Fonksiyon Tuşları:	10
Ladder Lojik Hafıza:	256KB
Register Hafızası:	32KB
Lojik Tarama Oranı:	1.2 mS/K
Sökülebilir Hafıza Kartı:	microSD

AutoTune PID Kapasitesi: var
SmartStack I/O Desteği: RCS116 ile
Dijital Girişler / ıkışlar: 2048/ 2048
Analog Girişler / ıkışlar: 512/ 512
Genel Amaçlı Kaydediciler: 9999
Genel Amaçlı Dahili Bitler: 4096
Toplam Aktif Portlar: 2
RS-232 Portlar/RS-485 Portlar: Her bir port RS-232 veya RS-485
RTU/Modbus Master/Slave: var
Ethernet Desteği: HE-XEC [27].

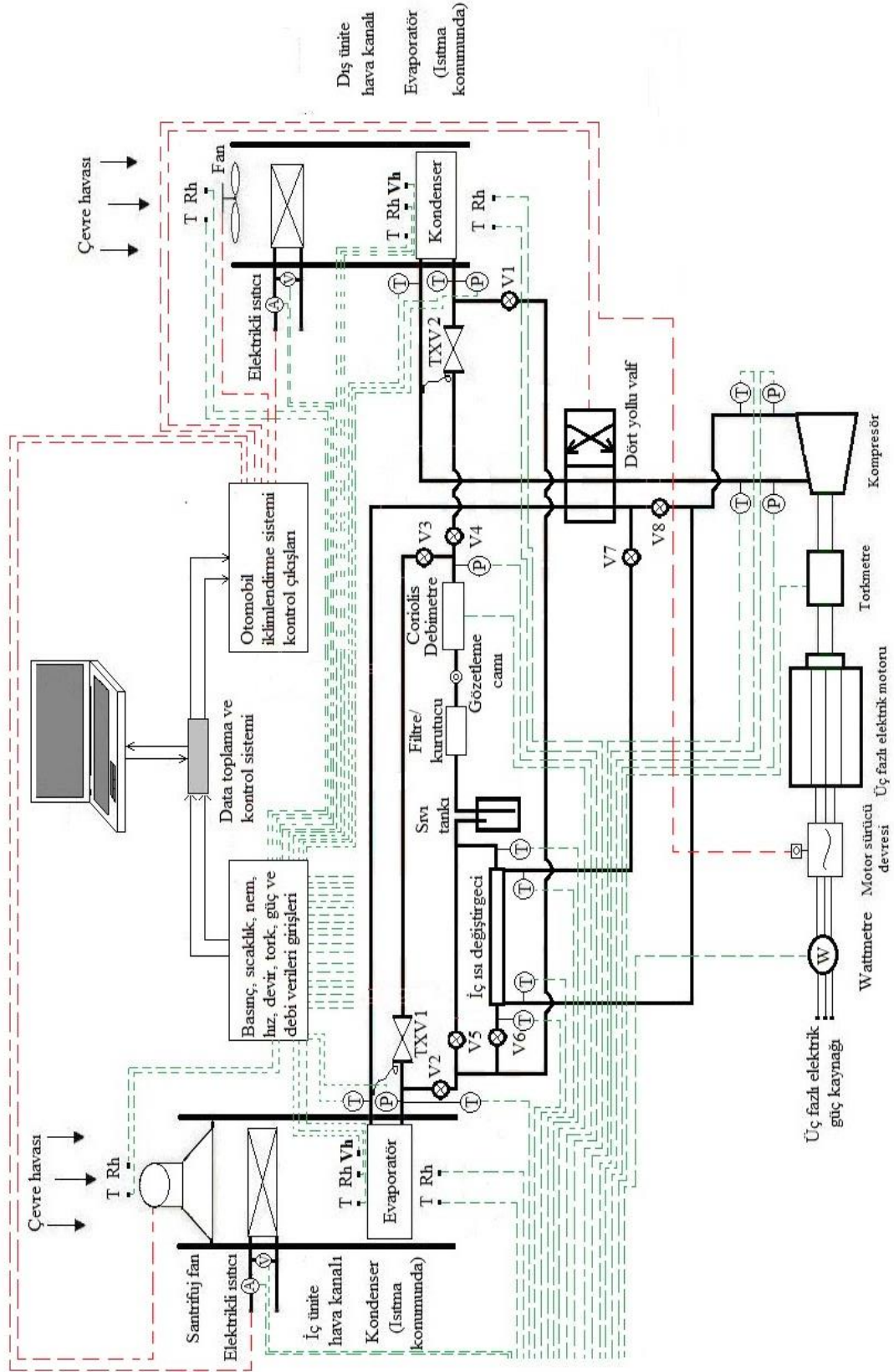
BÖLÜM 5. VERİ TOPLAMA VE KONTROL SİSTEMİ

Bu aşamada deneysel otomobil klima sisteminin geçtiği aşamalar, kullanılan ekipmanlar, performans verilerinin toplanması ve kontrolü ile ilgili bilgiler yer almaktadır.



Şekil 5.1. Deneysel Sistemde Kullanılan Ekipmanların Genel Görünümü

Şekil 5.1’de elemanların hangi modüller vasıtasıyla veri toplama merkeziyle haberleştiği görülmektedir. Basınc sensörü 4-20 mA modülüyle, termokupllar termokupl modülü ile akış sensörü ve enkoder PLC ile, sıcaklık/nem sensörü ve hava akış sensörü dc motor sürücü kartı ile haberleşerek Modbus terminalinden bilgisayar ile haberleşmektedir. Sistemde hem PLC hem DC motor kartının kullanılma sebebi PLC’nin doğrudan fanları sürememesidir. Bunun için ek bir modüle ihtiyaç vardır. Bu da maliyeti çok artırdığından bu işlemler kartlar üzerinden gerçekleştirildi.

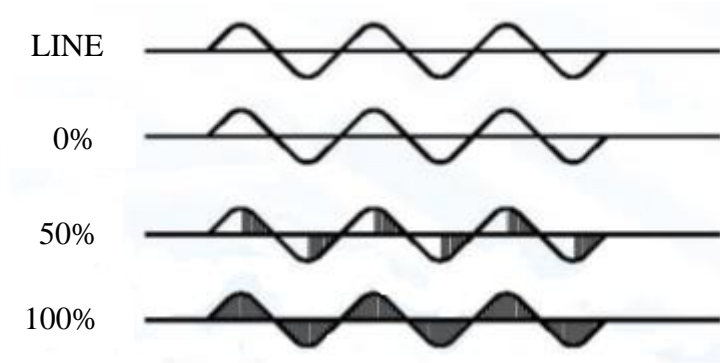


Şekil 5.2. Deney Sisteminin Bağlantı Şeması

Şekil 5.2’de data toplama ve kontrol sistemi için hazırlanan bağlantı şeması görülmektedir. Sistemde sensör ve transdüserlerden (basınç, sıcaklık, nem, hız, devir, tork, debi vb.) gelen veriler data toplama merkezinde toplanarak önceki değerlerle karşılaştırılmaktadır. Daha sonra kontrol merkezi aracılığıyla hazırlanan bilgisayar programı vasıtasıyla istenilen değerler sisteme gönderilerek otomobil iklimlendirme sistemi için optimum çalışma koşulları sağlanmaktadır.

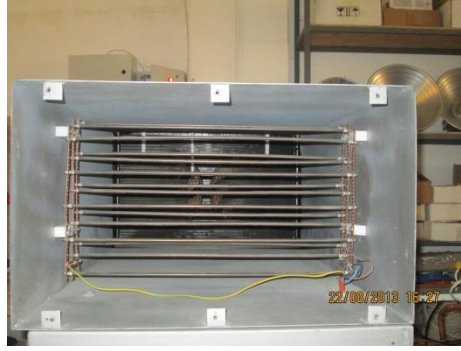
5.1. Rezistansların Kontrolü

Sistemimizde kanallar içerisine yerleştirilen rezistansların sıcaklık değerleri anlık olarak PLC’ye gönderilmektedir. Bu değerler PLC’de yazılan program ile kontrol edilebilmektedir. Katı hal röleleri ile rezistansların kontrolü yapılabilmektedir. Buna Trimmer Kontrol Metodu denilmektedir. Belirli bir ısıdan sonra yük çalıştırılır veya durdurulur. Isı duyarlı elemanın bulunduğu ortamdaki ısı değişimine bağlı olarak, faz kaydırılarak yük kontrolü gerçekleştirilir. Bu şekilde ortam ısısı belirli seviyede kalması sağlanabilir.



