

45207

SELÇUK ONİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTOSU

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÇOKLU SU POMPASI İÇEREN BİR
SU ŞEBEKESİNİN BİLGİSAYARLA
OTOMATİK KONTROLÜ

Musa AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELK.-ELT. MOH. ANABİLİM DALI

Konya, 1995

SELÇUK UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


ÇOKLU SU POMPASI İÇEREN BİR SU ŞEBEKESİNİN
BİLGİSAYARLA OTOMATİK KONTROLÜ

Musa AYDIN

YOKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MOH. ANABİLİM DALI

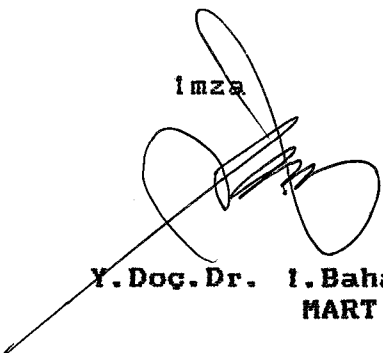
Bu tez 27./04./1995 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

İmza


Y.Doç.Dr. Abdullah
ÖRKMEZ

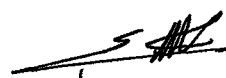
(Danışman)

İmza


Y.Doç.Dr. İ. Baha
MARTI

(Üye)

İmza


Y.Doç.Dr. Şaban
ERGON

(Üye)

OZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇOKLU SU POMPASI İÇEREN BİR SU ŞEBEKESİNİN BİLGİSAYARLA KONTROLÜ

Musa AYDIN
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Müh. Anabilim Dalı

Danışman : Y.Doç.Dr. Abdullah ORKMEZ
1995, Sayfa: 79

Jüri : Y.Doç.Dr. Abdullah ORKMEZ
Y.Doç.Dr. İ.Baha MARTI
Y.Doç.Dr. Şaban ERGON

Bu çalışmada, şehir içme suyu şebekesinin bir bölümünü temsil eden bir sistemin bilgisayarla kumanda ve kontrolü tasarımı yapılmıştır.

Sistem içerisinde iki adet tek fazlı A.C. motopomp, bir adet su tankı, tüketiciyi temsil eden iki adet vana, bir adet PC bilgisayar, motorların akımı, gerilimi ve sargı sıcaklığı ile su basıncının örneklediği bir adet kart, motopompların devreye alınması veya devreden çıkarılması sırasında bilgisayardan gelen sinyal ile kontaktör bobininin enerjilenmesine kumanda eden her motor için birer adet kart ve analog değerleri dijital değere çeviren 12 bitlik A/D çevirici kartı yer almaktadır.

Sistemde yer alan A.C. motopomplar kuyudan aldıkları suyu su tankına vermekte, vanalar aracılığı ile de tanktaki su tahliye edilmektedir. Çalışan bu sistemin kontrol edilebilmesi için motopompların akımları, gerilimleri, sargı sıcaklıkları ve su tankının basıncı örneklenerek AD çevirici kartına aktarılmaktadır. Bu örnekleme işlemi sırasında değerlerin tümü gerilime dönüştürülmüş haldedir. Su tankının basıncını ve motor sargı sıcaklıklarını gerilime dönüştürmek için sensörler kullanılmaktadır.

Motopompların akımları, gerilimleri, sargı sıcaklıkları ve su tankında oluşan basınç sayısal değer olarak bilgisayar ekranında okunabilmektedir. Belirtilen büyüklükler için alt ve üst sınırlar isteğe göre tayin edilebilmektedir. Şayet herhangi bir nedenle belirlenen sınır değerlerin dışına çıkılacak olursa bilgisayardan alarm sinyali verilmekte, bu durum belirli bir süreyi aşacak olursa sistem durdurulmaktadır.

Yapılan bu çalışma, maddi imkanların yeterli olması durumunda daha da geliştirilerek gerçek su şebekelerine uygulanabilme özelliğine sahiptir.

ANAHTAR KELİMELER : Kumanda ve kontrol, Dönüştürücüler, Kontrol sistemi, Sensörler.

ABSTRACT

Masters Thesis

CONTROLLING WITH COMPUTER A WATER NETWORK WHICH IS CONSIST OF SEVERAL PUMPS IN A CITY

Musa AYDIN
Selçuk University
Science Institute
Electric-Electronics Eng.Dept.

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Abdullah ORKMEZ
1995, Page:79

Jury : Assoc.Prof.Dr. Abdullah ORKMEZ

Assoc.Prof.Dr. i.Baha MARTI

Assoc.Prof.Dr. Şaban ERGON

In this study, computer controlled and operated system which represents a part of drinking water network of a city has been designed.

In this system the following apparatus were employed ; two single-phase AC motopumps, a water tank, two valves representing consumers, a PC, a card sampling voltage, current, pressure and temperature, a card for each motor to switch the motopumps on and off by controlling the coil of the contactor makes the motopumps on or off and 12-bit A/D card for converting the analog values into digital values.

The AC motopumps transfers the water from well to the water tank and that water in the tank is transferred to the consumers using the valves. In order to control the system, the currents, voltages temperature of windings of the motopumps and the pressure in the water tank are transferred to A/D card from the sampling card. During this sampling process all the values are converted into voltage. For this reason sensors are used to convert pressure in the water tank and temperature of the windings to voltage.

The currents, voltages, temperature of windings of the motopumps and the pressure in the water tank can be read as numeric values on the computer screen. For the defined values high and low limits can be selected for desired values by the user. If the limits are exceeded, the computer will rise an alarm and the system will be stopped automatically after a definite time.

This project is applicable to the real water networks by developing the system more if the monetary resources are available.

KEYWORDS : Operating and Control, Converters, Controlling Systems, Sensors.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarım süresince benden hiçbir yardımını esirgemeyen, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında her zaman çalışma imkanı veren Bölüm Başkanımız Sayın Prof.Dr. Mehmet BAYRAK'a, tez çalışmalarımda karşılaştığım zorluklarda tecrübesinden istifade ettiğim danışmanım Sn.Y.Doç.Dr. Abdullah ORKMEZ'e, (S. O.) MÜh.- Mim. Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünde görev yapan diğer Öğretim Elemanlarına teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
BAŞLIK.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	ix
GİRİŞ.....	1
1. OTOMATİK KONTROL SİSTEMLERİ.....	4
1.1. SCADA Sisteminin Uygulandığı Başlıca Alanlar.....	5
1.2. Materyal ve Metod.....	6
2. DENETİMLİ KONTROL VE VERİ TOPLAMA SİSTEMİ.....	10
2.1. SCADA Sisteminin Fonksiyonları.....	11
2.2. SCADA 'da Haberleşme Ortamları.....	11
2.2.1. Metalik kablolarla yapılan haberleşme.....	12
2.2.2. Power line carrier (PLC) ile yapılan haberleşme.....	12
2.2.3. Radyo haberleşmesi.....	13
2.2.4. PTT telefon hattı ile yapılan haberleşme.....	13
2.2.5. Fiber optik kablo ile yapılan haberleşme.....	16
2.2.6. Uydu haberleşmesi.....	17
3. BİLGİSAYAR İLE DIŞ DÜNYA ARASINDA HABERLEŞME.....	18
3.1. Seri Haberleşme.....	18
3.1.1. Asenkron iletişim.....	19
3.1.2. Senkron iletişim.....	20

3.1.3. RS-232 (Seri haberleşme standardı).....	20
3.2. Paralel Haberleşme.....	23
4. ELEKTRİK ÖLÇME SİSTEMİNE GENEL BAKIŞ.....	24
4.1. Duyarlık Elemanları.....	24
4.1.1. Mekanik duyarlık elemanları.....	25
4.2. Pasif ve Aktif Dönüştürücüler.....	27
4.2.1. Pasif dönüştürücüler.....	28
4.2.2. Aktif dönüştürücüler.....	30
5. DENEY SİSTEMİNİN MEKANİK, KONTROL VE KUMANDA KISIMLARI- NİN TASARIMI.....	31
5.1. Mekanik Kısımın Seçimi.....	31
5.2. Kontrol Kısımlarının Tasarımı.....	31
5.2.1. Motor sargı sıcaklığını ölçen devre.....	33
5.2.2. Motor akım ve gerilimlerinin örneklenmesi.....	34
5.2.3. Su tankı basıncının kontrolü	35
5.3. Motorları Kumanda Eden Devrenin Tasarımı.....	36
6. ANALOG-DİJİTAL / DİJİTAL-ANALOG DÖNÜŞTÜRÜCÜ VE I/O KARTI.....	38
6.1. A/D - D/A Dönüştürücü I/O Kartının İçeriği.....	41
6.1.1. A/D ve D/A bölümlerinin özellikleri.....	41
6.1.2. Kartta yer alan adresler ve bu adreslerin görevleri.....	41
6.2. A/D - D/A Kartının MS/DOS Altında Programlanması.....	42
6.2.1. Analogtan dijitala çevirme	42
6.2.2. Dijitalden analoga çevirme	43
7. KURULAN DENEY SİSTEMİNİN ÇALIŞTIRILMASI.....	44
7.1. Sıcaklık Sensörlerinin Deney İçin Hazırlanması.....	44
7.2. Basınç Sensörünün Deney İçin Hazırlanması.....	44

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	47
8.1. Sonuçlar.....	47
8.2. Öneriler.....	50
KAYNAKLAR.....	52
EKLER.....	53
EK-1/A Örnekleme Kartı Baskı Devresi (Lehim yüzü)...	54
EK-1/B Örnekleme Kartı Baskı Devresi (Eleman yüzü)..	55
EK-2 Tek Fazlı A.C. Motorların Güç Devresi.....	56
EK-3/A Kumanda Kartı Açık Devre Şeması.....	57
EK-3/B Kumanda Kartı Baskı devresi.....	58
EK-4/A Bilgisayar Programının Akış Diyagramı.....	59
EK-4/B Program dokümanı.....	64

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

A	Amper
A.C.	Alternatif Akım
A/D	Analog/digital
ADC	Analog Digital Çevirici
APD	Avalanche Photo Diode
ASCII	American Standart Code for Information Interchange
D/A	Digital/Analog
D.C.	Doğru Akım
Gbit	Gigabit
Hz.	Hertz
I/O	Input/Output
kHz.	Kilohertz
km.	Kilometre
kW	Kilowatt
LED	Light Emitter Diode
LDR	Light Dependent Resistor
LSB	Low Significant Bit
lt.	Litre
LVDT	Linear Variable Differential Transformer
m.	Metre
mA	Miliamper
MHz.	Megahertz
MSB	Most Significant Bit
mV	Milivolt

NTC	Negative Temperature Coefficient
PLC	Power Line Carrier
RTU	Remote Terminal Unit
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
sn	Saniye
μ A	Microamper
V	Volt



GİRİŞ

Günümüzde artan ihtiyaçları karşılamak, verimliliği arttırmak, ekonomik üretim sağlamak, zamandan ve iş gücünden tasarruf elde etmek için karmaşık duruma gelen sistemlerin kontrol ve kumanda işlemleri, ancak gelişen teknolojileri takip etmek ve kullanmakla mümkündür. Gelişen teknolojiler içerisinde otomatik kumanda ve kontrol, bilgisayarlar, algılayıcılar, sensörler (hız, basınç, debi, sıcaklık v.s.), fiber optik kablolar, uydu haberleşmesi ve benzeri bölümler yer almaktadır. Bu bölümler birbirleriyle uygun hale getirilerek, gittikçe karmaşık hale gelen sistemlerin kumanda ve kontrolünde hızlı, güvenli, ekonomik ve verimli çözümler sağlanabilmektedir.

Gelişen teknoloji sayesinde trafik, içme suyu şebekesi, hava kirliliği, petro-kimya tesisleri, enerji üretimi ve dağıtımı, kâğıt endüstrisi, kısaca hayatın her alanında karşılaşılan karmaşık sistemler çözüme kavuşturulabilmektedir.

Şehirlerdeki nüfus yoğunluğunun hızlı artış göstermesi ve suyun bilinçsiz bir şekilde fazla kullanılması su tüketimini arttırmakta bu durum ise yerel yönetimleri artan su ihtiyacını karşılamak için yeni su kaynakları bulmaya ve ek su şebekeleri tesis etmeye zorlamaktadır. Bütün bunları yaparken karşılaşılan pek çok zorluklar yanında bu su şebekesinin verimli şekilde işletilmesi de gerekir. Su şebekesini en verimli şekilde kullanmak için;

- a) Tüketicinin ihtiyacı olan su miktarı,
- b) Su şebekesinde meydana gelen basınç,
- c) Bu basınca dayanıklı su borusu ve elemanlarının seçimi,
- d) Su şebekesini besleyen motopomplar, tüketicinin ihtiyacına göre çalışırken akım, gerilim ve gövde sıcaklıklarıyla şebekede oluşan basıncın daima denetim altında tutulması

gibi etkenler gözönünde bulundurulmalıdır.

Yukarıda belirtilen maddelerden ilk üçünün hesabı fizibilite çalışmaları esnasında tesbit edilebilir. Fakat son maddenin gerçekleştirilmesi ancak ve ancak gelişen teknolojileri takip etmek ve kullanmakla mümkündür.

Günümüz yerel yönetimleri tüketicinin su ihtiyacını karşılamaya çalışırken, su şebekesinde basınçtan dolayı meydana gelen su borularının patlamasına istenilen ölçüde engel olamamaktadırlar. Çünkü su şebekesini besleyen tüm motopomplar ve su şebekesinde meydana gelen basınç daima gözetim altında değildir.

Mevcut yerel yönetimler su şebekesini bölgelere ayırmakta ve her bölge için de ekipler görevlendirmektedir. Bu ekipler belirli aralıklarla motopompları ve şebeke basıncını kontrol etmektedirler. Bu tip bir kontrol ise normal çalışma şartları dışındaki bir duruma zamanında müdahale için yeterli olamamakta ve pekçok yerlerde su şebekesi arızalanarak devre dışı kalmasına neden olmaktadır.

Ayrıca toplanan bilgilerin sayıları, toplam süreleri ve doğrulukları personelin sistemde oluşan olayları süratli ve doğru bir şekilde izlemesine imkan vermemektedir. Bundan dolayı arızalar çabuk genişleyebilmektedir.

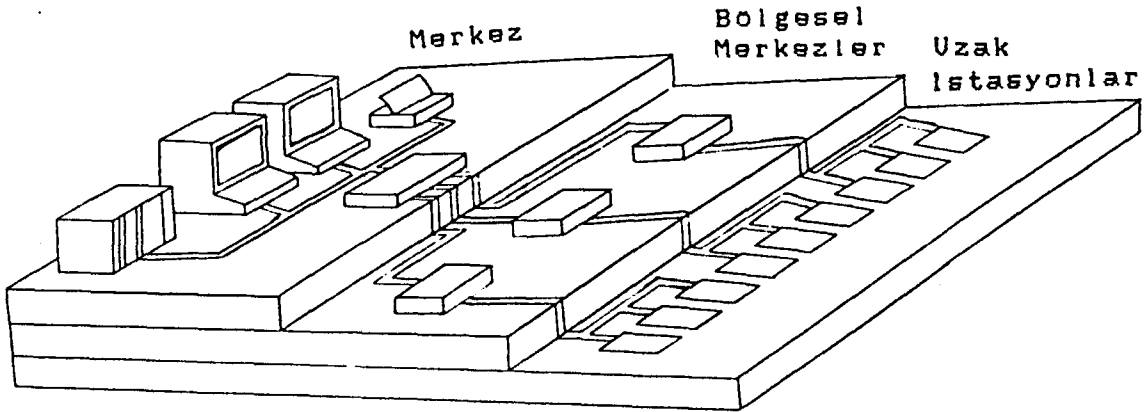
Günümüz şartlarında en hızlı gelişen teknolojilerden birisi olan bilgisayarların şehir su şebeke sistemlerine uygulanması yukarıda sözü edilen zorlukların büyük ölçüde aşılmasında ve şehir su şebeke sistemlerinde otomatik kontrole geçilmesinde yardımcı olmaktadır.



1. OTOMATİK KONTROL SİSTEMLERİ

Bilgisayar teknolojisinin ilerlemesi ile çok çeşitli alanlardaki otomatik kontrol sistemlerinde bilgisayar kullanımı artmış ve otomatik kontrol sistemleri tüm dünyada araştırma konusu olan bir sektör haline gelmiştir. Bugün SCADA's (Supervisory Control and Data Acquisition System : Denetimli Kontrol ve Veri Toplama Sistemi) bu amaçla geliştirilmiş bir kontrol sistemidir.

SCADA's her alanda otomasyon ve işlem kontrolü sağlayan geniş çaplı bir otomasyon kontrol ağı olarak; petrol boru hatları, nehir yatak rejimleri, hava ve suların saflığı, yol ve trafik durumu, doğal afetlerin önlenmesi, elektrik enerji sistemleri v.b. gibi çeşitli alanlarda uygulanmaktadır. Çünkü bu alanların tamamında bilgi toplama, toplanan bilgileri bir merkezde değerlendirme gibi bir takım ortak süreçleri bulunmaktadır. Veriler genellikle radyo dalgaları, fiberoptik kablolar, uydu haberleşmesi, enerji nakil hatları veya telefon hattı ve modem aracılığıyla iletilirler (Şekil 1.1.) [1].



Şekil 1.1. SCADAS'ın İşletimi

1.1. SCADAS Sisteminin Uygulandığı Başlıca Alanlar :

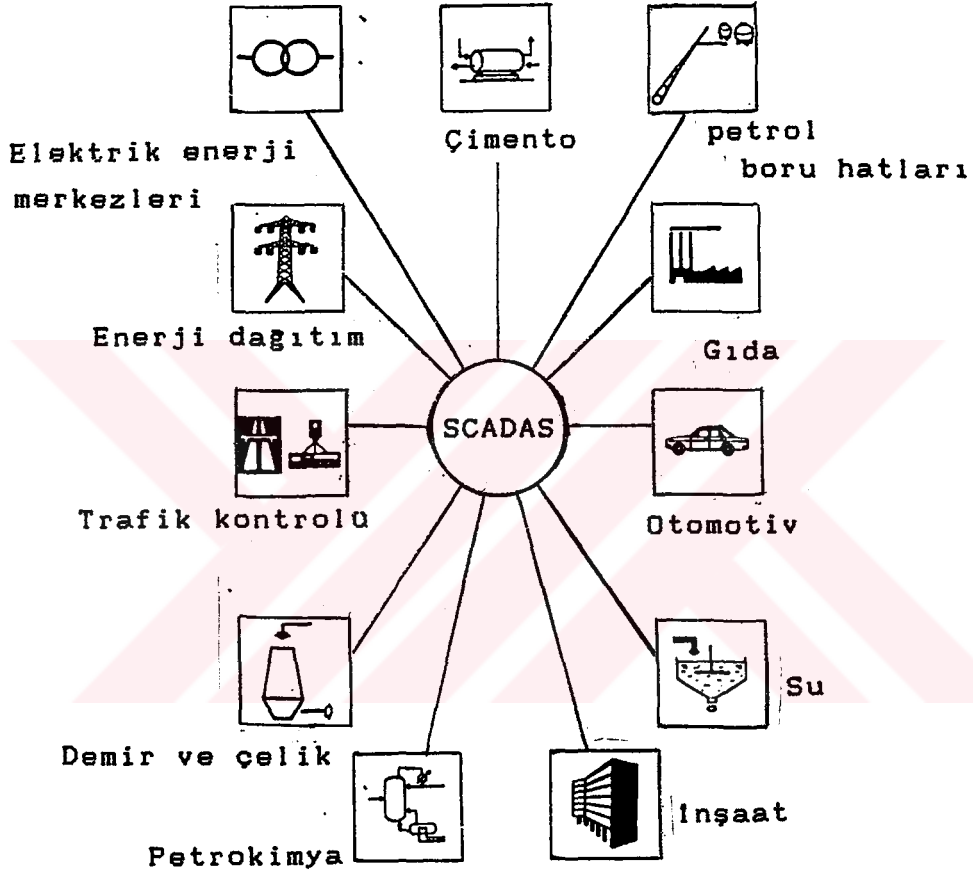
Şekil 1.2. de SCADAS uygulamasının yapıldığı başlıca alanlar yer almaktadır.

- Kimya endüstrisi
- Doğal gaz ve petrol boru hatları
- Petrokimya endüstrisi
- Demir ve çelik endüstrisi
- Elektrik enerji merkezleri
- Enerji dağıtım merkezleri
- Kağıt endüstrisi
- Su sistemleri (Dağıtım, kanalizasyon)
- Hava kirliliği kontrolü
- Çimento endüstrisi
- Otomotiv endüstrisi
- Trafik kontrolü
- Gıda endüstrisi
- İnşaat sektörü [2].

