

**DENEYSEL TIP ARAŞTIRMA MERKEZİNDE BİRDEN ÇOK ODANIN  
SICAKLIĞININ, NEMİNİN VE GÜVENLİĞİN BİLGİSAYARLA  
KONTROLÜ**

**Tezi Hazırlayan  
Yasemin DURSUN**

**Tez Yöneticisi  
Yrd. Doç. Dr. Sadık KARA**

**Erciyes Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü'ne  
Elektronik Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi  
olarak sunulmuştur.**

**Ocak 1999  
KAYSERİ**

Erciyes Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma, jürimiz tarafından Elektronik Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.

11/07/1999

Başkan : .....

Üye : Doç. Dr. Kenan DAVİSMAK

Üye : .....

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../...../1999

Prof. Dr. Latif ELÇİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZGEÇMİŞ

Yasemin Dursun 14.03. 1975 tarihinde Yozgat İlinin Sorgun İlçesi'nde doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini Sorgun'da tamamlamıştır. 1992/93 öğretim yılında Erciyes Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Elektronik Bölümünü kazanmış ve 1995/96 öğretim yılı bahar döneminde bu bölümden mezun olmuştur. 1996/97 öğretim yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Anabilim Dalında yüksek lisansa başlayan Dursun 1998 yılında Niğde Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Elektrik-Elektronik Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır ve halen bu görevini sürdürmektedir.

**Adres:** Niğde Üni. Müh. Mim. Fak. Elk-Elkt. Böl./NİĞDE

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamda yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Sadık Kara'ya, maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme, Hasan Gazi Akbaő'a, Burhanettin Altundal ve sevgili eői Haviye'ye, bir zamanlar aynı evi paylaőtığım arkadaşlarım Gülizar ve Zehra'ya, çalıőmamın son safhalarında büyük destek olan Selcen ve Safiye'ye, göstermiş oldukları müsamaha ve yardımlarından dolayı Niğde Üniversitesi Elk-Elkt. Mühendisliği Bölümündeki kıymetli hocalarıma, laboratuardaki yardımlarından dolayı Nihat'a.

Sonsuz teşekkür ederim.

## ÖZET

Bu tez çalışmasının konusu, Deneysel Tıp Araştırma Merkezlerinde bulunan hayvan laboratuvarlarının sıcaklık, nem ve güvenliğinin bilgisayar aracılığıyla kontrolüdür. Bu merkezlerde, çeşitli türlerdeki hayvanlar üzerinde tıbbi araştırmalar yapılmaktadır. Amaç, laboratuvarlarda, her bir türün normal yaşantısını sürdürebildiği, doğal ortamını oluşturabilmektir.

Gerçekleştirilen sistemde, 8 odadan sensörler vasıtasıyla algılanan sıcaklık ve nem değerleri, kanal seçim biriminde sırasıyla seçilerek analog-sayısal çeviriciler aracılığıyla sayısal değere dönüştürülmektedir. Ayrıca, her bir odada bulunan fotoelektrik sensörler vasıtasıyla, kapılar sürekli olarak kontrol edilmekte ve sensör çıkışları, lojik seviyeye düşürülmektedir. Sayısal değere dönüştürülmüş olan sıcaklık, nem ve güvenlik bilgileri tasarlanan bir giriş/çıkış arabirim kartı üzerinden bilgisayara girilmekte ve hazırlanan yazılım programıyla değerlendirilerek bilgisayar ekranında sürekli olarak görüntülenmektedir.

Her bir oda farklı çevresel kontrollere sahip olduğundan değerlendirme esnasında bilgisayara gelen sıcaklık ve nem bilgileri, hangi odaya aitse o oda için belirlenmiş olan sınır değerleriyle kıyaslanmaktadır. Kıyaslama sonucu eğer sınırlar aşılmışsa, bilgisayar tarafından gerekli cihazlara kumanda edilerek, her bir odanın sıcaklık ve neminin belirlenen aralıklarda sabit tutulması sağlanmaktadır. Cihazların çalışma durumları da bilgisayar ekranından gözlenebilmektedir.

Herhangi bir odada güvenlikle ilgili bir problem olduğunda ilgili oda, bilgisayar ekranından tespit edilebilmektedir. Ayrıca fotoelektrik sensörlerin çıkışlarına bağlanan alarm devreleriyle görevli personelin sesli olarak uyarılması sağlanmıştır.

## ABSTRACT

The subject of this thesis is to control the laboratory environment in the Experimental Medical Research Center where tests are being carried out on animals such as humidity, temperature and security, by means of computer.

In the designed system, 8 rooms are observed by means of sensors which detect the temperature and humidity of environment. The obtained data which are selected in turn by a channel selection unit are converted into digital value by an ADC.

Moreover, doors are being detected and sensors outputs being set to the logic level through the photoelectric sensors in each room. The digital information on the humidity, temperature and door status is sent to the computer via an input/output card. A software evaluates the information which is monitored on the screen.

As each room has its own environmental settings, the current information on the temperature and humidity is compared with these pre-defined settings in case of any overflow on these values, the computer re-arranges the temperature and humidity within the defined limits by operating the control equipment. The status of these equipment are also monitored.

It is possible to monitor any problem related to the room security on the computer screen. Also a photoelectric sensor activates an alarm system in order to warn staff.

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Safya No</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	IV
<b>TEŞEKKÜR</b>	V
<b>ÖZET</b>	VI
<b>ABSTRACT</b>	VII
<b>İÇİNDEKİLER</b>	VIII
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b>	X
<b>GİRİŞ</b>	1
<b>BÖLÜM 1</b>	6
<b>SICAKLIK VE NEM ÖLÇÜM BİRİMİ</b>	6
1.1. Sıcaklık Ölçüm Birimi	6
1.1.1. LM35 Sıcaklık Sensörü	7
1.2. Nem Ölçüm Birimi	8
1.2.1. Bağıl Nemin Algılanması	9
1.2.2. Bağıl Nem Sensörü	10
1.2. Kanal Seçim Birimi	13
<b>BÖLÜM 2</b>	16
<b>ANALOG SAYISAL ÇEVİRİM BİRİMİ</b>	16
2.1. Analog Sayısal Çeviriciler	17
2.1.1. Direk Çevrim Yapan A/D Çeviriciler	18
2.1.1.1. Paralel A/D Çeviriciler	19
2.1.1.2. Binary Rampa Tipi A/D Çeviriciler	21
2.1.2. Dolaylı Çevrim Yapan A/D Çeviriciler	23
2.1.2.1. Dual-Slope (Çift Eğimli) A/D Çevirici	23
2.2. A/D Çeviricilerin Parametreleri	25
2.3. ADC0804 A/D Çevirici	25
2.4. Sıcaklık Bilgisinin Sayısala Çevirilmesi	28
2.4.1. Devrenin Çalışması	29

2.5. Nem Bilgisinin Sayısal Çevrilmesi	30
2.5.1. Devrenin Çalışması	31
<b>BÖLÜM 3</b>	<b>33</b>
<b>GÜVENLİK BİRİMİ</b>	<b>33</b>
3.1. BL5-MDT Fotoelektrik Güvenlik Sensörü	35
3.2. Alarm Devresi	36
<b>BÖLÜM 4</b>	<b>37</b>
<b>GİRİŞ/ÇIKIŞ (I/O) BİRİMİ</b>	<b>37</b>
4.1. Giriş/Çıkış (I/O) Portları	37
4.2. Programlanabilir Giriş/Çıkış Birimi	38
4.3. Genel Amaçlı I/O Birimi, 8255A	38
4.3.1. 8255A'nın Kontrol Lojik Birimi	40
4.3.2. Kontrol Kütüğü	42
4.3.3. Çalışma Modları	43
4.3.3.1. Mod 0 (Temel Giriş/Çıkış Modu)	43
4.3.3.2. Mod 1 (Handshaking)	45
4.3.3.2.1. Strobe Giriş Modu	45
4.3.3.2.2. Strobe Çıkış Modu	47
4.3.3.3. Mod 2	50
4.3.4. Statü Sözcüğü	53
4.3.4.1. Mod 1'de Statü Sözcüğü	53
4.3.4.2. Mod 2'de Statü Sözcüğü	53
4.3.5. 8255A'nın Seçilmesi ve Port Adreslerinin Belirlenmesi	54
<b>BÖLÜM 5</b>	<b>61</b>
<b>SİSTEMİN YAZILIMI</b>	<b>61</b>
5.1. YAZILIM PROGRAMI	62
<b>BÖLÜM 6</b>	<b>68</b>
<b>SICAKLIK VE NEM SINIRLARININ KORUNMASI</b>	<b>68</b>
<b>SONUÇ VE TARTIŞMA</b>	<b>70</b>

KAYNAKLAR

72

EKLER

73



**ŞEKİLLER LİSTESİ**

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 1. Gerçekleştirilen sistemin blok şeması	4
Şekil 1.1. Sıcaklık kontrol biriminin blok şeması	7
Şekil 1.2. LM35D sıcaklık sensörünün devreye bağlanması	8
Şekil 1.3. Nem kontrol birimin blok şeması	10
Şekil 1.4. Nem sensörünün A/D çeviriciye bağlanması	12
Şekil 1.5. Sıcaklık ve nem ölçüm devresi	13
Şekil 1.6. Kanal seçim devresinin açık Şeması	14
Şekil 2.1. ADC temeline dayanan bir ölçüm sistemi	17
Şekil 2.2. ADC'nin temel fonksiyonunu gösteren blok diyagramı	17
Şekil 2.3. Paralel karşılaştırmalı (flash) A/D çevirici	20
Şekil 2.4. Binary rampa tipi A/D çevirici	21
Şekil 2.5. Sıralı yaklaşım tipi A/D çevirici	22
Şekil 2.6. Çift eğimli A/D çeviricinin temel devresi ve integratör çıkışındaki dalga şekli	24
Şekil 2.7. ADC0804'ün bacak bağlantısı	26
Şekil 2.8. ADC0804'ün zamanlama diyagramı	27
Şekil 2.9. Sıcaklığı sayısala çeviren devre	28
Şekil 2.10. Bağıl nemi sayısala çeviren devre	31
Şekil 3.1. Güvenlik sisteminin blok diyagramı	33
Şekil 3.2. Güvenlik devresi	34
Şekil 3.3. Fotoelektrik güvenlik sensörü	35
Şekil 3.4. Çalışma modu zamanlama diyagramı	35
Şekil 3.5. Alarm devresi	36
Şekil 4.1. Bir I/O portuna veri transferi	38
Şekil 4.2. 8255A'nın genel görünüşü ve bacak bağlantısı	39
Şekil 4.3. 8255A'nın read zamanlama diyagramı	41
Şekil 4.4. 8255A'nın write zamanlama diyagramı	42

Şekil 4.5. Kontrol sözcüğü	43
Şekil 4.6. Mod 0'da çevre birimden porta veri transferi	44
Şekil 4.7. Mod 0'da porttan çevre birime veri transferi	44
Şekil 4.8. Mod 1 giriş	45
Şekil 4.9. Mod 1'de strobe girişinin zamanlama diyagramı	46
Şekil 4.10. Mod 1 çıkış	48
Şekil 4.11. Mod 1'de strobe çıkışının zamanlama diyagramı	48
Şekil 4.12. Mod 2'de çalışma	51
Şekil 4.13. Bit SET/RESET için kontrol kelimesi	51
Şekil 4.14. Mod 2 zamanlama diyagramı	52
Şekil 4.15. Mod 1 ve Mod 2 için durum sözcüğü	53
Şekil 4.16. Giriş/çıkış arabirim kartının devre şeması	55
Şekil 5.1. Sıcaklık ve nem kontrol işleminin akış şeması	63
Şekil 5.2. Güvenlik alt programı akış şeması	64
Şekil 5.3. Programın ana formu	66
Şekil 5.4. Programın ayar formu	67
Şekil 5.5. Programın bilgi formu	67
Şekil 6.1. Cihaz sürücü devreleri	69

## TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1.1 Çeşitli hayvan türleri için optimum sıcaklık ve bağıl nem oranları	3
Tablo 2.1 Paralel karşılaştırıcılı ADC'nin doğruluk tablosu	20
Tablo 4.1 8255A'nın port adreslerinin belirlenmesi	41
Tablo 4.2 Bilgisayarda kullanılan adreslerin dağılımı	56
Tablo 4.3 Kontrol komutu	57
Tablo 4.4 I/O kartı için kullanılan port adresleri	58



## TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1.1 Çeşitli hayvan türleri için optimum sıcaklık ve bağıl nem oranları	3
Tablo 2.1 Paralel karşılaştırıcılı ADC'nin doğruluk tablosu	20
Tablo 4.1 8255A'nın port adreslerinin belirlenmesi	41
Tablo 4.2 Bilgisayarda kullanılan adreslerin dağılımı	56
Tablo 4.3 Kontrol komutu	57
Tablo 4.4 I/O kartı için kullanılan port adresleri	58



## GİRİŞ

İnsanoğlu, kendi refahı için hizmetine verilmiş olan tabiatın her alanında, yıllardan beri araştırmalarını sürdürmektedir. Tabiatın bir parçası olan hayvanlar da, pek çok bilimsel çalışmaya malzeme olmuştur.

Biyolojik bakımdan insanlarla aynı sınıfta bulunan hayvanlar, özellikle tıbbi araştırmaların konusu olmuştur. Bu yöndeki çalışmaların gayesi, hayvanlar dünyasından insanlığa faydalı sonuçlar çıkarabilmektir.

Hastalıklar için kullanılan ilaçlar, ameliyat teknikleri ve farklı tedavi yöntemleri, çeşitli araştırmalar ve uzun uğraşlar sonucu elde edilen bilginin hayata yansımasıdır. Bu araştırmalar deney hayvanlarından başlayıp çeşitli safhaları geçtikten sonra insanlar üzerinde uygulanabilirlik kazanmaktadır.

Deneysel Tıp Merkezlerinin kurulma amacı, deney hayvanları üzerinde yapılan tıbbi araştırmalar için uygun bir zemin oluşturmaktır [1],[2],[3],[4].

Tabiattaki canlılar, yaşadıkları çevrenin şartlarına uygun biyolojik yapıya sahiptirler ve ancak o çevre şartlarında, normal yaşantılarını sürdürebilirler. Buldukları çevre

şartlarının değiştirilmesi, canlılar üzerinde çeşitli rahatsızlıklara ve hatta ölümlere yol açabilir [1],[2],[3],[4],[5].

Türlere göre farklılık gösteren çevre şartları, deneysel prosedüre göre de farklı olacaktır. Çünkü deneysel sonuçlar, çevre şartlarından etkilenebilir. Bu sebeple hayvanlar, bilimsel araştırmalarda elde edilen sonuçların, kararlılığının sağlanabildiği ortamlarda muhafaza edilmelidir. Kararsız çevre şartları, deneylerden değişken sonuçların elde edilmesine yol açar ki bu, sonuçta söz konusu olan insan sağlığı olunca, kesinlikle kabul edilemeyecek bir durumdur [2],[3].

Dolayısıyla laboratuvarlarda, deney hayvanları için oluşturulabilecek en uygun çevre, hayvanların rahatının sağlandığı ve deneylerden anlamlı sonuçların elde edilebildiği bir çevredir. Yani bu hayvanların barınakları, mümkün olduğunca tabii ortamlarındaki iklim şartlarına sahip, biyolojik yapılarına uygun ve yapılan bilimsel çalışmaların gerekliliklerini karşılayacak nitelikte olmalıdır [1],[2].

İklimi oluşturan en önemli faktörler sıcaklık ve nemdir. Bu yüzden hayvanlar sıcaklık ve nem kontrollü bir çevrede barındırılmalıdır. Hayvan odalarının sıcaklık ve nemi, hassas bir şekilde kontrol edilip, sürekli olarak uygun cihazlarla görüntülenmelidir [1],[5],[6],[7].

Oda sıcaklığının sınırları her bir hayvan türü için belirli aralıklarda sabit tutulmalıdır. Ani ve büyük ısı değişimleri, birçok hayvan için tercih edilen sıcaklık sahasının sınırlarına yakın, sürekli bir sıcaklıktan daha zararlıdır [1],[2].

Bağıl nem ise normal olarak  $55 \pm 10$ 'da olmalı, uzun süre  $40$ 'ın altında ve  $70$ 'in üzerinde olmasından kaçınılmalıdır. Bağıl nemdeki iniş çıkışlar ve uç değerler hastalıklara, özellikle solunum yolu rahatsızlıklarına yol açabilir. Nemliliğin uç sınırları, hayvanın çevresindeki ısı değişimini de etkilediğinde, olay her zaman rahatsızlıkla sonuçlanır.

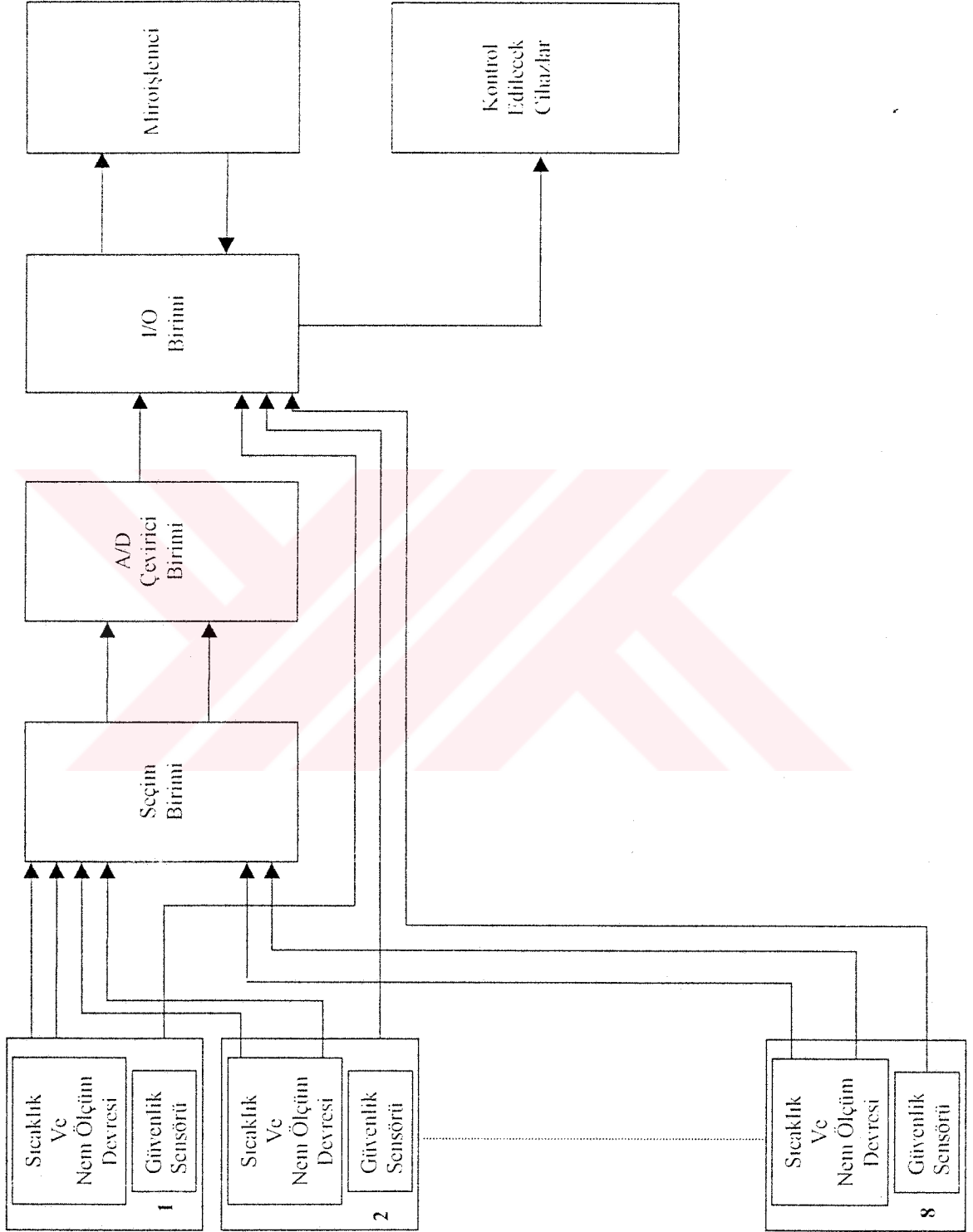
Deneysel Tıp Araştırma Merkezlerindeki hayvan laboratuvarlarında barındırılan farklı türlerdeki hayvanların, adapte olduğu iklim şartları da farklılık göstereceğinden, bu türler için ayrı ayrı odalar tahsis edilmelidir. Böylece her oda, ayrı çevresel kontrole sahip olur. Eğer bilimsel araştırmalardan anlamlı ve doğru sonuçlar elde edilmek isteniyorsa, her farklı tür, adapte olduğu iklim şartlarının sağlandığı farklı ortamlarda tutulmalıdır.

Tablo 1.1'de çeşitli laboratuvar hayvanları için olması gereken, çevre sıcaklığı ve bağıl nem sınırları verilmiştir [6],[7].

Tablo 1.1. Çeşitli hayvan türleri için optimum sıcaklık ve bağıl nem oranları

Hayvan Türü	Sıcaklık Sınırları °C	Bağıl Nem Sınırları %R.H.
Rat	15-25	45-65
Fare	19-23	45-65
Hamster (Sıçan)	19-23	45-65
Kedi	10-25	45-65
Köpek	15-24	45-65
Koyun/Keçi	5-25	45-65
Tavuk	20-25	30-70
Tavşan	16-20	45-65

Yapılan çalışmada, özetle, farklı türlerde hayvanların barındırıldığı 8 farklı odadaki sıcaklık ve nem değerlerinin, sürekli ölçümü yapılarak bu değerler belirli sınırları aştığında, gerekli düzenlemeleri yapan bir sistem oluşturulmuştur. Gerekli ayarlamalar ve düzenlemeler Tablo 1.1'deki değerlere göre yapılmıştır. Aynı zamanda yetkisiz kimselerin laboratuvarlara girmelerine ve hayvanların kaçmalarına mani olmak amacıyla güvenlik sistemi de ilave edilmiştir. Yapılan sistemin blok şeması Şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1. Gerçekleştirilen sistemin blok şeması

Sıcaklık ve nem ölçüm birimiyle 8 farklı odadaki sıcaklık ve bağıl nem ölçülerek DC voltaj seviyesine dönüştürülmektedir. Ortam sıcaklığını algılamak için LM35D sıcaklık sensörü kullanılmıştır. LM35D, ortamdaki sıcaklık artışına bağlı olarak çıkış voltajı lineer olarak artan bir elemandır [11]. Nem sensörü ise ortamdaki bağıl neme bağlı olarak kapasitesi değişen bir eleman olup bu değişken kapasite değeri ilave bir devreyle dc voltaj değerine dönüştürülmektedir [12].