Şekil 5.3. Değişken Direnç Kontrol Metodu

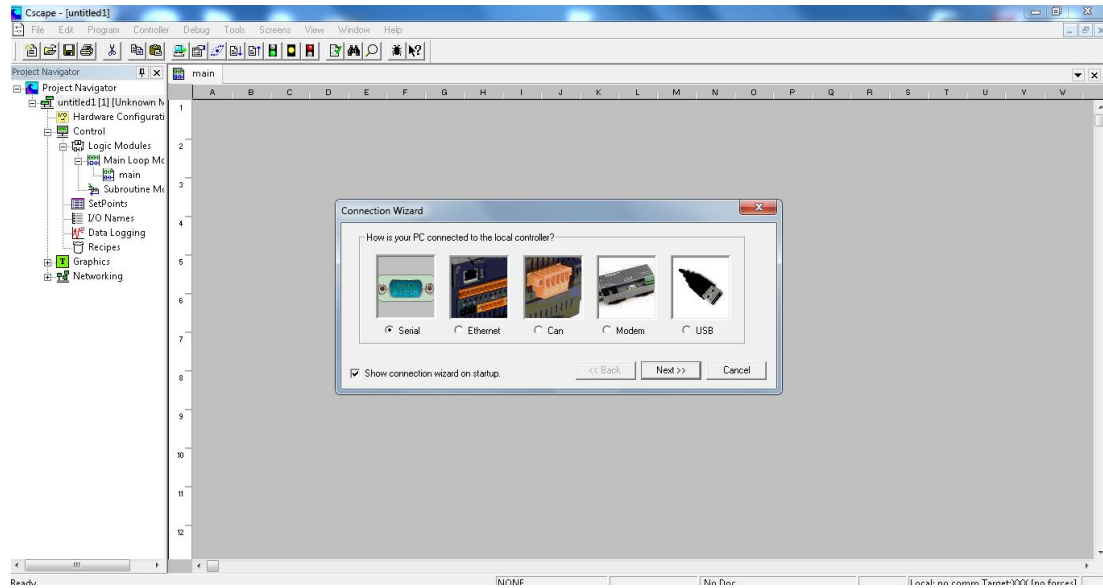
Burada röleler PID mantığına göre çalışmaktadır. PLC’ye anlık gönderilen değerler kontrol edilmektedir. Değer otomatik düşünce rezistansları çalıştırarak sıcaklığı arttırmaktadır. Ayrıca rezistansların koruması için sigortalar bağlanmıştır.



Şekil 5.4. Hava Kanallarındaki Rezistansların Genel Görünümü

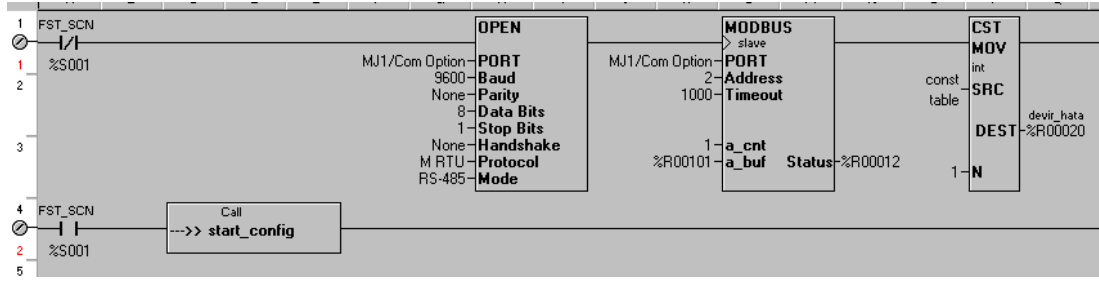
Dış ünite yani sol taraftaki 3 adet rezistansın kontrolü 2 adet röle ile sağlanmaktadır. İç ünite (sağ taraftaki) 2 adet rezistansın kontrolü 1 adet röle ile sağlanmaktadır.

5.2. CSCAPE İle PLC Yazılımının Oluşturulması



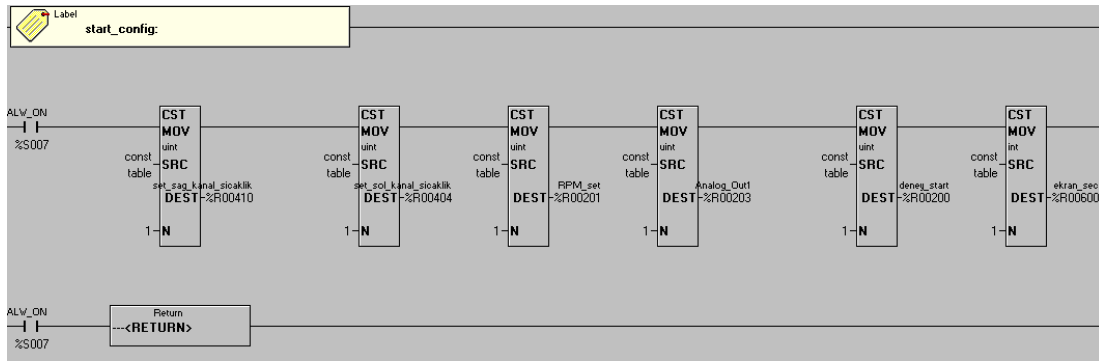
Şekil 5.5. Cscape Çalışma Ekranı

Öncelikle Cscape programı açılır. Şimdi gerekli yazılım oluşturulabilir.



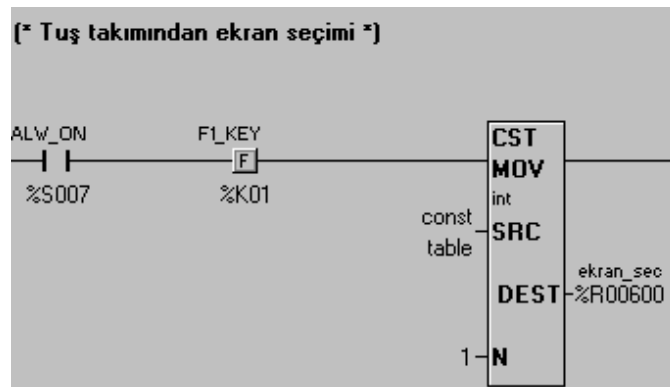
Şekil 5.6. İlk Tarama ve Haberleşme Ayarlarının Yapılması

Yazılıma başlarken öncelikle ilk tarama yapılır. Port ve baud hızları, datalar ile RS-485 haberleşme ayarları yapılır. Modbus slave adres değeri 2 olarak girildi. Süre 1000ms olarak ayarlandı. Start_config alt programı çağrılır.



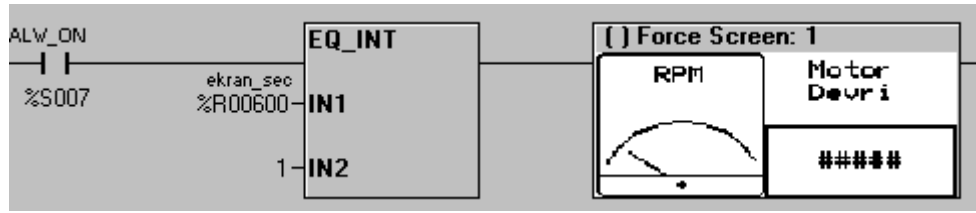
Şekil 5.7. Başlangıç Ayarlarının Yapılması

Burada başlangıç ayarları yapılır. Bütün değerler sıfırlanır.



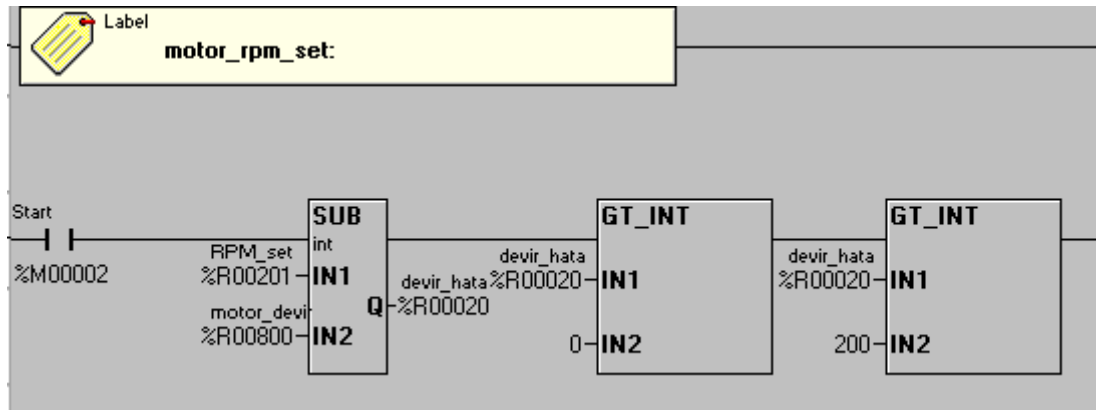
Şekil 5.8. Tuş Takımı Ayarlarının Yapılması

Bu kısımda tuş takımları için ekran seçimi yapılır. F1'e basıldığında rpm motor devri ekranı seçilir.