Dünyada pekçok firma SCADAS sistemi üzerinde çalışarak geliştirdikleri sistemler ile elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı, hidroelektrik santrallerinin su seviye kontrolü ve demiryolu kuruluşlarına güç iletimi gibi sahalarda etkin bir çözüm elde etmişlerdir.

Elde edilen çözümler sayesinde örneğin; barajdaki su miktarının bilinmesi ile herhangi bir enerji darboğazına karşı tedbirler alınabilir. Enerjisi kesilen bir bölgenin uzun süre enerjisiz kalmaması için o bölgeye diğer bir enerji nakil hattından enerji temin edilebilir. Yukarı aşırı şekilde

artan bir enerji nakil hattının yoku komşu bir hatla paylaş-
tırılarak arızanın önüne geçilebilir. Enerji nakil hattının
arızalanması ile enerjisiz kalan bir trenin uzun süre seferi-
nin aksayarak demiryolunun kapalı kalmasına engel olunabilir.



Şekil 1.2. SCADAS'ın Uygulama Alanları

1.2. Materyal ve Metod

Bu çalışmada, şehir içme suyu şebekesinin bir bölümünü temsil eden bir sistem kurulmuştur. Bu sistem içerisinde iki adet motopomp, su şebekesini temsil eden bir adet su tankı, kontrol ve kumandayı sağlayan elektronik kartlar ve bir adet PC bilgisayar yer almaktadır.

Sistemde yer alan motopompların akımı, gerilim ve sargı sıcaklığı değerleriyle su tankında meydana gelen basınç değerini A/D çevirici kartına girebilmek için bir örnekleme kartı tasarımılanmıştır.

Su tankı basınç değeri ile motopompların sargı sıcaklık değerleri örnekleme kartına aktarılmadan önce sensörler yardımıyla elektriksel işarete dönüştürülmektedir.

Su tankı basınç değeri, basınç sensörü yardımıyla akıma dönüştürülmektedir. Basınç sensörü D.C. 12.5 V - 36 V kaynakla beslenmektedir. Basınç sensörünün çıkışından minimum basınç değerinde D.C. 4 mA, maksimum basınç değerinde ise D.C. 20 mA akım alınabilecek şekilde ayar yapılabilmektedir. Bu ayar işlemi basınç sensörü üzerindeki ayar civatalarıyla sağlanmaktadır.

Motopompların, motor sargı sıcaklıklarını ölçmek için LM35 sensör entegresi kullanılmıştır. Bu entegre ile gerçekleştirilmiş olan sıcaklık sensör devresi Şekil 5.2.'de görülmektedir. Bu devre sayesinde, kurulan sistemin emniyetli biçimde çalışması için yeterli olan 0 °C - 100 °C arası sıcaklık ölçebilen ve 10 mV/°C çıkış veren bir sıcaklık sensör devresi gerçekleştirilmiştir.

Motopompların sargı sıcaklıkları, akımları, gerilimleri ve su tankı basıncına ait analog bilgiler örnekleme kartında örneklendikten sonra 12 bit A/D - D/A (Analog-Dijital Dönüştürücü) kartına girilmektedir.

Bilgisayar ortamına bilgiler 8 bit (1 byte) olarak verilir. Kullanılan A/D çevirici kartındaki bilgiler de, bu

durum gözönüne alınarak, bilgisayar ortamına 8 bit ve 4 bit biçiminde ardışıl adreslerle gönderilmektedir. Bilgilerin 12 bit'lik olması sayesinde A/D çevirici kartının kanallarına gelen bilgilerin hassasiyeti " Kanala gelen bilgi / 4096 " olmuştur. Mesela analog bilginin alabileceği en büyük değer 9 V D.C.'dir. Bu durumda hassasiyet $9V/4096 = 0.00219$ V olur. Eğer bu 8 bitlik olmuş olsaydı hassasiyet $9V/2048 = 0.00351$ V olurdu. Görüldüğü gibi 12 bitlik bir bilginin hassasiyeti 8 bitlik bir bilginin hassasiyetinden daha büyüktür.

12 bit A/D - D/A kartı PC AT bilgisayarın slotuna yerleştirilmiştir. Bu kartın 16 adet analog girişi ve 1 adet de analog çıkışı vardır. Aktarılan bu değerler QBASIC dilinde [3,4] yazılan bir program ile bilgisayar ekranında görülmektedir. Şayet bu değerler herhangi bir nedenle normal sınırlar dışına taşacak olursa ikaz sesi duyulmakta ve aynı zamanda ekranda, sınır dışına taşan bilginin yan tarafında renkli ikaz belirlemektedir. Sınır dışına taşma olayının geçici olup olmadığını anlamak için bir gecikme süresi uygulanmaktadır. Bu gecikme süresi sistemin emniyet ve güvenirliliğini bozmayacak biçimde ayarlanabilmektedir. Şayet sınır dışına taşma durumu, belirtilen gecikme süresince devam etmiş ise, süre sonunda bilgisayar otomatik olarak, sınır dışına taşan motopompu devre dışı etmektedir.

Eğer sınır dışına çıkma ve belirtilen gecikmeden sonra motopompu devre dışı etme işlemi basınç ve gerilim değerlerinden dolayı olmuş ise bu değerlerin yeniden normal sınırlar içerisine dönmesi halinde bilgisayar devre dışı bıraktığı

motopompu yeniden devreye almaktadır. Eger sınır dışına taşma akım ve sargı sıcaklık değerlerinde görüldü ise, bu istenmeyen durumun meydana geldiği motopomp bilgisayar tarafından devre dışı edilmekte fakat yeniden devreye alınmamaktadır. Bunun nedeni, herhangi bir kısa devre olayında veya aşırı ısınmada motorun yanmasını önlemektir.

Ayrıca operatörün isteğine bağlı olarak da motopomplar devreden çıkarılabilmekte ve daha sonra da devreye alınabilmektedir.



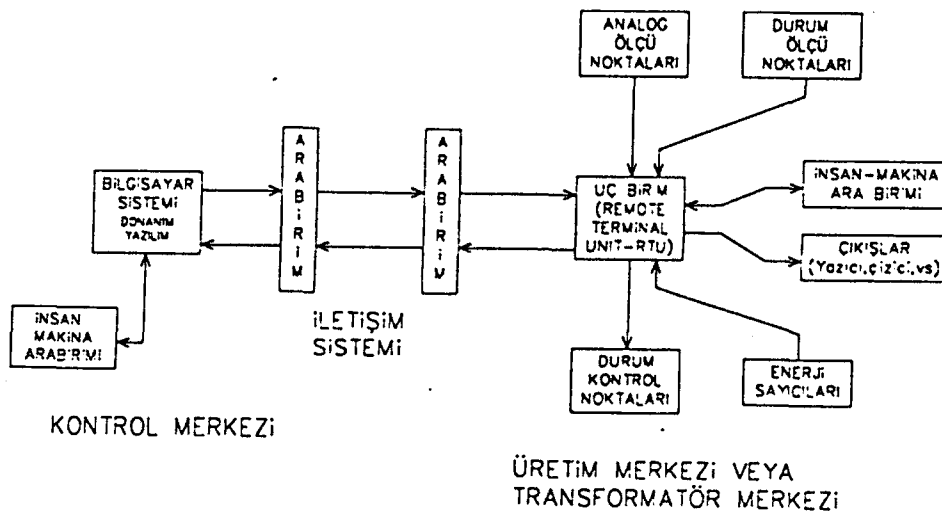
2. DENETİMLİ KONTROL VE VERİ TOPLAMA SİSTEMİ (SCADA)

Veri toplama, operatör tarafından bu verilerin işlenmesi ve çok uzaktaki unitelerin kontrolü tüm modern kontrol sistemlerinin temelini teşkil eden esas yapı bloklarıdır. Bu işlemleri yerine getiren sistemin tümüne SCADA denir.

SCADA'nın bir parçası olan Uzak Terminal Birimi (RTU); veri elde etme, veri işleme, işlem kontrolü ve dış ortamla haberleşmenin sağlandığı bir birimdir. RTU ve Denetim bilgisayarı SCADA sistemini oluşturur. RTU, çalışma ortamından gelen bilgileri denetim bilgisayarına gönderir ve denetim bilgisayarıdan gelen bilgilere göre de çalışma ortamını yönlendirir.

SCADA sisteminin amacı, belli bir cihazı veya tesisi uzaktan kontrol edebilme yeteneğini sağlamak ve davranışının kontrol amacı doğrultusunda olup olmadığını denetlemektir [5]

Şekil 2.1. de SCADA sisteminin genel yapısı görülmektedir.



Şekil 2.1. SCADA Sisteminin Genel Yapısı

2.1. SCADA Sisteminin Fonksiyonları

SCADA sisteminin içerdigi fonksiyonlar şunlardır:

Veri elde etme, denetimli kontrol, ikaz işlemleri, bilgi depolama ve rapor, elde edilen durumların dizilmesi, veri hesaplama, özel RTU işlemleri.

Veri yakalama : RTU'lardan periyodik veri elde etmek önemlidir. Çoğu sistemlerde, merkez istasyonundan RTU'ya bir istek gelir gelmez RTU gelen istek doğrultusunda veri yakalar

Denetimli kontrol : Denetimli kontrol, uzak bölgede çalışan elemanların işletimidir. İşletim; istasyon seçimi, kontrol edilebilen eleman seçimi ve istenilen komutun yürütülmesini içerir.

Alarm işlemleri: Programsız, beklenmeyen durumlarda operatörü ikaz etmek ve istenmeyen durum anında onu bilgilendirmek için alarm işlemleri devreye girer.

Bilgi depolama ve rapor : Kaydetme-saklama, kontrol sistemlerinin işletiminde daima önemli bir görevdir. Kaydetme - saklama işleminin yaygın uygulama şekli, periyot aralıklarında daha önce seçilmiş bir takım verilerin elde edilmesi ve onların dosyalara yüklenmesi işlemidir [6].

2.2. SCADA'da Haberleşme Ortamları

Bir haberleşme ortamından beklentiler şunlardır:

Güvenilirlik, uygun maliyet, iletişim hızı, bilgi akış mimarisine uyum, iki yönlü haberleşme imkanı, arızalarda haberleşebilme imkanı, işletme ve bakım kolaylığı.

Gerçekleştirilecek SCADA sisteminde, yukarıdaki durumlar göz önüne alınarak aşağıda belirtilen haberleşme ortamlarından uygun olan biri seçilir.

SCADA'da haberleşme ortamları şunlardır:

1. Metalik kablolar
2. Power Line Carrier (PLC)
3. Radyo haberleşmesi
4. PTT'den kiralanmış telefon hattı
5. Fiberoptik kablo
6. Uydu haberleşmesi

2.2.1. Metalik Kablolarla yapılan haberleşme

Çok bilinen ve kullanılan bir tekniktir. Bu tür haberleşmede kullanılan iletkenler çıplaksa 1 MHz'e kadar, iletkenler yalıtılmış ve hat uzunluğu da 80 - 100 m. ise 200 MHz'e kadar olan frekanslarda kullanılabilirler. Bu tip haberleşme yeni teknoloji gerektirmez. Simplex (tek yönlü), half duplex (iki yönlü), full duplex (eşzamanlı ve çift yönlü) haberleşme imkanı sağlamaktadır. Elektromagnetik ve elektrostatik ortamlardan etkilenir.

2.2.2. Power Line Carrier (PLC) ile yapılan haberleşme (Yüksek gerilim hatlarıyla)

Kullanılan hatlara göre ikiye ayrılır:

- Yüksek gerilim hattını kullanan PLC'ler (> 38kV)
Taşıyıcı frekansı 50 - 500 kHz.
- Alçak gerilim hattını kullanan PLC'ler (< 38kV)

Taşıyıcı frekansı 2 - 50 kHz.

Denenmiş bir yöntem olmakla beraber hava değişimlerinden, empedans değişimlerinden, dağıtım hatlarındaki gürültülerden etkilenirler. Bu tür haberleşmede Genlik ve frekans modülasyonları kullanılır.

2.2.3. Radyo Haberleşmesi

SCADA'da yaygın kullanılan bir haberleşme türüdür. Kendi arasında;

- Noktadan noktaya mikrodalga haberleşme (Şekil 2.2)
- Çok adresli sistemler (Şekil 2.3)
- Trunk radyolar (Şekil 2.4)
- Spread spectrum radyolar

diye kısımlara ayrılırlar.

Radyo haberleşmesi yeterli band sağlar, dağıtım sistemindeki arızalardan etkilenmez ve güvenilirliği yüksektir. Bununla beraber sistemi kurmak problem çıkarabilir. Mikrodalga haberleşmede sonradan kurulan binalar ve ağaçlar haberleşme dalgalarının önünde set oluşturarak problem çıkarabilir.

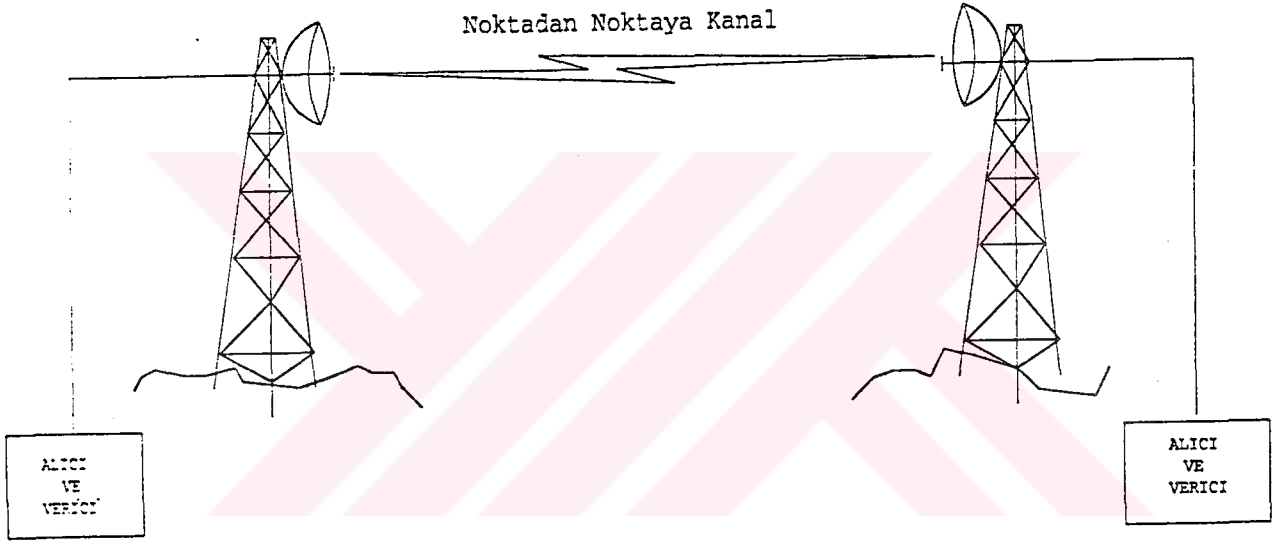
Tekrarlayıcılar (repeater) maliyeti arttırabilir. Bu haberleşme çeşidinde genlik, frekans ve darbe modülasyonu kullanılır.

2.2.4. PTT telefon hattı ile yapılan haberleşme

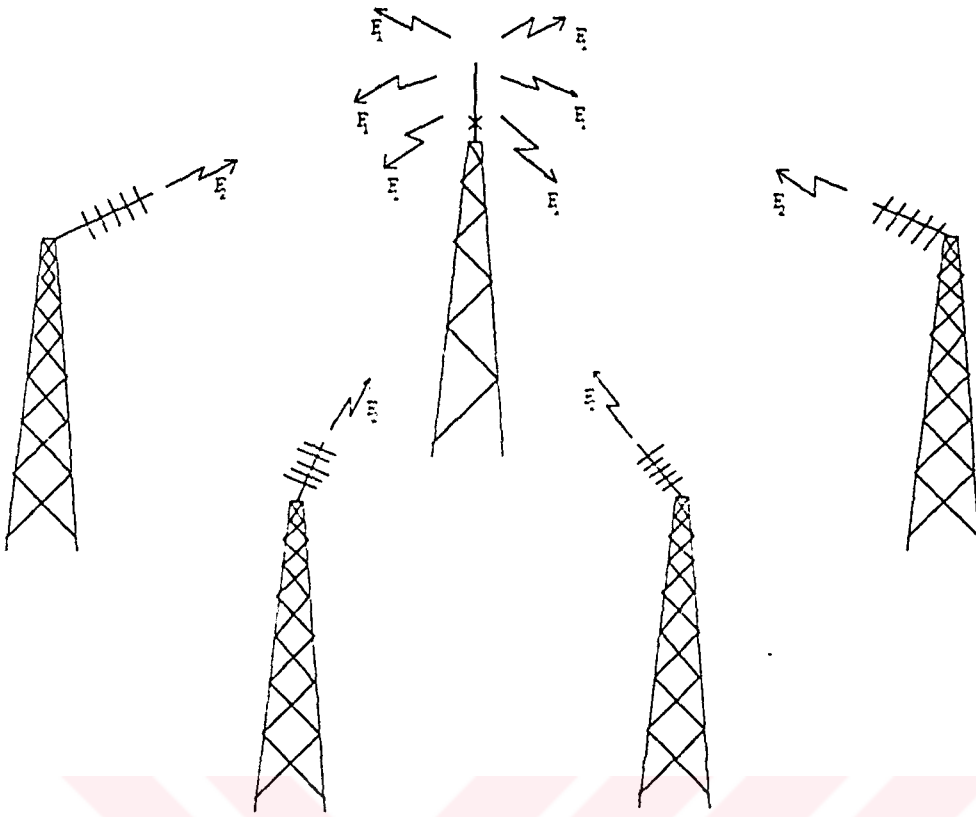
Bu tip haberleşme;

- Kiralanmış PTT hattı,
- Otomatik aramalı PTT hattı

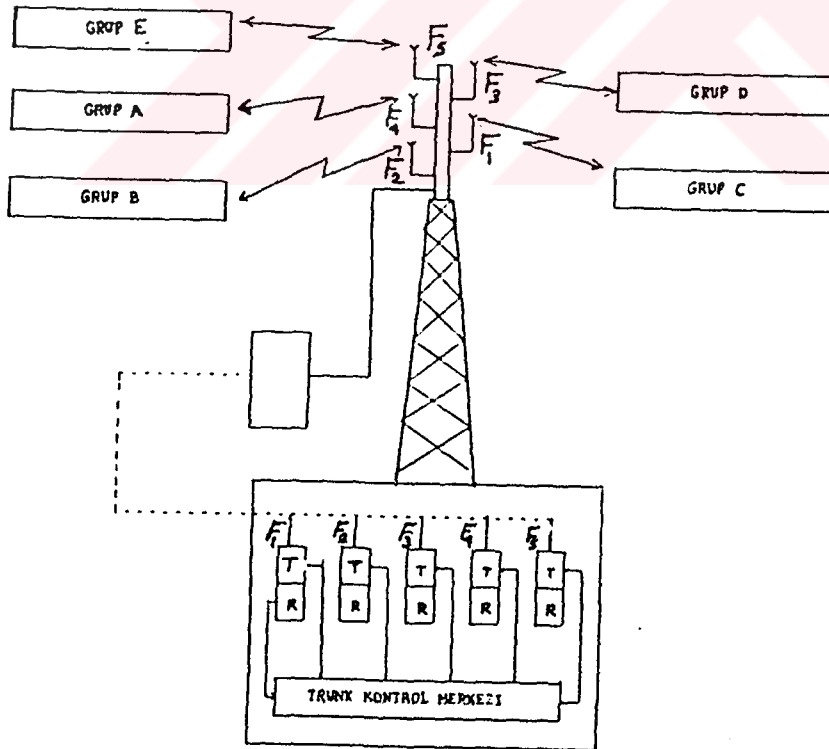
diye sınıflandırılabilir. Bu tip haberleşmede çok sayıda hat kiralanabilir, bina, kule v.s. gerektirmez. İlk yatırım masrafı düşüktür. Bu avantajları yanında sistemin hedeflenen emniyet sınırları içerisinde çalıştırılmasında sorumluluğun paylaşılması, arıza onarımının uzun sürebilmesi ve kiralık hattın daima istenildiği an PTT tarafından arttırılamaması gibi dezavantajları mevcuttur.