Kanal seçim birimi 8 odadan gelen sıcaklık ve nem değerlerini sırayla seçerek çıkışı aktaran bir birimdir. Bu birimde 8 girişli 2 çıkışlı analog multiplexer'lar kullanılmıştır [11]. Kanal seçim birimi çıkışındaki sıcaklık ve nem değerleri, analog/sayısal çevrim birimi ile sayısala dönüştürülmektedir. Bu birimde ADC0804 analog/sayısal çeviricileri kullanılmış olup bu birimin çıkışı 8 bitlik'tir [8],[9],[10],[11]. Sayısala dönüştürülen sıcaklık ve nem bilgileri 9 tane 8 bitlik giriş/çıkış portuna sahip olan giriş/çıkış arabirim kartı üzerinden bilgisayara girilmektedir. Giriş/çıkış arabirim kartının temelini 3 adet 8255A tümdevresi oluşturmaktadır ve bilgisayarla çevre birimler arasındaki bilgi alışverişini bu kart üzerinden sağlamaktadır [13],[14],[15],[16]. 8 odadan gelen sıcaklık ve bağıl nem bilgileri programla değerlendirilmekte ve bu değerler her oda için belirlenmiş olan sınır değerlerini aşmış ise gerekli cihazların çalıştırılması sağlanmaktadır.

Sistemde ayrıca her odada bulunan optik sensörlerle kapılar kontrol edilmekte ve bu sayede güvenlik sağlanmaktadır. Optik sensör çıkışları alarm devrelerine ve arabirim kartı üzerinden bilgisayara bağlıdır.

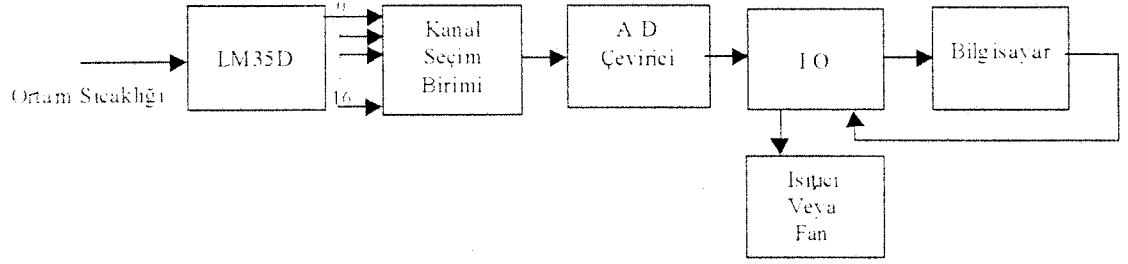
Sistemi kontrol etmek için kullanılan yazılım programı Delphi programlama paketinde yazılmıştır. Bu yazılım programının diğer programlara göre pek çok üstünlüğünün olması ve sistem için uygun olması, tercih sebebi olmuştur [17].

## BÖLÜM 1

### SICAKLIK VE NEM ÖLÇÜM BİRİMİ

#### 1.1. SICAKLIK ÖLÇÜM BİRİMİ

Sıcaklık kontrol biriminin blok diyagramı, Şekil 1.1'de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü üzere, ortam sıcaklığı, LM35D sıcaklık sensörü ile algılanmaktadır. LM35D, 0°C ile 100°C arasındaki sıcaklığa duyarlı olan ve her 1°C'lık sıcaklık artışı için, çıkışında 10mV'luk gerilim artışı gösteren, lineer bir sıcaklık sensörüdür. Sensör çıkışında elde edilen gerilim, 16 bitlik kanal seçici devreye girmektedir. Bu devre, girişindeki 16 farklı analog bilgiyi, sırayla seçerek çıkışa analog olarak aktaran bir birimdir. Seçici devre çıkışındaki analog bilgi, analog/sayısal (A/D) çeviriciye girmektedir. A/D çevirici çıkışında sayısala çevrilmiş olan sıcaklık bilgisi, giriş/çıkış (I/O) kartı üzerinden bilgisayara aktarılmakta ve yazılım programı vasıtasıyla, değerlendirilerek, tekrar I/O kartı üzerinden ısıtıcıyı veya fanı kontrol etmek üzere çıkışa kontrol sinyalleri göndermektedir.



Şekil 1.1 Sıcaklık kontrol biriminin blok diyagramı

### 1.1.1. LM35 SICAKLIK SENSÖRÜ

LM35 serisi, Celcius (Centigrade) sıcaklığına bağlı olarak, çıkış voltajı lineer olarak değişen, hassas sıcaklık algılama tümdevresidir. LM35, pratikte kullanılan centigrade skalasını elde etmek için çıkış voltajından büyük bir sabit voltajın çıkartılmasını gerektirmediğinden, Kelvin derecesine göre kalibre edilmiş lineer sıcaklık sensörlerine göre daha avantajlıdır. LM35, oda sıcaklığında  $\pm 1/4$  °C ve  $-55^{\circ}\text{C} - +150^{\circ}\text{C}$  sıcaklık aralığındaki tam skala sapmasında  $\pm 3/4$  °C tipik doğruluklarını sağlamak için herhangi bir harici kalibrasyon veya ayarlama gerektirmez. Düşük maliyetlidir. LM35'ler, düşük çıkış empedansına ve doğrusal çıkışa sahiptir. Bu sensörler, tek bir güç kaynağı ile pozitif yahut negatif kaynaklarla kullanılabilirler. Güç kaynağından yalnızca 60  $\mu\text{A}$  akım çeker, durgun havada  $0.1^{\circ}\text{C}$ 'dan daha düşük bir öz ısıya sahiptir. LM35C,  $-40^{\circ}\text{C}$  ile  $+110^{\circ}\text{C}$  aralığında çalışırken LM35,  $-55^{\circ}\text{C}$  ile  $+150^{\circ}\text{C}$  arasında sıcaklıklara duyarlıdır. LM35D'nin ise çalışma aralığı,  $0^{\circ}\text{C}$  ile  $100^{\circ}\text{C}$ 'dir.

#### Özellikleri

- °C olarak kalibre edilmiştir.
- Skala faktörü  $+10.0 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ 'dir.
- $25^{\circ}\text{C}$ 'da,  $0.5^{\circ}\text{C}$  doğruluğu garanti edilmektedir.
- Tam skala oranı,  $-55^{\circ}\text{C}$  ile  $+150^{\circ}\text{C}$  arasındadır.
- Uzaktan kumandalı uygulamalarda kullanılabilir.
- 4 V ile 30 V arasında bir gerilimle çalışabilir.
- 60  $\mu\text{A}$ 'den daha az akım çeker.
- Durgun havada  $0.08^{\circ}\text{C}$  gibi düşük gövde sıcaklığına sahiptir.



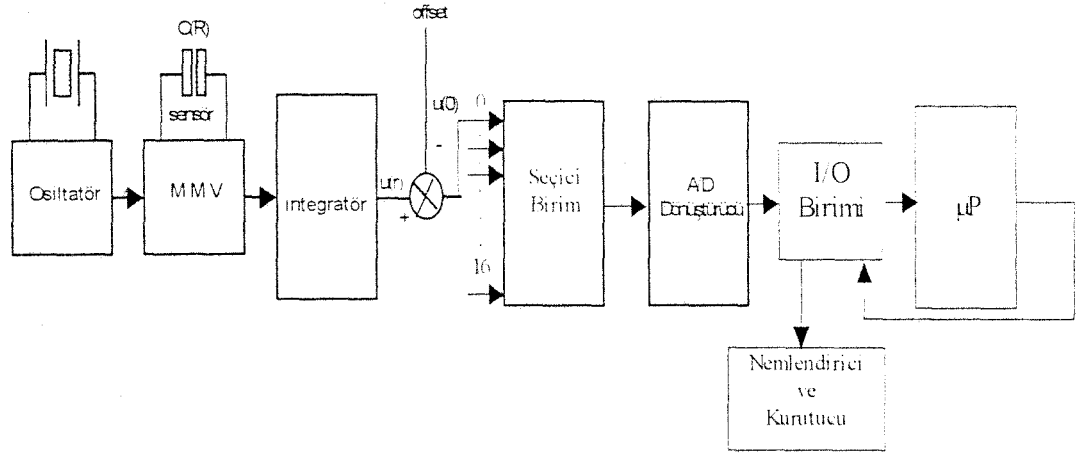
artar. Örneğin 30°C'daki suyun buhar basıncı 1.23 kilopaskal (kPa) (0.0121 atmosfer (atm)) iken 10°C'deki suyun buhar basıncı 4.24 kPa (0.0418 atm) kadardır. Yani 30°C'daki havanın içinde, 10°C'deki havada bulunabilenin 3.5 katı kadar su buharı bulunabilir demektir. Belli bir sıcaklıkta havada bulunan su buharının özbasıncı (havada bulunan diğer gazlardan bağımsız olarak, su buharının tek başına yaptığı basınç) suyun o sıcaklıktaki buhar basıncına eşit olduğu zaman, suya doymuş bir hava oluşur. Böyle bir havada su buharlaşamaz, çamaşır kurumaz, ter uçmaz ve büyük bir sıkıntı duyulur. Eğer aynı hava kütesinin sıcaklığı yükseltirise, içindeki su buharı miktarı (mutlak nem) aynı kalır ama, suyun bu yeni sıcaklıktaki buhar basıncı daha büyük olduğuna göre, hava yeniden su alabilmeye başlar. Sanki havanın nemi azalmış gibidir. Bu durumu anlatabilmek için bağıl nem (BN) denilen ve herhangi bir sıcaklık için;

$$BN = \frac{\text{Havadaki su buharının özbasıncı}}{\text{Suyun o sıcaklıktaki buhar basıncı}} \quad (1.1)$$

bağıntısından hesaplanan bir nicelikten yararlanır. Su buharıyla doymuş havadaki özbasıncı, buhar basıncına eşit olduğuna göre, bağıl nem 1, yani %100 olacaktır. İçinde hiç su buharı bulunmayan havanın bağıl nemi ise, 0'dır. Bağıl nem belirtince havanın durumu kolayca anlaşılır. Hava ısınınca bağıl nem azalır (özbasıncı değişmez, buhar basıncı büyür). Tersine hava soğuyunca bağıl nem artar. Hatta 1'den daha büyük olabilir. Kuşkusuz o zaman, havanın tutamadığı fazla su buharı yoğunlaşacak ve sıvı su haline geçecek demektir.

### 1.2.1. BAĞIL NEMİN ALGILANMASI

Nem kontrolünün nasıl yapıldığı Şekil 1.3'te şematik olarak gösterilmiştir. Atmosferdeki bağıl nem, kapasitif nem sensörü ile algılanır. Nem sensörünün kapasitesindeki değişime bağlı olarak monostable multivibratör (MMV) çıkışındaki darbelerin genişliği de değişir. MMV çıkışındaki bu değişken darbe genişliği, integatör birimi ile voltaja dönüştürülür. İntegratör çıkışı kanal seçim devresine bağlıdır. Seçim birimi, girişindeki 16 farklı değerden birini seçerek çıkışına aktarır. Bu kat vasıtasıyla seçilen, integratör çıkışındaki gerilim, A/D çeviricinin girişine bağlanır.



Şekil 1.3. Nem kontrol biriminin blok diyagramı

Çevirici çıkışında sayısal olarak çevrilen voltaj değeri, I/O kartı üzerinden mikroişlemciye gelir. Mikroişlemcide değerlendirilen bu bilgiler, yine I/O kartı üzerinden, nemlendirici ve nem gidericileri kontrol etmek üzere çıkışa aktarılır.

### 1.2.2. BAĞIL NEM SENSÖRÜ

Bu tasarımda kullanılan Bağıl Nem Sensörü, nemle kapasitesi değişen bir elemandır. Sensör, içinde neme karşı duyarlı olan ince madeni bir tabaka ile her iki yüzeyinde de ince altın bir tabaka bulunan, havayı geçiren bir kılıf içine yerleştirilmiştir. Altın tabakalar elektrodları, maden tabakası da kapasitörün dielektrikliğini oluşturur. Maden tabakasının dielektrik sabiti ve buna bağlı olarak kapasitansı neme bağlı olarak değişir.

Nem sensörünün ortamın bağıl nemine bağlı olarak değişen kapasitansı, devrede yer alan osilatörün frekansını değiştirmek için kullanılır. Çözülmesi gereken bir problem vardır ki bu da kapasitansın neme bağlı olarak lineer bir şekilde değişmemesidir. Nem sensörünün kapasitesine bağlı olarak nem ölçüm devresi çıkışındaki voltaj değişiminin grafiği lineer olmayan bir eğridir. Bu eğrinin fonksiyonu:

$$y=1.2043\ln(x)-3.0005 \quad (1.2)$$

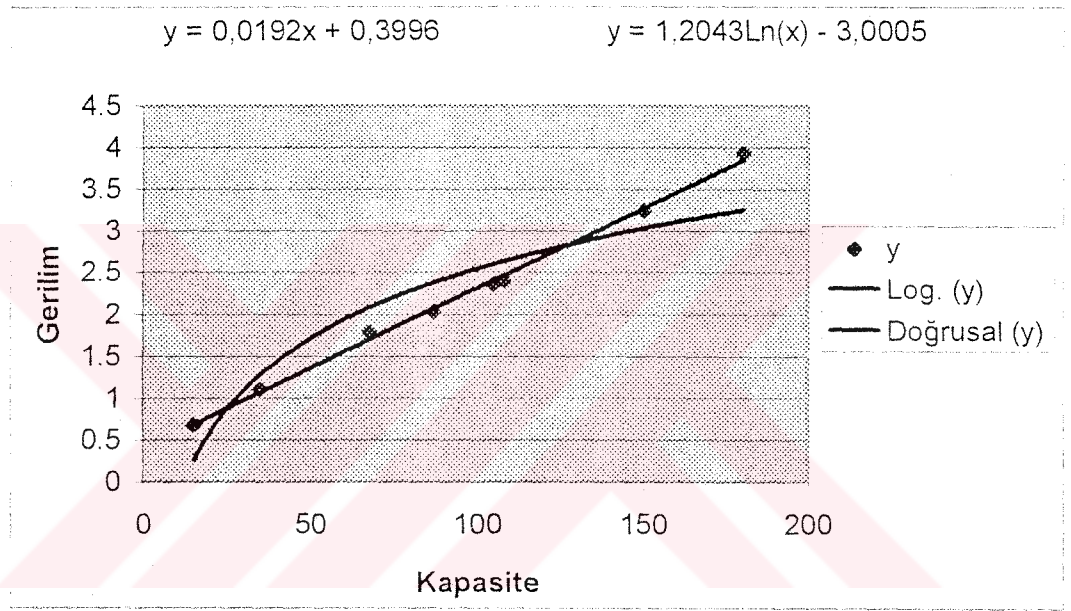
olarak elde edilmiştir. Burada "x" kapasite değerini, "y" ise gerilim değerini göstermektedir.

Bu fonksiyon lineer hale getirildiğinde elde edilen doğrunun fonksiyonu ise:

$$y=0.0192x+0.3996 \quad (1.3)$$

dir. Bu fonksiyonların Excel paketiyle çizilen grafikleri, Grafik 1.1'deki gibidir. Bu grafik ve fonksiyonlara dayanarak lineer olmayan çıkış gerilimini lineerleştirme fonksiyonu:

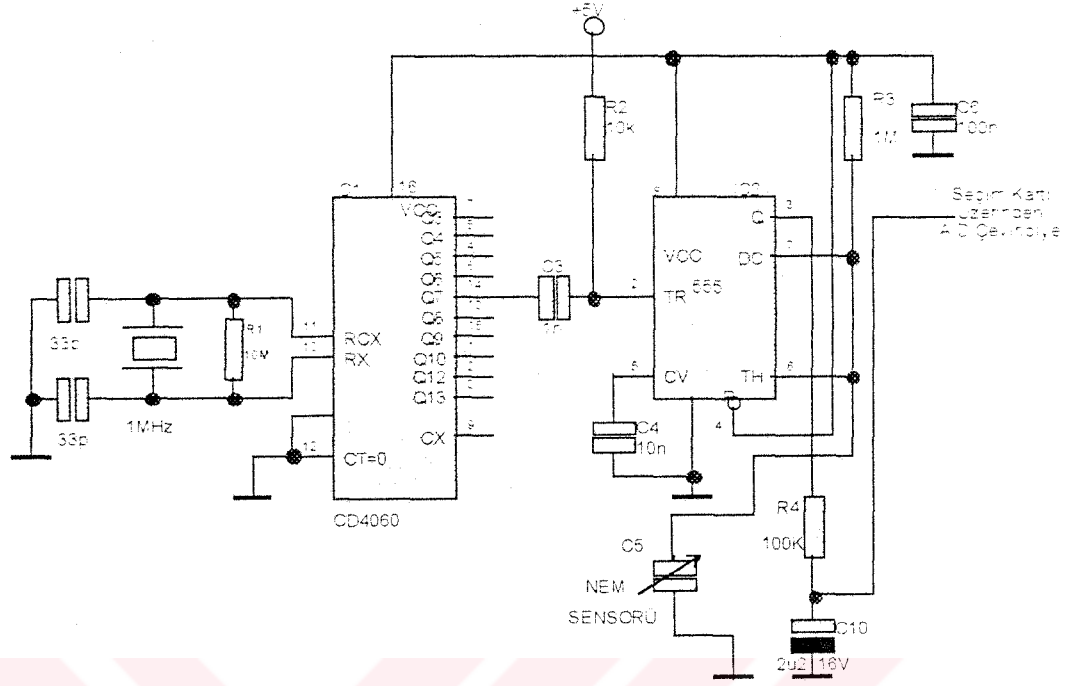
$$y_{lineer}=1.0029y-0.0119 \quad (1.4)$$



Grafik 1.1. Nem sensörünün kapasitesine göre çıkış gerilimi

olarak hesaplanmıştır. Buradaki "y" nem sensörünün kapasitesine göre lineer olmayan gerilim değeri,  $y_{lineer}$  ise lineerleştirilmiş gerilim değeridir. Bu lineerleştirme işlemi hazırlanan yazılımla çözüme kavuşturulmuştur.

Nem sensörünün devreye bağlantısı Şekil 1.4'de görülmektedir.



Şekil 1.4. Nem sensörünün A/D çeviriciye bağlanması

Devrede bir monostable multivibratörü (MMV) sürmek için kullanılan, kristal kontrollü osilatör, sabit bir frekans sağlar. Üretilen darbelerin büyüklüğü, nem sensörünün kapasitansı tarafından belirlenir.

İntegratör devresi(RC devresi) bu darbeleri, voltaja dönüştürür. Sonuç olarak, integratör çıkışındaki voltaj, bağıl nemin tam bir ölçümünü verir. Bu voltaj, bir analog-sayısal çeviricinin analog girişine girilir.

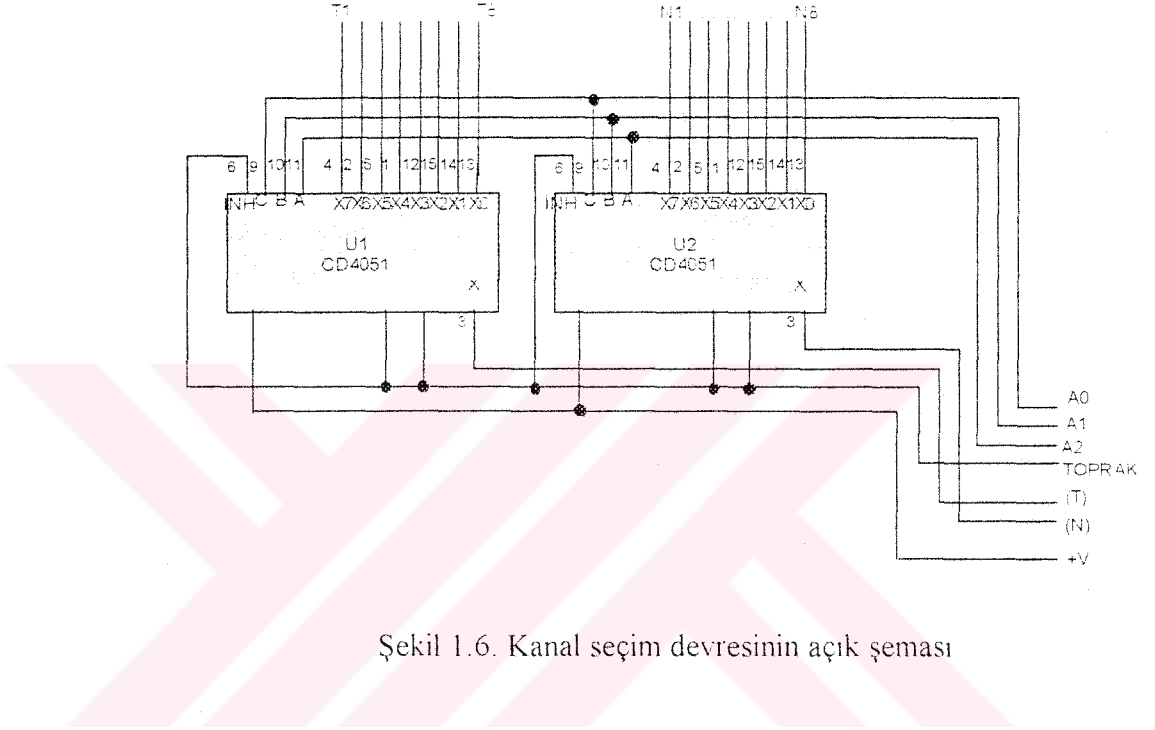
Devredeki 4060 tümdevresi, 1 MHz'lik bir frekans üretir ve bu işaret, tümdevrenin 14 numaralı bacağından alınarak, MMV'ün tetikleme girişine bağlanır. Burada kullanılan MMV, yaygın olarak kullanılan bir 555 tümdevresidir.

C<sub>5</sub> nem sensörü, MMV'ün çıkış darbelerinin büyüklüğünü belirler. MMV'ün çıkışı, R<sub>4</sub>-C<sub>10</sub> tarafından integre edilerek voltaj değerine dönüştürülür. C<sub>10</sub> üzerindeki voltaj ise 8 bitlik A/D çevirici ile sayısal değere dönüştürülür.

Her odada bulunan ve sıcaklık ile nemin her ikisini birden ölçen devre Şekil 1.5'deki gibidir. Bu devrenin baskı devre şeması EK 1.1'de verilmiştir. Aşağıdaki ölçüm devresi ile



analog anahtarlara sahiptir.  $15 V_{pp}$ 'luk analog sinyallerin kontrolü  $3-15 V$ 'luk genliğe sahip, sayısal sinyal ile sağlanabilir. Mesela,  $V_{DD}=5 V$ ,  $V_{SS}=0 V$  ve  $V_{EE}=-5 V$  ise  $0-5 V$ 'luk sayısal sinyal girişleri ile  $-5 V$ 'dan  $+5 V$ 'a kadar olan analog sinyaller kontrol edilebilir.



Şekil 1.6. Kanal seçim devresinin açık şeması

8 farklı odanın sıcaklık ve nem kontrolleri yapılacağından, sıcaklık ve nem ölçüm birimi çıkışlarındaki, analog gerilime çevrilmiş olan sıcaklık ve nem bilgileri, sırayla seçilerek, sıcaklık ve nem kontrol sistemindeki A/D çevirici birimine bağlanırlar. Bu sayede her bir oda için ayrı bir ADC kullanmaya gerek kalmaz. Toplam 2 tane A/D çevirici ile 16 analog bilgi sayısına çevrilmektedir.