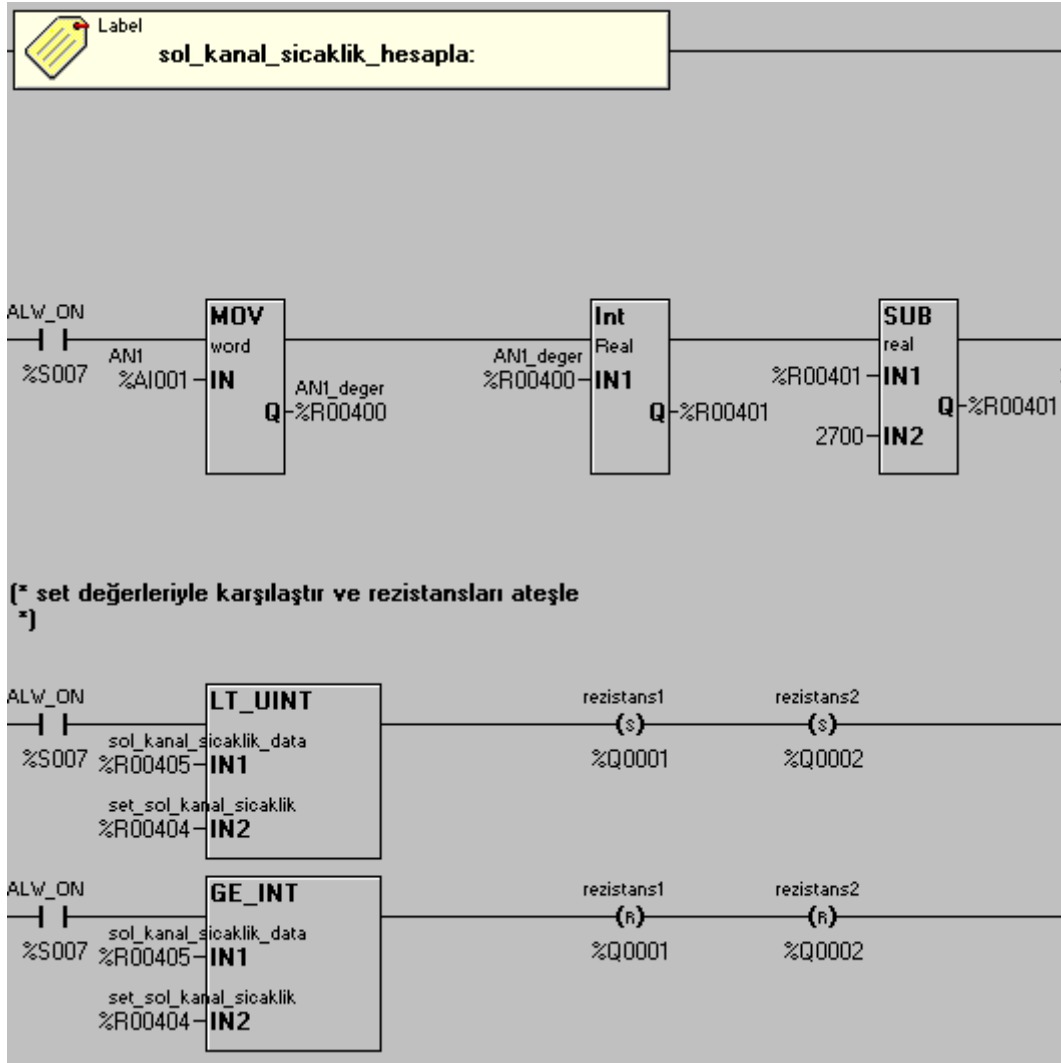
Şekil 5.9. Motor Devir Ekranının Seçimi

Motor rpm hesabı, sol ve sağ kanattaki rezistansların sıcaklık hesabı ve kontrolü, krohne akış ölçer kontrolü PLC alt programları vasıtasıyla sağlanır.



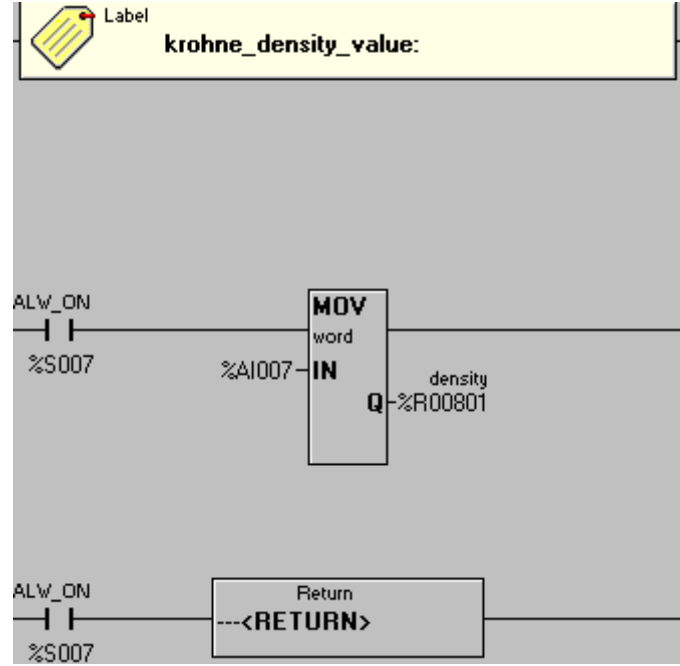
Şekil 5.10. Motor Devir Ayarının Yapılması

Proximity switchden gelen devir verisi okunarak PLC'ye gönderilir. Rpm ve motor devri ayarlanır. PID fonksiyonu çalıştırılarak motor devri ayarlanır. Motor devri yüksekse düşürülür. Eğer düşükse yükseltilir.



Şekil 5.11. Rezistansların Sıcaklık Ayarının Yapılması

Rezistansların sıcaklık hesapları da alt programlar vasıtasıyla yapılır. Sol ve sağ rezistanslar ayrı ayrı kontrol edilebilir. Solid röleler vasıtasıyla PID kontrol yapılmaktadır. Böylece belirli bir sıcaklıkta tutularak sistemin kontrolü sağlanmaktadır.