Şekil 2.2. Noktadan Noktaya Mikrodalga Haberleşme



Şekil 2.3. Çok Adresli Sistem Haberleşmesi



Şekil 2.4. Trunk radyo haberleşmesi

2.2.5. Fiber optik kablo ile yapılan haberleşme

Fiber optik tabanlı bir iletişim sisteminde, elektriksel sinyaller önce bir LED veya Lazer diyotla optik sinyallere dönüştürülür. Fiber optik kablo bu sinyallerin istenilen uzaklıklara kadar taşınmasında kullanılan bir iletişim ortamıdır. Fiber optik kablo sonundaki bir ışık dedektörü (AFD) bu optik sinyalleri tekrar elektriksel sinyallere dönüştürerek iletişimi tamamlar.

Fiber optik kablolar, taşıdıkları ışığı dalga boyuna bağlı olarak zayıflatırlar.

Bu kablo ile yapılan haberleşme elektromanyetik olaylardan etkilenmez. İletim ışın demetleri ile sağlandığından frekans çok yüksek ($2 \cdot 10^{14}$ Hz. civarında), dolayısıyla band genişlikleri de çok yüksektir (Uygulamada $5 \cdot 10^7$ Hz.). Çok yüksek veri iletim hızına (saniyede birkaç Gbit) erişebilmektedir. Kısa devre olma problemleri olmadığından yangına sebep olmazlar. Boyutları küçüktür ve sağlam izolasyona sahiptirler. Fiber optik kablo yer altına döşenirse ömrü uzun olur.

Fiber optik kabloyla yapılan bir haberleşmede ortalama olarak her 50 km.de bir tekrarlayıcıya (repeater) ihtiyaç duyulur. Fiber optik kablolar metal iletkenler kadar yüksek gerilmeye dayanamazlar. Aşırı bükülmeler ve zorlanmalar sonucu kırılabilir. Sistem yeni olduğundan diğer haberleşme ortamları gibi bir standarta sahip değildir. Ayrıca özel alıcı-verici gerektirmesi ve özel bağlantı elemanı istemesi gibi dezavantajları vardır [6].

2.2.6 Uydu haberleşmesi

Bir uydu haberleşmesinde Üç temel Ünite vardır. Bunlar; yer istasyonu (verici), uydu ve yer istasyonu (alıcı)'dır. Verici istasyonundan uyduya olan yola yer istasyonu - uydu bağlantısı, uydudan alıcı yer istasyonuna olan yola da uydu - yer istasyonu bağlantısı denir.

Bu tür haberleşmedeki band genişliği 5900 - 6400 MHz.dir Aynı zamanda arızalar daha da az olur. Fakat bu tür haberleşme için uydu gerektiğinden maliyet yüksektir. Bunun yanında yeryüzüne büyük terminaller kurulmalıdır [6].

Uydu haberleşmesinde frekans ve faz modülasyonu kullanılır.

3. BILGİSAYAR İLE DIŞ DÜNYA ARASINDA HABERLEŞME

Dış dünya ile bilgisayar arasında haberleşme ve kontrol gibi işlemler yapılabilir. Bilgisayar sisteminin dışında kalan birim, Unite ve sistemler dış dünya olarak tanımlanır. Elektronik açısından olaya baktığımızda dış dünya analog veya dijital olabilir [7,8].

Analog işaretlerin değerlendirilmesi için bilgisayar girişinde A/D, çıkışta ise D/A çeviricilerin bulunması gerekir. Burada örnekleme frekansı, program ve mikroişlemcinin hızı sistemi sınırlar. Dijital giriş - çıkış durumunda ise, lojik seviye olarak uygunluk varsa herhangi bir dönüştürmeye ihtiyaç yoktur.

Bilgisayar ile dış dünya arasında iki türlü haberleşme yapmak mümkündür :

- a) Seri haberleşme
- b) Paralel " "

3.1. Seri Haberleşme

Bilgisayar içinde veri iletimi 8, 16 ya da 32 bit genişliğindeki veri yolu üzerinden yapılır. Dış dünya ile haberleşirken sistem uzakta ise paralel veri iletimi teknik ve ekonomik açıdan uygun olmaz. Bu nedenle paralel bilgiler seri halde tek tek gönderilir.

Seri iletişim hızı bir saniyede gönderilen bit sayısı ile ölçülür ve bu sayıya "Boud" denir [7].

Merkezi bir bilgisayar ve beraberinde birkaç adet termi-

nalden oluşan bir sistemde, daha önceden seri forma dönüştürülmüş olan veri bitleri birer birer yollanmadan önce bir modem (modülator/demodülator) aracılığıyla ses frekansında bir işarete dönüştürülür. Burada iki lojik seviye için birer frekans atanmıştır. Veriyi yollayan taraftaki modem, ileteceği bitin seviyesine göre ses frekansındaki bir işareti üretir ve veriyi alan taraftaki modeme gönderir. Alıcı taraftaki modem ise iletilen bu işareti demodüle eder ve yollanan bitin 1 veya 0 olduğunu bularak bu bilgiyi bilgisayara aktarır. Genelde bu iletişim için telefon hattı kullanılır. İletişimin sürekli olmadığı ve iletişim hızının yüksek olmasına gerek duyulmayan yerlerde asenkron iletişim yapılır. İletişimin sürekli ve hızın da yüksek olduğu durumlarda ise senkron iletişim kullanılır [7,9].

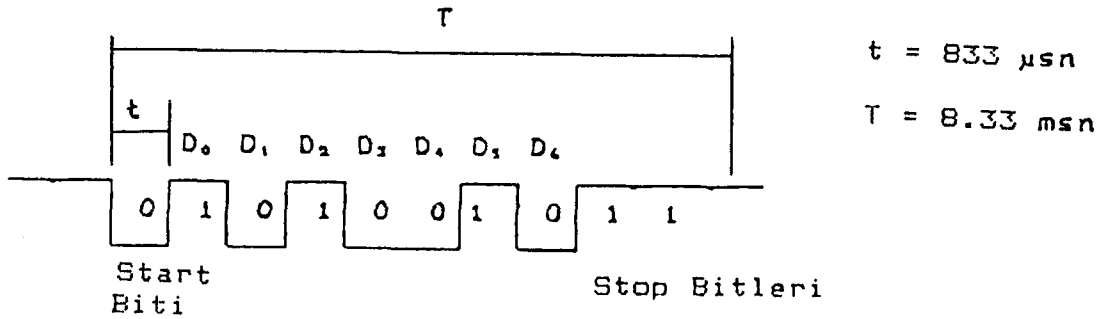
3.1.1. Asenkron iletişim

Seri iletimi gerçekleştiren sistemlerin çoğunda bu tip iletişim kullanılır. Değişik firmaların ürettiği bilgisayarların aynı sistem içinde kullanılabilmesi için karakterler ortak bir kod (ASCII) ile gönderilir [7].

Hattan veri iletilmediği sürece, hat sürekli olarak 1 seviyesindedir. Bir veri karakterinin başlaması "0" biti gönderilerek belirtilir. Start bitinin hemen arkasından gelen 7 veri biti, yollanan karakteri temsil eder.

Bir karakter, önce en az anlamlı bittten (LSB) başlayıp en anlamlı bite (MSB) kadar yollanır. Karakter verisinin son biti parite biti olup, yollanan veride tek bitlik hata olup

olmadığının anlaşılması için kullanılır. Son olarak bir veya iki adet stop biti gönderilir ve seviye 1'e çıkar. Hat yeni bir veri yollanana kadar 1 seviyesinde kalır.



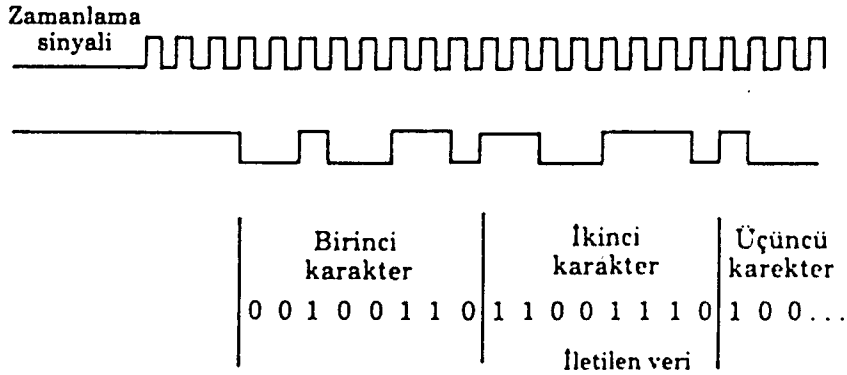
Şekil 3.1. Asenkron Olarak Örnek Bir Veri Gönderimi

3.1.2. Senkron iletişim

Bu tip iletişimde start/stop bitleri olmadığından veriyi alan birimin karakteri yakalayabilmesi için iki birim arasında senkronizasyon sağlanmalıdır [7,9].

Veri yollayan ve alan birimler arasında senkronizasyonun sağlanması için ön dizi ve senkronizasyon dizileri kullanılır. Ön dizi "1" seviyelerinden oluşabilir. Start/stop bitlerine gerek olmadığından asenkron iletişime göre senkron iletişim %20 daha verimlidir. Şekil 3.2. de görülen senkron iletişimde üstteki saat sinyalinin pozitif kenarlarında bitlerin değişimi olmaktadır.

İletişimde güvenirliliğin artması için bit değerleri bit sürelerinin ortasında okunur.



Şekil 3.2. Senkron İletişim

3.1.3. RS - 232 (Seri Haberleşme Standardı)

RS-232, veri yollayan birim ve modem arasında seri iletişimin gerçekleşmesinde gerekli standartlardan biridir.

Veri yollayan taraftaki modem karşı taraftaki modem ile iletişim kurarak diğer tarafa veri gönderir. Modemler arası iletişim çeşitleri:

- Simplex Mod (Tek Yönlü) : Veri yalnızca bir yönde gider.
- Half-Duplex Mod (İki Yönlü) : Aynı anda olmamak kaydıyla veri iki yönde de iletilebilir.
- Full-Duplex Mod (Eşzamanlı iki yönlü) : İki kanal yardımıyla veri akışı aynı anda iki yönde de gerçekleşir [7,9].

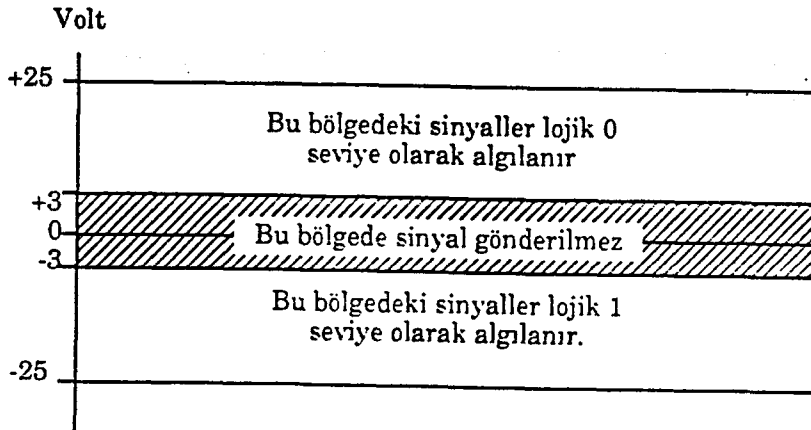
RS-232 kartı 25 bacaklı D tipi konektör üzerinden bağlanır. Şekil 3.3. de gösterildiği gibi veri 2 nolu bacadan yollanırken 3 nolu bacadan alınır.

Bu ara birimde iletim mesafesi, sistemin hızı ve ihtiyaçlara göre lojik 0 seviye +3 V ile +25 V arası, lojik 1 seviye ise

-3 V ile -25 V arası değerler seçilebilir. Çoğu uygulamalarda +12 V ve -12 V kullanılır. -3V ve +3V arası gürültü etkilerinden korunmak için kullanılmaz. Bu voltaj seviyeleri Şekil 3.4.de görölmektedir.

Kısaltma	Bacak No.	Tanımlama
PG	1	Protective Ground (Koruyucu toprak)
TxD	2	Transmitted Data (Gönderilen veri)
RxD	3	Received Data (Alınan veri)
RTS	4	Request to Send (Veri gönderme isteği)
CTS	5	Clear to Send (Veri gönderilen hat açık)
DSR	6	Data Set Ready (Veri düzeneği hazır)
SG	7	Signal Ground (Sinyal toprağı) (Common Return)
DCD	8	Data Carrier Detect (Veri taşıyıcısı)
	9	
	10	
	11	
DTR	20	Data Terminal (Veri terminali hazır) Ready

Şekil 3.3. RS-232 Konnektörünün Bacak Bağlantıları



Şekil 3.4. RS-232 İşaret Seviyeleri

RS-232 bağlantısı: Birbirinden uzak terminaller arasında (300 m.'den büyük) iletişim kurulmasında modemler kullanılırken, terminallerin yakın olması durumunda modemlere gerek yoktur. Bu durumda iki RS-232 arasında doğrudan bağlantı yapmak mümkündür. Modem kullanmadan iki terminal bağlanırsa, RS-232 ara birimleri birbirlerine işaret grupları göndererek el sıkışmalı (hand shake) yöntemle haberleşirler [10].

3.2. Paralel Haberleşme

Dış dünya ile bilgisayar arasındaki lojik seviyenin uygun olması halinde, veri giriş / çıkış hatları bilgisayarın uygun slotuna bağlanır. Bu işlem için bir ara birim kullanılır. Ara birim yardımıyla paralel I/O sayısı arttırılabilir. Bilgisayarda işlenebilecek veriler 8 bitlidir. Ara birimde dış dünya ile veri yolu arasında bağlantıyı kuran portlar, yazılan program ile sırayla devreye girerek paralel I/O işlemlerinin yapılmasını sağlarlar [7,11].

Yukarıdan da anlaşıldığı üzere, bir anda 8 bitlik paralel I/O yapılmaktadır. Çok sayıda paralel I/O için ara birimde portların sayısı arttırılıp, programda düzenleme yapılması gerekir. Ancak çok fazla paralel I/O durumunda sistemin hızı düşer [7].

4. ELEKTRİK ÖLÇME SİSTEMİNE GENEL BAKIŞ

Ölçme işlemleri, genellikle fiziksel büyüklüklerin bir ya da birkaç parametrenin fonksiyonu olarak değişen değerlerinin ölçülmesi/hesap yoluyla bulunması için yapılır. Elektrik mühendisliği açısından bakılacak olursa fiziksel büyüklük, ölçme sistemine ya elektriksel olmayan büyüklük veya elektriksel büyüklük olarak alınır.

Elektriksel olmayan büyüklüklerin elektriksel büyüklükler cinsinden ölçülmesi için bu büyüklüklerin önce elektriksel büyüklüklere dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüştürücülere örnek olarak pozitif ve negatif sıcaklık katsayılı termistörler, termokupullar, strain gauge'ler, foto dirençler gibi elemanlar gösterilebilir.

Kullanma yerleri ve imkanlarına göre bu dönüştürücülerin opamplarla, köprülerle ve Analog - Digital dönüştürücülerle birlikte bağlanma durumları da değişebilir [12].

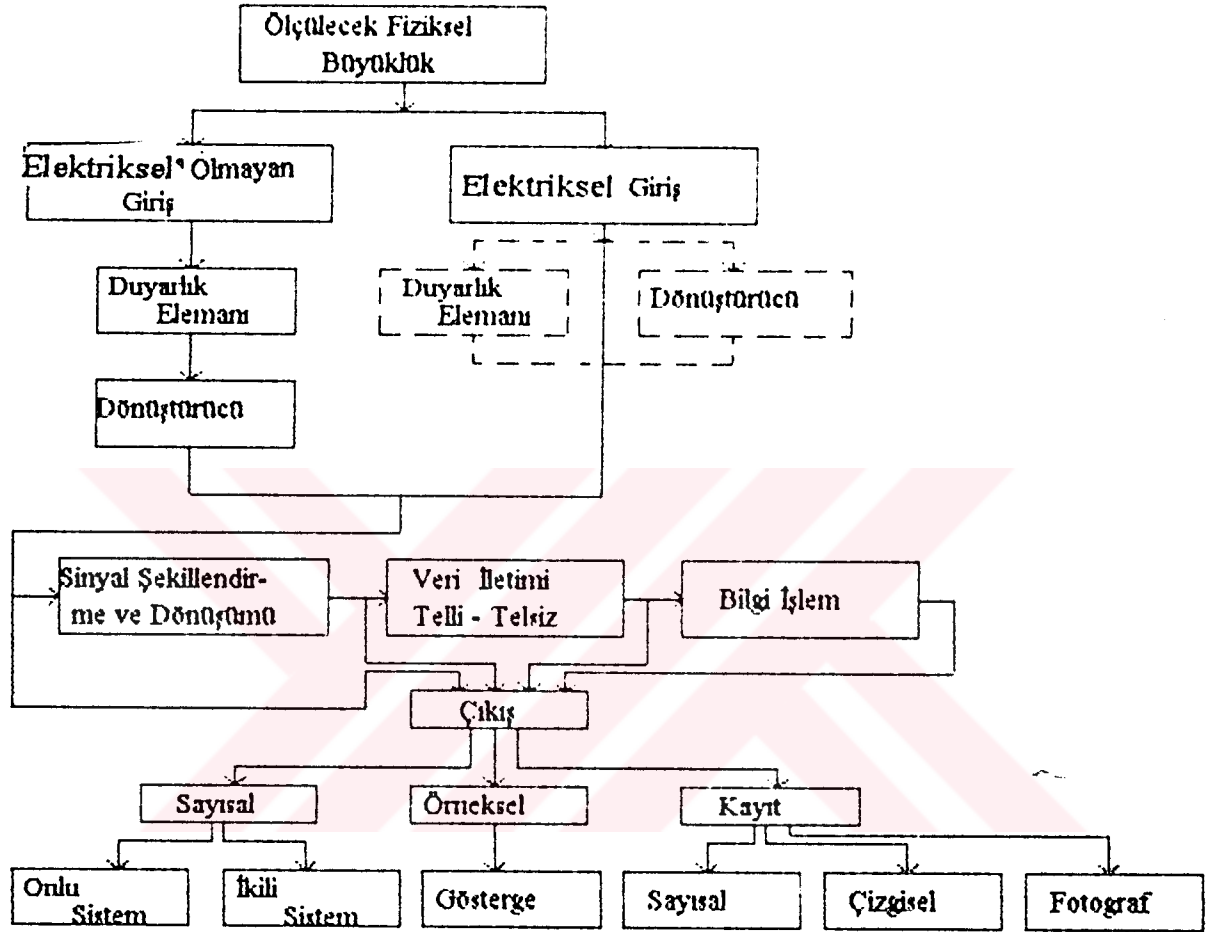
Şekil 4.1'de bir ölçme sisteminin genel hatları görülmektedir.

4.1. Duyarlık Elemanları

Ölçme tekniği, ölçülecek büyüklüğün en duyarlı bir şekilde ölçülmesini gerektirir. Gerçekte ölçme duyarlılığının artırılması maddi imkanları zorladığından her zaman en duyarlı ölçme işleminin yapılması gerekmeyebilir. Önemli olan yerine ve önemine göre ölçme duyarlılığının optimum biçimde temin edilmesidir.

Elektriksel olmayan girişlerin ölçümü; örneğin, bir me-

kanik sistemdeki basınç değişimlerinin ölçülmeleri istenirse, duyarlık elemanı için bir diyafram ve dönüştürücü eleman için de bir strain gauge'in seçimi gereklidir.



Sekil 4.1. Bir Ölçme Sisteminin Genel Hatları

4.1.1. Mekanik duyarlık elemanları

Mekanik duyarlık elemanları için bir sınıflandırma yapacak olursa bu elemanlar,

- Hareket ölçmelerinde,
- Kuvvet, moment ve mil gücü ölçmelerinde,
- Basınç ve ses ölçmelerinde,
- Akış ölçmelerinde,

- Sıcaklık ölçmelerinde,
- Seviye ölçmelerinde,
- Diğer elektriksel olmayan büyüklük ölçmelerinde kullanılmaktadırlar,

Buna göre mekanik duyarlık elemanları genel olarak şu başlıklar altında toplanabilir:

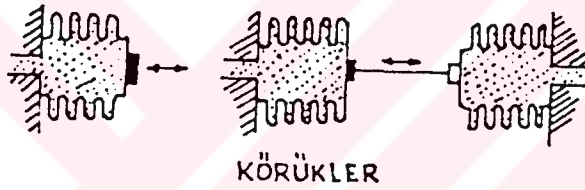
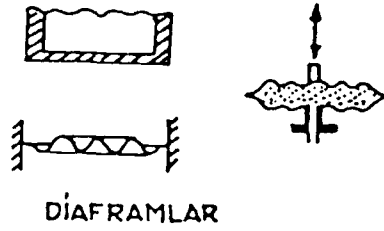
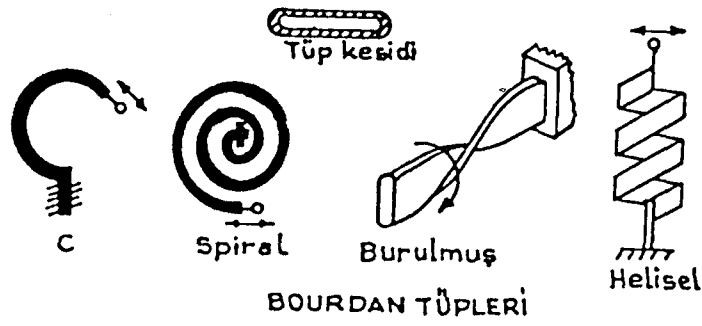
- a) Çeşitli mekanik yaylar ve elastik duyarlık elemanları
- b) Basınç duyarlık elemanları
- c) Akış duyarlık elemanları

Gaz ve sıvıların genişmeleri sonucu buldukları ortamdaki basıncın etkisi ile şekil değişimine (distorsiyon) uğrayan çeşitli elastik basınç duyarlık elemanları Şekil 4.2. de görülebilir.