Kanal Seçim devresinde kullanılan, 2 adet CD4051 multiplexer'dan birincisi sıcaklık bilgilerini, ikincisi de nem bilgilerini seçmek için kullanılır. Multiplexer'ların seçici uçları, paralel olarak bağlanıp, I/O kartına girilmiştir. Böylece seçici uçlara program tarafından verilen değere uygun olarak, seçim kartı çıkışında, bir tane analog sıcaklık, bir tane de analog nem değeri elde edilmiş olur.

Multiplexer'ların inhibit uçları birleştirilerek toprağa bağlanmıştır. Bu sayede kart çıkışında, sıcaklık ve nem değerlerinin her ikisi birden elde edilebilmektedir. Daha fazla odanın

kontrolü yapılmak istenirse multiplexer sayısı artırılarak bunları seçmek için decoder kullanılabilir. Decoder çıkışları multiplexer'ların inhibit uçlarına, seçici uçları da I/O kartına bağlanıp aynı şekilde seçme işleminin bilgisayar tarafından yapılması sağlanabilir.



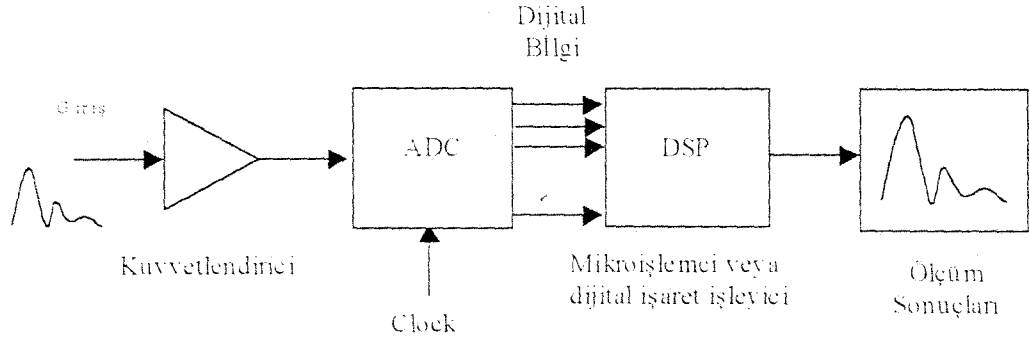
## BÖLÜM 2

### ANALOG/SAYISAL ÇEVİRİM BİRİMİ

Elektronik teknolojisinde, her geçen gün önemi artan Analog/Sayısal Çeviriciler, genellikle A/D çeviriciler veya kısaca ADC'ler olarak adlandırılırlar. Önceleri ADC'ler, sayısal voltmetreler gibi temel cihazlarda kullanılırken bugün osiloskop ve spektrum analizörleri gibi çok daha kompleks cihazlarda da kullanılmaktadır.

Yüksek performanslı entegre devre (IC) teknolojisinin gelişimi ile pek çok elektronik sistemde, ADC'ler kullanılır hale gelmiştir. Bu gelişme, ADC'lerin kullanıldığı mikroişlemci ve yüksek hızlı sayısal işaret işleme kabiliyetine sahip enstrümanların üretilmesine ve kullanılmasına da öncülük etmiştir. Aşağıdaki şekilde böyle bir sistem görülmektedir .

Modern enstrümanların performanslarını anlamak için ADC'lerin temelini anlamak gerekir. Bu bölümde ADC'lerin çok bilinen tiplerinden bazıları ve çalışmamızda kullanılan 8-bitlik ADC0804'den bahsedilecektir.



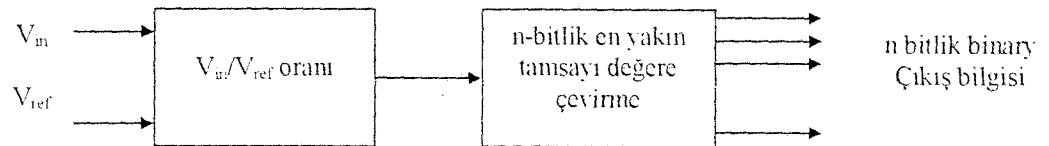
Şekil 2.1. ADC temeline dayanan bir ölçüm sistemi

## 2.1. ANALOG SAYISAL ÇEVİRİCİLER

A/D çeviricilerin temel fonksiyonu, analog bir işareti (tipik olarak bir voltaj), bu analog değere en yakın değerinde binary bitlere çevirmektir. Kavram olarak işlem, giriş işareti ile bilinen bir referans voltajı ( $V_{ref}$ ) arasında bir oran olarak nitelendirilebilir ve sonuç en yakın n-bit tamsayı değerine çevrilir. Şekil 2.2'de bu işlem görülmektedir. Matematiksel olarak işlem şu şekilde ifade edilir.

$$D = \text{rnd} \left( \frac{V_{in}}{V_{ref}} 2^n \right) \quad (2.1)$$

Burada  $V_{in}$ , analog giriş değeri. D çıkıştaki word bilgisi ve n, konvertörün çözünürlüğüdür (D'nin bit sayısı). "rnd" operatörü parantez içindeki kısmın en yakın tamsayı değere çevrildiğini göstermektedir.



Şekil 2.2. ADC'nin temel fonksiyonunu gösteren blok diyagram

Analog işaretlerin değerlendirilmesi ve kontrolü güç olduğundan, minimum hata ile yüksek verim ve hızda çalışmayı sağlayabilmek için kontrol ve değerlendirme işlemlerinin hassas

bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu iki unsur elektronik sistemler için çok önemlidir. İşlemlerin sayısal sistemlerle gerçekleştirilmesi, verimi ve hızı yüksek oranda artıracaktır.

Bir elektronik sistemde, sisteme giren ilk veri, sıcaklık, nem ve basınç gibi fiziksel bir büyüklük ise ilk olarak bu fiziksel büyüklük bir transducer veya sensör vasıtasıyla akım veya gerilim şeklindeki analog işaretlere dönüştürülür. Transducer veya sensör çıkışlarındaki verinin bir bellekte saklanması istendiğinde, analog işaretlerin, belleğin kabul edebileceği 1 ve 0'lerden oluşan sayısal forma dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşümü gerçekleştirebilmek için akım veya gerilim şeklindeki analog işaret, Analog-Sayısal Çeviriciye uygulanır ve böylece sisteme giren fiziksel büyüklük çevirici çıkışında sayısal bir büyüklüğe dönüştürülmüş olur.

Analog işareti sayısala dönüştürmek için iki temel metod vardır. Bunlar:

1. Direkt Çevrim
2. Dolaylı Çevrim

Analog Sayısal Çeviriciler sırasıyla kuantalama ve kodlama işlemlerini gerçekleştirirler. Kuantalama işlemi sürekli bir analog işaret, en küçük değeri ile en büyük değeri arasında basamaklara ayrılır, başka bir ifadeyle kuantalara ayrılır. Kodlama işlemi ise her bir basamak veya kuantaya karşılık gelen binary kodlar üretilir.

### 2.1.1. DİREK ÇEVİRİM YAPAN A/D ÇEVİRİCİLER

Çevrim hızının önemli olduğu uygulamalarda direk çevrim yapan analog sayısal çeviriciler tercih edilir. Endüstride, data kaydedicilerde ve enstrümantasyon işlemlerinde kullanılırlar. Bunlar

1. Paralel A/D Çeviriciler
2. Binary Rampa Tipi A/D Çeviriciler
3. Sıralı Yaklaşım Tipi A/D Çeviriciler'dir.

### 2.1.1.1. PARALEL A D ÇEVİRİCİLER

Paralel ADC'lerin en yaygın olanı Flash Çeviricilerdir. Böyle adlandırılmasının sebebi bütün çeviriciler arasında en hızlısı olmasıdır. Çeviricinin çalışması şu şekildedir: Sayısala çevrilecek olan analog  $V_a$  gerilimi, karşılaştırıcı grubunun girişine aynı anda uygulanır. Karşılaştırıcı çıkışlarını "0" veya "1" yapacak olan referans gerilim eşit dirençlerle sağlanır. Bu dirençler sayesinde her karşılaştırıcı bir önceki karşılaştırıcıya göre 1 LSB değeri kadar daha fazla kutuplanır. Yani ilk karşılaştırıcı çıkışının lojik 1 olması için referans girişine uygulanan akım değerinin iki katı bir sonraki karşılaştırıcıya uygulanır. Üçüncü karşılaştırıcının referans girişine uygulanan akım ise birincinin üç katıdır. Karşılaştırıcıların çıkışları desimal sayı sistemine uygun olduğu için çıkışlar bir Encoder devreye uygulanarak binary forma dönüştürülür.

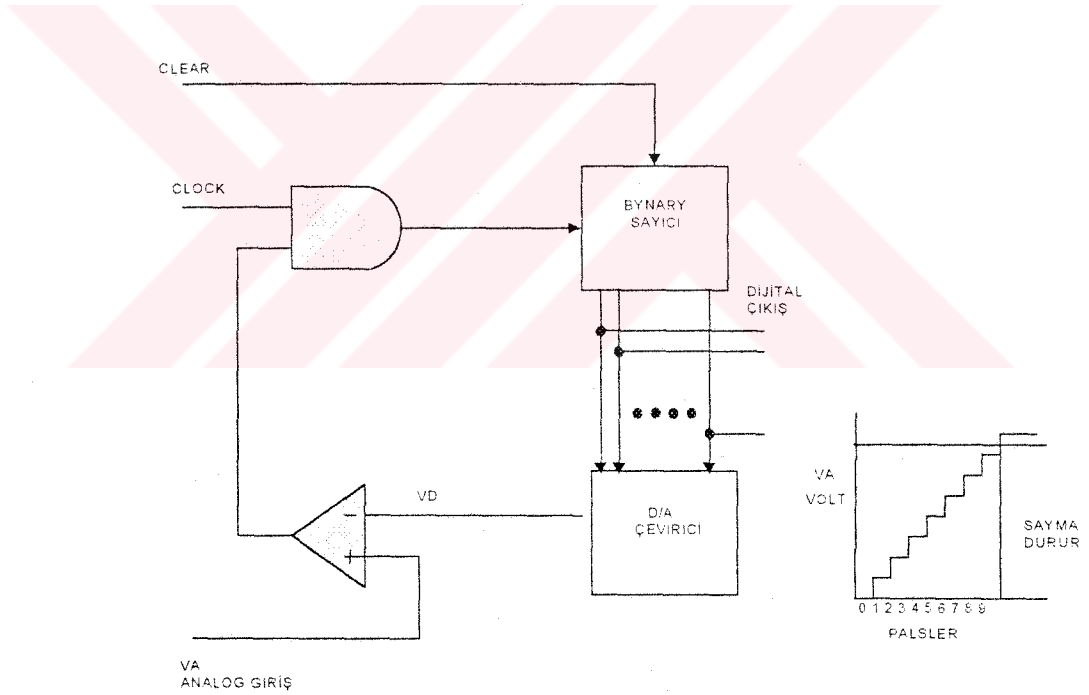
Bir karşılaştırıcıda, pozitif girişteki gerilim, negatif girişteki referans gerilimden daha yüksek ise çıkış yüksektir. Sayısala çevrilecek olan analog işaret, karşılaştırıcıların negatif girişlerine paralel olarak uygulanır. Yüksek çıkışlı karşılaştırıcıların sayısı, analog giriş geriliminin büyüklüğünü belirler. Şekle göre, giriş gerilimi  $V/8$ 'den küçük ise, hiçbir karşılaştırıcının çıkışı yüksek olamaz. Şayet, en düşük karşılaştırıcının çıkışı yüksek ise karşılaştırıcıların pozitif girişlerine  $V/8$  ile  $2V/8$  arasında bir gerilim uygulanmış demektir. Pozitif girişlerde, negatif girişlere uygulanan  $V$  geriliminden daha büyük bir gerilim var ise, karşılaştırıcıların bütün çıkışları yüksektir.  $N$  bitlik bir çevirici için  $2^N-1$  karşılaştırıcı gerekir. O halde 8 bitlik bir çevirici için 255 karşılaştırıcı gerekmektedir.

Bu çeviricilerin dezavantajları, çok sayıda karşılaştırıcı kullanıyor olması ve çıkış kodunun binary olmamasıdır. Bu kod ilave kapılarla binary'ye dönüştürülür. Bu teknik diğer tekniklere göre daha hızlı çevrim yapabilme bakımından avantajlı olmasına rağmen gerçekleştirilen çevrimin sonucu daha hassas olmamaktadır.



### 2.1.1.2. BİNARY RAMP A D ÇEVİRİCİLER

Binary Rampa Tipi A/D Çevirici, bir karşılaştırıcı, bir D/A çevirici, bir binary sayıcı ve bir de lojik kapıdan oluşur. Clear sinyali geldiğinde, sayıcı sıfırlanır ve ardından gelen clock darbesiyle saymaya başlar. Sayma darbe sayısının zamanla artmasıyla binary sayıcı çıkışında oluşan dalga, D/A çevirici girişine uygulanır. D/A çevirici çıkışındaki dalga, Şekil 2.4'de gösterilmektedir. Analog giriş sinyali  $V_A$ ,  $V_D$ 'den büyük olduğu sürece karşılaştırıcı çıkışı lojik 1 olacak ve AND kapısı clock üretmeye devam edecektir.  $V_D$  değeri  $V_A$ 'yı aştığı zaman, sayma işlemi sona erecektir. Bu şekilde  $V_A$  analog işareti, sayıcı çıkışından sayısal olarak elde edilmiş olacaktır.



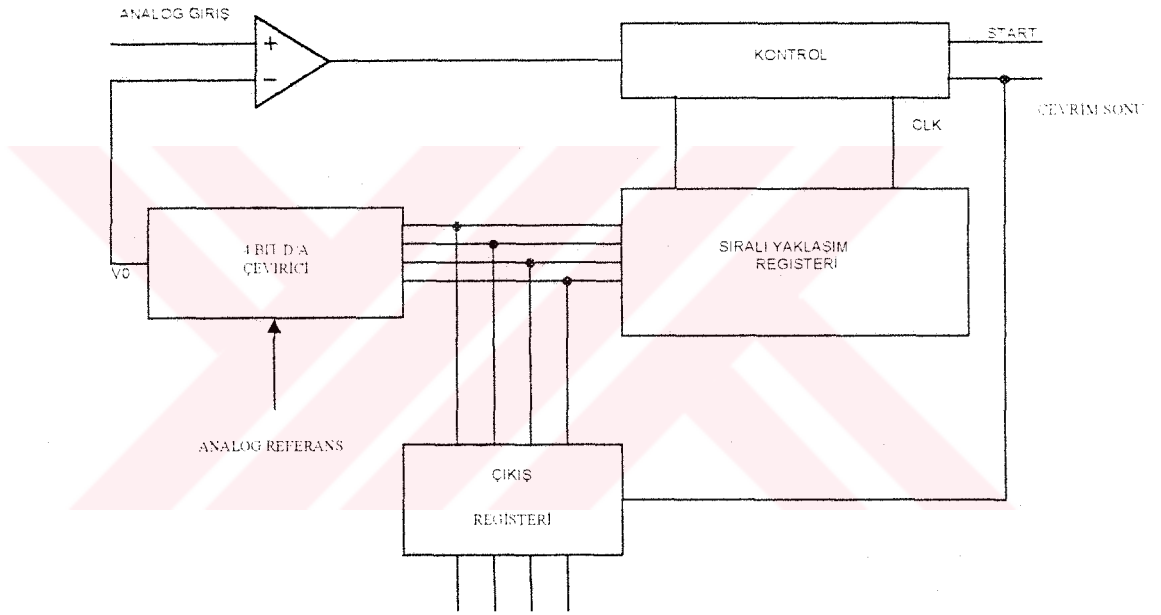
Şekil 2.4. Binary rampa tipi A/D çevirici

Analog sinyalin maksimum değerine "n" darbe ile ulaşıyor ve clock periyodu T (sn) ise, çevirme zamanı "nT" (sn) olacaktır.

### 2.1.1.3. SIRALI YAKLAŞIM TİPİ (SAR) A D ÇEVİRİCİ

Çok yaygın olarak kullanılan bu tip çeviricilerin çevrim zamanı oldukça küçüktür ve genellikle enstrümantasyon işlemleri gibi çevrim hızının önemli olduğu uygulamalarda

kullanılırlar. Şekil 2.5'de Sıralı Yaklaşım Tekniği ile gerçekleştirilmiş bir A/D çeviricinin blok şeması gösterilmiştir. Çevrim tekniği, temel olarak D/A çevirici çıkışı  $V_0$  ile analog giriş  $V_A$ 'nın sürekli karşılaştırılmasına dayanır. Karşılaştırma sonucunda her iki analog sinyal eşit ise çevrim gerçekleştirilmiş demektir. Yeni çevrim için kontrol birimi A/D çeviriciyi yeniden hazırlar. Şayet çevrim gerçekleşmemişse kontrol birimi SAR registerini sürekli düzenleyerek iki analog sinyalin ( $V_0$ ,  $V_A$ ) eşitlenmesini sağlamaya çalışır.



Şekil 2.5. Sıralı yaklaşım tipi A/D çevirici

3 bitlik bir çeviricide başlangıçta kontrol birimi, SAR registerini 1000 değerine kurar. SAR çıkışı, D/A çeviriciye bağlı olduğundan D/A çevirici çıkışı  $V_0$ ,  $V_A$  giriş sinyali ile karşılaştırılır. Şayet  $V_A > V_0$  ise kontrol birimi SAR registerini 1100'e kurar. Bu durumda D/A çeviricinin en son çıkışı olan  $V_0$  ile  $V_A$  tekrar kıyaslanır. Eğer  $V_A > V_0$  ise, SAR registeri 1110'a kurulur,  $V_A < V_0$  ise, SAR registeri 1100'e kurulur.  $V_A = V_0$  ise, SAR registerindeki sayısal bilgi, o andaki analog sinyalin ( $V_A$ ) sayısal karşılığıdır. Bu değer çıkışa gönderilir. Kontrol birimi ayrıca çevrim işlemi bittiğinde, A/D çevirici kullanan birimlere uyarı olarak bir Çevrim Sonu (End of Conversation) Sinyali üretir.

## 2.1.2. DOLAYLI ÇEVİRİM YAPAN A/D ÇEVİRİCİLER

Dolaylı çevrim yapan A/D çeviriciler ise Voltaj-Frekans Çeviricileri, Pulse Genliği Çeviricileri, Dual-Slope Çeviricileri olmak üzere üç grupta toplanmıştır. Bu tür çeviriciler, düşük hızlı olmalarına karşın düşük maliyetleri ve yüksek hassasiyetleri dolayısıyla tercih edilebilirler. Endüstride çevrim hassasiyetinin ön planda olduğu, panel metre, sayısal ölçüm aletleri ve monitör sistemleri gibi uygulamalarda kullanılırlar.

Dolaylı çevrim yapan çeviriciler, analog işareti zamanın bir fonksiyonu olarak değerlendirirler. Bu çeviriciler çevirme yöntemi olarak, integral alıcı devredeki kondansatörün deşarj süresinden yararlanmaktadır. Dolaylı çevrim yapan çeviriciler arasında, Dual-Slope (çift eğim) çevirici en yaygın olanıdır.

### 2.1.2.1. DUAL-SLOPE (ÇİFT EĞİMLİ) ÇEVİRİCİ

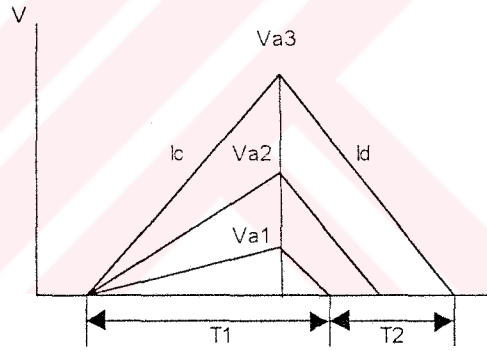
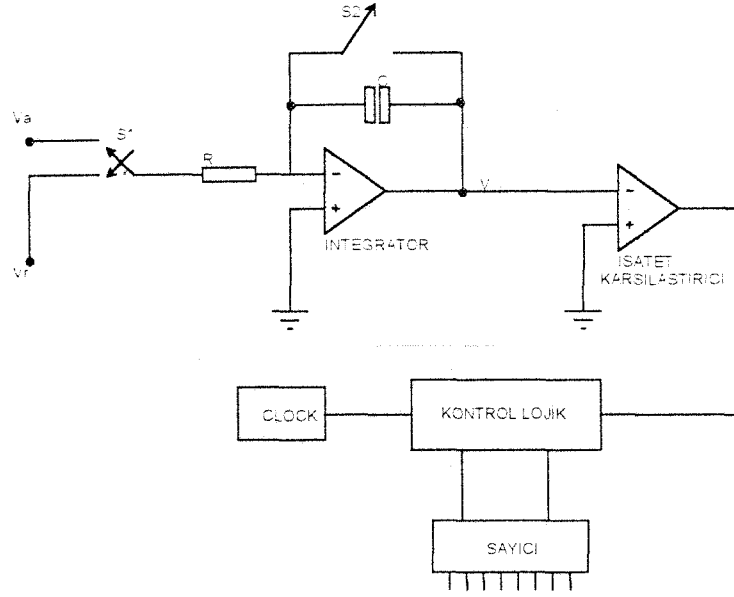
Çift eğimli çevirici: integratör, karşılaştırıcı, lojik kapı ve bir de sayıcıdan ibarettir. Çalışması kısaca şu şekildedir: Giriş eğimi önce belli bir zaman aralığında dönüştürülür, sonra sayıcı ile sayılır. Giriş gerilimi, anahtar ile integral alma devresine gelir,  $T_1$  integral alma süresince sayım yapar ve sonra yeniden set edilir. Anahtar ile referans gerilimi integral alıcı devreye bağlanır. Bu işlem integral alıcının çıkışı sıfır oluncaya kadar devam eder.  $T_2$  süresince sayıcı saat darbelerini sayar ve  $T_2$  sonunda sayımı biter. Sayıcının çıkışındaki sayım değeri Formül 2.2'deki gibidir. Çift eğimli çeviricinin blok diyagramı Şekil 2.6'da görülmektedir.

$$\text{Sayım Değeri} = \frac{T_2}{T_1} \cdot V_r \quad (2.2)$$

İlk anda  $S_1$  açık,  $S_2$  kapalı ve sayıcı sıfırdır.  $S_1$  kapatıldığında analog sinyalin ( $V_A$ ), clock darbelerinin belli bir sayısı ( $n_1$ ) süresince integral alınmıştır.  $T$  clock periyodu olmak üzere integrasyonun gerçekleşmesi için geçen  $T_1$  zamanı

$$T_1 = n_1 \cdot T \quad (2.3)$$

olacaktır. İntegratör çıkışındaki dalga şekli de Şekil 2.6'da görülmektedir.