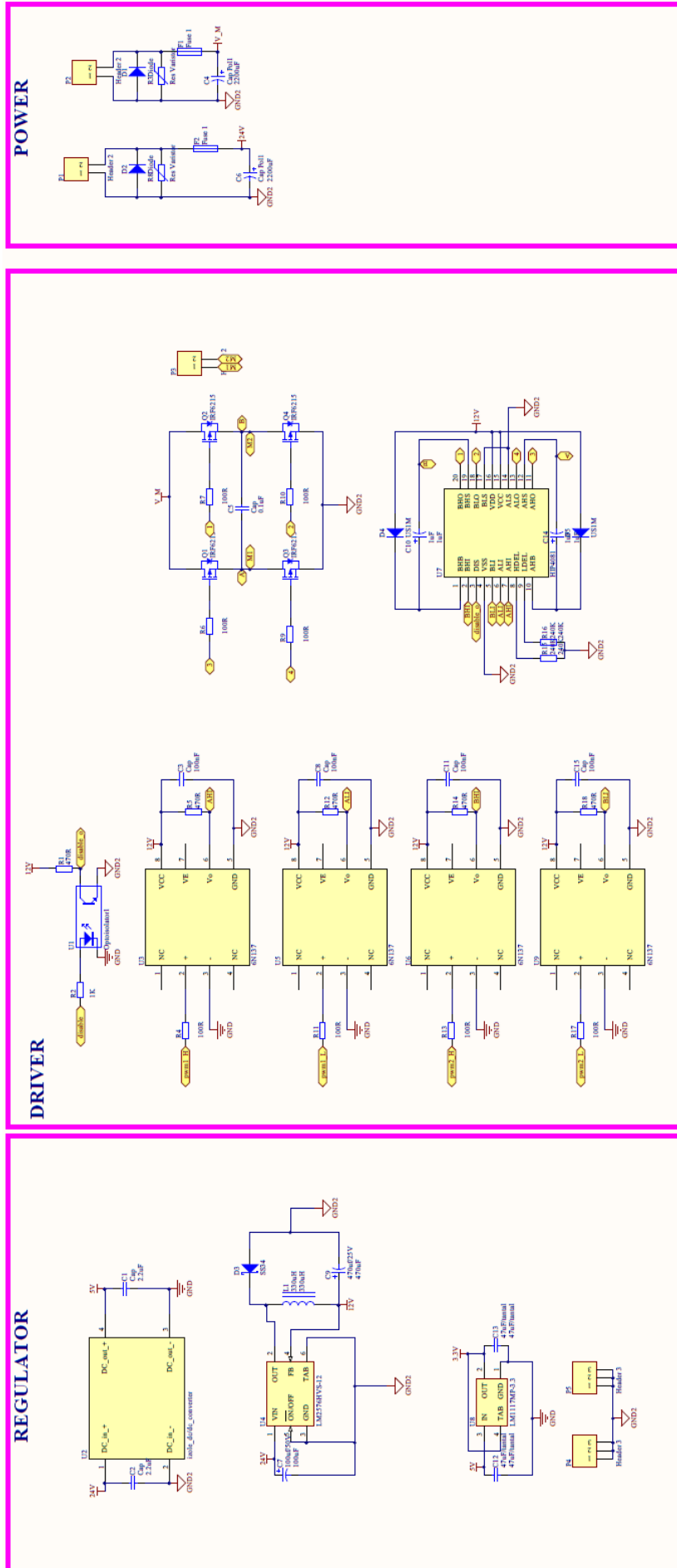


Şekil 5.12. Kütle Akış Verisinin Alınması

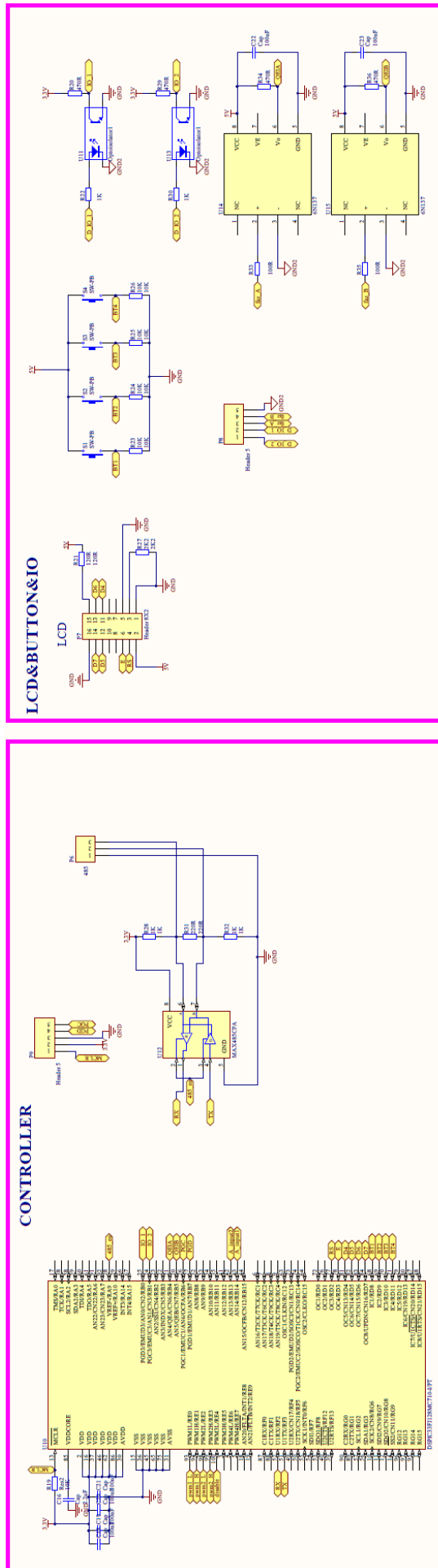
Krohne debimetreden sadece anlık değerleri okunabilir ve data toplama merkezine kaydedilebilir.

5.3. PID İle Fanların Kontrolü

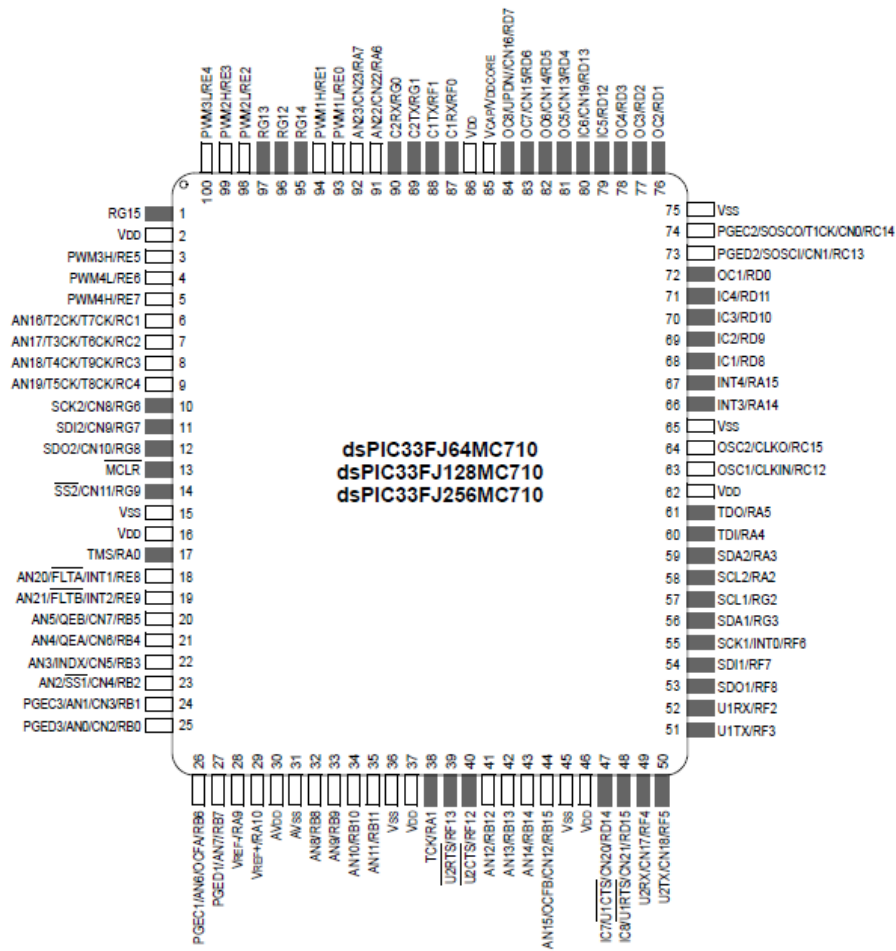
Fanların kontrolü PID kartlar vasıtasıyla sağlanmaktadır. PID kart tanıtıldıktan sonra fanların kontrolü anlatılacaktır. Genel olarak PID kartımız aşağıdaki kısımlardan oluşur. Bunlar regülatör katı, sürücü katı, güç katı, LCD buton giriş/çıkış katı ve kontrol katıdır. PID kartımızda DSPIC33FJ128MC710-I/PT model mikrodenetleyici kullanılmıştır. Kartımız regülatör katı, sürücü katı, güç katı, kontrolör katı ve lcd ile giriş çıkış butonlarının bulunduğu kısımlardan oluşur.



Şekil 5.13. PID Kart Devresi Regülâtör, Sürücü ve Güç Katı

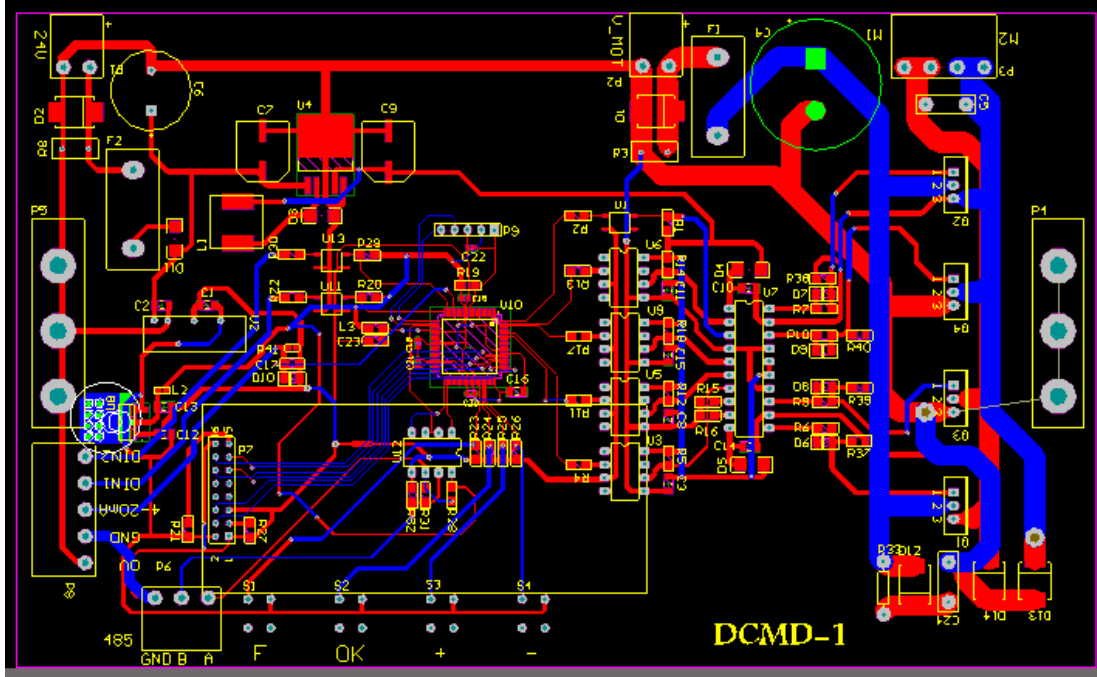


Şekil 5.14. PID Kart Devresi Kontrol, Lcd Buton ve Giriş/Çıkış Katı



Şekil 5.15. PIC Entegresi Pin Numaraları

Kartın baskı devresi Altium Designer programında hazırlanmıştır. Çift katlı plakete basılan kartın baskı devresi ve görünüşü aşağıdaki şekillerde görülmektedir.



Şekil 5.16. PID Kartı Baskı Devresi



Şekil 5.17. PID Kart Devresi Üstten Görünüşü

5.3.1. PID program aşaması

Kodlar C’de yazılmıştır ve bu şekilde 2 fanın kontrolü sağlanmaktadır. Örnek kodlar aşağıdaki gibidir.