Ondüleli diaframların hareket miktarları düz tipten olanlarına göre daha fazla olmakla beraber eğer duyarlık elemanından daha fazla hareket miktarı isteniyorsa iki ondüleli diaframın birbirine kaynak ya da lehimlenmesi ile yeni şekiller elde edilebilir.

Körükler genellikle tek parçalı 0.1 mm. kalınlığında sarı metal veya paslanmaz çelikten yapılırlar.

Bourdon tüpleri ise eliptik kesitli ve bir ucu ankastre edilmiş ve genellikle sarı metal, fosfor bronz, berilyum bakır ve çelikten yapılmış C, spiral, burulmuş ve helisel şekillerde imal edilirler [12].



Şekil 4.2. Çeşitli Elastik Basınc Duyarlık Elemanları

4.2. Pasif ve Aktif Dönüştürücüler

Dönüştürücü anlamının içeriginde bir enerji dönüşümü bulunmaktadır. Eğer bu dönüşüm işlemi dışardan bir enerji girişinin aracılığı ile yapılmıyorsa dönüşümü gerçekleştiren eleman ya da cihazlar Aktif Dönüştürücüler 'dir.

Eğer dönüşüm için bir dış enerji girişi gerekiyorsa bu durumda dönüştürücü Pasif Dönüştürücü adını alır.

Bugünün uygulama alanlarında pekçok dönüştürücü çıkışta analog değer vermektedir. Eğer çıkışın dijital olarak okunması isteniyorsa dönüştürücülerin A/D düzenlerle birlikte

kullanılmaları gerekir [12].

4.2.1. Pasif dönüştürücüler

Elektrik sisteminin temel parametreleri olan iletkenlik, direnç, kapasitans ve enduktans değerleri fiziksel boyutlara ve malzeme cinsine bağlıdır. Eger fiziksel boyutlarında ve malzeme cinslerinde bir değişiklik yapılacak olursa bu parametrelerin değerleri de değişecektir. Bu değişecek değerlere göre elemanlara uygulanan gerilim, elemanlardan geçen akımların değerlerini de değiştirecektir.

Aşağıda rezistif, kapasitif ve enduktif pasif dönüştürücülerden bahsedilecektir:

a) **Rezistif dönüştürücüler:** Fiziksel boyutlarına ve malzemesine bağlı olarak bir elektriksel direnç (R);

$$R = \rho \frac{l}{s} \quad (1)$$

eşitliği ile tanımlanır. Bu üç değişkenden (ρ , l, s) herhangi birinin değiştirilmesi genel anlamda elektriksel dönüştürücü prensibini uygulamaktır.

Rezistif dönüştürüçülere örnek olarak gerilim bağımlı dirençler (VDR), potansiyometreler, strain gaugeler, rezistans termometreler, termistörler gösterilebilir.

b) **Enduktif dönüştürücüler :** Fiziksel yapısına ve sarım sayısına bağlı olarak bir bobinin öz-enduktansı,

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S}{l} \cdot N^2 \quad (2)$$

eşitliği ile tanımlanır. O halde bir bobinin öz-enduktansının

değeri sarım sayısı, ortamın geçirgenliği ve kesit ile değişebilmektedir. Bu noktadan hareket edilecek olursa, genel anlamda endüktans değişimi bu büyüklüklerden herhangi birindeki değişimin dikkate alınması ile yapılabilecek demektir. Bu büyüklüklerdeki değişim endüktansın değişimine neden olacaktır.

Ölçme duyarlılığının arttırıldığı ve ölçme bağıl hata değerlerinin azaltıldığı bu tip endüktif dönüştürücülere " Linear Değişken Diferansiyel Dönüştürücü (LVDT) ' ler adı verilir [12].

c) Kapasitif dönüştürücüler : Fiziksel yapısına ve yalıtım maddesinin dielektrik sabitine bağlı olarak bir kondansatörün kapasitesi,

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d} \quad (3)$$

şekli ile tanımlanır.

Bir kondansatörün kapasitesinin değeri plakalar arası ortamın dielektrik sabitine (ϵ_r), plakaların alanına (S) ve plakalar arası uzaklığa (d) bağlı olarak değiştirilebilir.

Bu noktalardan hareketle, bir kondansatörün kapasitesi, geometrik değişim ile ortamın dielektrikliğinin değişimine bağlıdır.

Kapasitif dönüştürücülerin lineerliği \pm %0.1 civarındadır. Bu dönüştürücüler sıcaklıktan etkilenmezler. Kapasitif dönüştürücüler ortamın rutubetsiz olması şartıyla 650 °C'ye ve 0.1 MHz.'e kadar titreşimli devrelerde mesafe ve basınç

ölçmelerinde kullanılabilirler [12].

4.2.2. Aktif dönüştürücüler

Daha önceden de söz edildiği gibi aktif dönüştürücülerde dönüştürme işi için dışarıdan herhangi bir enerji girişi gerekmemektedir.

Bu tip dönüştürücüler de kendi arasında kısımlara ayrılabilir : Elektromagnetik dönüştürücüler, termoelektrik dönüştürücüler, fotovolttaik dönüştürücüler ve piezoelektrik dönüştürücüler [12].



5. DENEY SİSTEMİNİN MEKANİK , KONTROL VE KUMANDA KISIMLARININ SEÇİMİ VE TASARIMI

5.1. Mekanik Kısımın Seçimi

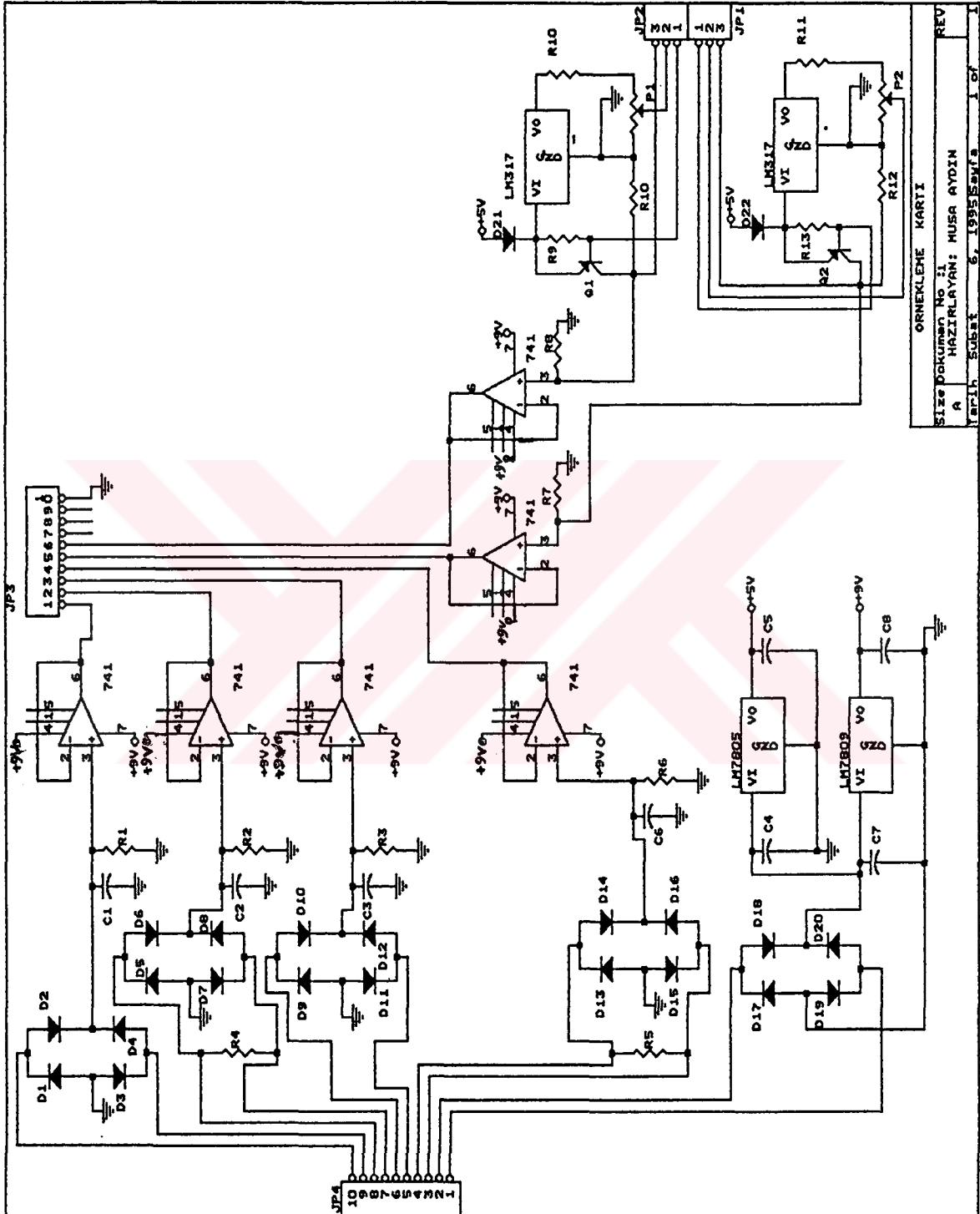
Yapılan çalışmada mekanik kısmın elemanları seçilirken, gerçek su şebekesinin küçük bir modelini oluşturabilmesi, mevcut imkanlar ve elemanların kolayca temin edilebilmesi gibi kriterler gözönüne alınmıştır.

Mekanik Deneysel sisteminin mekanik kısmında bir adet su tankı, iki adet motopomp, su tankı ile motopomplar arasında bağlantıyı temin eden basınç dayanıklı hortumlar ve tanktaki suyu dışarıya veren, tüketiciyi temsil eden iki adet vana yer almaktadır.

Su tankının hacmi 50 lt. ve dayanabileceği basınç da 20 bar'dır. Motopompların elektrik motorları tek fazlı asenkron motor olup güçleri 0.37 kW'tır. Santrafuj pompalar tek kademeli olup 1 inç'lik ve 2 inç'lidir.

5.2. Kontrol Kısımlarının Tasarımı

Yapılan çalışmanın hedeflenen amaca ulaşması için motorların sargı sıcaklıklarının, su tankı basıncının, motorların akım ve gerilimlerinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle motor akımı, gerilimi ve motor sargı sıcaklığını, A/D kartına aktarabilmek için bir örnekleme kartı hazırlanmıştır (Şekil 5.1.).

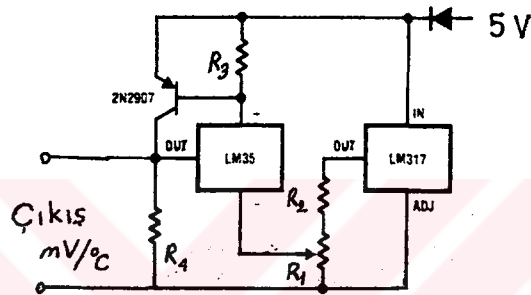


Şekil 5.1. Akım, Gerilim ve Sıcaklık Örnekleme Devresi

5.2.1. Motorların sargı sıcaklığını ölçen devre :

Motorların sargı sıcaklıklarını ölçmek için, LM35 sıcaklık sensör entegresi ile bir sıcaklık sensör devresi gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.2.).

Bu devrede sabit +5 V elde etmek için LM317 entegresi kullanılmıştır.



Şekil 5.2. 0 °C - 100 °C Arası Ölçüm Yapan Sıcaklık Sensörü

Sıcaklık devresinde kullanılan LM35 entegresi, çıkış voltajı °C ile doğru orantılı (10mV / °C) olarak değişen bir sıcaklık sensör entegresidir. LM35'in kelvin ölçekli lineer sıcaklık sensör entegresine göre üstünlüğü " °C " elde etmek için çıkışından sabit yüksek bir voltaj çıkarmayı gerektirmez. Bu entegre, oda sıcaklığında $\pm 1/4$ °C ve -55 °C ile 150 °C değerleri arasında da $\pm 3/4$ °C hassasiyete sahiptir. LM35 entegresi, düşük çıkış empedansına, lineer çıkışa ve kalıcı kalibrasyona sahiptir. LM35 kaynaktan sadece 60 μ A çektiği için kendi üzerinde harcadığı güç düşüktür. Bu nedenle ısısı 0.1 °C'den daha düşüktür.

LM35 entegresinin Özellikleri :

- Direkt °C ayarlı,
- Lineer 10 mV/°C çıkış,
- 0.5 °C hassaslıkta garantili,
- (-) 55 °C - (+) 150 °C değerleri için hızlılık,
- Uzak uygulamalar için uygunluk,
- 4 V'dan 30 V'a kadar olan gerilimlerde çalışma,
- 60 µA 'den daha az akım çekme,
- Düşük ısınma (Saf havada 0.08 °C),
- Düşük çıkış empedansı [13].



Alttan görünüş

Şekil 5.3. LM35'in Bağlantısı

5.2.2. Motor akım ve gerilimlerinin örneklenmesi

a) Motor akımlarının örneklenmesi : Motor akımlarının örneklenmesi için faz akımlarından, 25/5 oranında çevirme yapan akım transformatörleri yardımıyla, örnekleme alınmaktadır. Akım transformatörünün sekonderinden alınan bu örnekleme akımı bir direnç üzerinden gerilime çevrilmekte ve daha sonra tam dalga bir köprü doğrultucu ile D.C.'ye dönüştürülmektedir. Elde edilen bu değerler, motorları aşırı akımdan korumak amacıyla, örnekleme kartı üzerinden A/D - D/A kartına akta-

rılmaktadır.

b) Motor gerilimlerinin örnekleme :

Motor gerilimlerinin örnekleme için faz-nötr gerilimlerinden örnekleme alınmaktadır. Gerilim örnekleme için 220 V / 6 V çevirme oranlı gerilim transformatörleri kullanılmıştır. Transformatörlerin sekonder gerilimleri tam dalga bir köprü doğrultucu ile D.C.'ye çevrilmektedir. Motorları düşük ve yüksek gerilimlerden korumak için elde edilen bu gerilim değerleri örnekleme kartı üzerinden A/D - D/A kartına aktarılmaktadır (Şekil 5.1.).

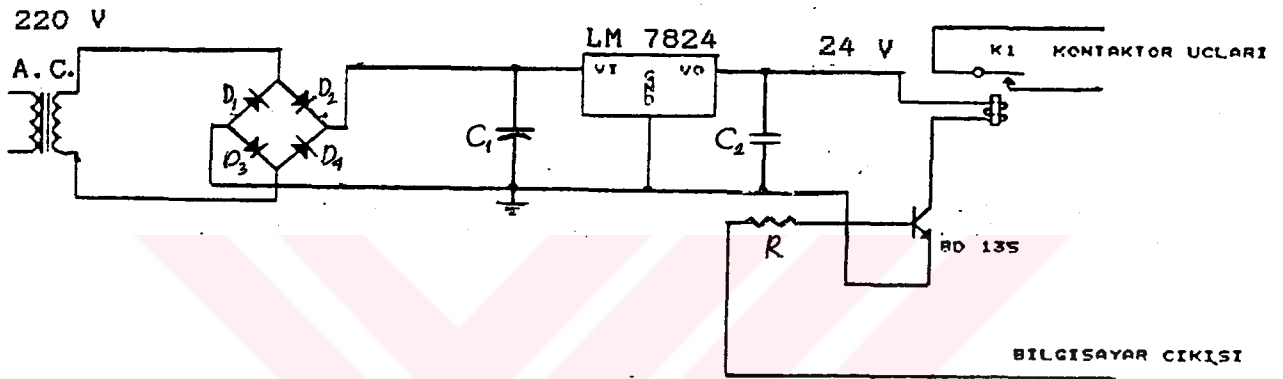
5.2.3. Su tankı basıncının kontrolü

Deney sisteminde yer alan su tankında, kullanılan sant-rafüj pompalarının özelliğine bağlı olarak, 2 kg/cm² 'lik basınç elde edilmektedir. Bu değerlerin bilgisayarda okunabilmesi için fiziksel büyüklükten elektriksel büyüklüğe çevrilmesi gerekir. Bu çevirme işlemini gerçekleştirmek için aşağıda özellikleri belirtilen bir adet basınç sensörü kullanılmıştır.

Kullanılan basınç sensörü D.C. 12.5 V - 36 V arasındaki gerilimlerle beslenebilmektedir. Bu sensör 0 - 120 PSI arasındaki basınçları ölçebilmektedir. 0 PSI basınçta D.C. 4 mA, 120 PSI basınçta ise 20 mA çıkış verebilmektedir. Kullanılan basınç sensörü üzerinde, minimum basınçta D.C. 4 mA ve maksimum basınçta da D.C. 20 mA çıkış alabilmek için iki adet ayar vidası vardır.

5.3. Motorları Kumanda Eden Devrenin Tasarımı

Motorların, bilgisayar veya operatör tarafından devreye alınması ya da devre dışı edilmesi için Şekil 5.4.de görülen kumanda kartından iki adet tasarımlanmış ve gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.4. Motor Kumanda Kart Devresi

Şekil 5.4'de; motorların güç devresinde (EK-2) yer alan kontaktörlerin bobin enerjisini kumanda etmek için 24 V' luk bir röle kullanılmıştır. Bu röle devreden 30 mA akım çekmektedir. Rölenin bir adet normalde açık, A.C. 250 V, 16 A kontağı vardır. Rölenin bobini için gerekli olan D.C. 24 V gerilim, 220 V / 24 V gerilim transformatorunun çıkış geriliminin tam dalga bir köprü doğrultucu ile D.C. gerilime çevrilmesinden elde edilmektedir.

Rölenin bobini npn tipi BD135 tranzistörü ile enerjilendirilmekte ve bu tranzistörün beyzi ise bilgisayardan verilen +5 V' luk gerilimle kontrol edilmektedir. Bu +5 V gerilimler-

den bir tanesi A/D - D/A kartından, diğeri ise printer kartından sağlanmaktadır. Motorları devreye almak için tranzistörlerin beyzine +5 V'luk gerilim gönderilmeli, motorları devre dışı etmek için de bu gerilim kesilmelidir. Bu gerilimin gönderilme veya kesilme işlemi QBASIC dilinde yazılan programla gerçekleştirilmektedir.



6. ANALOG - DIJITAL / DIJITAL - ANALOG DÖNÜŞTÜRÜCÜ VE I/O KARTI

Bu proje çalışmasında kullanılan bilgisayara 16 adet analog bilgi girişi ve 1 adet analog bilgi çıkışı yapabilen bir I/O kartı eklenmiştir.

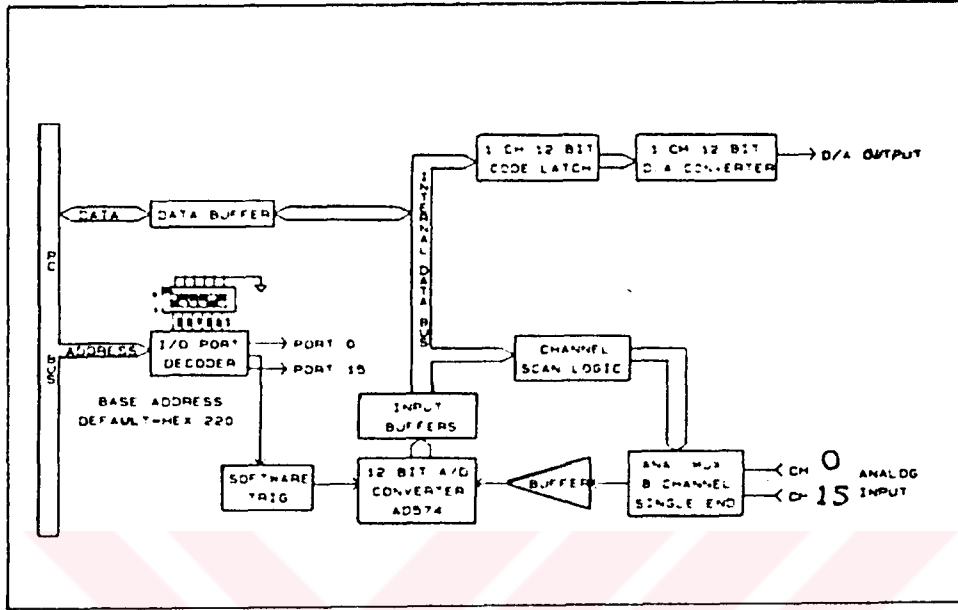
Ölçülen fiziksel büyüklükler elektriksel büyüklüklere dönüştürülerek elde edilen analog bilgiler A/D kartı yardımıyla dijital işaretlere çevrilmektedir. Bilgisayara aktarılan bu dijital veriler bilgisayara yüklenmiş olan programla ekrana yansıtılmakta, tehlikeli ve çalışma sınırlarının dışına çıkan durumlarda ise, sistemin belirlenen çerçeve içinde otomasyonu sağlanmaktadır.