Şekil 2.6. Çift eğimli A/D çeviricinin temel devresi ve integratör çıkışındaki dalga şekli

$T_1$  süresince kapasitör şarj olacaktır ve integratör çıkışı lineer bir rampa oluşturacaktır. İntegrasyon sonunda  $V_r$ 'ye bağlanan integratör,  $V_r$ ,  $V_a$ 'ya göre ters polaritede olduğundan  $T_1$  süresindeki eğimin tersi bir rampa oluşturacak ve aynı zamanda resetlenecektir.  $T_2$  süresi, kapasitörün deşarjda olduğu süredir. İntegratör çıkışı pozitif kaldığı sürece, lojik kapı clock darbelerinin sayılması için enable alır.  $T_2$  süresi sonunda, integratör çıkışı sıfıra gidecek, lojik kapı disable olacak ve clock darbeleri sayıcıya ulaşamayacaktır.

Kapasitörün şarj ve deşarj süreleri eşit olmalıdır. Buradan yola çıkarak:

$$I_c \cdot T_1 = I_d \cdot T_2$$

(2.4)

$I_c$  ve  $I_d$ ,  $V_a$  ve  $V_r$  ile orantılıdır.

$$V_a.T_1=V_r.T_2 \quad (2.5)$$

$$T_2=V_a/V_r.T_1 \quad (2.6)$$

olacaktır. Burada  $T_1$ , kapasitörün şarj süresi,  $T_2$ , kapasitörün deşarj süresi,  $I_c$ , kapasitörün şarj akımı  $I_d$ , kapasitörün deşarj akımıdır.

Referans voltajı ( $V_r$ ) ve kapasitörün şarj süresi ( $T_1$ ) sabit olduğundan,  $T_2$  süresi sonunda sayıcının okuduğu değer, analog giriş değerine orantılı olacaktır. İntegratörün çıkış voltajı, giriş voltajının büyüklüğüne bağlı olup, kapasitörün deşarjı sırasındaki eğimi de sabit olduğundan yüksek giriş voltajları daha uzun bir periyotta sayısal değere çevirebilmektedir.

Bu çeviricide çevrim hassasiyeti yüksek fakat çevrim hızı yavaştır. Çevirici analog işareti, zaman periyodunda çevrime tabi tutar ve zaman periyodu bir sayıcı ile ölçülür.

## 2.2. A/D ÇEVİRİCİLERİN PARAMETRELERİ

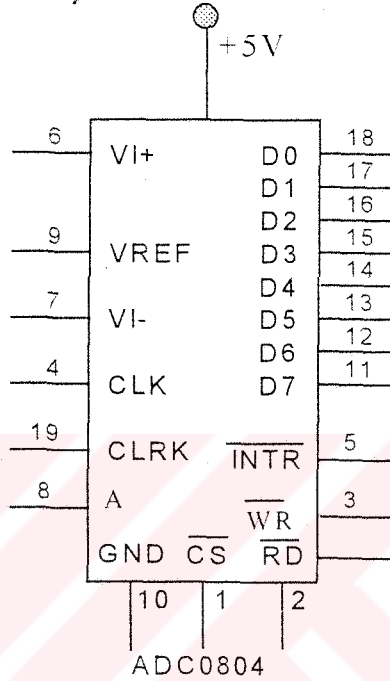
A/D çeviricilerin doğruluk, lineerlik gibi özelliklerinin yanı sıra A/D çeviricilerde sık kullanılan diğer bir terim de niceleme hatası, yani gerçek analog değerle, bunun sayısal gösterilişi arasındaki hatadır. İdeal olarak maksimum niceleme hatası en küçük değerlikli bitin  $\pm 1/2$ 'si kadardır, yani bu çözünürlüğü belirtmenin bir başka yoludur.

A/D çeviricilerde diğer önemli bir parametre ise çevrim süresi, yani her örneği sayısallaştırmak için geçen süredir. Bu süre çevrim tipine ve bit sayısına bağlı olarak, nanosaniyelerle milisaniyeler arasında değişir. Yüksek çözünürlüklü, alçak hızlı uygulamalarda genellikle çift eğimli tipler kullanılır. Çok yüksek hızlı uygulamalarda paralel karşılaştırmalı yöntem kullanılmak zorundadır.

## 2.3. ADC0804 A/D ÇEVİRİCİ

CMOS tekniği ile üretilmiş olan ADC0804 entegresi, 8 bitlik veri çıkışına sahip olup çıkışından maksimum 255 sayısal bilgisi alınabilir. Dolayısıyla 256 farklı çıkış seviyesi üretebilir. Sıralı yaklaşım tekniği (SAR) ile çalışmakta olup, erişim süresi 135 ns'dir. Lojik

çıkışlar MOS ve TTL seviyededir. Entegrenin bacak bağlantı şekli Şekil 2.7'de görülmektedir.



Şekil.2.7. ADC0804'ün bacak bağlantısı

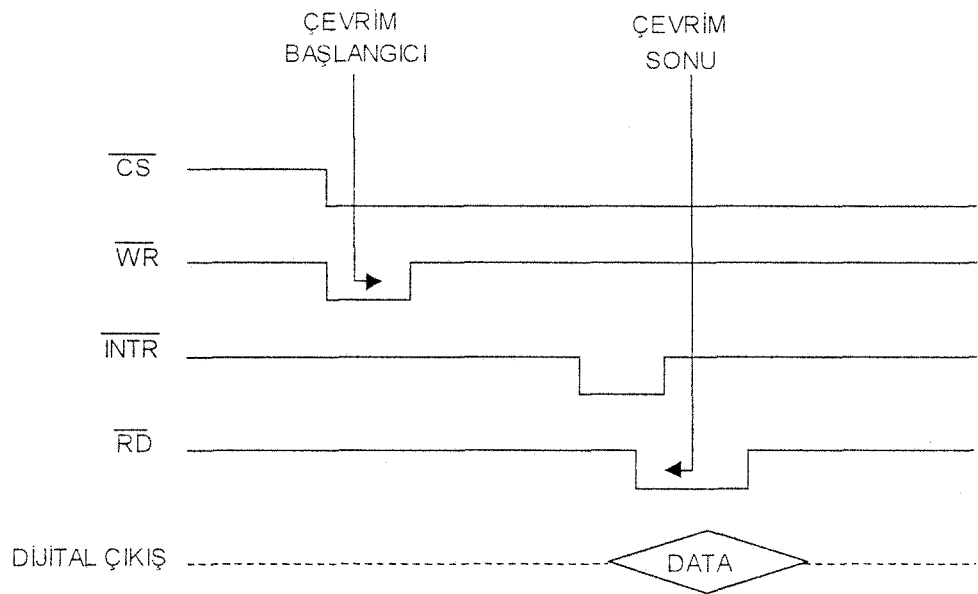
9 numaralı bacak örnekleme gerilimi için kullanılır ve besleme geriliminin yarısı uygulanır. Yani besleme gerilimi 5 V ise bu bacağına 2.5 V uygulanır. Uygulamaya göre bu gerilim daha da küçük olabilir. ADC0804'ün girişine uygulanacak gerilim 0 ile 5 V arasında olmalıdır. Çevrim süresi 100  $\mu$ s'dir.

ADC0804'ün  $\overline{WR}$  ucuna uygulanan  $\overline{CS}$  sinyali ile çevrim başlar. Çevrimin başlaması için çeviricinin bir darbe üretim kaynağına (Clock Jeneratör) ihtiyacı vardır. ADC0804 dahili bir clock jeneratörüne sahip olmakla beraber, CLK frekansının belirlenmesi için dışarıdan R ve C pasif elemanlarının bağlanması gerekmektedir. Bu CLK frekansı şu şekilde belirlenmektedir:

$$F(\text{clock}) = \frac{1}{1.1.R.C} \quad (2.7)$$

Burada R. clock üretimi için hariçten bağlanan direnç, C ise hariçten bağlanan kondansatördür. Çevirici içerisindeki shift register, 8 clock darbesi sonunda kurulduğu ve çevrilen sinyalin çıkışa aktarılması da 8 clock darbesi sonucu gerçekleştiği için CLK jeneratörünün ürettiği sinyalin frekansı, çeviricinin çalışma frekansının 64 katı yani 640 Hz olmalıdır.  $R=10k\Omega$  olarak seçilirse  $C=142$  pF olur. 142 pF'lık standart kondansatör olmadığı için bunun yerine 150 pF'lık kondansatör bağlanır. Clock frekansı ise minimum 100 KHz, maksimum 1460 KHz olabilir.

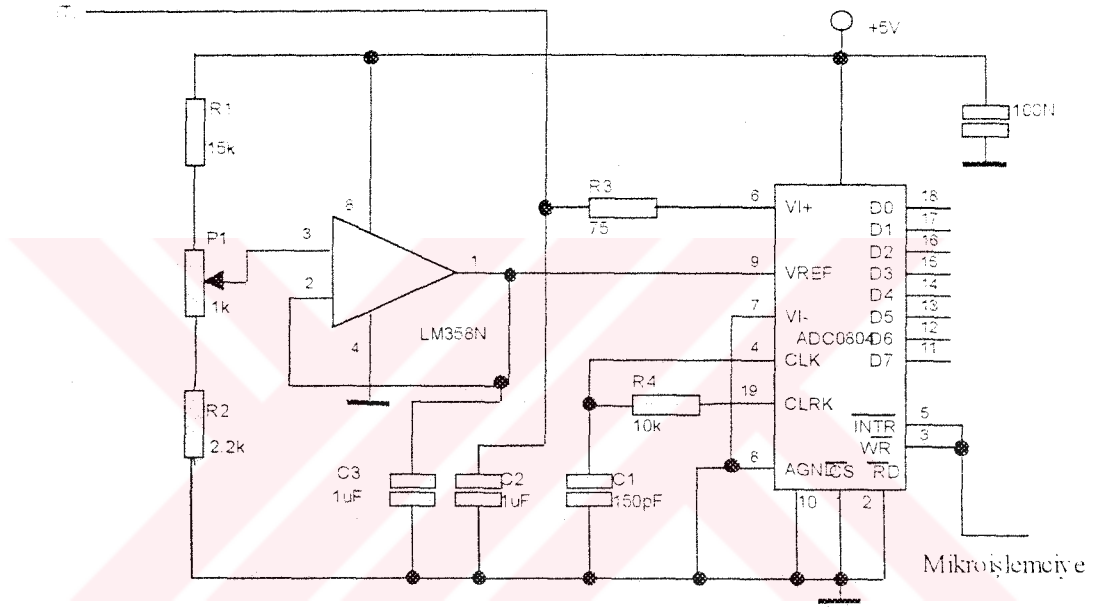
Çevrim sona erdiğinde ADC0804, çevrim sonu sinyali ( $\overline{INTR}$ ) üretir ve bu sinyalin görülmesinden sonra,  $\overline{RD}$  ucuna uygulanacak sinyal ile çevrim sonunda elde edilen bilgiler, çıkışa aktarılır. Aynı anda SAR kaydedicisi de resetlenir. Yani ADC0804'e ait olan ve sayısal bilgiyi çıkışa transfer eden üç durumlu tutucu aktif hale getirilir. Bu işleme sayısal bilginin okunması da denilebilir. Bilgi okunduktan sonra sürekli analog sinyalin sayısalaya çevrilmesi için çeviriciye yeniden  $\overline{CS}$  sinyalinin verilmesi ve diğer işlemlerinde sırasıyla tekrar edilmesi gerekir. ADC0804'ün sürekli çalışma moduna geçebilmesi için  $\overline{INTR}$  ve  $\overline{WR}$  uçlarının birleştirilerek kısa bir süre için lojik 0'da tutulması gerekmektedir. Şekil 2.8.'de ADC0804'ün zamanlama sinyalleri görülmektedir.



Şekil 2.8. ADC0804'ün zamanlama diyagramı

#### 4.4. SICAKLIK BİLGİSİNİN SAYISALA ÇEVİRİLMESİ

2. Bölüm'de anlatılan, sıcaklık ölçüm birimi ile analog bir gerilim değerine dönüştürülen sıcaklık bilgisini, sayısala çeviren devre Şekil 2.9'da görülmektedir. Devrenin çalışması Kısım 2.4.1'de anlatılmaktadır.



Şekil 2.9. Sıcaklığı sayısala çeviren devre

Devrede kullanılan LM358, dahili olarak frekansı kompanze edilmiş, yüksek kazançlı, birbirinden bağımsız iki adet op-amp'tan oluşur. Bu op-amp'lar, geniş voltaj oranlı tek bir güç kaynağı ile çalıştırılmak üzere, özel olarak tasarlanmıştır. Güç kaynaklarının ayrılması durumunda da çalışması mümkündür ve güç kaynağının düşük drain akımı, kaynak voltajının büyüklüğünden bağımsızdır.

Uygulama alanları, transducer kuvvetlendiricilerini, DC kazanç bloklarını ve şimdi tek güç kaynaklı sistemlerde daha kolay bir şekilde yerine getirilebilen tüm konvansiyonel op-amp devrelerini kapsar.

### 2.4.1. DEVRENİN ÇALIŞMASI

ADC0804 ile gerçekleştirilen analog-sayısal çevirici devresi Şekil 2.9'da görülmektedir. Sıcaklık sensörünün çıkışından gelen gerilim, çeviricinin 6 numaralı  $V_{I+}$  giriş ucuna girilmektedir ve bu gerilimin maksimum değeri, sensörün özelliğinden dolayı 1 V'tur. ADC0804'ün 7 numaralı  $V_{I-}$  giriş ucu ise ölçülecek olan minimum sıcaklık değerine karşılık gelen gerilimin girildiği uçtur. Sıcaklık sensöründen ölçülecek olan, minimum sıcaklık değerine karşılık gelen gerilim ise 0 V idi. 9 numaralı bacak ise referans geriliminin girildiği uçtur.

$V_{ref}$  gerilimi:

$$V_{ref} = \frac{V_{I_{max}} - V_{I_{min}}}{2} \quad (2.8)$$

Denklemden de görüldüğü gibi  $V_{ref}$  gerilimi, sensörün maksimum giriş gerilimi ile minimum giriş geriliminin farkının yarısı kadardır. Bu devrede ise:

$$V_{ref} = \frac{1V - 0V}{2} = 0.5V \text{ olmalıdır.}$$

Devredeki  $V_{I+}$  girişi  $V_{I_{max}}$  ile  $V_{I_{min}}$  arasında değişir ( $V_{I_{min}} < V_{I+} < V_{I_{max}}$ ).  $V_{I+} = V_{I_{min}}$  olduğunda ADC çıkışındaki sayısal bilgi 0 olacaktır ve  $V_{I+} = V_{I_{max}}$  olduğunda ise ADC çıkışındaki sayısal bilgi tam skala gösterecek yani 255 olacaktır.

Devreye uygulanacak olan 0.5 V'luk referans gerilimi LM358 op-amp'ı üzerinden tamponlanarak girilir. Bu sayede  $V_{ref}$  gerilimi, ayarlı hale getirilmiş olur.  $V_{ref}$  geriliminin ayarlı hale getirilmesiyle, ADC çıkışında sayısala çevrilecek olan  $V_{I+}$  giriş geriliminin limitleri de ayarlı hale getirilmiş olur.

ADC0804'ün çıkışı 8 bitliktir. O halde çıkışta 1 bitlik değişim olabilmesi için giriş geriliminde olması gerekli değişim:

$$= \frac{V_{I_{max}} - V_{I_{min}}}{256} = 0.0039V = 3.9mV \text{ 'dur.}$$

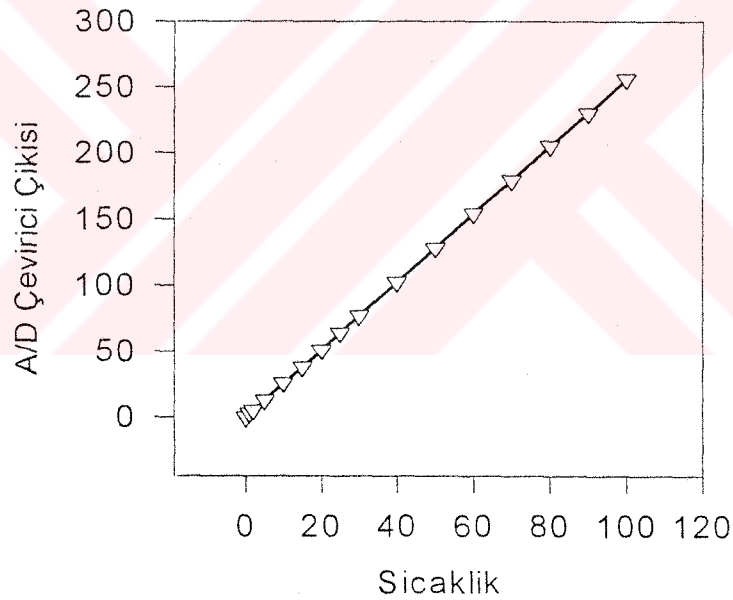
Kontrol sistemi 0 °C ile 100 °C arasında kontrol yaptığına göre, çıkıştaki her bir bitlik değişim için sıcaklıktaki değişim:

$$\frac{100 - 0}{256} = 0.39^\circ\text{C olur.}$$

Buna göre, her  $1^\circ\text{C}$ 'lık sıcaklık değişimi için sayısal çıkış bilgisindeki değişim:

$$\frac{1}{0.39} \cong 3 \text{ t'ur.}$$

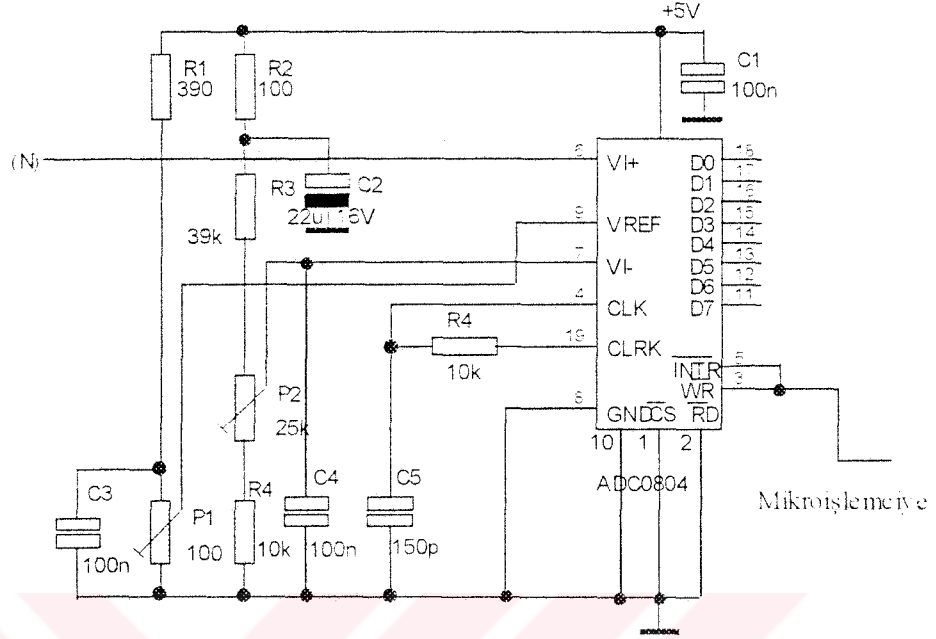
Buradaki hesaplamalardan da faydalanılarak, yapılan deneyler sonucu, ortamdaki sıcaklığa bağlı olarak, ADC çıkışındaki sayısal değerlerdeki değişimin grafiği SigmaPlot Grafik Programında çizilmiş ve Grafik 2.1'de gösterilmiştir.



Grafik 2.1. Sıcaklığa bağlı olarak ADC çıkışındaki değişim

## 2.5. NEM BİLGİSİNİN SAYISALA ÇEVİRİLMESİ

1. Bölüm'de anlatılan ve nem ölçüm birimi ile ölçülüp, analog bir gerilime dönüştürülen nem bilgisini, sayısala çeviren A/D çevirici devresi Şekil 2.10'da görülmektedir



Şekil 2.10. Bağıl nemi sayısalı çeviren A/D çevirici devresi

### 2.5.1. DEVRENİN ÇALIŞMASI

Nem ölçüm birimi çıkışında elde edilen gerilim, ADC0804'ün 6 numaralı VI+ pozitif giriş bacağına bağlanmıştır. 7 numaralı VI- negatif girişine ise nem minimum iken, nem ölçüm devresi çıkışındaki gerilim kadar bir gerilim girilmelidir. Bu gerilim, P<sub>2</sub> potansiyometresi ile sağlanır. Bu sayede ADC0804'ün offset ayarı yapılmış olur. Referans gerilimi ise P<sub>1</sub> potansiyometresi ile ayarlanır.

Nem ölçüm devresinde, nem sensörünün duyarlı olduğu minimum bağıl nem değerine yani %10 R.H. değerine karşılık gelen voltaj 2.03 V olarak ölçülmüştür. Bu sebeple çeviricinin negatif VI- giriş gerilimi, 2.03 V olarak ayarlanmıştır. Nem değeri maksimum yani %90 iken ise, nem ölçüm devresinin çıkışındaki voltaj değerinin 3.93 V olduğu tespit edilmiştir. Buna göre V<sub>ref</sub> referans gerilimi:

$$V_{ref} = \frac{VI_{max} - VI_{min}}{2} = \frac{3.93 - 2.03}{2} = 0.95 \text{ V olmalıdır.}$$

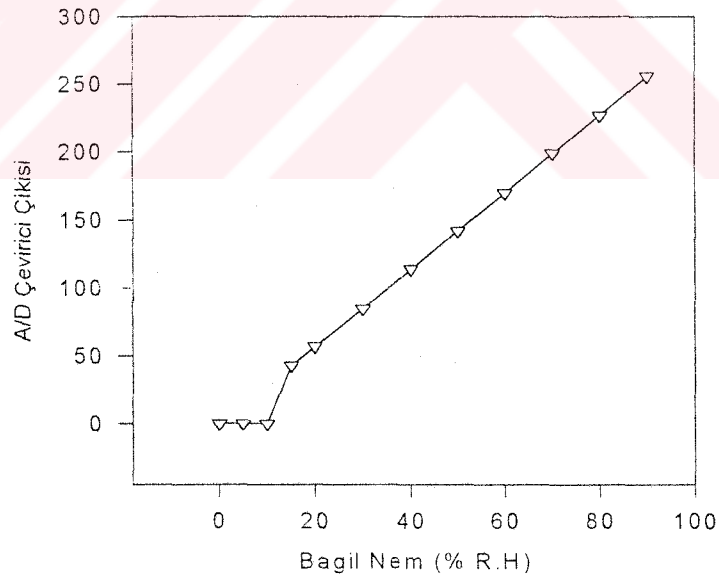
Nem kontrol sistemi, %10 R.H. ile %90 R.H. arasındaki nem değerlerine duyarlı olarak çalıştığı için çevirici çıkışında, her bir bitlik değişime karşılık gelen, nem değerindeki %R.H. değişimi:

$$\frac{\%90 - \%10}{256} = \%0.313 \text{ olacaktır.}$$

Buna bağlı olarak, çeviricinin girişindeki her %1 R.H. nem değişimi için sayısal çıkış bilgisindeki değişim ise:

$$\frac{\%1}{\%0.313} \cong 3 \text{ bit olacaktır.}$$

Ortamdaki nem değerine bağlı olarak, çevirici çıkışında elde edilen sayısal bilgideki değişimin gösterilimi Grafik 2.2'de verilmiştir.