Main.c

```
float olcumler[101];
int olcum_sayac=0;
int timer_sayac=0;
int direction=ileri;
int parametre=1;
int menu_sayac=1;
int PID_menu_sayac=1;
int Kp_menu_deger=1;
int Ki_menu_deger=1;
int Kd_menu_deger=3;
float Kp=2;
float Ki=1;
float Kd=3;
float pwm=0;
float pwm_eski=0;
```

Programın en başında değişken tanımlamaları yapılmıştır. PID katsayıları olan Kp Ki ve Kd değerleri denemeler sonucunda oluşturulmuştur. Böylece sistemin optimum çalışması sağlanmıştır. Hata oranı en aza indirilmiştir.

```
void PID_menu_yaz(int sayac)
{
  if(sayac==1)
  {
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_yaz("  Kp SET");
  }
  if(sayac==2)
  {
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_yaz("  Ki SET");
  }
  if(sayac==3)
  {
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_yaz("  Kd SET");
  }
}
```

```

}
}

```

Bu kısımda LCD ekranda istenilen değerlerin gösterilmesi için yazılmıştır. Kp, Ki ve Kd SET değerleri lcd ekrana yazar.

```

void Ki_menu()
{
  lcd_clear();
  lcd_gotoxy(1,1);
  lcd_yaz("Ki=");
  veri_yolla((unsigned char)Ki_menu_deger/100+48);
  veri_yolla((unsigned char)Ki_menu_deger%100)/10+48);
  veri_yolla((unsigned char)Ki_menu_deger%10+48);
while(1)
{
  if(buton_arti)
  {
    __delay_ms(50);
    Ki_menu_deger++;
    if(Ki_menu_deger>100)
    Ki_menu_deger=100;
    lcd_gotoxy(1,4);
    veri_yolla((unsigned char)Ki_menu_deger/100+48);
    veri_yolla((unsigned char)Ki_menu_deger%100)/10+48);
    veri_yolla((unsigned char)Ki_menu_deger%10+48);
  }
  if(buton_eksi)
  {
    __delay_ms(50);
    Ki_menu_deger--;
    if(Kp_menu_deger<=0)
    Ki_menu_deger=0;
    lcd_gotoxy(1,4);
    veri_yolla((unsigned char)Ki_menu_deger/100+48);
    veri_yolla((unsigned char)Ki_menu_deger%100)/10+48);
    veri_yolla((unsigned char)Ki_menu_deger%10+48);
  }
  if(buton_OK)
  {
    __delay_ms(50);
    while(buton_OK);
    Ki=Ki_menu_deger;
    break;
  }
}
}
}

```

Ki için ayarların yapıldığı kısımdır.

```

void kontrol_menu()
{
  set_hiz=60;
  lcd_clear();
  lcd_gotoxy(1,1);
  lcd_yaz("Hiz:");
  veri_yolla((unsigned int)((((hiz/15)-4)*0.625)/100)+48);
  veri_yolla((unsigned int)((((hiz/15)-4)*0.625)%100)/10)+48);
  veri_yolla((unsigned int)((((hiz/15)-4)*0.625)%10)+48);
  lcd_yaz(",");
  veri_yolla((unsigned int)(((((hiz/15)-4)*0.625)*10))%10)+48);
  veri_yolla((unsigned int)(((((hiz/15)-4)*0.625)*100))%10)+48);
  lcd_gotoxy(2,1);
  lcd_yaz("Set Hiz:");
  veri_yolla((unsigned int)((((set_hiz/15)-4)*0.625)/100)+48);
  veri_yolla((unsigned int)((((set_hiz/15)-4)*0.625)%100)/10)+48);
  veri_yolla((unsigned int)((((set_hiz/15)-4)*0.625)%10)+48);
  lcd_yaz(",");
  veri_yolla((unsigned int)(((((set_hiz/15)-4)*0.625)*10))%10)+48);
  veri_yolla((unsigned int)(((((set_hiz/15)-4)*0.625)*100))%10)+48);
  timer1_on();
  while(1)

```

PID ana menüsünün hazırlandığı kısımdır.

//Function expects a modbus message of any length as well as a 2 byte CRC array in which to

```

//return the CRC values:
unsigned int CRC[2];
unsigned int CRCFull = 0xFFFF;
unsigned int CRCHigh = 0xFF, CRCLow = 0xFF;
unsigned int CRCLSB;
unsigned int i=0;
unsigned int j=0;
for (i = 0; i < message_lenght-2; i++)

```

Modbus fonksiyonlarının bulunduğu kısımdır.

Fanların kontrolü ayrı ayrı 2 karttan yapılmaktadır. Set hız değeri default olarak ayarlanır. Hazırlanan bilgisayar yazılımı vasıtasıyla girilen değerler fanların çalışmasını sağlar. Oluşturulan PID algoritması ile sistemin optimum düzeyde çalışması ve fanların uygun hızda dönmeleri sağlanmaktadır.



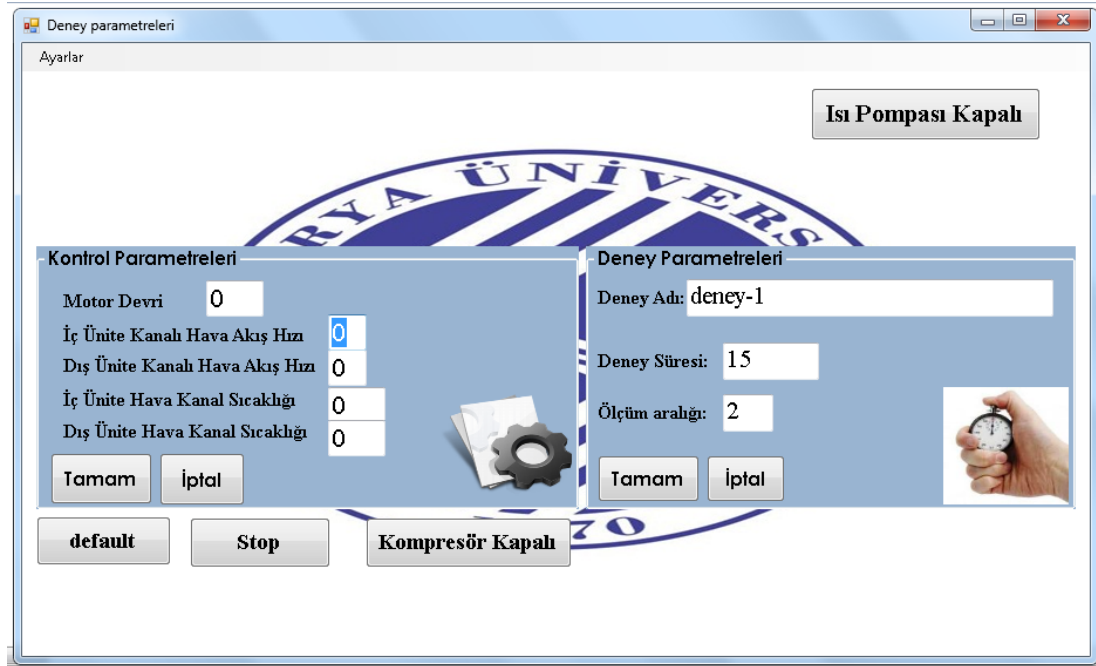
Şekil 5.18. Uygulamanın Akış Diyagramı



Şekil 5.19. Tez Çalışmasında Gerçekleştirilen Sistemin Genel Görünümü

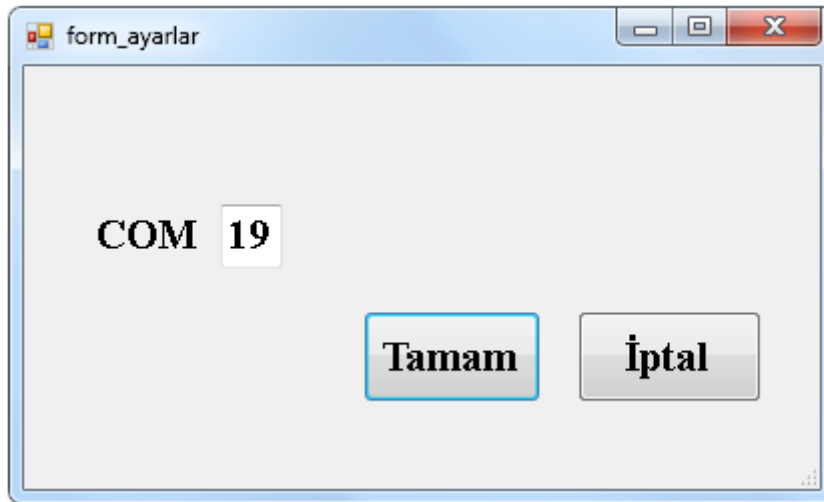
5.4. Arayüz Programının Oluşturulması

Deneysel olarak hazırlanan otomobil iklimlendirme sisteminin PC ile test edilmesini sağlayan örnek arayüz programı C# kullanılarak oluşturulmuştur. Program geliştirilmeye açıktır. C# programında hazırlanan arayüz programı vasıtasıyla sistemde motor devri, fanların hızları ve rezistansların sıcaklıkları değiştirilebilmektedir. Kontrol parametre değerleri elle girilebileceği gibi default tuşuna basılarak önceden atanan değerler de girilebilir. Deney parametreleri kısmında deney adı, deney süresi ve ölçüm aralığı değiştirilebilir. Ayrıca sistemde anlık değişimler excel dosyasına kaydedilerek performans analizi yapılmakta sistemde ani değişimler izlenmektedir.