Bu sistem bir bütün olarak düşünüldüğünde akıllı bir kontrol ve kumanda sistemidir. Zira sistem ölçüm yapmakta, ölçüm sonuçlarını belli kriterlere göre değerlendirebilmekte ve kumanda işlevini yerine getirerek devamlılığı temin edebilmektedir.

Ölçme ve kontrol düzenleri ile bilgisayar arasında kullanılan söz konusu karta kısaca " Arabirim kartı " da denir. Bu arabirim kartı IBM uyumlu kişisel bilgisayarların (PC) XT ve AT tiplerinin genişletme sahalarına (slot) bağlanır. Kullanılan arabirim kartının fonksiyonel blok diyagramı Şekil 6.1.a 'da görülmektedir.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta; bilgisayarın klavye, monitör, disket sürücüsü gibi çevre elemanlarında olduğu gibi, takılan arabirim kartı için de tanımlayıcı bir adres

bölgesinin ayrılmasıdır.



a) A/D - D/A Dönüştürücü Kartının Blok Şeması

D Tipi Konnektör

GND	1	14	GND
D/A OUT	2	15	(-)5 V
(+)5 V	3	16	GND
GND	4	17	A/D-CH15
A/D-CH0	5	18	A/D-CH14
A/D-CH1	6	19	A/D-CH13
A/D-CH2	7	20	A/D-CH12
A/D-CH3	8	21	A/D-CH11
A/D-CH4	9	22	A/D-CH10
A/D-CH5	10	23	A/D-CH9
A/D-CH6	11	24	A/D-CH8
A/D-CH7	12	25	(-)12 V
(+)12 V	13		

b) Karta Ait D Tipi Konnektör

Şekil 6.1. A/D - D/A Dönüştürücü Kartının Blok Şeması ve D Tipi Konnektörü

Bu amaçla PC Bus olarak gösterilen genişletme sahasındaki adres hattı üzerine, bu bölgeyi bilgisayara kabul ettirecek ve başka çevre cihazlarıyla karışmasını önleyecek bir decoder (kod çözücü) tasarlanmıştır. Jumper'ler ile iki seçenekli I/O arabirim kart adresleri H278-H27F ve H2F8-2FF dir. Bilgisayar yalnızca bu adreslerden birini seçtiğinde I/O arabirim aktif olacaktır. Böylece ortak veri hattı üzerindeki bilgiler ondan alınacak veya yalnızca ona verilecektir. Veri aktarımında, bilgisayarın işlemlerini sıraya koyarak yapması sebebiyle verinin kaybolmaması veya bozulmaması için Data Buffer'lar kullanılır. Şekil 6.1.a'dan da görüldüğü gibi data buffer'lar I/O arabirim kartı içinde oluşan ikinci bir veri hattı ile alış-veriş halindedir. Bu halde dışarıya bilgi aktarılacaksa D/A çevirici üzerinden sayısal (dijital) veri analog işarete çevrilir. Dışarıdan bilgi kabul edilecekse bu takdirde girişteki 16 kanaldan hangisinin seçileceği bilgisi arabirimin iç veri hattına bilgisayar tarafından gönderilir. Yine özel bir kod çözücü ile bu bilgi arabirim üzerindeki analog multiplexer (çoğullayıcı)'e kumanda eder. Seçilen kanal üzerinden bir buffer'la alınan analog sinyal sayısala çevrilmek üzere ADC'ye aktarılır. Bu esnada bilgisayar program gereği, ADC'yi çalıştıran kontrol işaretlerini Yazılım trigger üzerinden gönderecektir. Belli bir süre sonunda ADC belirli bir an için okuduğu analog değerın sayısal karşılığını paralel çıkışla Arabirim iç data (veri) hattına yine bir buffer kullanarak sürer. Bilgisayar seçilen kanalın bilgisini PC bus genişletme sahasındaki data

bus üzerinden uygun zamanda okur. Bundan sonraki işlemler sürekli tekrar edilir.

6.1. A/D - D/A Donuşturucu I/O Kartının İçeriği

A/D - D/A kartı PC/XT, PC/AT veya uygun bilgisayarlar için yuğsek hassasiyetli bir bilgi çevrim sistemidir.

Bu kart bir adet 12 bit D/A ve 16 tane de 12 bit A/D kanala sahiptir.

6.1.1. A/D ve D/A boluğlerinin özellikleri

a) A/D boluğunun özellikleri :

- 16 adet 12 bitlik kanala sahiptir.
- Giriş voltajı 0 - 9 V arası ayarlanabilir.
- Her kanal için çevrim zamanı 60 μ s'dir.

b) D/A boluğunun zellikleri :

- 1 Adet 12 bitlik kanala sahiptir.
- ıkış voltajı 0 - 9 V arasında ayarlanabilir.
- Lineer olmama % 0.2 dir.

6.1.2. Kartta yer alan adresler ve bu adreslerin görevleri

- &H278-27F veya &H2F8-2FF : I/O port adresi
(Seçim JP1'le yapılır.)
- &H278/2F8 : A/D kanal sayısı çıkış adresi (Duşuk 4 bit).
- 279/2F9 : A/D duşuk byte bilgi girişi (8 bit).
- 27A/2FA : A/D yuğsek byte bilgi girişi (duşuk 4 bit).
- 27B/2FB : A/D register temizleme.

- 27C/2FC : A/D çevrim döngüsü (düşük).
- 27D/2FD : A/D çevrim döngüsü (yüksek) .
- 27E/2FE : D/A düşük byte bilgi çıkışı (8 bit).
- 27F/2FF : D/A düşük byte bilgi çıkışı (4 bit).

6.2. A/D - D/A Kartının MS / DOS Altında Programlanması

I/O işlemi için port adresi olarak kart üzerinde bulunan JP1 jumperı yardımıyla 760 (&H2F8-2FF) veya 632 (&H278-2FF) adreslerinden herhangi biri seçilebilir.

Kurulan sistemde yer alan elemanlardan bilgi almak ve bu bilgilere göre sistemi kumanda etmek için yazılacak programda aşağıda belirtilen hususlar gözönüne alınmalıdır.

6.2.1. Analogtan dijitala (A/D) çevirme

- Kanalları port çıkışına verme ,
OUT port, kanal
- Register temizleme,
OUT (port + 3), 0
- Çevrim başlangıcı,
FOR I = 1 to 5
A = INP (port + 4)
NEXT I
FOR I = 1 to 9
A = INP (port + 5)
NEXT I
- Yüksek byte okuma (düşük 4 bit),
C = INP (port + 2)

$$HB = (C / 16 - INT (C / 16)) * 16$$

- Düşük byte okuma (8 bit),

$$LB = INP (port + 1)$$

- Veri,

$$A/D = HB * 256 + LB$$

6.2.2. Dijitalden analoga (D/A) çevirme tekniği

- Yüksek byte çıkışı (düşük 4 bit),

$$OUT \text{ port } + 7, \text{ Hdata}$$

- Düşük byte çıkışı (8 bit),

$$OUT \text{ port } + 6, \text{ Ldata}$$

I/O Kartının Sisteme Takılarak Çalıştırılması:

Kartı bilgisayara takmak için önce, bilgisayarın enerjisi kesilir. Sonra bilgisayarın kapagi açılarak uygun bir boş slota kart takilir. Bilgisayarın kapagi yeniden kapatilir. Kumanda ve kontrolü yapılacak olan sistemin analog bilgilerini taşıyan kablolar kartın " D " tipi konnektörüne baglanır. Bu aşamadan sonra kart kullanıma hazırdır.

7. KURULAN DENEY SİSTEMİNİN ÇALIŞTIRILMASI

Sistemin çalıştırılması için motopomp santraföjlerinin su emebilecek duruma getirilmesi gerekir. Bunun için motopomp alıcıları, santraföj kısımları da dahil olmak üzere, su ile doldurulmalıdır. Bu işlem tamamlandıktan sonra asenkron motorlara yol verilir. Daha sonra aşağıda belirtildiği gibi sıcaklık sensörleri ve basınç sensörünün ayarlaması yapılır.

7.1. Sıcaklık Sensörlerinin Deney İçin Hazırlanması

Şekil 5.1.de görülen devrenin sağ alt köşesinde iki adet sıcaklık sensör devresi yer almaktadır. JP1 ve JP2 jumperlarına LM35 entegrelerinin bacak bağlantıları yapılır. JP3'un 5 ve 6 nolu bacaklarına sıcaklık sensör devresinin çıkışları bağlanmıştır. Bu bacaklar ile toprak (10 nolu bacak) arasındaki gerilim ölçülerek sıcaklık sensör devresi çıkışlarının ortam sıcaklığına uygun olup olmadığı (bu işlem sıcaklık sensörünün sıfır ayar (adjust) işlemidir) kontrol edilir. Çıkış gerilimi ortam sıcaklığına uygun değilse P1 ve P2 potansiyometreleri ile gerekli olan uyum sağlanır.

7.2. Basınç Sensörünün Deney İçin Hazırlanması

Su tankında meydana gelen basıncı ölçmek için kullanılan basınç sensörünün besleme gerilimi D.C. 12.5 V - 36 V. arasındadır. Besleme gerilimi için bu iki gerilim arasındaki herhangi bir değer seçilebilir. Basınç sensörünün çıkış akımı en düşük basınçta D.C. 4 mA, en büyük basınçta da D.C. 20 mA olacak

şekilde ayarlanabilmektedir. Bunun için önce, çalışan sistemin minimum ve maksimum basınç değerleri belirtilir. Belirtilen bu minimum basınç değerinde sensör çıkışından D.C. 4 mA akım alabilmek için sensör üzerinde bulunan zero ayar vidasından yararlanılır. Maksimum basınç değerinde de D.C. 20 mA akım alabilmek için zero ayar vidasının yanında bulunan ikinci bir ayar vidasından faydalanılır. Bu ayar işlemi şu şekilde gerçekleştirilir:

Önce minimum ve maksimum basınç değerleri (tüketicinin ihtiyacı minimum basınç değeri tayininde, su şebekesi sisteminin basınca dayanabilme gücü de maksimum basınç değerinin tayininde baz alınır) seçilir. Daha sonra motopomplar çalıştırılarak basınç değeri minimum değere kadar yükseltilir. Basınç değeri minimumda iken basınç sensörünün çıkış akım değeri bir ampermetre üzerinden 4 mA olacak şekilde zero ayar vidasıyla ayarlanır. Daha sonra da basınç değeri maksimum değere kadar yükseltilerek basınç sensörünün çıkış akımı 20 mA olacak şekilde diğer ayar vidasıyla ayarlanır. Bu ayar işleminden sonra basınç sensörünün çıkış akımı minimum basınçta D.C. 4 mA, maksimum basınçta da 20 mA olur.

Kurulmuş olan sistemde en düşük basınç değeri 0.4 kg/cm^2 ve en büyük basınç değeri de 1.2 kg/cm^2 olarak seçilmiştir. Bu değerlerin seçiminde minimum değer keyfi, maksimum değer ise motorların çıkabildiği en üst basınç değeridir.

A/D kartının özelliğinden dolayı tüm analog bilgiler 0 - 9 V arası gerilime dönüştürülmek zorundadır. Bu sebeple motor akımı ve sargı sıcaklığı gerilime dönüştürüldüğü gibi

basınç sensörünün çıkışındaki akım değerleri de bir direnç üzerinden gerilime dönüştürülmektedir. Bu dönüştürme işleminde 470 ohm değerinde bir direnç kullanılmıştır.



8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

8.1. Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada, küçük bir su şebekesi modeli üzerinde şebekenin ihtiyaç duyduğu kumanda ve kontrol sistemi uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Küçük su şebekesi modeli içerisinde bir adet su tankı (su şebekesini temsil etmekte), 2 adet motopomp (su şebekesinde yer alan pompaları temsil etmekte) ve 2 adet vana (tüketiciyi temsil etmekte) bulunmaktadır. Kumanda ve kontrol sistemi bir adet IBM uyumlu PC/386 bilgisayar tarafından yönlendirilmektedir. Su şebekesi modelinde alınan bilgiler bir adet basınç sensörü (dönüştürücü) ve iki adet sıcaklık sensörü ile sağlanmaktadır. Ayrıca modelden ölçme yoluyla alınan analog bilgilerin örneklenerek sayısal bilgilere dönüştürüldüğü A/D dönüştürücü, sayısal kontrol bilgilerin analog bilgilere dönüştürüldüğü D/A ve ölçülen değerlere göre motopompları devreye almayı veya devre dışı etmeyi sağlayan iki adet kumanda kartı düzenlenmiştir.

Sistemin çalıştırılmasında, değer okuma ve kumanda işlemi için QBASIC dilinde yazılmış olan bir program kullanılmaktadır. Motopomplara "Başla" komutu bilgisayardan verilmektedir. Bu komutla çalışmaya başlayan motopomplar su tankına su basmaktadır. Tüketicinin (vanalar) su ihtiyacı en büyük durumda ise (vanalar tamamen açık) su tankında herhangi bir aşırı basınç oluşmamakta, dolayısıyla motopomp-

lar sürekli devrede bulunmaktadır. Eger tüketicinin ihtiyacı azalıp basınç değeri 0.8 kg/cm^2 olursa motopomplardan biri devre dışı kalmaktadır. Şayet basınç değeri yükselmesini devam ettirerek 1.2 kg/cm^2 değerine ulaşırsa diğer motopomp da devre dışı kalmaktadır. 1.2 kg/cm^2 basınç değeri motopompların su tankında oluşturabildikleri maksimum basınç değeridir. Bu arada motopompların akım, gerilim ve sargı sıcaklıkları ile su tankı basıncı bilgisayar ekranında okunmaktadır.

Bilgisayar ekranından okunan değerlerin doğruluk derecesi hassas ölçü aletleri ile kıyaslanarak sistemin güvenilirliği gözlenmiştir. Bu işlem için kurulan temsili içme suyu şebekesi çalıştırılarak aşağıda verilen Tablo 8.1'deki değerler bilgisayar ekranında okunmuştur.

Bilgisayar değerleri ile karşılaştırılan gerçek değerlerin okunduğu ölçü aletleri içerisinde yer alan voltmetre ve ampermetrenin yapım hataları % 0.5'tir. Sıcaklık okuma için kullanılan termometre ise NTC tipi olup hassaslığı $0 \text{ }^\circ\text{C} - 120 \text{ }^\circ\text{C}$ aralığı için $\pm 0.2 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $120 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den büyük değerler için $\pm 0.4 \text{ }^\circ\text{C}$ dir. Manometrenin ölçme aralığı $0 - 10 \text{ kg/cm}^2$ arasındadır.

Bilgisayara yüklenen ve otomasyona yönelik olarak QBASIC dilinde yazılan program sistemin emniyetli ve verimli bir şekilde çalışmasını, istenilen düzeyde gerçekleştirmiştir. Şöyleki; çalışan sistemin emniyet ve verimliliği için motor akımı ve gerilimi, motor sargı sıcaklığı ve su tankı basıncına ait alt ve üst değerler tayin edilmiş, söz konusu değerler kontrol programı içerisine yerleştirilmiştir. Eger

herhangi bir nedenle bu sınır değerler (gerilimin hem alt hem de üst, akım, sıcaklık ve basıncın üst değerleri) aşılmış olduğu durumlarda bilgisayar otomatik olarak motopompları devre dışı etmiştir. Bu değerler tekrar normal sınırları içerisine geldiğinde ise bilgisayar yeniden kumanda vererek motopompları devreye almıştır. Belirtilen sınır değerler dışına taşıldığında, bilgisayar sesli ikaz vermekte, belirtilen sınırı aşan motopompu devre dışı etmekte ve arızanın türünü ilgili motopompa ait bölgeye yazmaktadır.

Tablo 8.1 Bilgisayarda Okunan Sistem Değerleri

Gerilim (V)	Bilgisayar ekranı	206 210 215 221 226 231 240
	Analog voltmetre	205 210 215 220 225 230 240
Akım (A)	Bilgisayar ekranı	3 3.1 3.2 3.3 3.4 ...4.5
	Analog ampermetre	3 3.1 3.2 3.3 3.4 ...4.5
Sıcaklık (°C)	Bilgisayar ekranı	29 31 3250
	Dijital termometre	28.7 31 3250
Basıncı (kg/cm ²)	Bilgisayar ekranı	0.4 0.6 0.8 1 1.2
	Analog Manometre	0.4 0.6 0.8 1 1.2

Ayrıca operatörün isteğine bağlı olarak 1. ve 2. motopomp ayrı ayrı devre dışı bırakılabilmekte veya devreye alınabilmektedir.

Sistemin gerçekleştirilmesinde kullanılan elektrik, elektronik ve mekanik malzemeler piyasadan kolaylıkla temin edilebilir özelliktedir.

8.2. Öneriler

Bu çalışmada tasarımı yapılmış olan sistemde yer alan motopompların motor kısımları tek fazlı AC. asenkron motorlardır. Bu tek fazlı AC. motorların yerine 3 fazlı AC. motorlar kullanılabilir. Bu durumda tek faz akımı ve faz-nötr gerilimi yerine 3 faz akımı ve fazlararası gerilimler gözönüne alınmalıdır.

Gerçekleştirilen sistemde ölçülen işletme su tankı basıncı maksimum 2 kg/cm² değerindedir. Bu basınç, ihtiyaç olan su miktarına göre değiştirilebilir.

Kontrol ve kumanda için bilgisayara veri gönderimi ve bilgisayardan veri iletimi metalik kablolarla yapılmıştır. Metalik kablolar gürültüden etkilendiğinden dolayı özellikle küçük değerlerin iletiminde, kablolar mutlaka ekranlanmalıdır. Bunun için blandajlı kablolar kullanılmalıdır. Ayrıca basınç ve sıcaklık sensör devreleri de ekranlı bir kutu içerisinde olmalıdır. Bilgisayara veri iletimi ve bilgisayardan veri gönderimi metalik kablolarla olacağı gibi radyo dalgaları, fiberoptik kablo ve uydu ile de olabilir. Bu haberleşme ortamlarının seçimi kurulan sistemin verimli ve ekonomik olmasına göre değişebilir.

Tasarımı yapılmış olan sistemde akım, gerilim, sıcaklık ve basınç değerlerinin kontrolü yapılmıştır. Bu değerlere ek olarak motorların hızları, elektrik şebekesinin frekansı, motopompların bulunduğu yerin kapısının kapalı veya açık olma durumu, motopompların debileri, içme suyuna katılan klor maddesinin miktarı v.b. gibi diğer değerlerin de bilgisayarda

desinin miktarı v.b. gibi diğer değerlerin de bilgisayarda gözlenmesi ve kontrolü mümkündür.

Kurulan sistemde basınç değerinin üst sınırı aşması durumunda motopomplar devre dışı edilmektedir. Bunun yerine; $n = f.60 / p$ (n: motor devri, f: şebeke frekansı, p: çift kutup sayısı) formülünde yer alan şebeke frekansını düşürerek motor devri ve dolayısıyla debi azaltılarak basınç yükselmesine engel olunabilir. Eğer bu işlem yeterli olmazsa motopomplar devre dışı edilir.

Gerçekleştirilen sistemde iki adet motopomp yer almaktadır. Bu sayı arttırılabilir. Bu durumda bilgisayar slotuna takılan ve A/D - D/A çevrimi yapan kartın kanal sayısı arttırılmalıdır.

Mevcut kurulmuş olan sistemdeki değerler, printer kartının motopomp kumandası için kullanılmasından dolayı, sadece ekranda nümerik olarak okunabilmektedir. Bunun yerine bu değerler yazıcıya aktarılarak grafikleri çizilebilir.