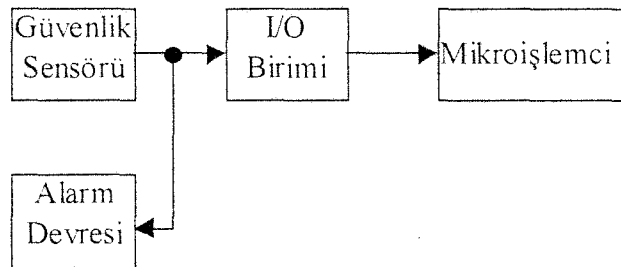
Grafik 2.2. ADC çıkışının bağıl neme göre değişimi

A/D çevirici devresinin baskı devre şeması EK 2.1'de verilmiştir.

## BÖLÜM 3

### GÜVENLİK BİRİMİ

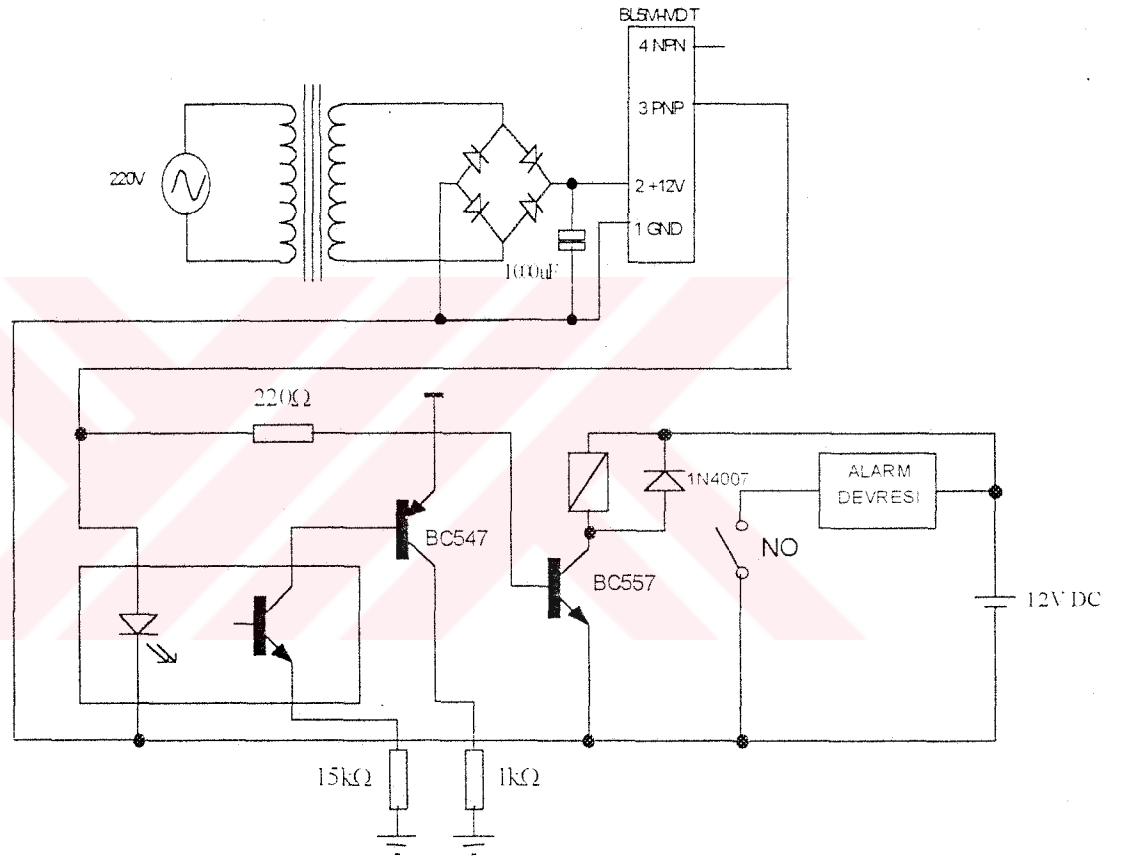
İçinde tıbbi araştırmalarda kullanılan çeşitli hayvanların barındırıldığı Deneysel Tıp Araştırma Merkezleri, hayvanların kaçmalarına ve yetkisiz kişilerin izinsiz girmelerine engel olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bunu sağlamak amacıyla her odaya güvenlik sistemi yerleştirilmiştir. Güvenlik Sisteminin blok diyagramı şekil 3.1'deki gibidir.



şekil 3.1. Güvenlik sisteminin blok diyagramı

Algılayıcı olarak BL5M-MDT Fotoelektrik Güvenlik Sensörü kullanılmıştır. İç yapısı şekil 3.3'de gösterilen sensör, bir optik algılayıcı ve karşısına yerleştirilmiş bir

yansıtıcıdan ibarettir. Sensör hakkında ayrıntılı bilgi Kısım 3.1'de verilmiştir. 12 V'luk DC kaynaktan beslenen bu sensörün, PNP ve NPN olmak üzere iki çıkışı mevcuttur. PNP çıkışı, optik algılayıcı ile yansıtıcı arasına herhangi bir cisim girdiği zaman 12 V, normal durumda 0 V çıkış vermektedir. NPN çıkışı ise optik algılayıcı ile yansıtıcı arasına herhangi bir cisim girdiğinde 0 V, normal durumda 12 V çıkış vermektedir. Şekil 3.2'de güvenlik sisteminin devre şeması görülmektedir.



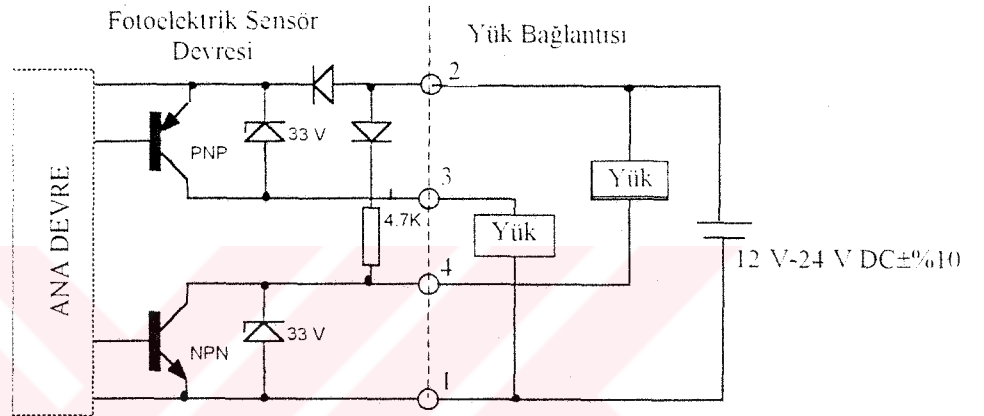
Şekil 3.2. Güvenlik devresi

Bu çalışmada, fotoelektrik sensörün PNP çıkışı kullanılmıştır. Dolayısıyla optik algılayıcı ile yansıtıcı arasına herhangi bir cisim girdiğinde çıkışta 12 V elde edilmektedir. Sensör çıkışları optik yalıtıcılar üzerinden giriş/çıkış arabirim kartına bağlanmıştır.

Aynı zamanda her bir çıkışa paralel olarak alarm devresi bağlanmıştır. Hayvanların kaçması veya izinsiz bir giriş halinde, sensör çıkışının bağlı olduğu portun ilgili biti, 5 V'luk gerilimden dolayı lojik 1 gösterecektir.

Yazılım programı ile hangi odadan lojik 1 bilgisinin geldiği yani hangi odada güvenlikle ilgili bir problemin olduğu ayırt edilerek bilgisayar monitöründe gösterilmesi sağlar. Aynı zamanda o odaya ait olan alarmda çalarak sesli bir uyarıda bulunur.

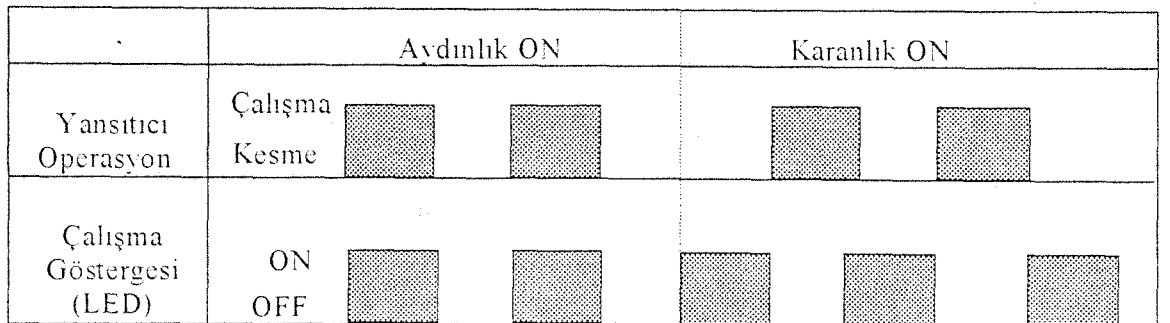
### 3.1. BL5M-MDT FOTOELEKTRİK GÜVENLİK SENSÖRÜ



Şekil 3.3. Fotoelektrik güvenlik sensörü

#### ÖZELLİKLERİ

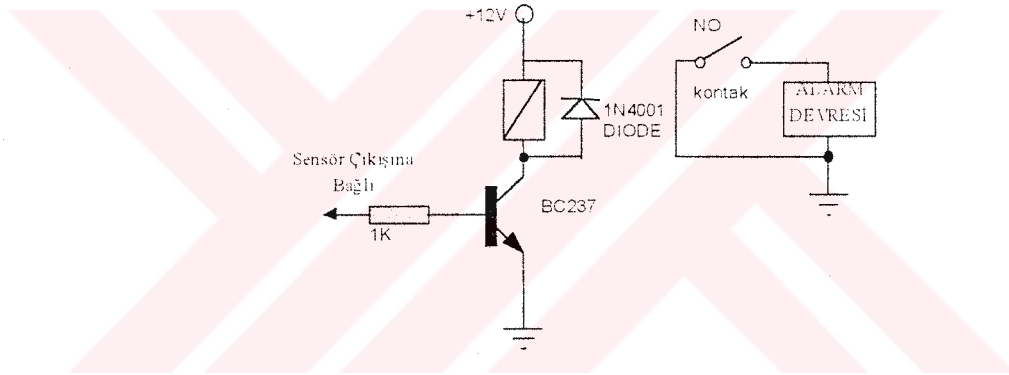
DC kaynakla çalışan BL5M-MDT fotoelektrik güvenlik sensörü, 0.1 m'den 5 m'ye kadar olan mesafeyi kontrol edebilir. Cevap zamanı maksimum 3 mS'dir. Kaynak gerilimi 12 V-24 V DC  $\pm$  %10 olup, maksimum güç tüketimi 40 mA'dir. Fotoelektrik element olarak bir infrared LED gönderici ve bir alıcı fototransistöre sahiptir. Hassasiyeti sabit olup ayarlama yapılamaz.



Şekil 3.4. Çalışma modu zamanlama diyagramı

Çalışma modu sürgülü bir switch ile Aydınlık ON veya Karanlık ON olarak seçilebilir. Çalışma modu için zamanlama diyagramı Şekil 3.4.'de gösterilmektedir. Fotoelektrik sensörün NPN ve PNP çıkışlarından NPN çıkışının yük akımı max. 200mA, rezistif yükü 4.7 k $\Omega$ , PNP açık kollektör çıkışındaki voltaj ise min. (Kaynak voltajı-2.5) V olup yük akımı 200 mA'dir. Sensör çalışma durumunu gösteren kırmızı LED bir göstergeye sahiptir. Çalışma durumunda çevredeki aydınlık, güneş ışığı için maksimum 11.000 lüks., akkor lamba için maksimum 3.000 lüks., sıcaklık -10 °C -60 °C arasında, nem ise %35-%85 R.H arasında olmalıdır.

### 3.2. ALARM DEVRESİ



Şekil 3.5. Alarm devresi

Alarm sistemi Şekil 3.5'de görüldüğü gibidir. Fotoelektrik Sensör bir cisim algıladığında, NPN çıkışından 12 V'luk gerilim elde edilecek ve bu gerilim, 12 V'luk rölenin bobininin enerjilenmesini sağlayacaktır. Buna bağlı olarak rölenin normalde açık kontağı kapanarak alarm devresinin çalmasına sebep olacaktır.

## BÖLÜM 4

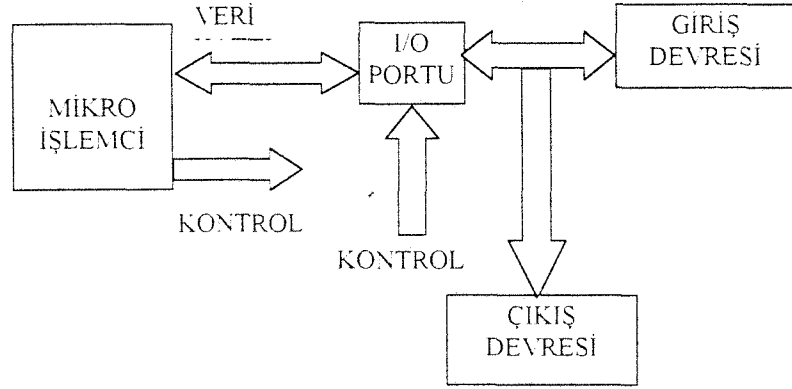
### GİRİŞ/ÇIKIŞ (I/O) BİRİMİ

#### 4.1. GİRİŞ/ÇIKIŞ (I/O) PORTLARI

I/O portları, veri transferi için kullanılan portlardır. Şekil 4.1, bu transfer işlemini göstermektedir. Burada mikroişlemcinin, I/O devresine bir port vasıtasıyla bağlandığı görülür. Herhangi bir giriş devresinden veri transferi, bu devrenin veriyi porta göndermesiyle başlar. Daha sonra, mikroişlemci bu bilgiyi porttan alarak kaydedicilerinden birine yükler. Mikroişlemciden herhangi bir çıkış devresine veri transferi için ise mikroişlemci veriyi porta gönderir ve veri bu port üzerinden çıkış devresine aktarılır.

I/O portlarının kullanımı, mikroişlemci tabanlı sistemlerde, kullanılan çip sayısını ve dahili adreslemeyi azaltır. Bir I/O portu, veri transferi ve kontrol için hatlara sahiptir. Veri transfer hatları giriş, çıkış veya her ikisi için de kullanılabilir.

I/O portları değişik konfigürasyonlarda olabilir. Bunların en basiti ve yaygın olanı programlanabilir 8 bit I/O portudur.



Şekil 4.1. Bir I/O portunda veri transferi

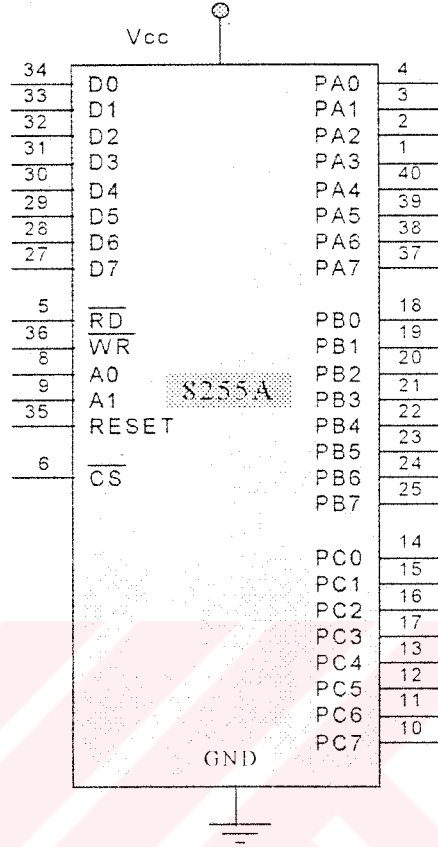
#### 4.2. PROGRAMLANABİLİR GİRİŞ/ÇIKIŞ (I/O) BİRİMİ

Çevre birimleri (yazıcı, klavye, haberleşme modemleri vb.) ile mikrobilgisayar veya mikroişlemciler arasında, bilgi alışverişinin gerektiği durumlarda çeşitli arabirimler kullanılır. Bu birimlerin en önemli özelliği, yazılım programları ile çok değişik amaçlar için kullanılabilir olmasıdır. Portların programlanması, ROM veya RAM içinde bulunan kullanıcı programı tarafından yapılır.

#### 4.3. GENEL AMAÇLI I/O BİRİMİ, 8255A

8255A geniş bir kullanıma sahip, çevre birimler için programlanabilir (Programmable Peripheral Interface - PPI) paralel I/O birimidir. Çok yönlü ve ekonomiktir. Intel firması tarafından üretilmiştir. 80XX serisi mikroişlemcilerine direkt uygulanabilir.

8255A endüstriyel standartlara uygun olarak CMOS tekniği ile üretilmiştir ve yüksek performanslıdır. 40 bacaklı DIP veya 44 bacaklı PLCC plastik paketler içinde imal edilmiştir.



Şekil 4.2. 8255A'nın genel görünüşü ve bacak bağlantıları

Bilgi, mikroişlemci ile 8255A arasında, D0-D7 veri hattı ile transfer edilir.  $\overline{RD}$  ve  $\overline{WR}$  sinyalleri, yazma veya okuma işleminin yerine getirilip getirilmediğini 8255A'ya bildirmek için kullanılır. 8255A'dan herhangi bir bilginin okunmasından veya yazılmasından önce  $\overline{CS}$  girişi kullanılarak aktif hale getirilmesi gerekmektedir.  $\overline{CS}$  lojik 1 olduğunda, D0-D7 hatları üç durumlu olur. RESET girişine lojik 1 seviyede bir sinyal uygulandığı anda, bütün portlar Mod 0 durumunda, yüksek empedans gösterirler (24 hattın tamamı). RESET girişi tekrar lojik 0 seviyeye indikten sonra, bu portlar normal giriş-çıkış portu olarak çalışırlar. A0 ve A1 girişleri, 8255A tarafından bilginin hangi porta veya hangi porttan transfer edileceğine karar vermek amacıyla kullanılır.

Çevresel bilgi transferi için; 8255A'nın yapısında; bir kontrol kütüğü (Control Word Register), bir durum kütüğü (Status Register) ve üç adet 8 bitlik I/O portu vardır. A portu ve B portu 8'er bit olarak sadece giriş veya çıkış olarak kullanılırken 8 bitlik C portu iki adet

4'er bitlik gruplar halinde ayrılabilir. C-Upper (C4-C7) ve C-Lower (C0-C3). 8 bitlik bir veri iletim hattı, dış veri iletim hatları arasında ve kontrol kaydedici, durum kaydedici veya herhangi bir I/O portu arasında veri transferi sağlar. Portların çalışma durumları Kontrol Word'ün yazılması ile düzenlenir. Mikroişlemci tarafından yazılan bu kontrol sözcükleri, çalışma modunu belirleyen veya bitlerin SET/RESET edilmesi ile ilgili komutlardır. Mod komutları, portların giriş veya çıkış portu olmalarını belirler. Bir SET/RESET komutları ise, C portu çıkış portu olarak kullanıldığı durumda, her bitin diğerlerinden bağımsız olarak, set veya reset edilmesini sağlar. Kontrol registerinin içeriği okunamaz, bu registre sadece kontrol sözcükleri yazılabilir. 8255A'nın mikroişlemci tarafından kontrolü ise IN ve OUT komutlarıyla sağlanır.

#### 4.3.1. 8255A'NIN KONTROL LOJİK BİRİMİ

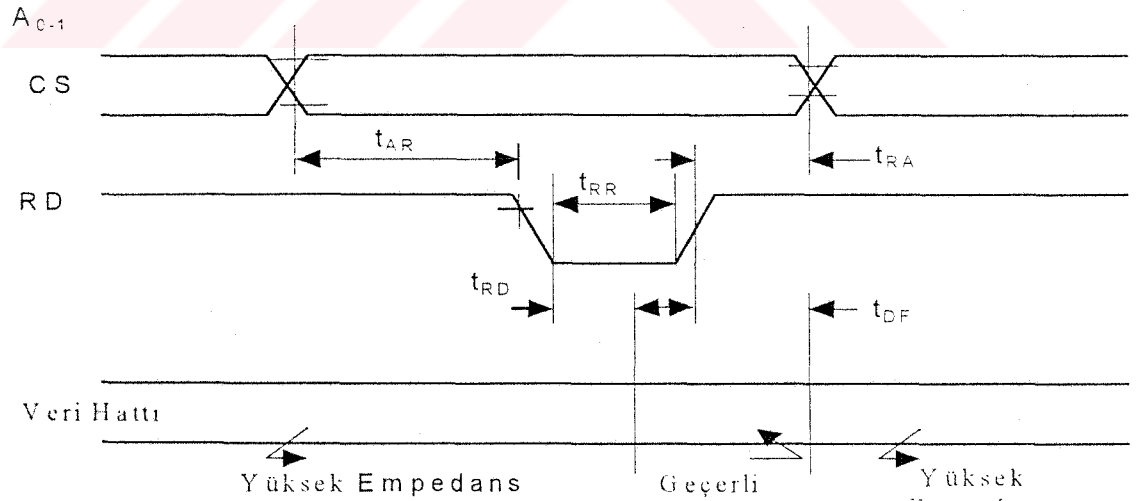
8255A'nın altı adet kontrol sinyali bulunmaktadır. Bunlar şu şekildedir.