Şekil 5.20. Programın Parametre Arayüzü

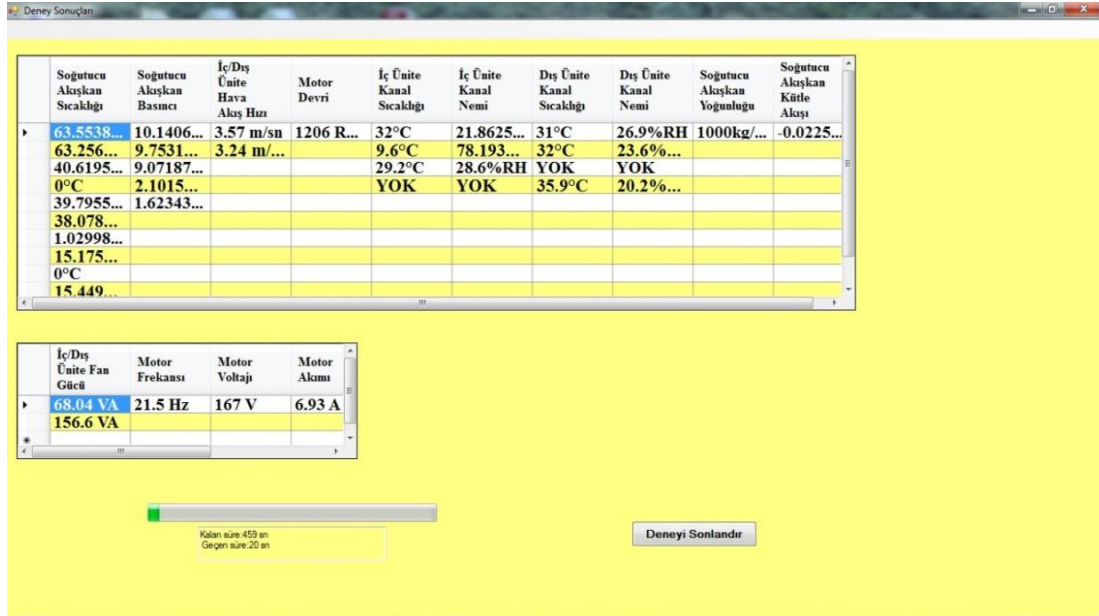
Sol üst tarafta ayarlar menüsüne girilerek sistemle haberleşmek için uygun com port ayarları yapılır. Bilgisayarın hangi com portunu kullanıyorsak onun numarasını vermeliyiz. Böylece bağlantı ayarlarımız tamamlanmış olur. Programımızda ısı pompası ve kompresör ayarları da açık-kapalı konuma ayarlanabilir.



Şekil 5.21. Port Seçimi

Bütün ayarlar yapıldıktan sonra deney izleme ekranımız karşımıza çıkar. Burada Soğutucu akışkanların sıcaklık, basınç değerleri, hava akış hızları, motor devri, nem,

kütle akışı gibi parametre değerleri anlık olarak takip edilir ve data toplama merkezinde kaydedilmektedir.



Şekil 5.22. Deney Sonuçları Arayüzü

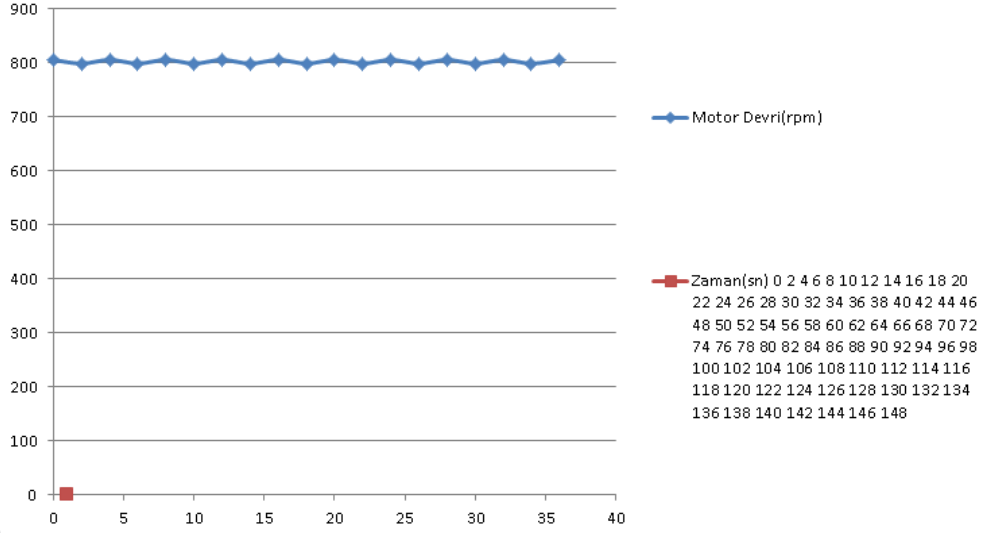
Excel sayfasına kaydedilen veriler aşağıda gösterilmiştir.

Zaman(sn)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
İç Ünite Hava Akış Hızı(m/sn)	2,77	2,8	2,84	2,83	2,82	2,75	2,84	2,84	2,85	2,82	2,86	2,82
Dış Ünite Hava Akış Hızı(m/sn)	1,6	1,67	1,73	1,68	1,62	1,55	1,54	1,54	1,53	1,6	1,7	1,72
Motor Devri(rpm)	806	799	806	799	806	799	806	799	806	799	806	799
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-1(°C)	69,36751	69,36751	69,30648	69,27596	69,21492	69,15389	69,12337	69,06996	69,01656	68,99367	68,99367	68,925
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-2(°C)	68,09339	68,1239	68,09339	68,06287	68,08576	67,9942	67,97894	67,91791	67,94842	67,88739	67,82635	67,79583
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-3(°C)	45,02937	45,05989	45,08278	45,1133	45,18959	45,21248	45,243	45,243	45,18959	45,13619	44,92256	44,7776
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-4(°C)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-5(°C)	44,78523	44,81575	44,84627	44,89967	44,95308	44,95308	45,00649	45,037	44,97597	45,00649	44,95308	44,86915
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-6(°C)	43,42718	43,42718	43,45769	43,40429	43,47295	43,50347	43,47295	43,57977	43,57977	43,50347	43,63317	43,57977
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-7(°C)	4,715038	4,745556	4,715038	4,768444	4,768444	4,737926	4,699779	4,699779	4,623484	4,554818	4,547189	4,478523
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-8(°C)	12,50477	12,3064	12,19959	12,15381	12,02411	11,95544	11,99359	11,92493	11,99359	12,07752	12,20722	12,39796
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-9(°C)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soğutucu Akışkan Sıcaklığı-10(°C)	15,15984	15,0988	15,00725	14,99962	14,95384	14,8394	14,80888	14,7631	14,61814	14,58762	14,51896	14,51896
Soğutucu Akışkan Basıncı-1(bar)	11,20938	11,22969	11,25156	11,25625	11,2875	11,2875	11,3125	11,29531	11,29219	11,25156	11,23281	11,19688
Soğutucu Akışkan Basıncı-2(bar)	10,99531	11,0125	11,02656	11,03125	11,05	11,06094	11,075	11,06719	11,05938	11,02344	11,00469	10,97344
Soğutucu Akışkan Basıncı-3(bar)	10,7625	10,77813	10,79219	10,8	10,81406	10,83125	10,83906	10,84688	10,84688	10,82813	10,8125	10,78594
Soğutucu Akışkan Basıncı-4(bar)	2,307813	2,314063	2,314063	2,315625	2,314063	2,310938	2,304688	2,310938	2,29375	2,289063	2,271875	2,267188
Soğutucu Akışkan Basıncı-5(bar)	1,992188	2,004688	2	2,007813	2,003125	2,014063	2	2,014063	1,996875	1,989063	1,978125	1,982813
İç Ünite Sıcaklığı-1(°C)	31,7	31,7	31,7	31,7	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,7	31,7
İç Ünite Sıcaklığı-2(°C)	8,6	8,6	8,6	8,6	8,4	8,4	8,4	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
İç Ünite Sıcaklığı-3(°C)	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,4	26,4
İç Ünite Sıcaklığı-4(°C)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dış Ünite Sıcaklığı-1(°C)	32	32	32,2	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,5	32,5	32,5
Dış Ünite Sıcaklığı-2(°C)	29,4	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,2