QBASIC dilinde yazılmış olan programda akım, gerilim, sıcaklık ve basınç için sınır değerler tayin edilmiştir. Bu değerler ortam şartlarına göre değiştirilerek benzer bir diğer sistem için uygun duruma getirilebilir.

KAYNAKLAR

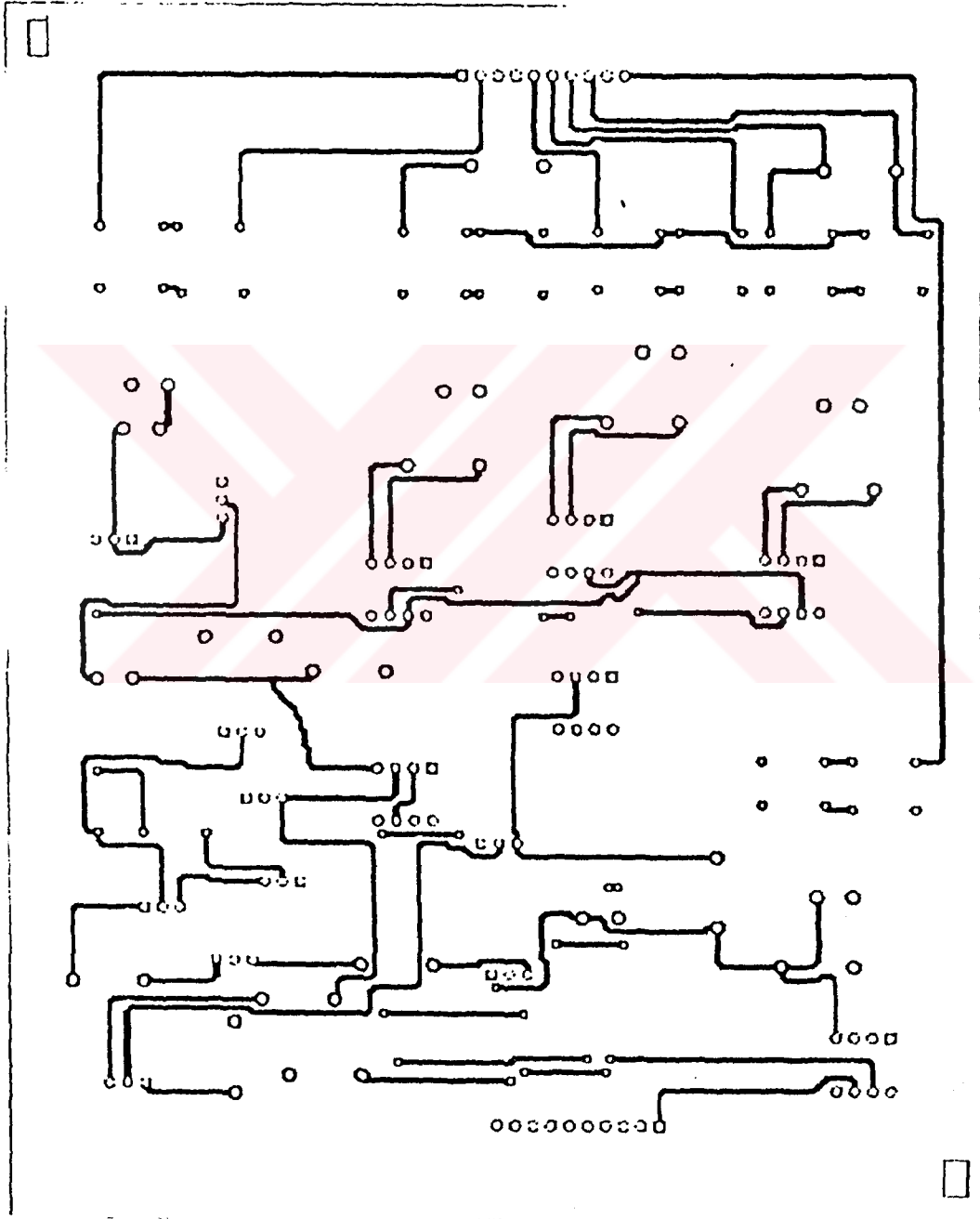
- [1] ELIOP Otomatik Kontrol Sistemleri, Tanıtım Yayını.
- [2] ELIOP Telecontrol and Management of Electical Substations, Tanıtım Yayını.
- [3] EREN Ş.,1992. Mikrobilgisayarlar İçin Basic Programlama., İzmir.
- [4] KILIÇAY Ö., 1990. Uygulamalı Basic. Ankara.
- [5] TOBITAK AEAGE, 1993. Dağıtım SCADASI Semineri,Konya
- [6] ERDOĞAN A., 1992. Design and Implementation of A Programmable Controller Module For A Remote Terminal Unit., METU.
- [7] AYTAÇ C., KUNTALP M., 1993. 8 Bit Mikrobilgisayar Tasarımı ve Programlaması., İstanbul.
- [8] ADALI E., 1991.Mikroişlemciler, Mikrobilgisayarlar, I.T.U.
- [9] SING A., TRIBELL W.A., 1989. The 8088 Microprocessor, Programming Interfacing, Software, Hardware and Applications, Prentice-Hall Inc., U.S.A.
- [10] CLEMENT A., 1991. The Principles of Computer Hardware, Oxford Uni. Press., England.
- [11] BREY B.B., 1989. Microprocessor/Hardware Interfacing and Applications., Merril Pub.Co., U.S.A.
- [12] AKTAŞ Ç., 1981. Elektrik ve Elektronik Ölçmelerinde Duyarlık Elemanları, Muh. Bil. Yay. No:2,Üçer ofset
- [13] Linear Data Book, 1988. National Semiconductor Corporation

EKLER

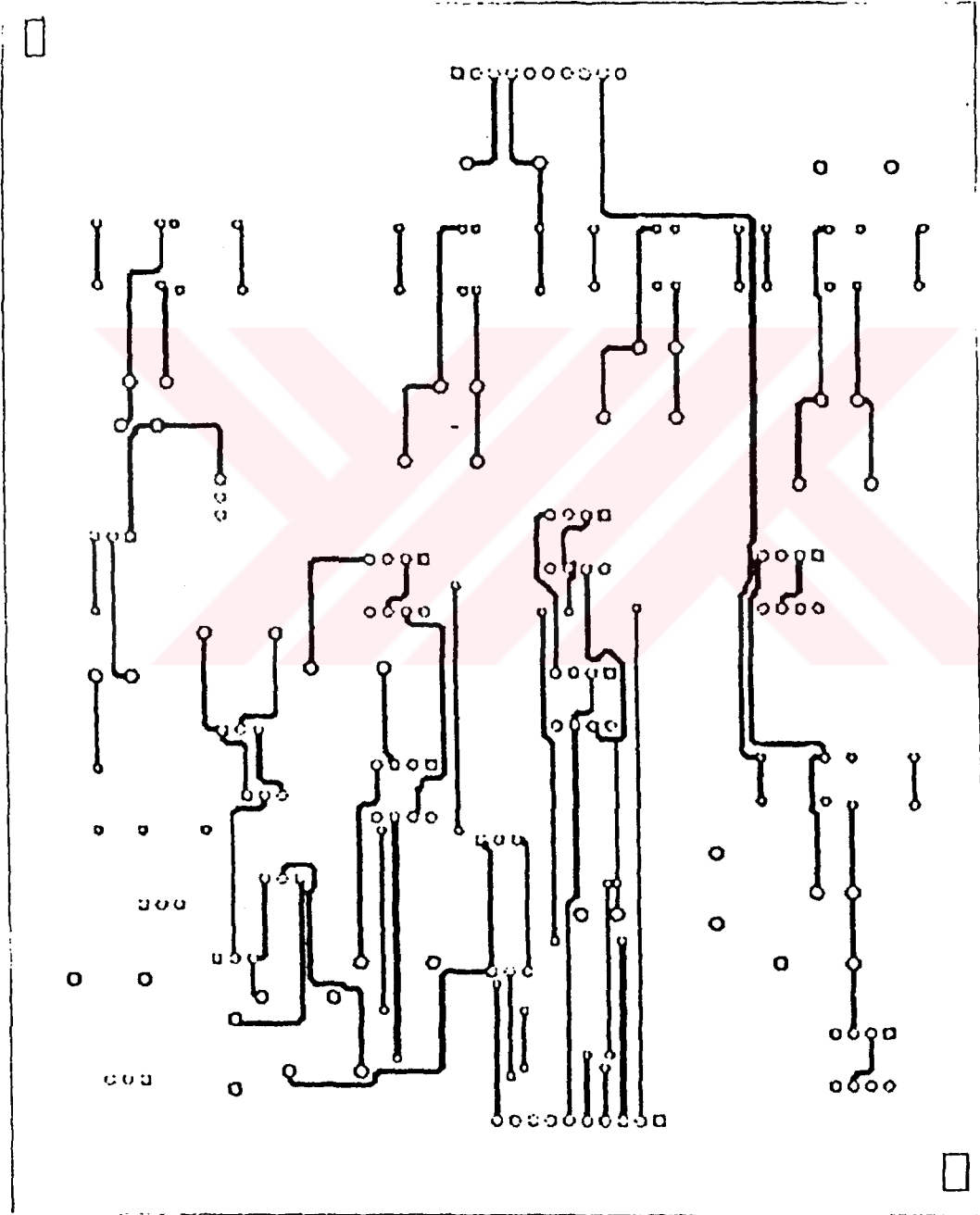
EK-1/A �rnekleme Kartı Baskı Devresi (Lehim yuzu)...	54
EK-1/B �rnekleme Kartı Baskı Devresi (Eleman yuzu)..	55
EK-2 Tek Fazlı A.C. Motorların Gu Devresi.....	56
EK-3/A Kumanda Kartı Açık Devre Şeması.....	57
EK-3/B Kumanda Kartı Baskı devresi.....	58
EK-4/A Bilgisayar Programının Akış Diyagramı.....	59
EK-4/B Program dokumu.....	64

T.C. YUKSEKGRETİM KURULU
DOKUMANTASYON MERKEZİ

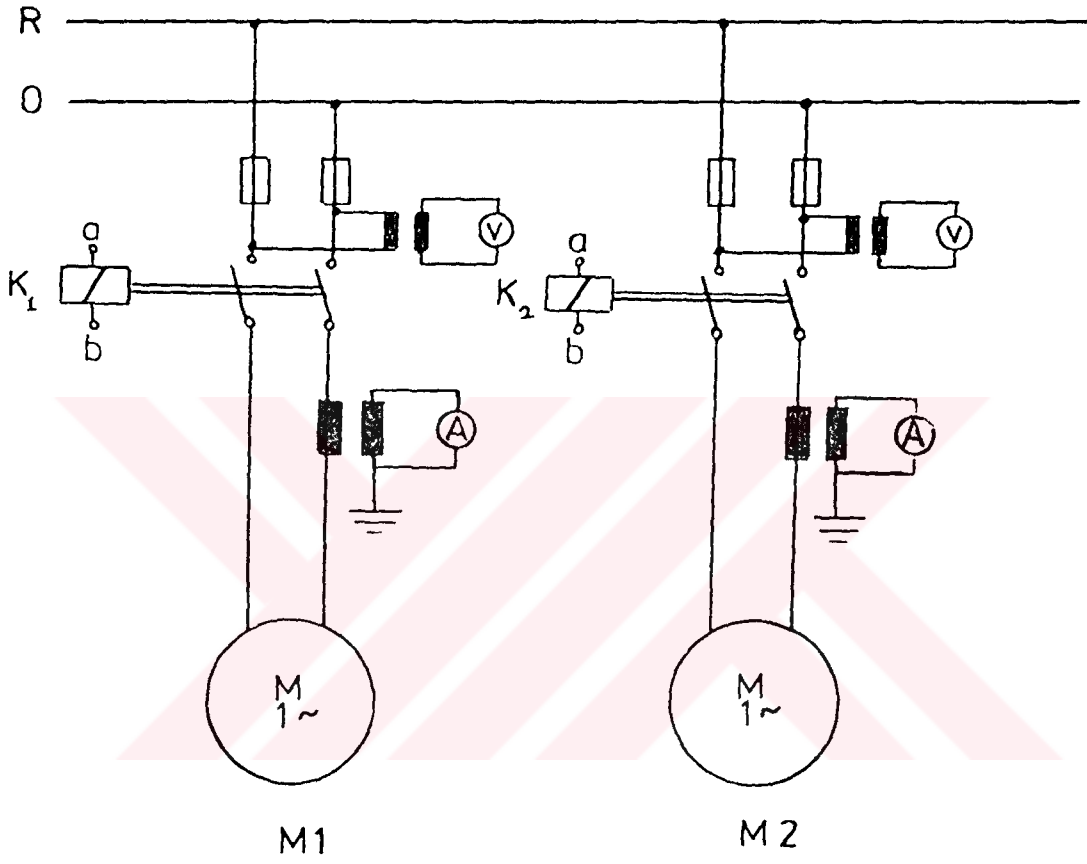
EK-1/A Örnekleme Kartı Baskı Devresi (Lehim yüzü)



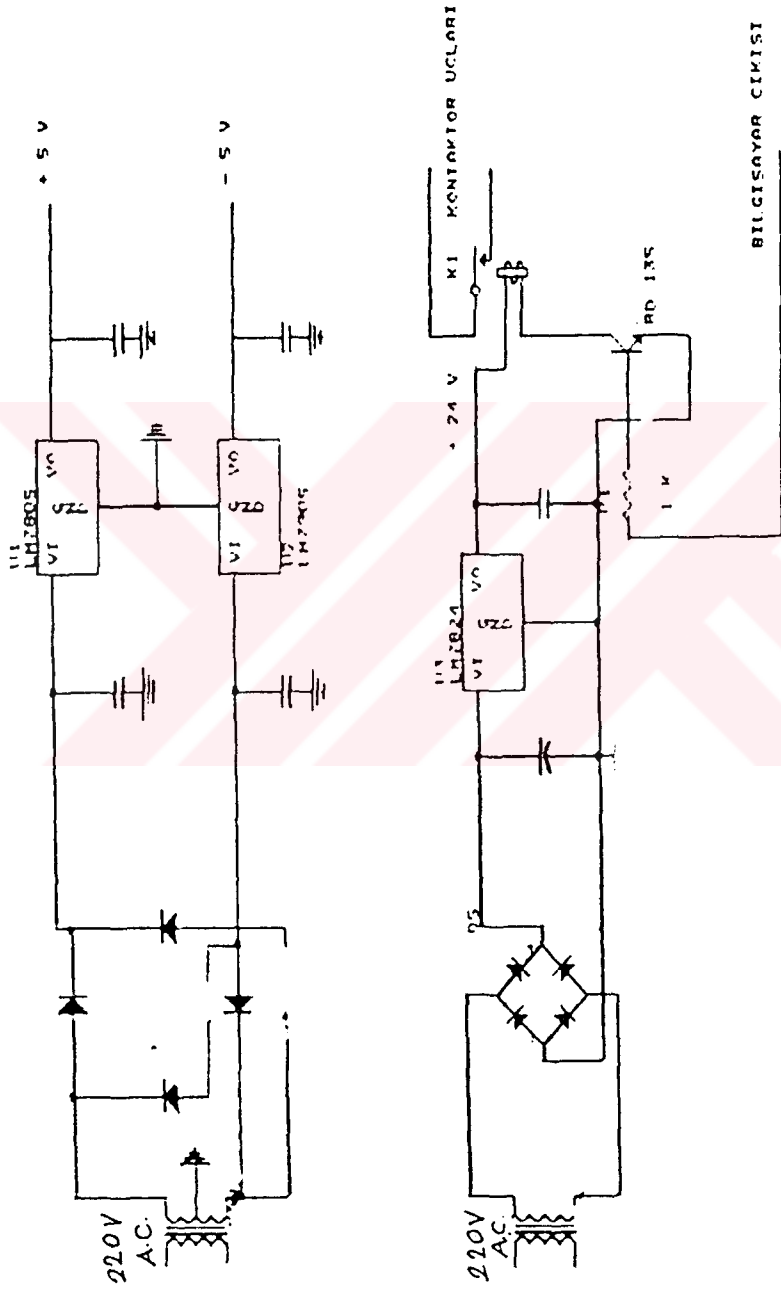
EK-1/B  rnekleme Kartı Baskı Devresi (Eleman y z )



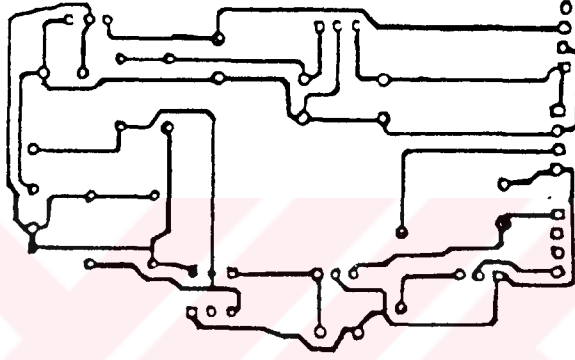
EK-2 Tək Fazlı A.C. Motorların Güç Devresi