- $\overline{RD}$  (Read): Okuma işlemini belirtir. Bu sinyal geldiğinde seçilen giriş-çıkış biriminden mikroişlemci bilgi okur. Aktif durumu lojik 0'dır.
- $\overline{WR}$  (Write): Yazma işlemini belirtir. Bu sinyal geldiğinde, mikroişlemci seçilen giriş çıkış birimine istenilen bilgiyi yazar. Aktif durumu lojik 0'dır.
- RESET: Reset girişi lojik 1 durumunda aktif olur ve bu durumda 8255A'nın kontrol kütüğündeki bilgiler silinir. Tüm kapılar giriş moduna kurur.
- $\overline{CS}$  (Chip Select): 8255A'nın aktif veya pasif olmasını sağlar, lojik 0 durumunda aktiftir. 8255A kullanıldığı sistemde önceden donanımla tespit edilen bir hafıza adresinde çalışır. Bu 8255A'nın çalışma adresidir.
- A0 ve A1: Bu girişler 8255A içindeki alt birimlerin seçilmesinde, okuma ve yazma girişleri ile birlikte kullanılır. A0, A1,  $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$ , ve  $\overline{CS}$ 'nin alacağı değerlere göre seçimin nasıl yapılacağı Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Bu tabloda seçim sonrası veri akış yönü de belirtilmiştir. A, B ve C portlarına veri yazmak veya bu portların içeriklerini okumak için gerekli adresler verilmiştir. Aynı zamanda kontrol registerine erişmek için gerekli değerler

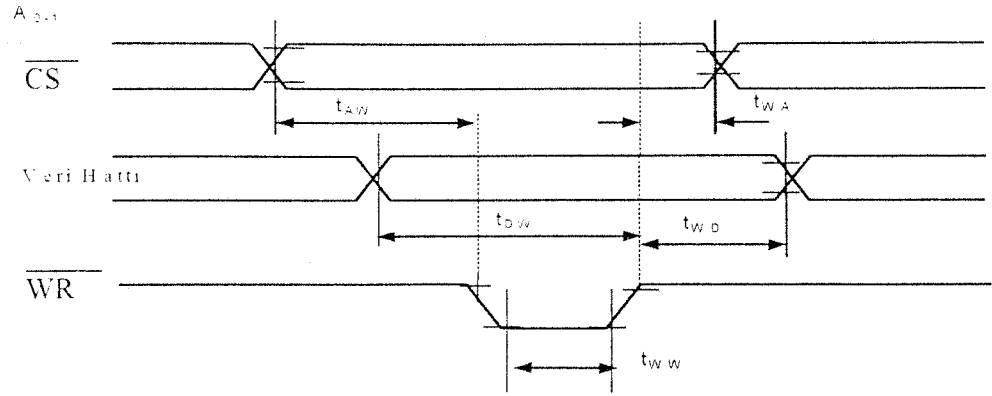
de belirtilmiştir. Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de de  $\overline{RD}$  ve  $\overline{WR}$  sinyallerinin zamanlama diyagramları gösterilmiştir.

Tablo 4.1. 8255A'nın Port Adreslerinin Belirlenmesi

A1	A0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	CS	
0	0	0	1	0	<b>Giriş işlemi (OKU)</b>
0	1	0	1	0	A Portu Veri Yolu
0	1	0	1	0	B Portu Veri Yolu
1	0	0	1	0	C Portu Veri Yolu
					<b>Çıkış işlemi (YAZ)</b>
0	0	1	0	0	Veri Yolu A Portu
0	1	1	0	0	Veri Yolu B Portu
1	0	1	0	0	Veri Yolu C Portu
1	1	1	0	0	Veri Yolu Kontrol Registeri
X	X	X	X	1	<b>Devre dışı bırakma</b>
X	X	X	X	1	Veri Yolu Yüksek emp.
1	1	0	1	0	İstenmeyen durum
X	X	1	1	0	Veri Yolu Yüksek emp.



Şekil 4.3. 8255A'nın read zamanlama diyagramı



Şekil 4.4. 8255A'nın write zamanlama diyagramı

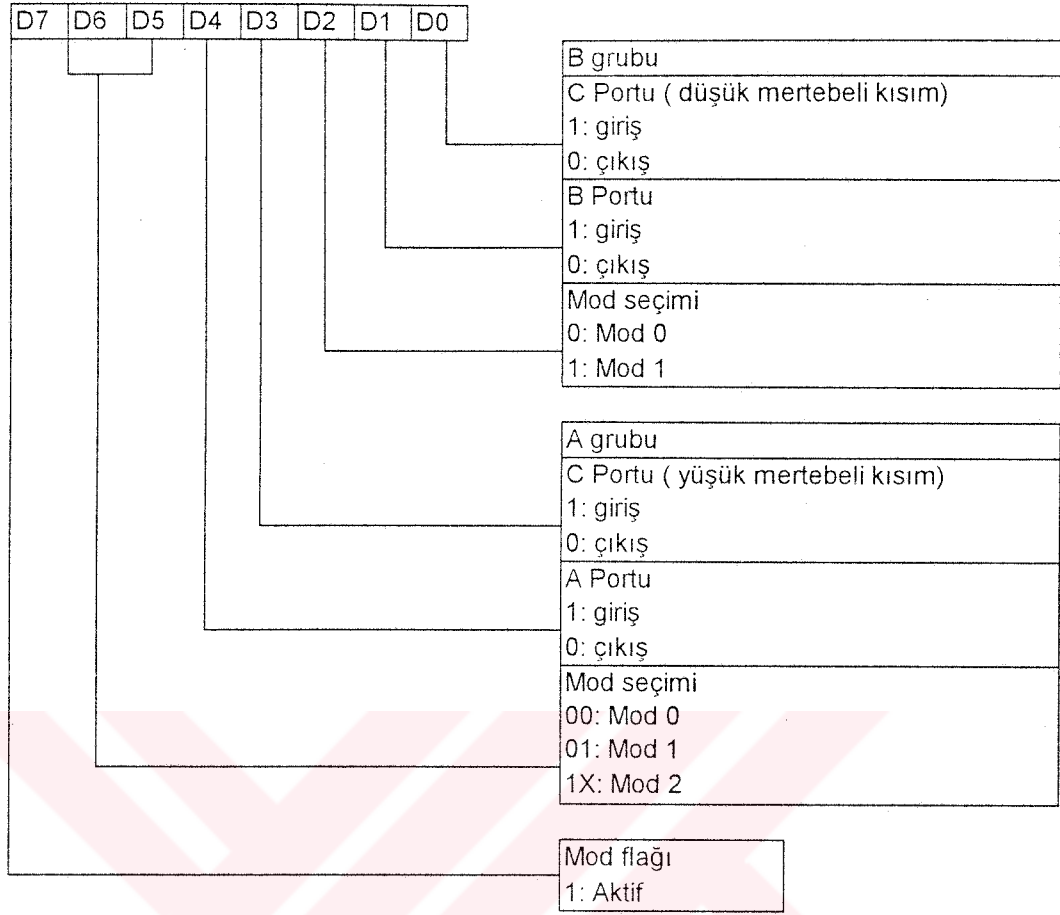
#### 4.3.2. KONTROL KÜTÜĞÜ

8255A, portların çalışma durumlarının yüklendiği sekiz bitlik kontrol kütüğüne (Control Register) sahiptir. Kontrol kütüğüne, A0 ve A1 dahili adresleri vasıtasıyla erişilebilir. Bu kütüğe sadece bilgi yazılabilir, üzerinden bilgi okunamaz.

Kontrol kütüğü üzerinde, portların çalışma durumlarını belirleyen kontrol kelimesi (control word) yüklüdür. Kütüğe yüklenen kontrol kelimesini değiştirmek, her zaman mümkündür. Böylece, portların çalışma durumlarını değiştirme imkanı doğar. Bunu yapabilmek için, öncelikle  $\overline{CS}$  ucu yardımıyla elemanın seçilmesi (uygun adres verilerek), sonra da A0 ve A1 uçlarının lojik 1 seviyeye getirilerek dahili adresleme yapılması gerekir. Data Bus üzerinden bilgi aktarmak ve yazma sinyali ( $\overline{WR}$ ) vermekle işlem tamamlanır.

Kontrol kütüğünün D7 bitinin alacağı duruma göre iki değişik çalışma yapılabilir. D7 biti lojik1 ise tüm portlar (A,B,C) giriş-çıkış işlemleri için kullanılır. Bu bitin lojik0 olması durumunda ise BSR (Bit Set Reset) çalışması yapılır. Bu özel bir çalışma olup C portunun sekiz bitinin istenilen lojik seviyeye set edilmesini sağlar. Bu çalışmada C portu anahtarlama işlemi yapar.

8255A'nın çalışma şekli tayin edilirken, kontrol kütüğüne yazılması gereken bilgiler Şekil 4.5'de gösterilmektedir. Buradaki D0-D7 8255A'nın kontrol kütüğünü göstermektedir. Kütük üzerine 1 ve 0'lardan oluşan bir kod yazılmalıdır. Bu kod yazıldıktan sonra giriş ve çıkış yapılabilir.



Şekil 4.5. Kontrol sözcüğü

### 4.3.3. ÇALIŞMA MODLARI

8255A'nın üç temel çalışma modu vardır. Bunlar:

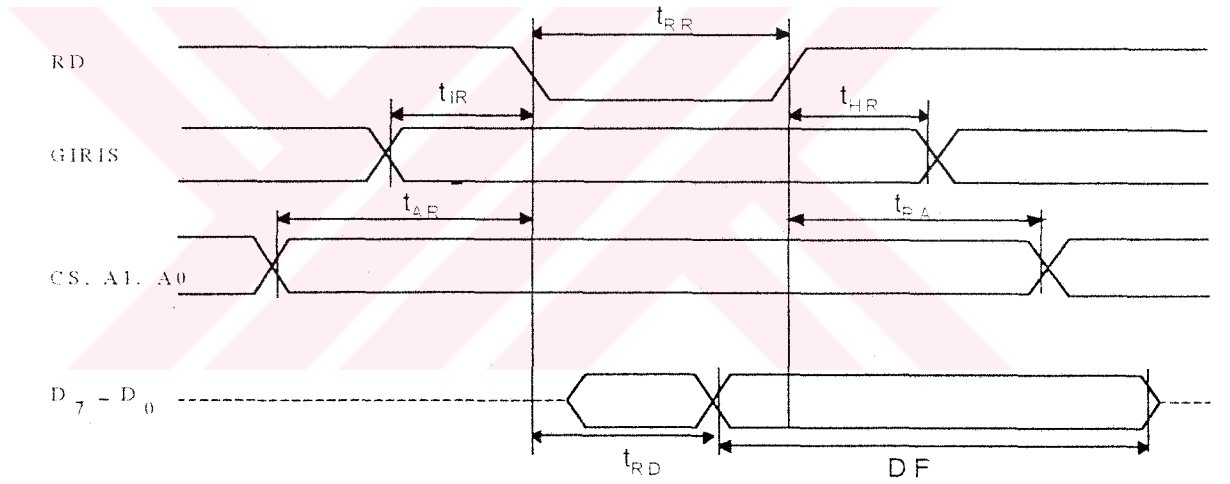
- 1- Mod 0: Temel giriş-çıkış (Basic Input/Output)
- 2- Mod 1: Şartlı giriş-çıkış (Input or Output with Handshake).
- 3- Mod 2: Çift yönlü bilgi akışı (Bidirectional Data Transfer).

#### 4.3.3.1. MOD 0 (TEMEL GİRİŞ ÇIKIŞI)

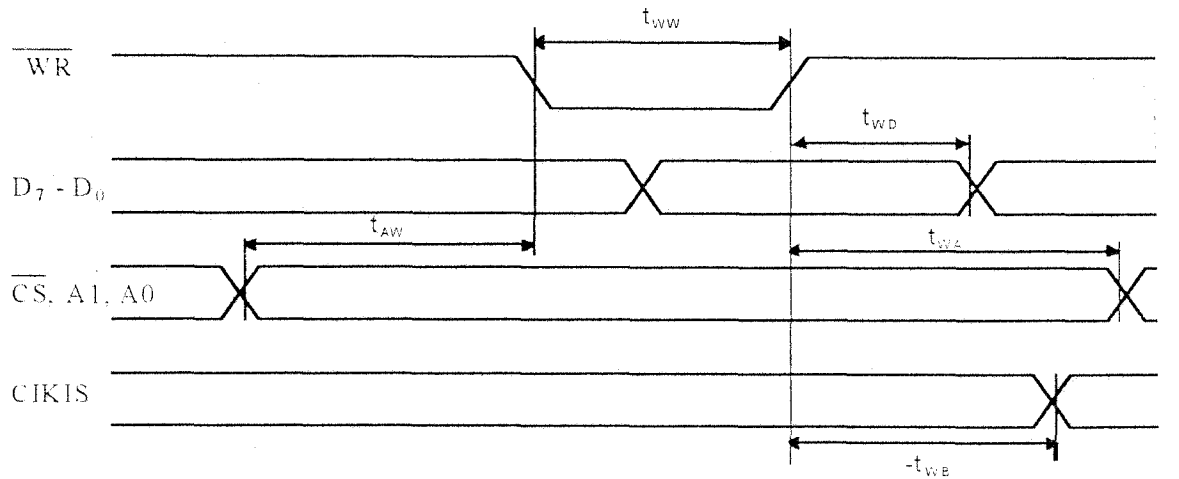
Uygulamalarda sadece basit okuma yazma işlemlerinin gerektiği durumlarda kullanılır. Eğer bir port Mod 0'da ise bilgi port tarafından herhangi bir kontrol sinyali olmaksızın okunabilir veya porta yazılabilir. Bu modun özellikleri şunlardır.

- Port A, Port B, Port C sekiz bitlik giriş veya çıkış olarak programlanabilir. Ayrıca P dört bitlik iki parçaya ayrılabilir ve bunlar birbirinden bağımsız olarak kullanılabilir.
- Çıkışa aktarılan bilgiler, çıkışta daima tutulur.
- Giriş (okuma) işlemlerinde bilginin sürekli tutulması mümkün değildir.
- Portların şartlı çalışma durumu (el sıkışma) bu modda yapılamaz. Tablo 4.2'de deki kütüğünün D0, D1, D3 ve D4 bitlerine göre alacağı 16 farklı durum gösterilmiştir.

Şekil 4.6 ve 4.7'de Mod 0 'da, çevre birimlerden porta ve porttan çevre birimlere transfer işleminin zamanlama diyagramları görülmektedir.



Şekil 4.6. Mod 0'da çevre birimden porta veri transferi



Şekil 4.7. Mod 0'da port'tan çevre birime veri transferi

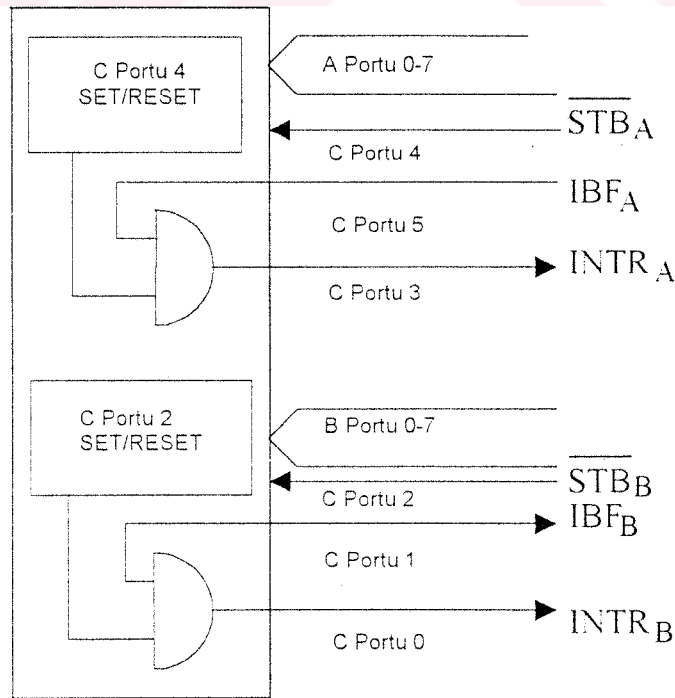
#### 4.3.3.2. MOD 1 (HANDSHAKING)

Bu mod strobe giriş/çıkış modu olarak da bilinir. Bu mod ile 8255A, veri gönderme veya alma işlemlerini el sıkışma (handshaking) veya STROBE hatları yardımı ile gerçekleştirir. C portunun bazı bitleri STROBE hatları olarak ayrılmıştır. Mod 1 işlevleri aşağıda sıralanmıştır.

- A grubu ve B grubu birbirlerinden bağımsız olarak düzenlenebilir.
- Her grup sekiz bitlik bir port ve dört bitlik kontrol/veri portu içerir.
- Sekiz bitlik portlar giriş veya çıkış portu olarak kullanılabilir. Hem giriş, hemde çıkış tutucu devrelere bağlıdır.
- Dört bitlik portlar, sekiz bitlik portları kontrol etmek için kullanılabilir.

##### 4.3.3.2.1. Strobe Giriş Modu

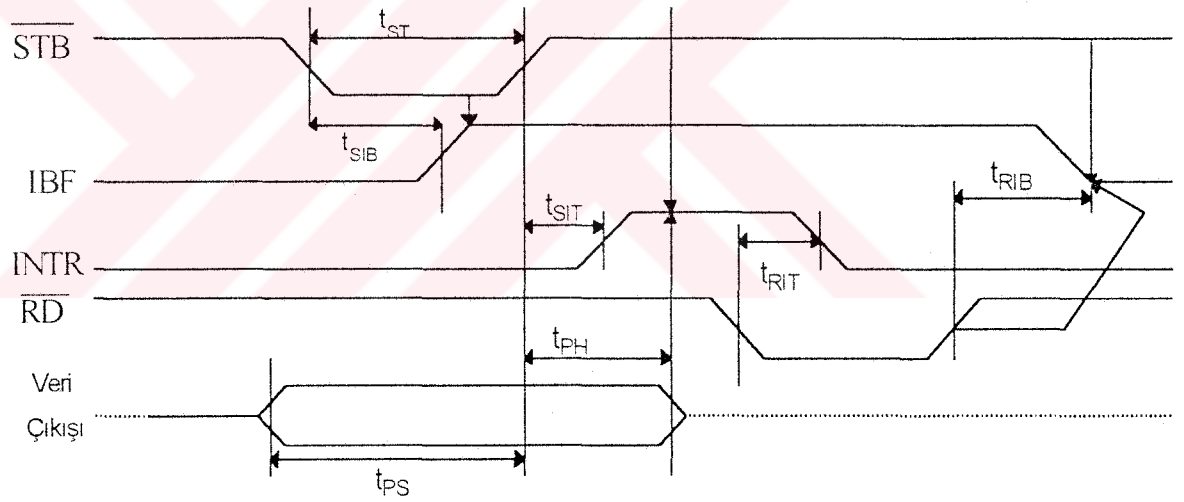
Şekilde 8255A'nın A ve B portlarının, mod 1'de giriş portu olarak kullanılması gösterilmiştir. Aynı şekil üzerinde, bazı hatların görevleri de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Mod 1 giriş

STROBE girişin zamanlama diyagramı Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Veri gönderen çevre elemanı, veriyi A portunun veya B portunun girişine yazdıktan sonra bir STROBE sinyali göndererek verinin hazır olduğunu 8255A'ya (PPI) bildirir. Bu sinyal geldikten sonra PPI, IBF (Input Buffer Full) çıkışını, girişinin dolu olduğunu bildirmek için lojik 1 seviyeye alır. 8255A'ya bağlı mikroişlemci, IBF girişinin değerini C portunu okuyarak belirler. A grubu için, C portunun 5 numaralı biti incelenirken, B grubu için aynı portun 1 numaralı biti incelenir. A veya B'nin veri registerinden veri okunduktan sonra, çevre elemanının veri göndermeyi sürdürmesi için, ilgili IBF hattı otomatik olarak reset olur.

STROBE sinyalinin pozitif kenarı, aynı zamanda INTR çıkışının lojik 1 seviyeye çıkmasını sağlar. Bu çıkış yardımı ile aynı zamanda PPI'e bağlı mikroişlemcinin interrupt servis altprogramına atlaması sağlanabilir. İlgili A veya B veri registerinin okunmasından sonra, INTR çıkışı yeniden lojik 0 seviyeye iner.



Şekil 4.9. Mod 1'de strobe girişin zamanlama diyagramı

Bu mod için, C portu hatlarının işlevleri aşağıda açıklanmıştır.

C Portu 4 numaralı biti  $\overline{STB}_A$ : A portu için giriş STROBE sinyali  $\overline{STB}_A$  girişine lojik 0 seviyede bir sinyal uygulandığı zaman, A portu hatlarında bulunan veri, bu porta yüklenir.

C portu 5 numaralı biti  $IBF_A$ : A portunun giriş sürücüsü dolu.  $\overline{STB}_A$  sinyali ile A portuna veri gönderdikten sonra, bu hat lojik 1 seviyeye çıkar. Mikroişlemci, A portunun içeriğini okuduktan sonra otomatik olarak  $IBF_A$  hattı lojik 0 seviyeye iner. Bir çevre elemanı, A portuna veri göndermeden önce bu çıkışı kontrol etmelidir.

C portu 3 numaralı biti  $INTR_A$ : A portu için interrupt isteği. Tümdevre içinde bulunan INTERRUPT ENABLE, lojik 1 seviyede olduğu durumda,  $IBF_A$ 'nın arkasından  $INTR_A$  sinyali verilir. INTERRUPT ENABLE, C portunun 4. Bitinin SET/RESET edilmesi ile kontrol edilir. Bu bit set durumunda olduğu sürede,  $IBF_A$ 'nın arkasından,  $INTR_A$  sinyali gelir. INTERRUPT ENABLE reset olduğu durumda,  $INTR_A$  sürekli olarak lojik 0 seviyede kalır. Dolayısıyla  $INTR_A$ , mikroişlemciden A portuna veri aktarmak için kullanılan maskelenebilir bir interrupt olarak düşünülebilir.

C portu 2 numaralı biti  $\overline{STB}_B$ : B portu için giriş STROBE sinyali.  $\overline{STB}_A$ , sinyalinin B portuna uyarlanmış şeklidir.

C portu 1 numaralı biti  $IBF_B$ : B portunun giriş sürücüsü dolu.  $IBF_A$  sinyalinin B portuna uyarlanmış şeklidir.

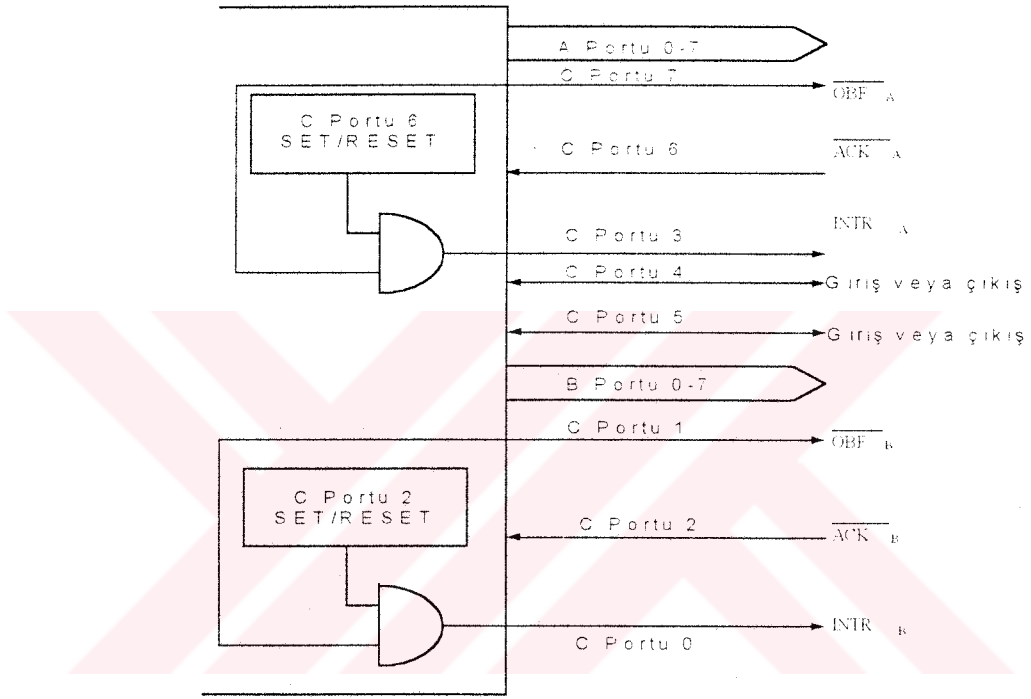
C portu 0 numaralı biti  $INTR_B$ : B portu için interrupt isteği.  $INTR_A$ 'nın, B portuna uyarlanmış şekli. Bu durumda INTERRUPT ENABLE, C portunun 2 numaralı bitinden kontrol edilir.