Şekil 5.23. Sistemin Excel Çıktısı

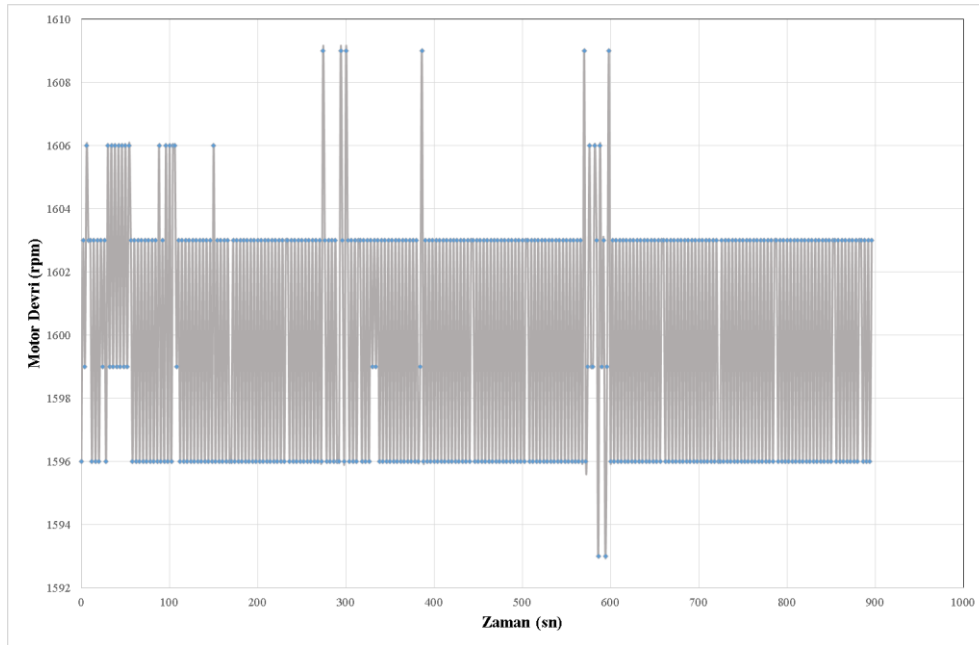
Verilerin zamana göre değişimlerinin sistem performansına etkileri grafik üzerinde incelenecektir.

İlk olarak motor devri 800 rpm olarak ayarlandı. PLC vasıtasıyla motor devri istenilen devir aralığında tutulmaktadır.



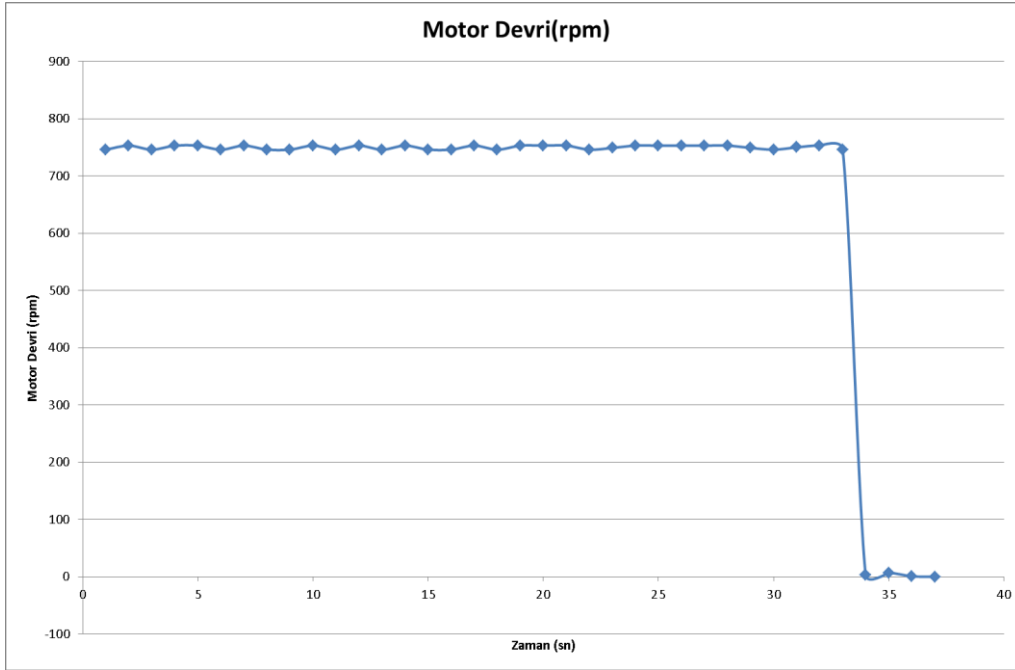
Şekil 5.24. Motor Devrinin 800 D/D Olarak Zamana Göre Değişimi

Motor devri 1600 d/d olarak ayarlandığında aşağıdaki grafik elde edilmiştir. Ufak sapmalar dışında sistem kararlı bir şekilde çalışmaktadır.



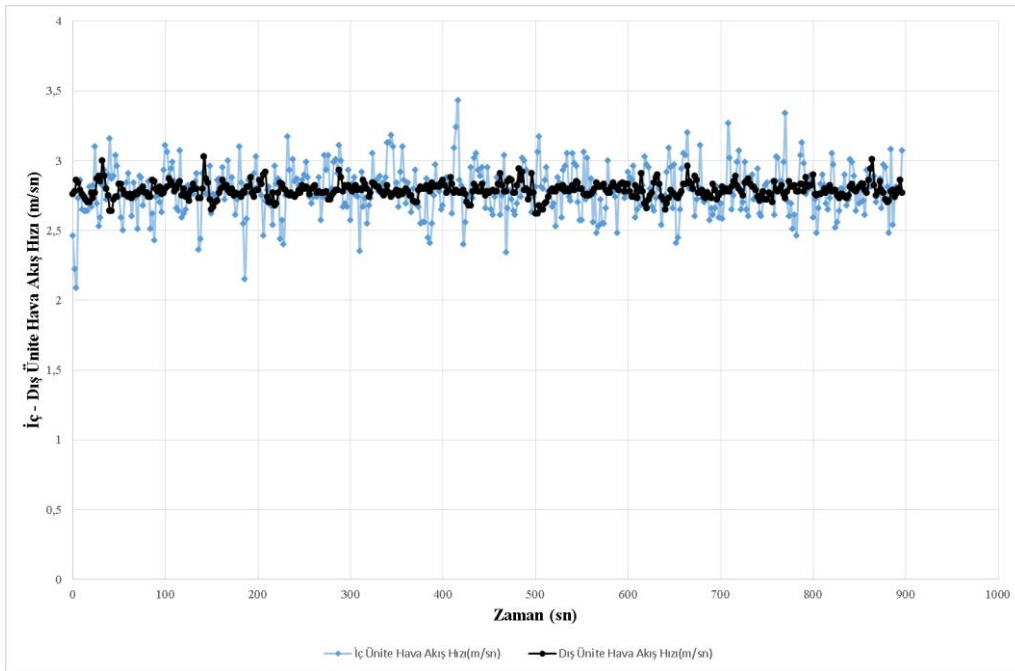
Şekil 5.25. Motor Devrinin 1600 D/D Olarak Zamana Göre Değişimi

Şekil 5.26'da yine motor devri 750 d/d olarak ayarlanmıştır. Sistem kararlılığı görülmektedir.

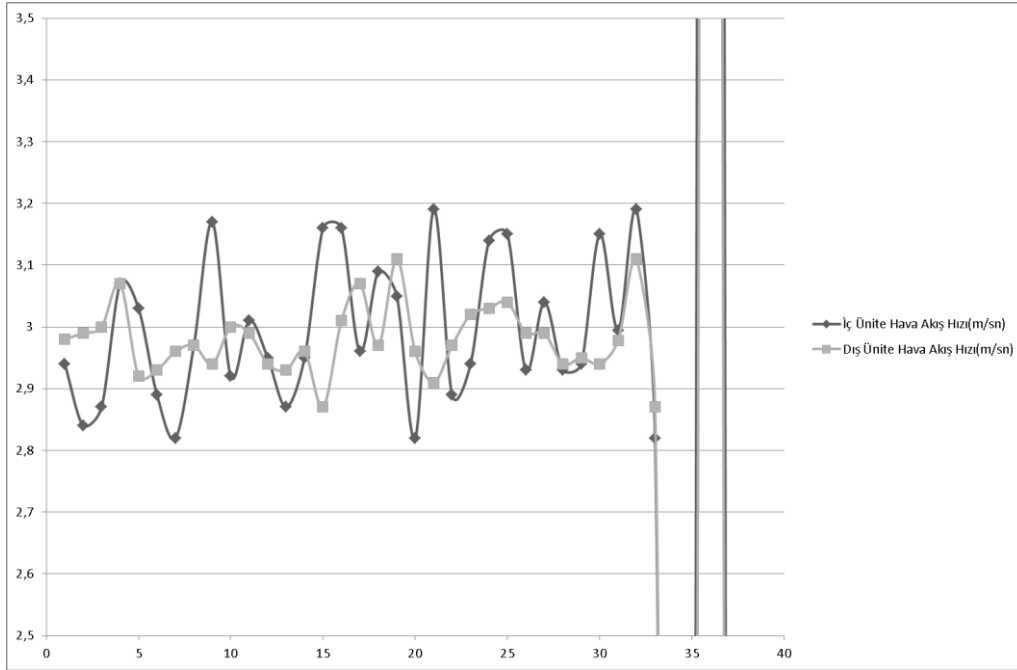


Şekil 5.26. Motor Devrinin 750 D/D Olarak Zamana Göre Değişimi

İç ünite ve dış ünite hava akış hızları şekil 5.27 ve şekil 5.28'deki grafiklerde gösterilmektedir. Değerlerin belirli aralıkta seyrettiği görülmektedir.