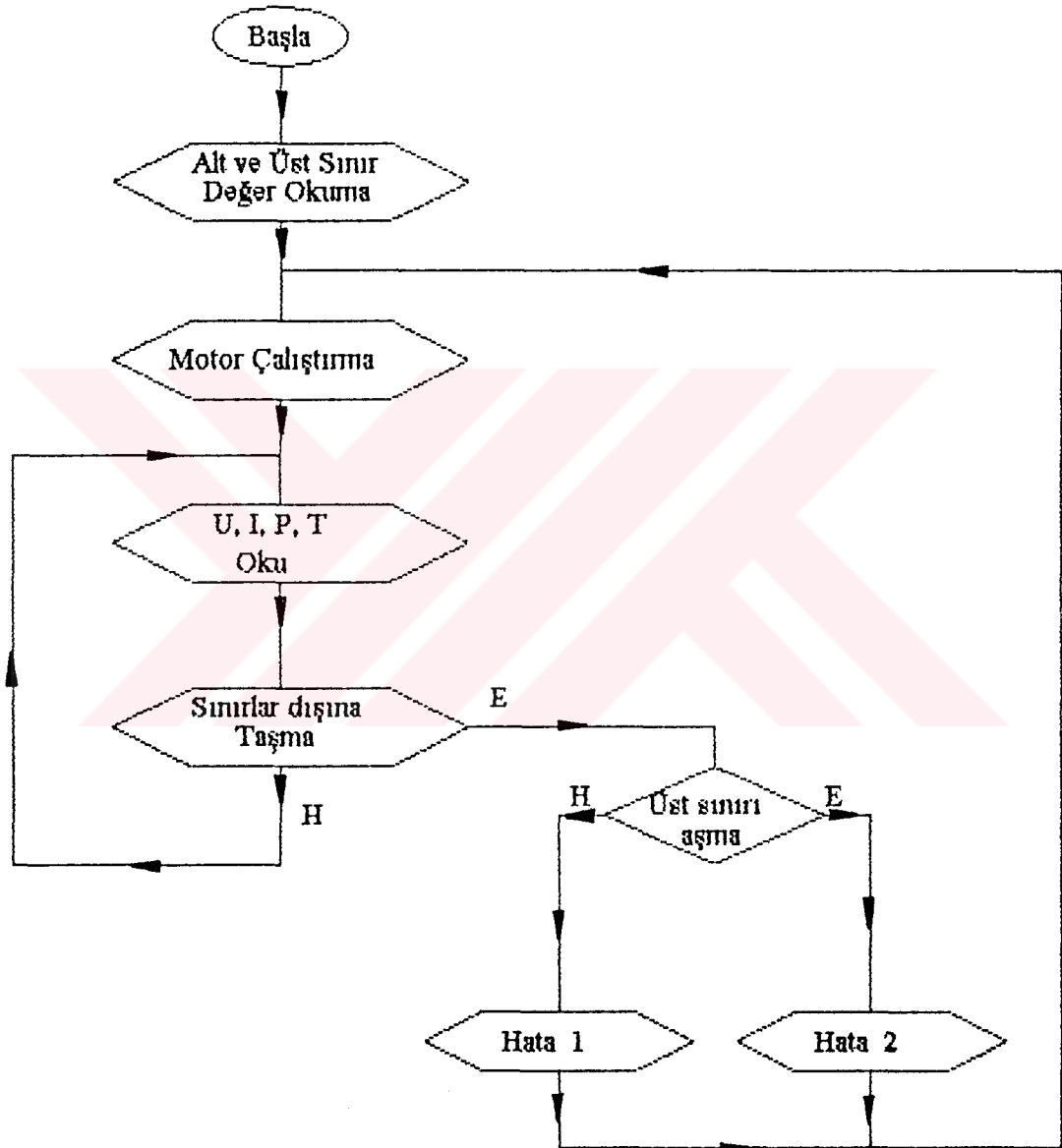
EK-3/A Kumanda Kartı Açık Devre Şeması



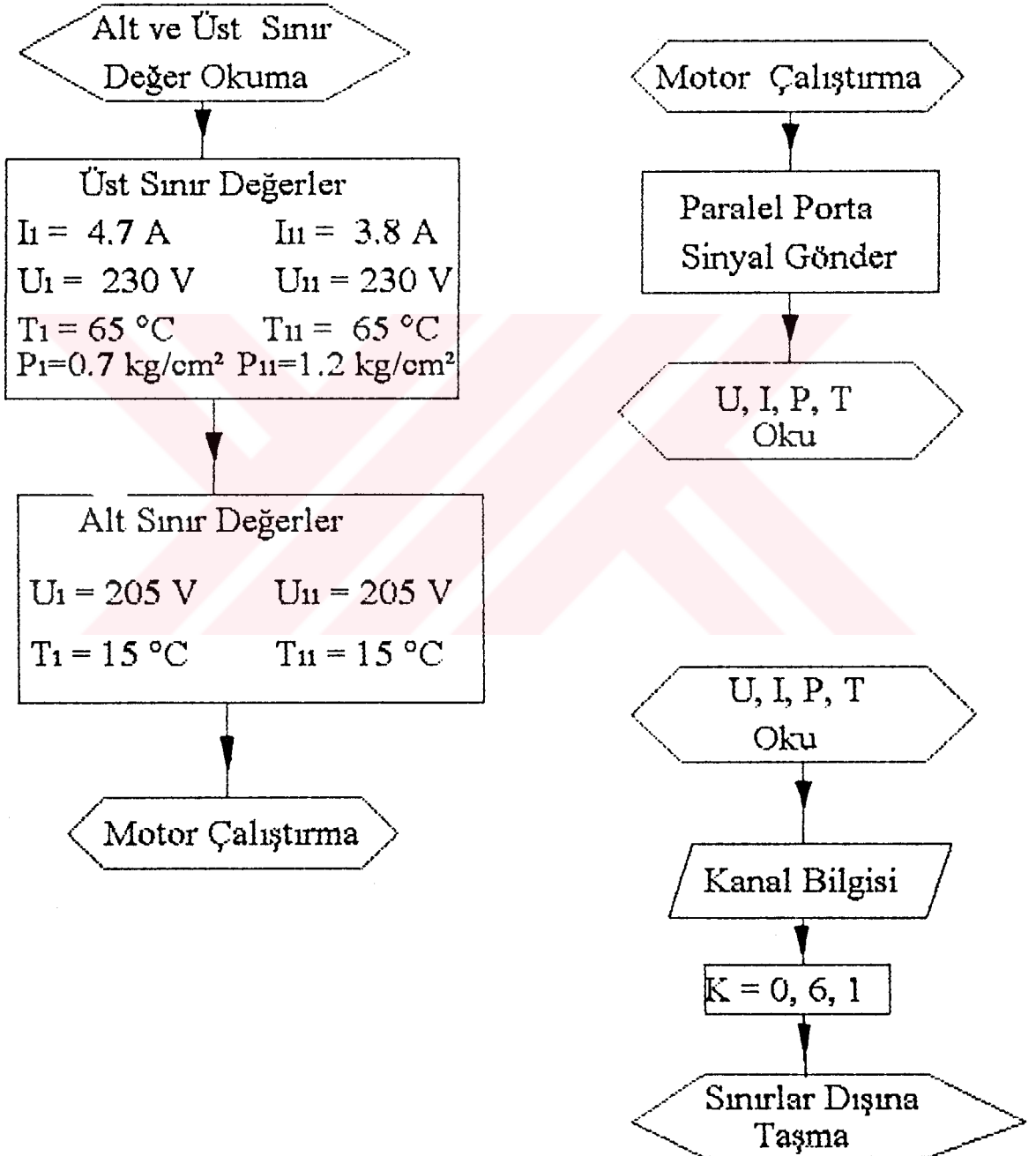
EK-3/B Kumanda Kartı Baskı Devresi

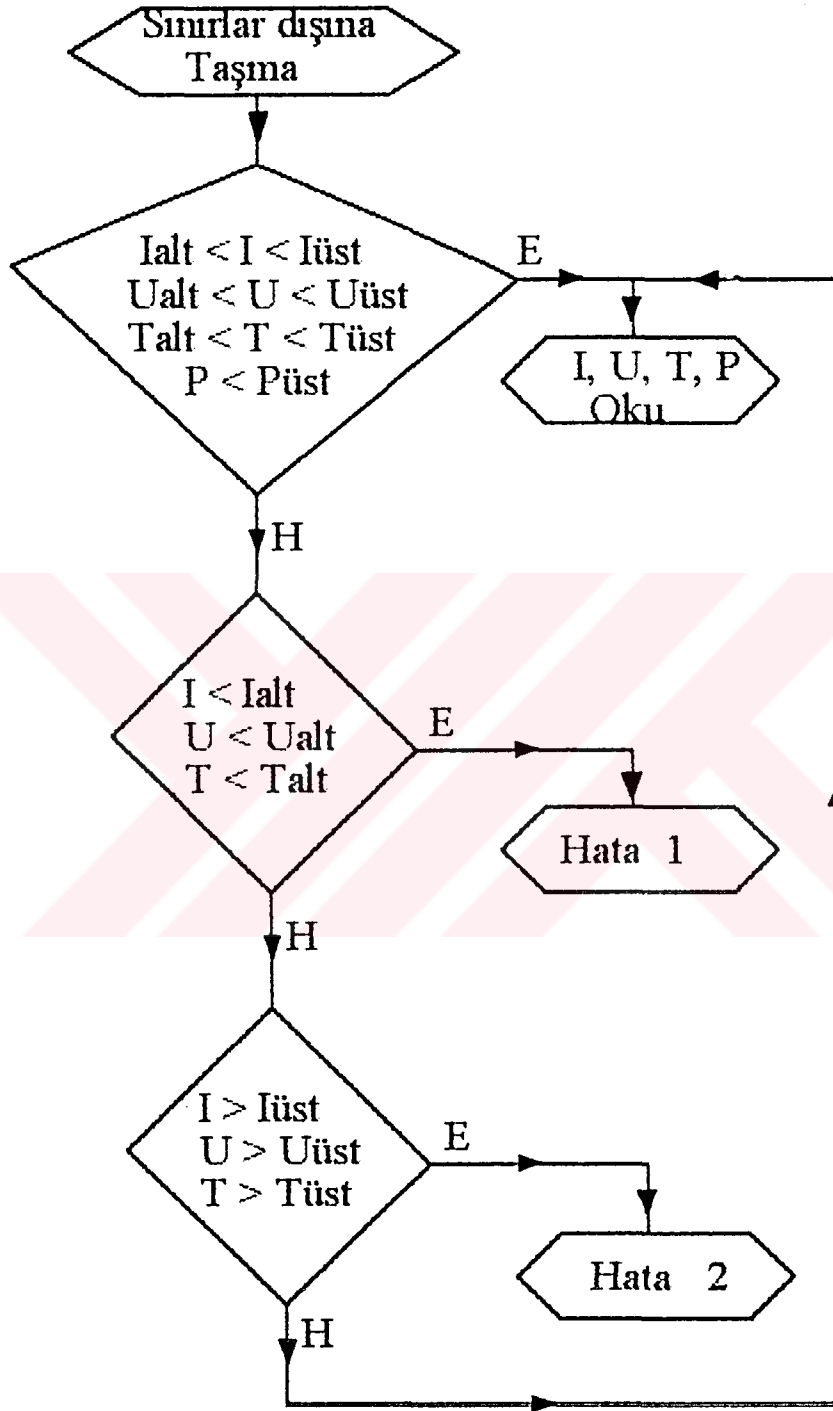


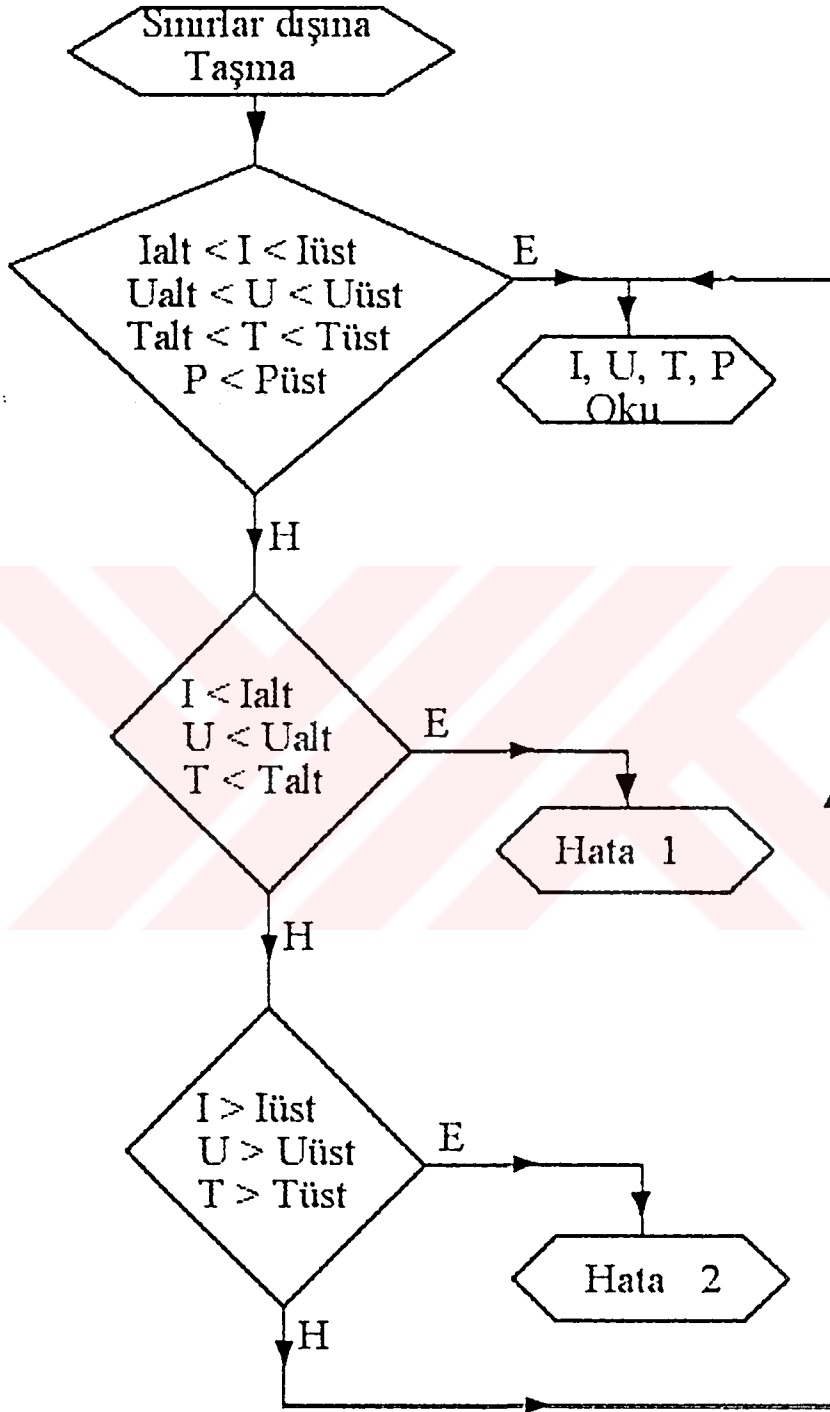
EK-4/A Bilgisayar Programının Akış Diyagramı
Ana Program

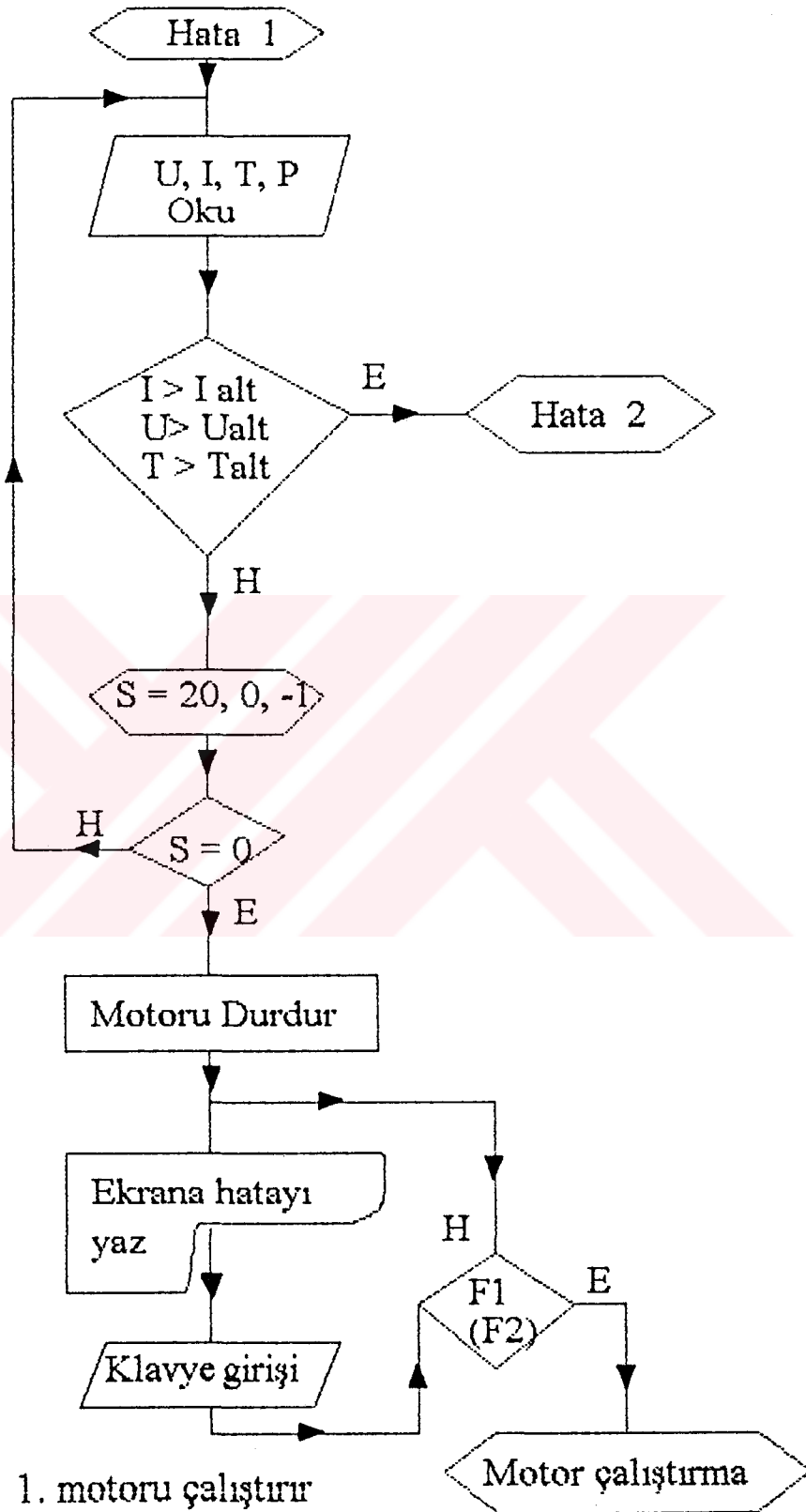


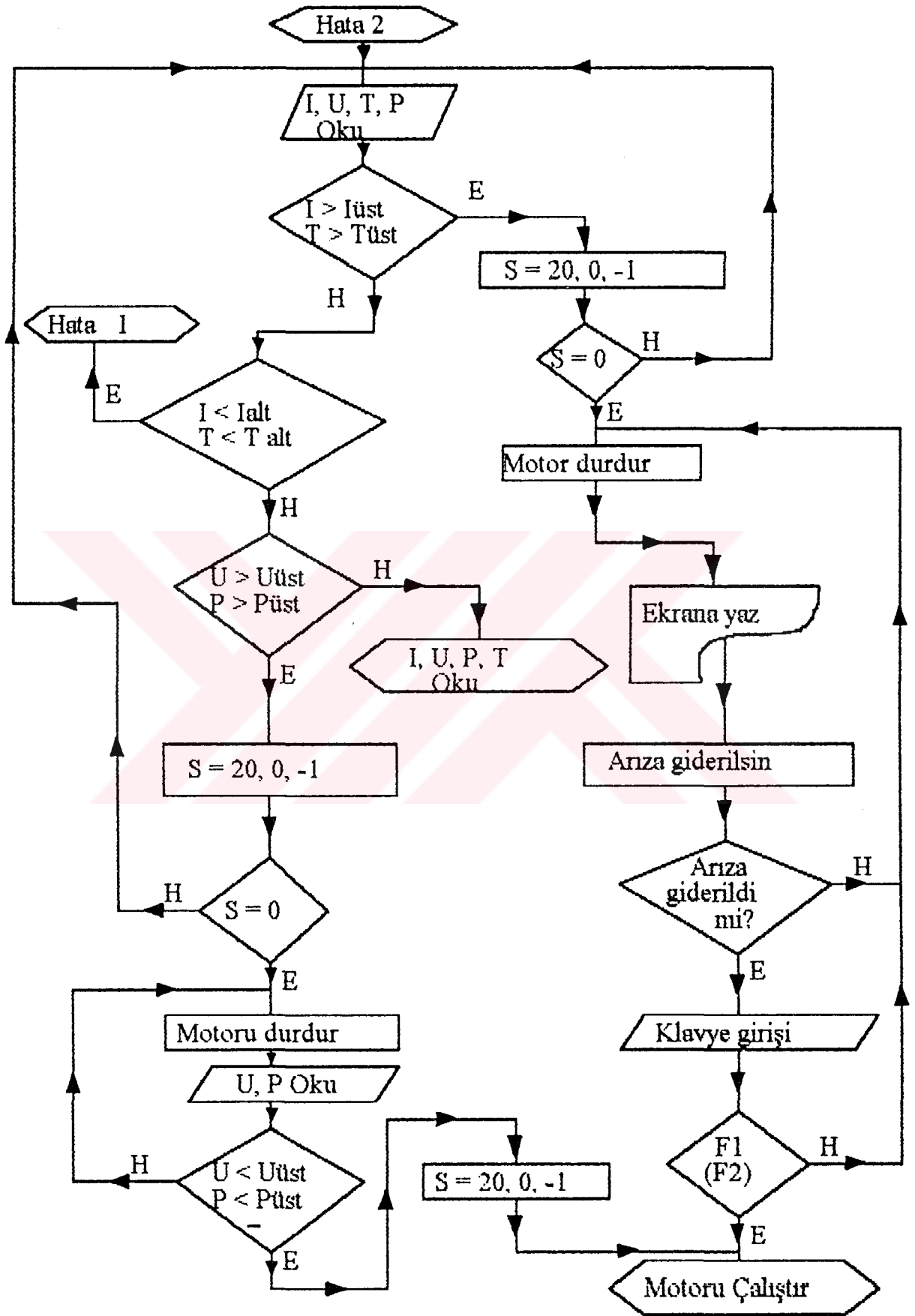
Alt Programlar











EK-4/B Program Dökümü

CLS

COLOR 1, 7

FOR q = 0 TO 1919: PRINT "█"; : NEXT q

GOSUB OKU

'ACIKLAMA

A\$ = " BU ÇALIŞMA M.AYDIN TARAFINDAN S.U.DE Y.LISANS TEZİ
OLARAK YAPILMIŞTIR (1994).": UZ = LEN(A\$)

FOR K = 1 TO 500: NEXT K

C\$ = MID\$(A\$, 1, UZ)

7 s\$ = INKEY\$

FOR K = 1 TO 500: NEXT K

CE\$ = MID\$(C\$, 2, UZ)

C\$ = MID\$(C\$, 1, 1)

C\$ = CE\$ + C\$

LOCATE 23, 20: COLOR 7, 0: PRINT " 'DEVAM ETMEK İÇİN <ENTER>
TUŞUNA BASINIZ' "

LOCATE 12, 2: COLOR 1, 15: PRINT C\$:

IF s\$ = CHR\$(27) THEN CLS : END

IF s\$ = CHR\$(13) THEN GOTO 8 ELSE 7

8

COLOR 7, 0

CLS

FOR q = 0 TO 1919: PRINT "█"; : NEXT q

GOSUB TUS

GOSUB ACIKLAMA

```
AK1 = 0
WHILE CMD1$ <> CHR$(13):
CMD1$ = INKEY$
IF CMD1$ = CHR$(9) THEN AK1 = AK1 + 1
IF CMD1$ = CHR$(27) THEN CLS : END
IF AK1 > 2 THEN AK1 = 1
IF AK1 < 1 THEN AK1 = 2
COLOR 10, 1:
IF AK1 = 1 THEN COLOR 20, 1: LOCATE 12, 11: PRINT "Başla"
    ELSE COLOR 15, 1: LOCATE 12, 11: PRINT "Başla"
IF AK1 = 2 THEN COLOR 20, 1: LOCATE 12, 28: PRINT "Dur" ELSE
    COLOR 15, 1: LOCATE 12, 28: PRINT "Dur"
WEND
AK2 = 0
WHILE CMD2$ <> CHR$(13):
CMD2$ = INKEY$
IF CMD2$ = CHR$(9) THEN AK2 = AK2 + 1
IF CMD2$ = CHR$(27) THEN CLS : END
IF AK2 > 2 THEN AK2 = 1
IF AK2 < 1 THEN AK2 = 2
COLOR 10, 1:
IF AK2 = 1 THEN COLOR 20, 1: LOCATE 12, 51: PRINT "Başla"
    ELSE COLOR 15, 1: LOCATE 12, 51: PRINT "Başla"
IF AK2 = 2 THEN COLOR 20, 1: LOCATE 12, 68: PRINT "Dur" ELSE
    COLOR 15, 1: LOCATE 12, 68: PRINT "Dur"
WEND
```

```
COLOR 7, 3:
```

```
CLS
```

```
BAS:
```

```
IF AK1 = 1 THEN GOSUB MOTOR1BASLA
```

```
IF AK1 = 2 THEN GOSUB MOTOR1DURDUR
```

```
IF AK2 = 1 THEN GOSUB MOTOR2BASLA
```

```
IF AK2 = 2 THEN GOSUB MOTOR2DURDUR
```

```
DIM de(6), de1(6), de2(6), SOZ$(12), SATIR(6)
```

```
CLS
```

```
port = 632
```

```
'gerilim sinirlari
```

```
de1(4) = 190
```

```
de1(6) = 190
```

```
de2(4) = 220
```

```
de2(6) = 220
```

```
'akim sinirlari
```

```
de1(3) = 1.5
```

```
de1(5) = 1.5
```

```
de2(3) = 3
```

```
de2(5) = 3
```

```
'sicaklik sinirlari
```

```
'sicaklik sinirlari
```

```
de1(1) = 10
```

```
de1(2) = 10
```

```
de2(1) = 28
```

```
de2(2) = 28
```

```
'BASINC SINIRLARI
```

```
de1(0) = 0
```

```
de2(0) = 3
```

```
GOSUB SAYAC
```

```
CLS
```

```
COLOR 4, 3, 2
```

```
CLS
```

```
GOSUB CERCEVE
```

```
'-----
```

```
-----
```

```
adi:
```

```
VIEW PRINT 1 TO 4
```

```
LOCATE 1, 1: PRINT "* AÇIKLAMA; <1> TUŞU 1. MOTORU, <2> TUŞU  
2. MOTORU DURDURUR. "
```

```
LOCATE 2, 13: PRINT "<F1> TUŞU 1. MOTORU, <F2> TUŞU  
2. MOTORU ÇALIŞTIRIR. "
```

```
LOCATE 3, 13: PRINT "<ESC> TUŞU 1. VE 2. MOTORU DURDURARAK  
PROGRAMDAN ÇIKAR. "
```

```
VIEW PRINT 4 TO 25
```

```
suc1 = 0
```

```
suc2 = 0
```

```
FOR kanal = 0 TO 6
```

```

KES$ = INKEY$

IF KES$ = CHR$(49) THEN h1$ = "1": GOSUB HATA
IF KES$ = CHR$(50) THEN h2$ = "1": GOSUB HATA
IF KES$ = CHR$(0) + CHR$(59) THEN GOSUB MOTOR1BASLA
IF KES$ = CHR$(0) + CHR$(60) THEN GOSUB MOTOR2BASLA

' IF KONT1 = 1 THEN IF kanal = 6 THEN IF kanal = 5 THEN IF
kanal = 1 THEN GOTO donguson
' IF kont2 = 1 THEN IF kanal = 3 THEN IF kanal = 4 THEN IF
kanal = 2 THEN GOTO donguson
' IF KONT1 = 1 THEN COLOR 0, 0
' IF kont2 = 1 THEN COLOR 0, 0
GOSUB regsil
  cik = INP(&H60)
  IF cik = 1 THEN GOSUB DURDUR: GOSUB ISTEK: END
  b = INP(port + 2)
  C = INP(port + 1)
  d = (b - 16 * (INT(b / 16))) * 256 + C
IF kanal = 4 OR kanal = 6 THEN GOSUB gerilim
IF kanal = 3 OR kanal = 5 THEN GOSUB akim
IF kanal = 1 OR kanal = 2 THEN GOSUB sicak
IF kanal = 0 THEN GOSUB basinc
IF kanal = 0 THEN COLOR 9, 3: LOCATE 16, 42, 0: PRINT USING
    "##.##"; de(kanal);
IF kanal = 1 THEN COLOR 6, 3: LOCATE 11, 30, 0: PRINT USING
    "##"; de(kanal); :
IF kanal = 2 THEN COLOR 6, 3: LOCATE 11, 54, 0: PRINT USING

```

```

        "##"; de(kanal); :
IF kanal = 3 THEN COLOR 15, 3: LOCATE 10, 54, 0: PRINT USING
        "##.#"; de(kanal); :
IF kanal = 4 THEN COLOR 14, 3: LOCATE 9, 54, 0: PRINT USING
        "###"; de(kanal); :
IF kanal = 5 THEN COLOR 15, 3: LOCATE 10, 30, 0: PRINT USING
        "##.#"; de(kanal); :
IF kanal = 6 THEN COLOR 14, 3: LOCATE 9, 30, 0: PRINT USING
        "###"; de(kanal); :
IF de(kanal) < de1(kanal) THEN GOSUB hata1
IF de(kanal) > de2(kanal) THEN GOSUB hata2
LOCATE 22, 20: PRINT GER1; AKM1; ISI1, GER2; AKM2; ISI2,
suc1; suc2; h1$; h2$
' IF GER1 = 20 AND AKM1 = 20 AND ISI1 = 50 THEN GOSUB
        MOTOR1BASLA
' IF GER2 = 20 AND AKM2 = 20 AND ISI2 = 50 THEN GOSUB
        MOTOR1BASLA
donguson:
    NEXT kanal
HATA = 0
IF suc1 <> 1 AND h1$ <> "1" THEN GOSUB MOTOR1BASLA
IF suc2 <> 1 AND h2$ <> "1" THEN GOSUB MOTOR2BASLA
GOTO ad1
regsil:
OUT port + 3, 0
OUT port + 0, kanal
FOR I = 1 TO 5: A = INP(port + 4): NEXT I

```



```

FOR I = 1 TO 9: A = INP(port + 5): NEXT I
RETURN
HATA:
IF h1$ = "1" THEN GOSUB MOTOR1DURDUR: LOCATE 18, 3, 0: COLOR
    4, 7: PRINT "1. motor isteğe bağlı durduruldu"
IF h2$ = "1" THEN GOSUB MOTOR2DURDUR: LOCATE 18, 43, 0: COLOR
    4, 7: PRINT "2. motor isteğe bağlı durduruldu"
RETURN
' IF kanal = 0 AND de(kanal) = 1 THEN GOSUB MOTOR1DURDUR
' IF kanal = 0 AND de(kanal) = 2 THEN GOSUB MOTOR2DURDUR
' RETURN
hata1:
IF kanal = 6 THEN HATA = 2: suc1 = 1'gerilim 1 dusuk
IF kanal = 5 THEN HATA = 3: suc1 = 1'akım 1 dusuk
IF kanal = 4 THEN HATA = 7: suc2 = 1'gerilim 2 dusuk
IF kanal = 3 THEN HATA = 8: suc2 = 1'akım 2 dusuk
GOSUB DURDURMA
RETURN
hata2:
IF kanal = 6 THEN HATA = 4: suc1 = 1: GER1 = GER1 - 1:
'gerilim 1 yuksek
IF kanal = 5 THEN HATA = 5: suc1 = 1: AKM1 = AKM1 - 1:
    'akım 1 yuksek
IF kanal = 4 THEN HATA = 9: suc2 = 1: GER2 = GER2 - 1:
    'gerilim 2 yuksek
IF kanal = 3 THEN HATA = 10: suc2 = 1: AKM2 = AKM2 - 1:
    'akım 2 yuksek

```

```

IF kanal = 1 THEN HATA = 6: suc1 = 1: ISI1 = ISI1 - 1:
    'isi 1 yuksek
IF kanal = 2 THEN HATA = 11: suc2 = 1: ISI2 = ISI2 - 1:
    'isi 2 yuksek
IF kanal = 0 THEN HATA = 12: BAS = BAS - 1: 'basinc yuksek
GOSUB KONTROL
GOSUB DURDURMA
RETURN

gerilim:
IF d < 4096 AND d > 0 THEN de(kanal) = (((350 - 70)
    / (4096 - 0)) * d + 70)
de(kanal) = de(kanal) * .734
RETURN

akim:
IF d < 4095 AND d > 0 THEN de(kanal) = (((4 - .5)
    / (4096 - 0)) * d + .5)
de(kanal) = de(kanal) * 1.65
RETURN

sicak:
IF d < 4095 AND d > 0 THEN de(kanal) = (((100 - 20)
    / (4096 - 0)) * d + 20)
de(kanal) = (de(kanal) - 32) * 8.4 / 5
RETURN

basinc:
IF d < 4095 AND d > 0 THEN de(kanal) = (((2 - .25)
    / (4096 - 0)) * d + .25)
de(kanal) = de(kanal) * .9

```

RETURN

MOTOR1BASLA:

OUT &H378, 1

GOSUB SIL1

h1\$ = "0"

RETURN

MOTOR2BASLA:

OUT 639, 9

GOSUB SIL2

h2\$ = "0"

RETURN

MOTOR1DURDUR:

OUT &H378, 0

KONT1 = 1

GOSUB SAYAC

RETURN

MOTOR2DURDUR:

OUT 639, 0

kont2 = 1

GOSUB SAYAC

RETURN

DURDURMA:

'IF kanal = 0 AND de(kanal) = 0 THEN GOTO atla

IF HATA = 2 OR HATA = 3 THEN GOSUB MOTOR1DURDUR: LOCATE
SATIR(HATA), 3, 0: COLOR 0, 7: PRINT SOZ\$(HATA)

IF (HATA = 4 OR HATA = 5 OR HATA = 6) AND M1 = 0 THEN GOSUB
MOTOR1DURDUR: LOCATE SATIR(HATA), 3, 0: COLOR 0, 7: PRINT

SOZ\$(HATA)

```

IF HATA = 7 OR HATA = 8 THEN GOSUB MOTOR2DURDUR: LOCATE
    SATIR(HATA - 5), 43, 0: COLOR 0, 7: PRINT SOZ$(HATA)
IF (HATA = 9 OR HATA = 10 OR HATA = 11) AND M2 = 0 THEN GOSUB
    MOTOR2DURDUR: LOCATE SATIR(HATA - 5), 43, 0: COLOR 0,
7: PRINT SOZ$(HATA) IF HATA = 12 THEN GOSUB DURDUR: LOCATE
    20, 43, 0: COLOR 0, 7: PRINT SOZ$(HATA)

```

RETURN

CERCEVE:

COLOR 4, 3, 1

```

LOCATE 4, 16, 0: PRINT "           MOTOR 1           MOTOR 2"
LOCATE 6, 16, 0: PRINT " ┌──────────────────────────┐"
LOCATE 7, 16, 0: PRINT " │                               │"
LOCATE 8, 16, 0: PRINT " │                               │"
LOCATE 9, 16, 0: PRINT " │                               │"
LOCATE 10, 16, 0: PRINT " │                               │"
LOCATE 11, 16, 0: PRINT " │                               │"
LOCATE 12, 16, 0: PRINT " │                               │"
LOCATE 13, 16, 0: PRINT " │                               │"

```

```

LOCATE 14, 16, 0: PRINT " _____"
                                     " _____"
LOCATE 15, 16, 0: PRINT "
                                     "
LOCATE 16, 16, 0: PRINT "||
                                     ||"
LOCATE 17, 16, 0: PRINT "
                                     "
LOCATE 9, 43, 0: COLOR 14, 3: PRINT "Gerilim = ": LOCATE 9,
58, 0: PRINT " V"
LOCATE 9, 19, 0: COLOR 14, 3: PRINT "Gerilim = ": LOCATE 9,
34, 0: PRINT " V"
LOCATE 10, 43, 0: COLOR 15, 3: PRINT "Akım = ": LOCATE
10, 58, 0: PRINT " A"
LOCATE 10, 19, 0: COLOR 15, 3: PRINT "Akım = ": LOCATE
10, 34, 0: PRINT " A"
LOCATE 11, 19, 0: COLOR 6, 3: PRINT "Sıcaklık= ": LOCATE
11, 58, 0: PRINT " °C"
LOCATE 11, 43, 0: COLOR 6, 3: PRINT "Sıcaklık= ": LOCATE
11, 34, 0: PRINT " °C"
LOCATE 16, 32, 0: COLOR 9, 3: PRINT "Basınc =": LOCATE 16,
46, 0: PRINT " kg/cm²"
FOR G = 1 TO 2500: NEXT G
RETURN
TUS:
FOR U = 7 TO 35: FOR R = 4 TO 6: COLOR 7, 1: LOCATE R, U:
PRINT " ";

```

```

NEXT R, U
FOR U = 47 TO 75: FOR R = 4 TO 6: COLOR 7, 1: LOCATE R, U:
    PRINT " ":
NEXT R, U
LOCATE 4, 48: PRINT "┌": LOCATE 6, 48: PRINT "└":
COLOR 7, 1: LOCATE 5, 48: PRINT "|": LOCATE 5, 74: PRINT "|
FOR e = 49 TO 74: LOCATE 4, e: PRINT "-": LOCATE 6, e:
    PRINT "-": NEXT e
LOCATE 4, 74: PRINT "┐": LOCATE 6, 74: PRINT "┘":
LOCATE 4, 8: PRINT "┌": LOCATE 6, 8: PRINT "└":
COLOR 7, 1: LOCATE 5, 8: PRINT "|": LOCATE 5, 34: PRINT "|
FOR e = 9 TO 34: LOCATE 4, e: PRINT "-": LOCATE 6, e:
    PRINT "-": NEXT e
LOCATE 4, 34: PRINT "┐": LOCATE 6, 34: PRINT "┘":
DEF SEG = &HB815:
FOR C = 55 TO 400 STEP 160: POKE C, 18: POKE C + 2, 18:
    NEXT C:
FOR t = 1 TO 57 STEP 2: POKE t, 18: NEXT t
DEF SEG = &HB81A:
FOR C = 55 TO 400 STEP 160: POKE C, 18: POKE C + 2, 18:
    NEXT C:
FOR t = 1 TO 57 STEP 2: POKE t, 18: NEXT t
LOCATE 5, 16: COLOR 15, 1: PRINT " 1. Motor "
LOCATE 5, 56: COLOR 15, 1: PRINT " 2. Motor "
LOCATE 11, 8: PRINT "  ┌──────────┐ "
LOCATE 12, 8: PRINT "  │  Başla  │ "
LOCATE 13, 8: PRINT "  └──────────┘ "

```

```

LOCATE 11, 24: PRINT " [ ] "
LOCATE 12, 24: PRINT " | Dur | "
LOCATE 13, 24: PRINT " [ ] "
LOCATE 11, 48: PRINT " [ ] "
LOCATE 12, 48: PRINT " | Başla | "
LOCATE 13, 48: PRINT " [ ] "
LOCATE 11, 64: PRINT " [ ] "
LOCATE 12, 64: PRINT " | Dur | "
LOCATE 13, 64: PRINT " [ ] "

DEF SEG = &HB85B
FOR C = 19 TO 400 STEP 160: POKE C, 18: POKE C + 2, 18:
    NEXT C:
FOR t = 1 TO 21 STEP 2: POKE t, 18: NEXT t
FOR C = 51 TO 400 STEP 160: POKE C, 18: POKE C + 2, 18:
    NEXT C:
FOR t = 33 TO 51 STEP 2: POKE t, 18: NEXT t
FOR C = 101 TO 500 STEP 160: POKE C, 18: NEXT C:
FOR t = 81 TO 99 STEP 2: POKE t, 18: NEXT t
FOR C = 133 TO 500 STEP 160: POKE C, 18: NEXT C:
FOR t = 115 TO 133 STEP 2: POKE t, 18: NEXT t
RETURN

ISTEK:
COLOR 31, 9: CLS
LOCATE 12, 18: PRINT " HER İKİ MOTOR DA İSTEĞE BAĞLI OLARAK
    DURDU ! "

RETURN

```

ACIKLAMA:

```

FOR H = 1 TO 80: COLOR 1, 15: LOCATE 19, H: PRINT "=": NEXT H
LOCATE 20, 35: COLOR 25, 7: PRINT " AÇIKLAMALAR "
LOCATE 22, 1: COLOR 11, 7: PRINT "* Önce 1. Motor için <TAB>
                                ve <ENTER> Tuşları ile sonra 2. Motor
                                için <TAB> "
LOCATE 23, 1: COLOR 11, 7: PRINT "   ve <ENTER> tuşları ile
                                motor pozisyonlarını seçiniz"

```

```

RETURN

```

SAYAC:

```

GER1 = 80

```

```

GER2 = 80

```

```

AKM1 = 80

```

```

AKM2 = 80

```

```

ISI1 = 80

```

```

ISI2 = 80

```

```

BAS = 80

```

```

M1 = 1

```

```

M2 = 1

```

```

RETURN

```

KONTROL:

```

IF GER1 < 80 THEN LOCATE 9, 14: COLOR 18, 4: PRINT " ■ "

```

```

IF GER2 < 80 THEN LOCATE 9, 65: COLOR 18, 4: PRINT " ■ "

```

```

IF AKM1 < 80 THEN LOCATE 10, 14: COLOR 18, 4: PRINT " ■ "

```

```

IF AKM2 < 80 THEN LOCATE 10, 65: COLOR 18, 4: PRINT " ■ "

```

```

IF ISI1 < 80 THEN LOCATE 11, 14: COLOR 18, 4: PRINT " ■ "

```

```

IF ISI2 < 80 THEN LOCATE 11, 65: COLOR 18, 4: PRINT " ■ "

```



```
IF BAS < 80 THEN LOCATE 16, 65: COLOR 18, 4: PRINT " ■"  
IF GER1 < 0 OR AKM1 < 0 OR ISI1 < 0 THEN M1 = 0 ELSE M1 = 1  
IF GER2 < 0 OR AKM2 < 0 OR ISI2 < 0 THEN M2 = 0 ELSE M2 = 1  
RETURN  
SIL1:  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 9, 6: PRINT SPC(10);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 10, 6: PRINT SPC(10);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 11, 6: PRINT SPC(10);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 18, 1: PRINT SPC(40);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 20, 1: PRINT SPC(40);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 21, 1: PRINT SPC(40);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 22, 1: PRINT SPC(40);  
RETURN  
SIL2:  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 9, 65: PRINT SPC(10);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 10, 65: PRINT SPC(10);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 11, 65: PRINT SPC(10);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 18, 43: PRINT SPC(40);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 20, 43: PRINT SPC(40);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 21, 43: PRINT SPC(40);  
COLOR 13, 3, 0: LOCATE 22, 43: PRINT SPC(40);  
RETURN  
OKU:  
SOZ$(2) = "1. Motorun gerilimi düşük ve durdu"  
SOZ$(3) = "1. Motorun akimi düşük ve durdu"  
SOZ$(4) = "1. Motorun gerilimi yüksek ve durdu"  
SOZ$(5) = "1. Motorun akimi yüksek ve durdu"
```

```
SOZ$(6) = "1. Motorun sıcaklığı yüksek ve durdu"  
SOZ$(7) = "2. Motorun gerilimi düşük ve durdu"  
SOZ$(8) = "2. Motorun akımı düşük ve durdu"  
SOZ$(9) = "2. Motorun gerilimi yüksek ve durdu"  
SOZ$(10) = "2. Motorun akımı yüksek ve durdu"  
SOZ$(11) = "2. Motorun sıcaklığı fazla ve durdu"  
SOZ$(12) = "Basıncı yüksek "  
  
SATIR(2) = 20  
  
SATIR(4) = 20  
  
SATIR(3) = 21  
SATIR(5) = 21  
SATIR(6) = 22  
  
RETURN  
  
DURDUR:  
GOSUB MOTOR1DURDUR  
GOSUB MOTOR2DURDUR  
  
RETURN
```