C portunun 6 ve 7 numaralı bitleri kontrol veya statü hatları olarak kullanılmadıklarından, giriş/çıkış hatları olarak kullanılabilirler. Kontrol sözcüğünün 3 numaralı biti, bu hatların giriş veya çıkış olacağını belirler.

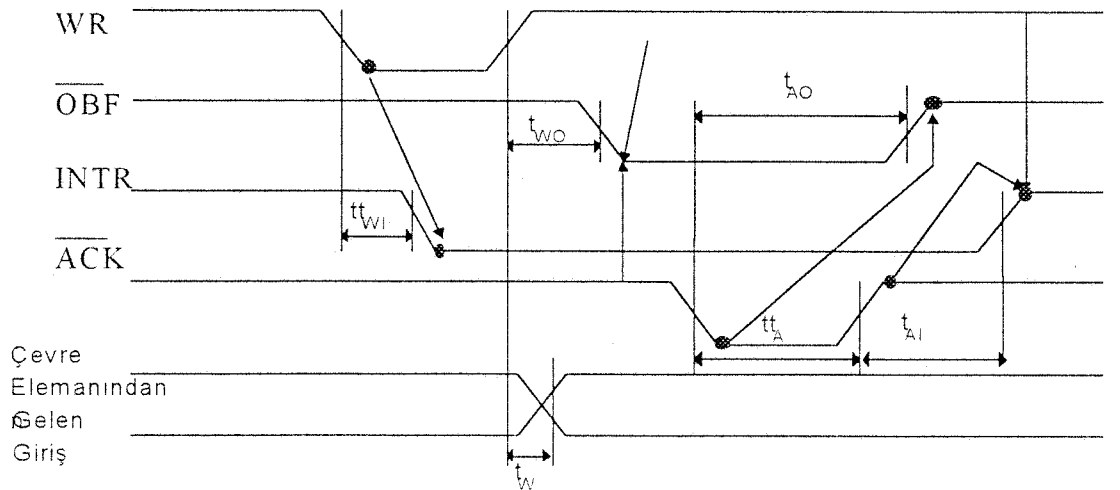
#### 4.3.3.2.2. Strobe Çıkış Modu

8255A'da A ve B portlarının mod 1'de çıkış portu olarak düzenlenmiş durumu. Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Temel çıkış zamanlama diyagramı ise, Şekil 4.11'de gösterilmiştir. Çıkış modunda, mikroişlemciden A veya B portuna gelen YAZ sinyali, verinin yüklendiğini belirtmek için ilgili OBF (Output Buffer Full) hattının lojik 0 seviyeye inmesini sağlar. OBF sinyali, çıkış sürücüsünün dolu olduğunu belirler.



Şekil 4.10. Mod 1 çıkış



Şekil 4.11. Mod 1'de strobe çıkışın zamanlama diyagramı

İlgili çevre elemanı veriyi okuduktan sonra,  $\overline{ACK}$  hattına lojik 0 seviyede bir sinyal gönderir.  $\overline{ACK}$  sinyalinin pozitif kenarı,  $\overline{OBF}$  hattının lojik 1 seviyeye çıkmasını sağlar. Mikroişlemci,  $\overline{OBF}$  hattının lojik değerini, C portunun içeriğini okuyarak bilir. Bu değer, yeni verinin yazılacağı portun boş olmadığını bildirir.  $\overline{ACK}$  sinyalinin pozitif kenarından sonra, INTR hattı lojik 1 seviyeye çıkar. Dolayısıyla, paralel veri iletişimde, kesme (interrupt) servis altprogramı kullanmak mümkündür. A veya B veri registerine veri yazıldıktan sonra, INTR hattı lojik 0 seviyeye iner.

C portu hatlarının, bu moddaki işlevleri aşağıda açıklanmıştır.

C portu 7 numaralı biti  $\overline{OBF}_A$ : A portunun çıkış sürücüsü dolu. Mikroişlemci, A portunda verinin hazır olduğunu belirtmek için, bu hat lojik 0 seviyeye iner.

C portu 6 numaralı biti  $\overline{ACK}_A$ : A portuna bildir. Bu hattın lojik 0 seviyede olması, ilgili çevre elemanının A portunda yazılı bilgiyi aldığını bildirir. Bu hattın ilk önce lojik 0, daha sonra lojik 1 seviyeye çıkması  $\overline{OBF}_A$  sinyalinin lojik 1 seviyeye çıkmasına sebep olur.

C portu 5 numaralı biti  $INTR_A$ : A portu için interrupt isteği. Bu sinyal,  $INTR_B$  sinyaline benzer. Eğer, C portunun 6 numaralı INTERRUPT ENABLE biti 1 değerinde ise, bir veri transferi ardından  $\overline{ACK}_A$  lojik 1 seviyeye çıktıktan sonra,  $INTR_A$  sinyali üretilir. Bu sinyal daha sonra, mikroişlemciye A portuna yazılı verinin çevre elemanı tarafından alındığını belirlemek için kullanılabilir. Bu metod seçildiğinde, mikroişlemci, kesme servis altprogramı ile yeni veriyi A portuna yükler.

C portu 1 numaralı biti  $\overline{OBF}_B$ : B portunun çıkış sürücüsü dolu.  $\overline{OBF}_A$  sinyalinin, B portuna uygulanmış şekli.

C portu 2 numaralı biti  $\overline{ACK}_B$ : B portuna bildirir.  $\overline{ACK}_A$  sinyalinin, B portuna uygulanmış şekli.

C portu 0 numaralı biti  $INTR_B$ : B portu için kesme isteği. INTERRUPT ENABLE bitinin C portunun 2 numaralı biti olması dışında,  $INTR_A$  sinyalinin B potuna uyarlanmış şeklidir.

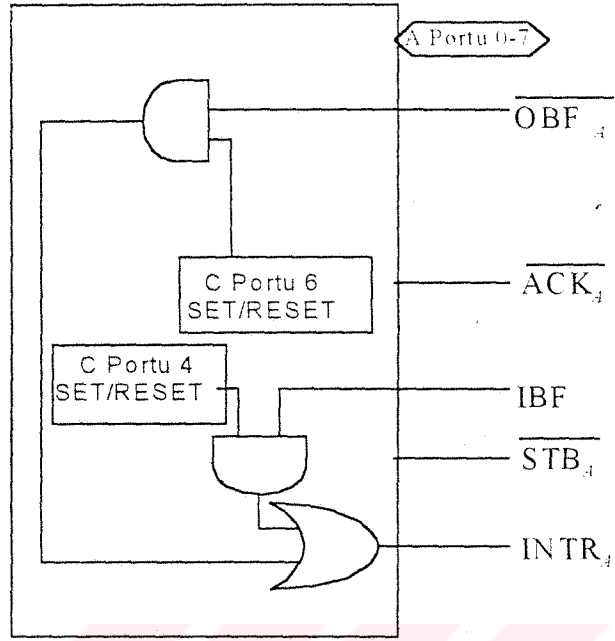
C portunun 4 ve 5 numaralı bitleri, kontrol veya durum biti olarak kullanılmadıklarından, giriş/çıkış hattı olarak kullanılabilirler. Bu hatların giriş veya çıkış hattı olmaları, kontrol sözcüğünün 3 numaralı biti ile belirlenir.

#### 4.3.3.3. MOD 2

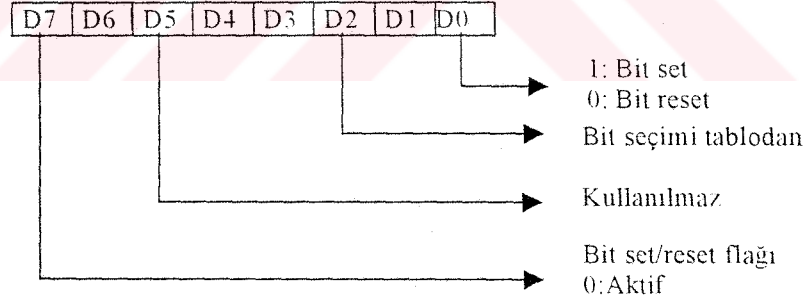
Bu mod ile, çift yönlü sekiz bitlik giriş/çıkış yolunu oluşturmak mümkündür. Giriş/Çıkış yolu üzerinden veri akışını gerçekleştirmek için, kontrol ve durum hatları bulunmaktadır. Mod 2'nin özellikleri şu şekilde sıralanabilir.

- Yalnızca A grubu tarafından kullanılabilir.
- Sekiz bitlik bir adet çift yönlü Giriş/Çıkış portu (A portu) ve beş bitlik kontrol portu (Cportu) içerir.
- Hem giriş hem de çıkış portu tutucu devrelere bağlıdır.
- C portunun beş biti, A portunun kontrolü ve statü için kullanılır.

Bu mod strobed bidirectional bus giriş/çıkış modu olarak da bilinir. Bu modda sadece A Portu kullanılır, PC3-PC7 kontrol sinyalleri olarak kullanılır. A portu çevresel devrelere bilgi gönderir veya çevresel devrelerden bilgiyi alır. Şekil 4.12'de A portunun mod 2'de çalışması gösterilmiştir. B portunun Mod 2'de bir etkisi olmadığından şekilde gösterilmemiştir. Bu mod için gerekli kontrol sözcüğü, Şekil 4.13'de verilmiştir. Mod 2'de, C portunun bitlerinin işlevleri aşağıda açıklanmıştır.



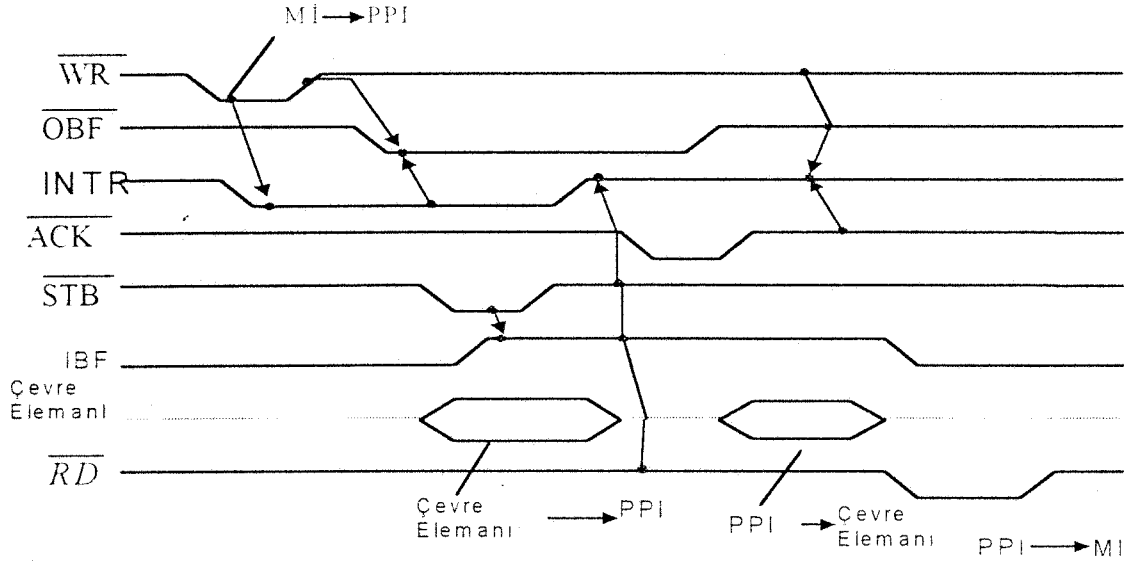
Şekil 4.12. Mod 2'nin çalışması



Şekil 4.13 Bit set/reset için kontrol kelimesi

C portu 7 numaralı biti  $OBF_A$ : A portunun çıkış sürücüsü dolu. Bu sinyal, mod 1'de açıklanan  $OBF_A$  sinyali ile aynıdır.

C portu 6 numaralı biti  $ACK_A$ : A portuna bildir. Bu sinyal, mod 1'deki  $ACK_A$  sinyaline benzer. Burada ek olarak, Mod 2 konumunda, sürekli empedans durumunda olan A portunun çıkış hatlarının, veri yoluna bağlanması sağlanır.



Şekil 4.14. Mod 2 zamanlama diyagramı

C portu 5 numaralı biti  $\overline{IBF}_A$ : A portunun giriş sürücüsü dolu. Bu sinyal, mod 1'deki  $\overline{IBF}_A$  sinyali ile benzerdir.

C portu 4 numaralı biti  $\overline{STB}_A$ : A portu için giriş STROBE. Bu sinyal mod 1'deki  $\overline{STB}_A$  sinyali ile aynı işlevi görür.

C portu 3 numaralı biti  $\overline{INTR}_A$ : A portu için interrupt isteği. C portunun 6 numaralı biti 1 değerinde ise, bu sinyal mikroişlemci tarafından yazılan veriyi, ilgili çevre elemanının aldığını belirtir.

Yine C portunun 4 numaralı bitine bağlı  $\overline{INTR}_A$ , ilgili çevre elemanının A portuna veri yazdığını belirtir. C portunun 4 ve 6 numaralı bitlerini uygun bir şekilde kontrol ederek, mikroişlemci ile çevre elemanı arasında veya başka bir mikroişlemci arasında çift yönlü 8-bitlik veri yolu interrupt desteği ile gerçekleştirilebilir.

C portunun diğer bitleri ve B portu, giriş/çıkış işlemleri için kullanılabilir.

Şekil 4.13'de, kontrol sözcüğü ile C portunun bitlerinin set ve reset edilmesi gösterilmiştir. Burada, kontrol sözcüğünün set/reset amacı için kullanılmadan önce seçilen modun ve C portunun konumunun belirlenmiş olması gerektiği unutulmamalıdır.

#### 4.3.4. DURUM (STATÜ) SÖZCÜĞÜ

Mod 1 veya mod 2 ile çalışırken, C portunun içeriği, mikroişlemci için statü sözcüğü yerine geçer. Durum sözcüğü içindeki bitler ve bu bitlerin anlamları Şekil 4.15’de gösterilmiştir. Bu içeriğin okunmasından sonra, mikroişlemci, interrupt sinyalleri, sürücülerin boş veya dolu olmaları ve C portunun Giriş/Çıkış hatları ile ilgili bilgi alır ve gerekli işlemleri yapar.

##### 4.3.4.1. Mod 1’de Durum Sözcüğü

###### Giriş Formu

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
G/Ç	G/Ç	IBF <sub>A</sub>	INTE <sub>A</sub>	INTR <sub>A</sub>	INTE <sub>B</sub>	IBF <sub>B</sub>	INTR <sub>B</sub>
A GRUBU				B GRUBU			

###### Çıkış Formu

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$\overline{\text{OBF}}_A$	INTE <sub>A</sub>	G/Ç	G/Ç	INTR <sub>A</sub>	INTE <sub>B</sub>	$\overline{\text{OBF}}_B$	INTR <sub>B</sub>
A GRUBU				B GRUBU			

##### 4.3.4.2. Mod 2’de Durum Sözcüğü

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$\overline{\text{OBF}}_A$	INTE <sub>1</sub>	IBF <sub>A</sub>	INTR <sub>2</sub>	INTE <sub>A</sub>	<del>IBF<sub>B</sub></del>	<del>INTR<sub>B</sub></del>	<del>INTE<sub>B</sub></del>
A GRUBU				B GRUBU			

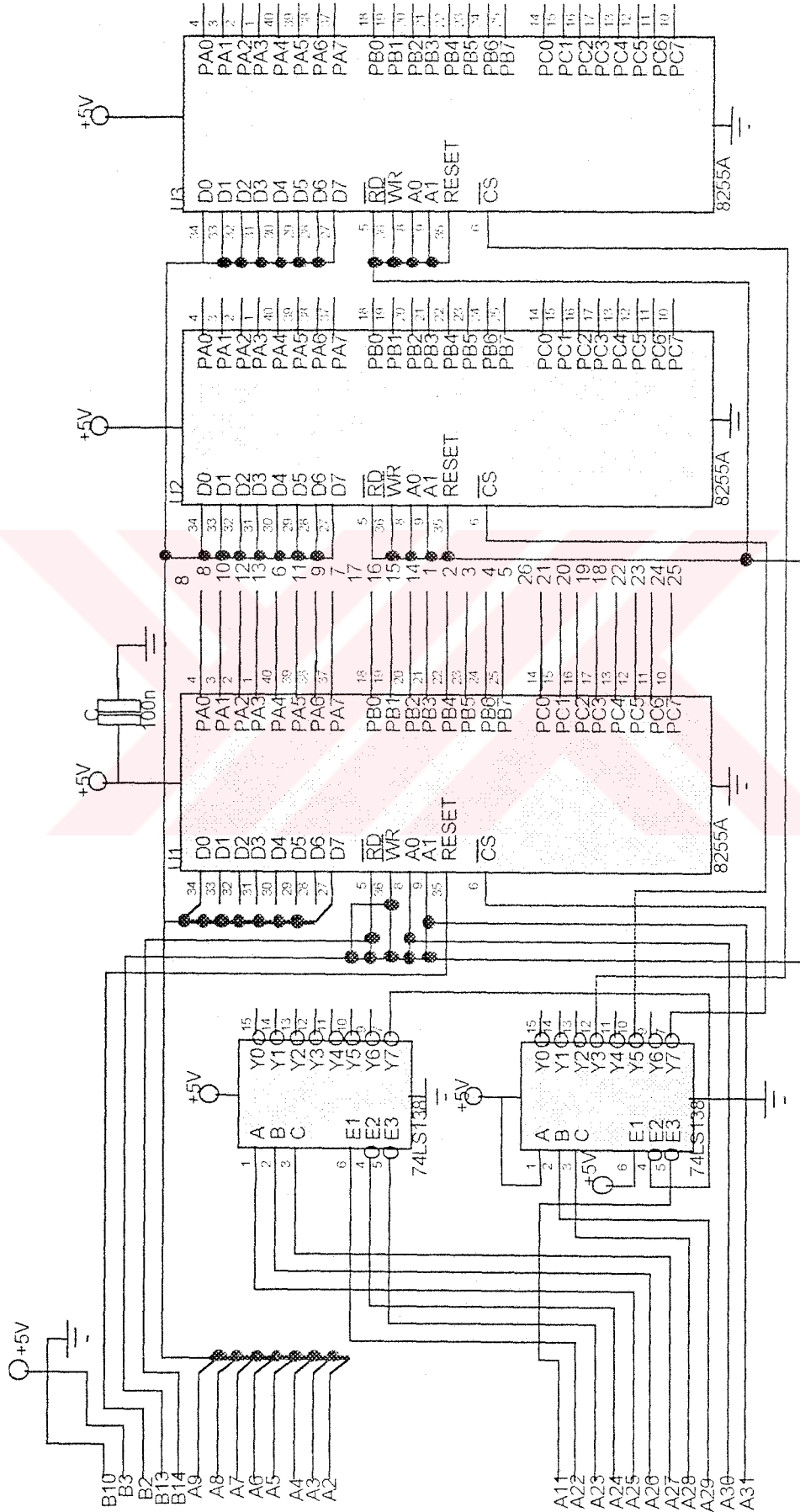
Şekil 4.15. Mod 1 ve Mod 2 için durum sözcüğü

#### 4.3.5. 8255A'NIN SEÇİLMESİ VE PORT ADRESLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada kullanılan I/O kartı, IBM PC veya uyumlu bilgisayarlar ile dış dünya arasında bilgi alışverişini sağlayabilmek amacıyla dizayn edilmiş bir arabirimdir. I/O kartının devre şeması, Şekil 4.16'daki gibidir. Devreye ait çift yüzlü baskı devre şeması ise EK 4.1'de verilmiştir. Bu arabirimin giriş-çıkış portlarına ve kontrol registerine belirli adresler üzerinden, yazılım programı vasıtasıyla erişilebilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri, arabirim için kullanılan port adreslerinin bilgisayar donanımındaki, başka birimler tarafından kullanılan adreslerle çakışmaması gerektiğidir.

Bilgisayardaki her cihaz özel bir adresle tanınır. Bu cihazların tanınması için kullanılan adreslerin alanı, bellek hücreleri için olan alandan farklıdır ve I/O alanı olarak adlandırılır.

Bu alan 64KB'dır, her cihaz, normal olarak 8KB kullanır. Tablo 4.2'de bağlantıların (ilk ve son byte'in adresi) listesi ve hangi cihaza atanmış olduğu gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Giriş/çıkış arabirim kartının devre şeması

Tablo 4.2. Bilgisayarda kullanılan adreslerin dağılımı

G/Ç Bağlantısı (Onaltılı Düzen)	Cihaz ve Fonksiyon
000-FFF	DMA (DEB) ve kesme kontrolleri, klavye ve sistem zamanlayıcısı olarak ayrılmıştır.
100-2F7	Boş
1F0-1F7	EIDE birincil kanallı (imkan verilmişse)
170-177	EIDE ikincil kanallı (imkan verilmişse)
2F8-2FF	COM2
300-375	Boş
3F6	EIDE birincil kanallı (imkan verilmişse)
376	EIDE ikincil kanallı (imkan verilmişse)
377	Boş
378-37F	LPT
380-3AF	Boş
3B0-3EF	Video Kontrol
3F0-3F7	Esnek Disket Kontrolü
3F8-3FF	COM1
4f00-BFF	Boş
C00-CF7	Boş
CF8-CFF	PCI
D00-FFF	Boş

Yazılım programıyla, bilgi alışverişinin yapılacağı portun adresi, devrede bulunan 74LS138 kod çözücünün girişlerine verilir. Kod çözme işleminin daha iyi yapılabilmesi için, iki tane 74LS138 kullanılmıştır. 74LS138, seçici girişlerine gelen 3 bitlik binary bilgiye uygun olan çıkışına, lojik 0 verirken diğer çıkışlarını lojik 1'de tutar.

Gerçekleştirilen kartta üç adet 8255A kullanılmıştır. Dolayısıyla bu kart, 72 bitlik giriş-çıkış portuna sahiptir. Kartın beslemesi bilgisayarın I/O Channel Slot'undan sağlanmaktadır. Kartla ilgili kontrol sinyalleri ve veri yolu bağlantıları da bu slot üzerinden yapılmaktadır.

8255A'nın aktif hale gelebilmesi için,  $\overline{CS}$  girişine lojik 0 uygulanması gerekmektedir. Yapılan I/O biriminde üç tane 8255A kullanıldığından, seçim için 74LS138'in üç çıkışı alınarak bu 8255A'ların  $\overline{CS}$  uçlarına bağlanmıştır. A, B, C ve kontrol registerinin seçilebilmesi için, bilgisayardan  $A_1$  ve  $A_2$  adresleri gönderilir.  $\overline{WR}$  ve  $\overline{RD}$  kontrol komutları,  $\overline{CS}$  sinyali ve port seçimi için kullanılan  $A_1$  ve  $A_2$  adreslerinin durumlarına bağlı

olarak portların giriş-çıkış kombinasyonları Tablo 4.1'de verilmiştir. 74LS138'in girişlerine. program tarafından gönderilen adreslerle. üç 8255A'nın toplam 9 giriş/çıkış portundan herhangi birisine veya bunların kontrol kaydedicilerine erişilebilir.