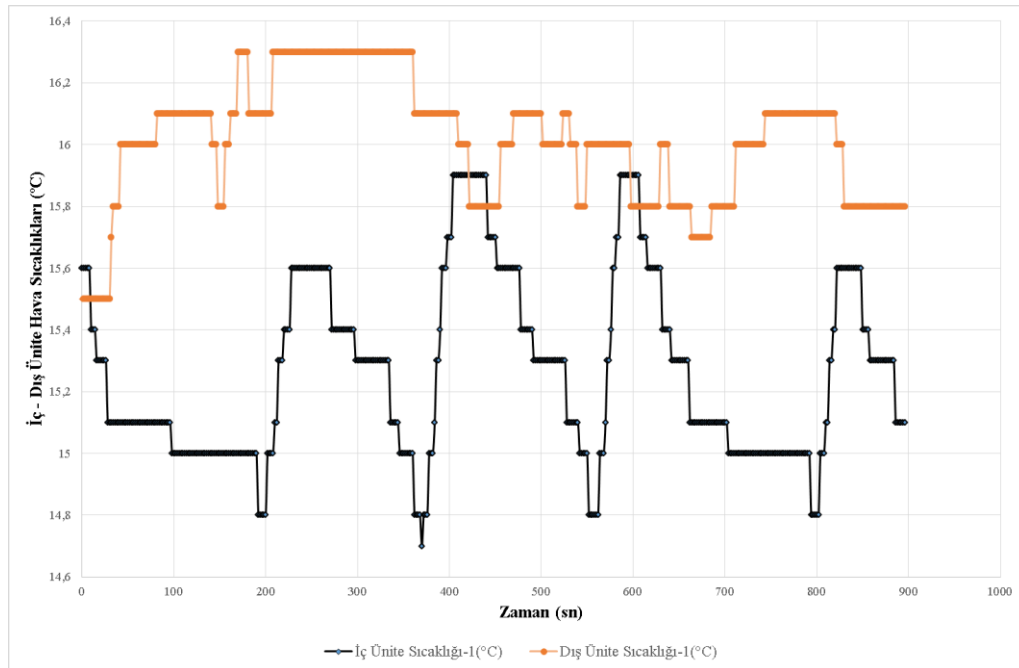


Şekil 5.27. İç Ünite ve Dış Ünite Hava Akış Hızlarının Zamana Göre Değişimi



Şekil 5.28. İç Ünite ve Dış Ünite Hava Akış Hızlarının Zamana Göre Değişimi

İç ve dış ünitelerin sıcaklık değişimleri şekil 5.29'daki grafikte izlenmektedir. Sıcaklık azaldığı zaman rezistanslar otomatik olarak devreye girerek sistemi sabit sıcaklıkta tutmaktadırlar.



Şekil 5.29. İç Ünite ve Dış Ünite Sıcaklıklarının Zamana Göre Değişimi

BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tezde bir otomobil iklimlendirme sisteminin deneysel olarak analizi yapılmış ve sistemin performans testleri üzerinde durulmuştur. Deney düzeneğinden ölçülen veriler sayesinde çeşitli akışkan gazlar üzerinde sistemin optimum çalışma performansı ölçülebilmektedir. Kurulan haberleşme düzeneğinin anlık takibi deney düzeneğine hemen müdahale edebilme kolaylığı sağlamaktadır. Ayrıca deneysel ortamda test imkânı maliyetleri düşürmektedir. Bize zamandan tasarruf sağlamaktadır.

Yapılan uygulama sürekli geliştirilmeye müsait bir yapıya sahiptir. Sistemde kullanılan sensör ve algılayıcıların sayısı artırılarak daha hassas bir ölçüm sağlanabilir. Ayrıca çeşitli sensörler eklenerek farklı ek sonuçlar da alınabilir. Bu çalışmadan yararlanılarak veri toplama konusunda endüstride birçok uygulama yapılabilir. Bunlara örnek olarak su/sıvı kumanda pompa sistemi, uzaktan vinç ve makine kontrol sistemleri, bina ve fabrika otomasyonu, makine durum bilgilerinin ve verimliliğin izlenmesi verilebilir.

Sistemimiz RS-485 seri haberleşme protokolünü kullanmaktadır. İleriki uygulamalarda kablosuz haberleşme ve kontrol imkânı sağlanabilir. Ayrıca sanal bir laboratuvar oluşturularak web cam vasıtasıyla sistemin uzaktan izlenmesi ve deney verilerinin kullanıcı veri toplama merkezine aktarılması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] İNAN, S.A., ÇAKMAK, S., PIC tabanlı rs485 ölçme ve kontrol sisteminin tasarımı ve uygulaması, VII. Ulusal Ölçümbilim Kongresi, 559-567 İzmir 2008.
- [2] http://www.e3tam.com/?p=content_cozumler&gl=cozum&i=46&cl=proje&c=44, Erişim Tarihi: 02.10.2013.
- [3] <http://mimoza.marmara.edu.tr/~hkaptan/bol13.htm>, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [4] MEGEP, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri Bilgisayarlı Kontrol 6, Ankara 2007.
- [5] SÜZER, E. S., Uzaktan Sayaç Okuma Teknikleri ve Modbus-rtu, IEC 61107 Mod C Protokolleri ile Örnek Yazılım, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul 2006.
- [6] MEGEP, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri Endüstriyel BUS Sistemleri, Ankara 2009.
- [7] GÖRMEMİŞ, M., Dağıtım Şebekelerinde Enerji Kalitesi Ölçümlerinde Haberleşme Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş 2006.
- [8] <http://www.turksan.com/rs-232-rs-485.html/>, Erişim Tarihi: 25.08.2013.
- [9] MEGEP, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri PID Kontrolü, Ankara 2009.
- [10] MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojisi Sensörler ve Transdüserler, Ankara 2007.
- [11] <http://www.avd.com.tr/destek/genel-bilgiler/279-basinc-transmitteri-nedir.html>, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [12] http://en-co.wika.de/upload/DS_PE8101_GB_1392.pdf, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [13] <http://www.gentekelektronik.com.tr/urunler/gostergeli-nem-sicaklik-transmitteri.html>, Erişim Tarihi: 05.09.2013.

- [14] <http://www.elimko.com.tr/files/termoGenelBilgi.pdf>, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [15] <http://www.wantronix.de/pdf/advantech/ADAM-4018-17.pdf>, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [16] MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojisi PLC ile Analog İşlemler, Ankara 2006.
- [17] <http://www.horner-apg.com/in/products/io-products/smartmod.aspx>, Erişim Tarihi: 20.08.2013.
- [18] http://www.krohne-downloadcenter.com/dlc/CA_KROHNE-Product-overview_group_tr_130502.pdf, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [19] http://www.epluse.com/fileadmin/data/product/ee65/datasheet_EE65.pdf, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [20] <http://www.meanwell.com/search/DRT-960/DRT-960-spec.pdf>, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [21] DOĞAN, E., Sabit ve Değişken Kapasiteli Kompresörler Kullanan Bir Otomobil İklimlendirme Sisteminin Soğutucu Akışkan Şarjına Bağlı Olarak Deneysel Performansı. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli 2010.
- [22] <http://www.emersonindustrial.com/tr-TR/controltechniques/products/acdrives/commandersk/Pages/commandersk.aspx>, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [23] <http://www.elektrikce.com/proximity-sensor-ve-kullanim-alanlari/>, Erişim Tarihi: 15.09.2013.
- [24] http://iats09.karabuk.edu.tr/press/bildiriler_pdf/IATS09_03-99_695.pdf, Erişim Tarihi: 15.09.2013.
- [25] http://www.fotek.com.tw/pdf/etc_34.pdf, Erişim Tarihi: 05.09.2013.
- [26] http://www.emo.org.tr/ekler/6ccc6fac98a777f_ek.pdf, Erişim Tarihi: 05.01.2013.
- [27] <http://www.horner-apg.com/XLe>, Erişim Tarihi: 20.08.2013.

ÖZGEÇMİŞ

Salih ATÇI, 1987’de Adapazarı’nda doğdu. İlköğrenimini Sakarya Namık Kemal İlköğretim Okulu’nda tamamladı. Lise öğrenimini Sakarya Fatih Anadolu Meslek Lisesi Elektronik bölümünde tamamladıktan sonra 2005 yılında Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü Elektronik Öğretmenliği programına girdi. 2009 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra aynı yıl Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Ana Bilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Aynı yıl Samsun Terme Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi’nde göreve başladı. 2011 yılında Hendek A.K.V. Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi’ne tayin oldu. Halen bu okulda Elektronik Öğretmeni olarak görev yapmaktadır.