Kartın kullanımı için öncelikle, her bir 8255A'nın kontrol kütüğüne kontrol kelimesinin yazılması gerekmektedir. Yazılan bu kontrol kelimesine bağlı olarak, bilgi giriş veya çıkış işlemleri gerçekleştirilebilir. Kontrol kelimesinin yazılması Şekil 4.5'deki kurallar çerçevesinde yapılmalıdır.

8255A'nın programlanması için, kontrol kütüğüne yazılabilecek 16 farklı kontrol kelimesi Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Kontrol komutu

D4	D3	D2	D1	PortA	PortC <sub>üst</sub>	PortB	PortC <sub>alt</sub>	Kontrol Komutu
0	0	0	0	Çıkış	Çıkış	Çıkış	Çıkış	128
0	0	0	1	Çıkış	Çıkış	Çıkış	Giriş	129
0	0	1	0	Çıkış	Çıkış	Giriş	Çıkış	130
0	0	1	1	Çıkış	Çıkış	Giriş	Giriş	131
0	1	0	0	Çıkış	Giriş	Çıkış	Çıkış	136
0	1	0	1	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	137
0	1	1	0	Çıkış	Giriş	Giriş	Çıkış	138
0	1	1	1	Çıkış	Giriş	Giriş	Giriş	139
1	0	0	0	Giriş	Çıkış	Çıkış	Çıkış	144
1	0	0	1	Giriş	Çıkış	Çıkış	Giriş	145
1	0	1	0	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	146
1	0	1	1	Giriş	Çıkış	Giriş	Giriş	147
1	1	0	0	Giriş	Giriş	Çıkış	Çıkış	152
1	1	0	1	Giriş	Giriş	Çıkış	Giriş	153
1	1	1	0	Giriş	Giriş	Giriş	Çıkış	154
1	1	1	1	Giriş	Giriş	Giriş	Giriş	155

Sıcaklık, nem ve güvenlik bilgilerinin bilgisayar aracılığıyla kontrol edilebilmesi için yapılan I/O kartındaki 8255A'ların programlanması, port adresleri ve kontrol kütüğüne yazılacak olan değerler de Tablo 4.4'deki gibidir.

Tablodan da görüleceği üzere, 1. 8255A'nın kontrol kütüğüne 144, 2. 8255A'nın kontrol kütüğüne 144 ve 3. 8255A'nın kontrol kütüğüne de 128 desimal bilgisi gönderilmektedir. Dolayısıyla Tablo 4.3'ye göre, 1. 8255A'nın A portu giriş portu olurken, B ve C portları

çıkış portu olarak programlanmıştır. 2. 8255A içinde, aynı durum söz konusudur. 3. 8255A'da ise A, B ve C Portlarının üçü de çıkış portu olarak programlanmıştır.

Tablo 4.4. I/O kartı için kullanılan port adresleri

PORT ADRESLERİ	1.8255 (dec)	2.8255A(dec)	3.8255A(dec)
A PORTU	636	632	628
B PORTU	637	633	629
C PORTU	638	634	630
KONTROL WORD	639	635	631
KONTROL KOMUTU	144	144	128

Giriş ve çıkış olarak kullanılan 8 bitlik toplam 9 tane portun işlevleri ise aşağıdaki gibidir.

#### 1. 8255A

A Portu, güvenlik sensörlerinin çıkışlarının bağlı olduğu, giriş portudur. 8 tane farklı oda kontrol altında bulundurulduğu için, bu portun her bir biti bir güvenlik sensörüne bağlanmıştır. Güvenlik ile ilgili herhangi bir problem olduğunda, ilgili sensörün bağlı olduğu bit lojik 1 olacaktır. Alınan bu güvenlik bilgileri program tarafından değerlendirilecektir.

B Portu, boş bırakılmıştır. İhtiyaç olduğunda, bu portta giriş veya çıkış portu olarak kullanılabilir.

C Portu, sıcaklık kontrol sistemindeki ısıtıcıları kontrol etmek için kullanılmıştır. Toplam 8 odanın sıcaklık kontrolü yapıldığından, 8 bitlik bu portun her bir biti, bir ısıtıcıya kumanda etmektedir. Algılanan ortam sıcaklığı, programda değerlendirildikten sonra, eğer ki bu sıcaklık, belirlenen alt limitin altında ise, mikroişlemci, ilgili odaya ait olan ısıtıcının

bağlandığı biti, lojik 1 yapacak şekilde porta veri gönderir. Sıcaklık belirlenen alt limitin altında veya normal ise lojik 0 gönderir. Bu porttan gelen bilgiye göre ısıtıcıların nasıl çalıştığı Bölüm 6'da ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

## 2. 8255A

A Portu, sıcaklık ve nem ölçüm sistemlerindeki A/D çeviriciler vasıtasıyla, sayısala çevrilmiş olan sıcaklık ve nem bilgilerinin girildiği porttur. Sıcaklık ve nem için kullanılan A/D çeviricilerin çıkışları paralel bağlandığından, programdaki seçime göre, bu porttan okunan bilgi, nem veya sıcaklık bilgilerinden biri olacaktır.

B Portu, Kanal Seçim Devresinin seçici uçlarının bağlı olduğu çıkış portudur. Programla, seçici uçlara sırayla 0'dan 7'ye kadar değerler verilerek her bir odaya ait sıcaklık ve nem bilgilerinin bilgisayara sırayla girilmesi sağlanır. Mesela, B Portuna desimal 3 değeri yazıldığında, 4. odanın sıcaklık ve neminin kontrolü yapılacaktır.

C Portu, sıcaklık ve nem kontrol sistemlerindeki A/D çeviricilerin  $\overline{CS}$ 'leri ile birleştirilmiş olan  $\overline{WR}$  ve  $\overline{INTR}$  uçlarının bağlı olduğu porttur. Bu port vasıtasıyla, sırasıyla sıcaklık ve nem kontrol sistemine ait olan A/D çeviricilerin  $\overline{CS}$ 'lerine lojik 0 verilerek, A/D çıkışlarındaki bilginin girildiği A Portundan sırayla sıcaklık ve nem bilgilerinin okunması sağlanır. Aynı zamanda, hangi A/D çevirici seçilmiş ise, ona ait olan  $\overline{WR}$  ve  $\overline{INTR}$  uçlarına yine bu port üzerinden kısa bir an için lojik 0 verilir.

## 3. 8255A

A Portu, sıcaklık kontrol sistemindeki fanları kontrol etmek için kullanılmıştır. Toplam 8 odanın sıcaklık kontrolü yapıldığından, 8 bitlik bu portun her bir biti, bir fanı kontrol eder. Algılanan ortam sıcaklığı, programda değerlendirildikten sonra eğer bu sıcaklık, belirlenen üst limitin üzerine çıkmış ise program tarafından, A Portunun ilgili odaya ait olan fanın bağlı olduğu bitine lojik 1 seviyesi gönderilir. Sıcaklık belirlenen alt limitin altında veya normal ise lojik 0 gönderir. Bu portun fanı nasıl kontrol ettiği ve fana bağlantı şekli Bölüm 6'da ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

B Portu, nem kontrol sistemindeki nemlendiricileri çalıştırmaktadır. 8 odanın nem kontrolü yapılacağına göre, bu portun her bir biti farklı bir odadaki nemlendirici cihazı kontrol etmek

için kullanılır. Nemlendiricilerin kontrolü de aynen ısıtıcıların ve fanların kontrolü gibi olmaktadır.

C Portu ise nem giderici cihazları kontrol etmek için kullanılmıştır. Ortamın nemi, üst limiti aştığında, ilgili odadaki nem gidericinin bağlı olduğu bite program tarafından lojik 1 gönderilecektir. Diğer durumlarda ise lojik 0 gönderilecektir. Nem gidericinin çalışması da diğer cihazların çalışmasıyla aynıdır.



## BÖLÜM 5

### SİSTEMİN YAZILIMI

#### 5.1. DELPHİ PROGRAMLAMA PAKETİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

Piyasada bir çok programlama paketi bulunmaktadır, ancak Delphi'nin pek çok üstün yönü, tercihe sebep olmuştur. Bu paketin ilk sürümünün en belirgin özelliklerinden bazıları, form-tabanlı ve nesne yönelimli yaklaşımı, süper hızlı derleyicisi, Windows programcılığı ile sıkı uyumlu olması ve bileşen teknolojisidir. Ancak en önemlisi, diğer tüm elementlerin temelini oluşturan Object Pascal dilidir. Delphi dili olan Object Pascal, nesne yönelimli (object-oriented, OOP) bir programlama dilidir.

Delphi 2 sürümü ise daha geliştirilmiş bir programlama dili olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun en önemli yenilikleri ise, Multi-Record Object ve geliştirilmiş veri tabanı ağı, OLE Automation desteği ve değişken veri tipi; tam Windows 95 desteği ve uyumu; long string veri tipi ve Visual Form Inheritance (Görsel Form Kalıtsallığı)'dır.

Borland Delphi 3'ün oldukça çok, yeni ve gelişmiş özelliği bulunmaktadır. Bunlardan en önemli on özelliği şunlardır:

1. Code Insight teknolojisi (kod şablonları, kod tamamlama, kod parametreleri, ipucu ifade değerlendirme) ve editördeki ortam.
2. DLL debug desteği
3. Bileşen şablonları
4. Coolbar bileşeni de dahil olmak üzere genişletilmiş ortak bileşenler
5. Yeni BDE. Ace sürücü ve veritabanı bağlantılarındaki gelişmiş esneklik
6. Quick Report'un geliştirilmiş bir sürümü olan TeeChart'ın, Decision Cube ve başka bileşenin eklenmesi
7. Web ve dağıtık uygulamalar için genişletilmiş destek
8. Bileşen paketleri teknolojisi
9. Active formlar
10. Arabirimler ve COM desteği

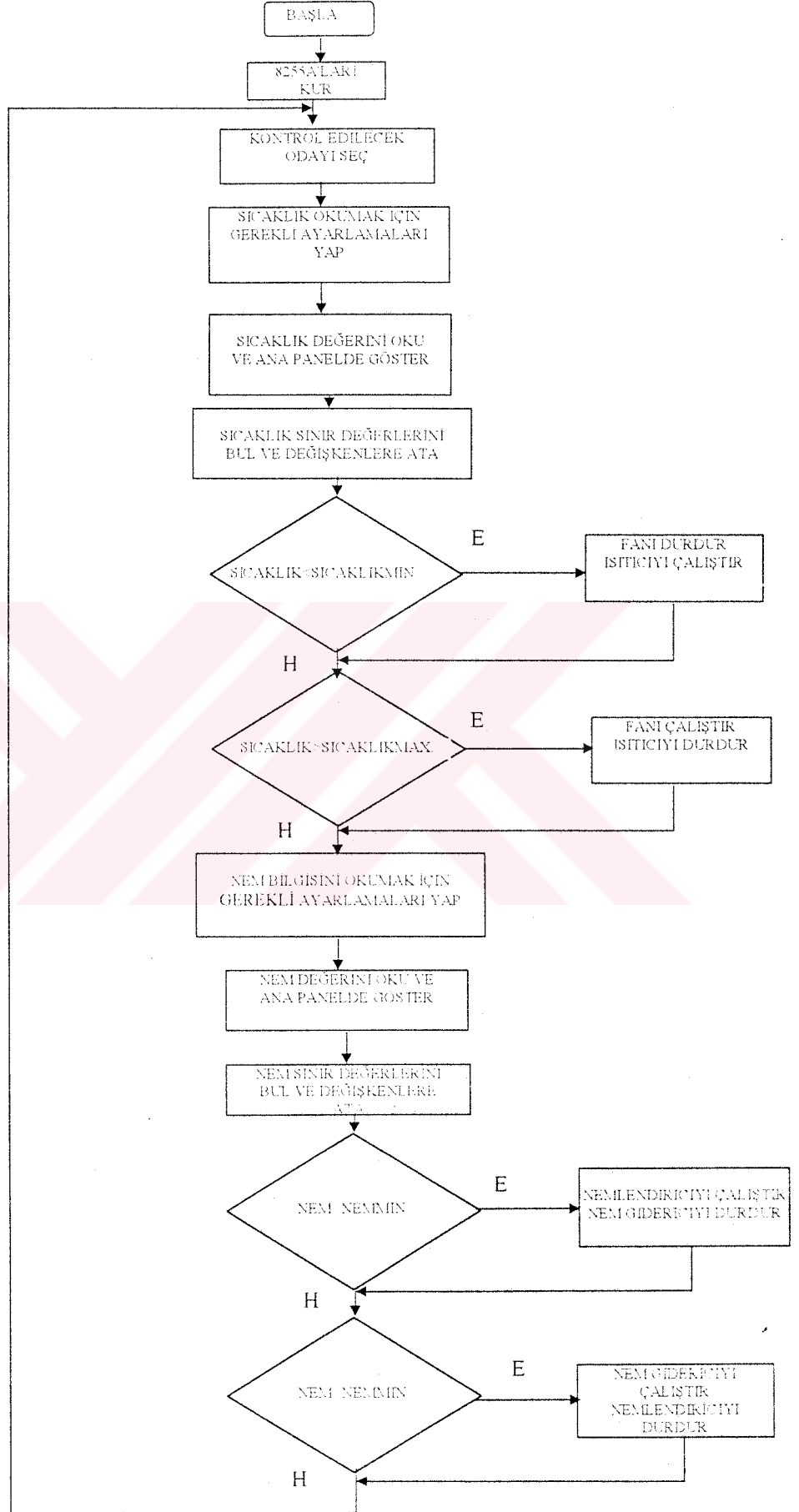
Delphi, başlatılır başlatılmaz, varsayılan adı Project1 olan bir Delphi uygulaması veya projesi otomatik olarak açılmaktadır. Proje uygulaması üç pencereden oluşmaktadır. Bu pencereler: Object Inspector, Form1 ve Unit1.pas pencereleridir. Delphi ilk kez başlatıldığında form1 adında bir form hazır olarak gelir. Delphideki form gerçekte bir penceredir ve bir windows penceresinin bütün özelliklerini taşır.

Delphi başlatıldığında otomatik olarak Delphi penceresine getirilen Object Inspector adlı pencerede, formun özellikleri hakkında bilgi bulunmaktadır. Formun özelliklerini değiştirmek için bu pencereden faydalanılabilir. Bunların dışında, otomatik olarak hazırlanan proje için, otomatik olarak Unit1.pas adında Pascal program kodu içeren bir unit hazırlanmakta ve projeye dahil edilmektedir. Bu penceredeki bütün program satırları da, otomatik olarak hazırlanmaktadır.

Delphi, mükemmel bir araç aynı zamanda pek çok farklı alt programı içeren karmaşık bir programlama ortamıdır. Bu karmaşık programlama dilini burada anlatmak amaçlanmamıştır. Bu sebeple fazla detaya girilmeden, bu çalışmada gerçekleştirilen sistem için yazılan programa geçilmiştir. Bu programın ana hatları Kısım 5.2'de verilmiştir.

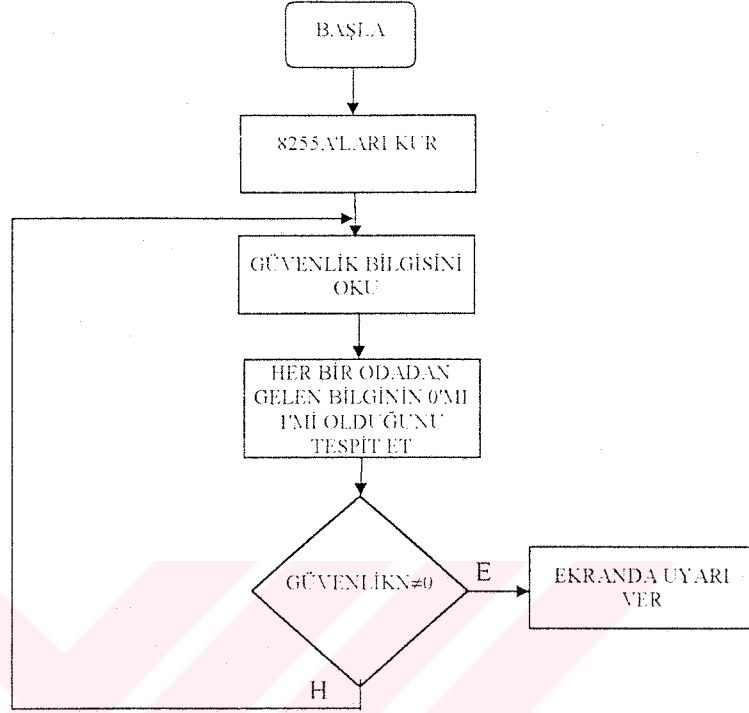
## 5.2. YAZILIM PROGRAMI

Yazılan programla, 8 odanın sıcaklığı, nemi ve güvenliği kontrol edilebilmektedir. Sıcaklık ve nem programın akış şeması şu şekildedir.



Şekil 5.1. Sıcaklık ve nem kontrol işleminin akış şeması

Şekil 5.2'de güvenlik kontrolü alt programının akış şeması görülmektedir.



Şekil 5.2. Güvenlik alt programı akış şeması

Programda ilk önce 8255A'ların kontrol kaydedicilerine kontrol komutları yazılmaktadır. Buna göre birinci ve ikinci 8255A'nın A Portları giriş, B ve C portları çıkış olmaktadır. 3. 8255A'nın ise tüm portları çıkış olarak kurulmaktadır.

Program 636 adresli porttan güvenlik bilgisini alarak değerlendirmekte, eğer problem varsa bunu ekrana yansıtmaktadır. Bu işlem, gerçek zamanda (real time) sürekli olarak yapılmaktadır. Akış şemasındaki GÜVENLİKN, n. odadan okunan güvenlik bilgisini göstermektedir.

634 adresli porta gönderilen değere göre sıcaklık ve nem değerlerinden biri okunmaktadır. Sıcaklık ve nemin okunması 632 adresli giriş portundan yapılmaktadır. 633 portuna verilen değere göre de hangi odadaki bilgilerin okunacağı tespit edilmektedir.

632 adresli porttan, sıcaklık bilgisi okunuyorsa:

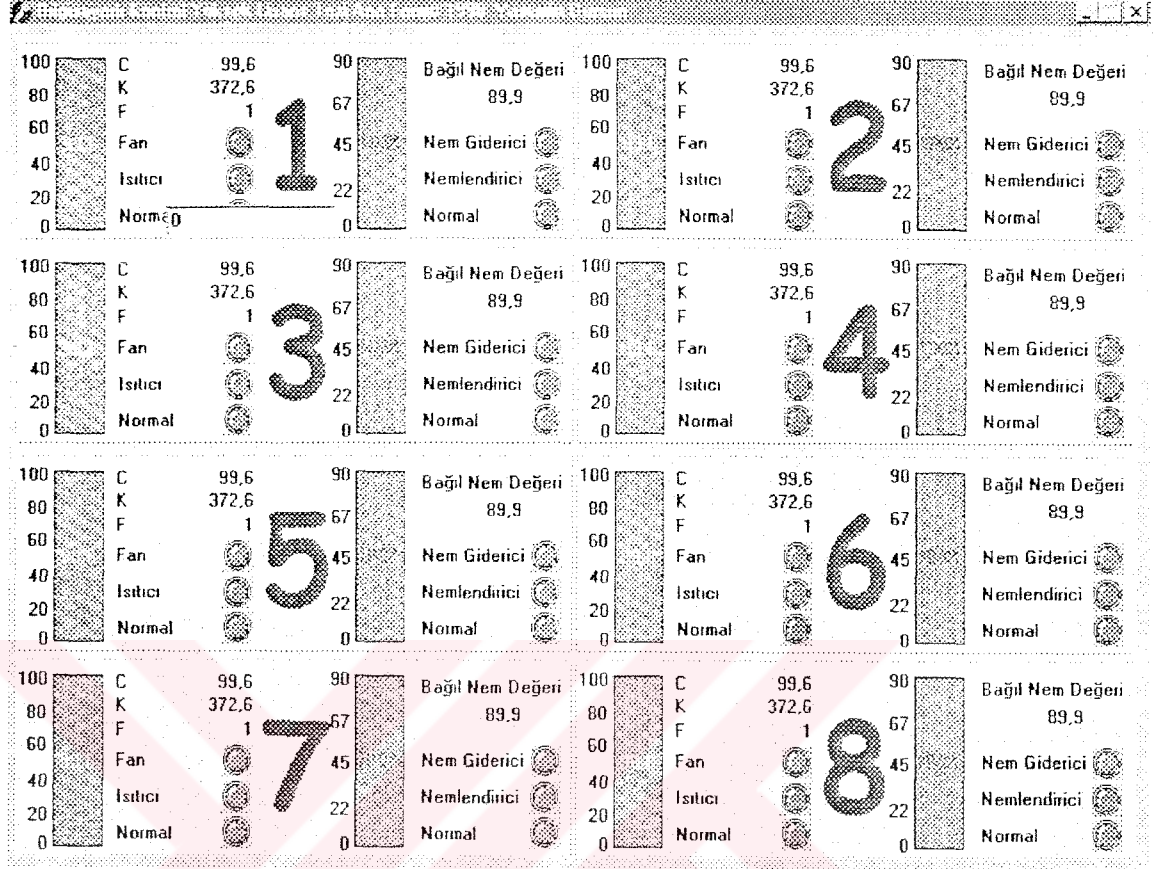
Okunan bu değer hangi odaya ait sıcaklık bilgisi ise o odaya ait olan sıcaklık sınır değerleriyle karşılaştırılır. Eğer herhangi bir odanın sıcaklığı, olması gerekli minimum

değerden küçükse program tarafından ısıtıcı kontrol devrelerinin bağlı olduğu, 638 adresli çıkış portuna, o odaya ait ısıtıcıyı çalıştırmak üzere gerekli değer yazılır. Sıcaklık olması gereken maksimum değerden yüksekse, bu durumda da program tarafından, fan kontrol devrelerinin bağlandığı 628 adresli porta o odaya ait fanı çalıştırmak için gerekli değer yazılır.

Nem kontrolü de aynı sıcaklık kontrolü gibi yapılmaktadır. Burada farklı olarak gerçekleştirilen tek şey lineerleştirme işlemidir. Bu sayede, nem sensörünün, ortamın nemine bağlı olarak lineer bir çıkış vermemesinden dolayı ortaya çıkacak kararsızlık ve yanlış okuma durumları ortadan kaldırılmış olmaktadır. Nemlendirici ve nem giderici cihazların kontrol devrelerinin bağlı olduğu port adresleri ise sırayla, 629 ve 630'dur.

Program çalıştırıldığında karşımıza bir form çıkmaktadır. Bu programdaki ana form'dur. Aslında her form, bir pencere demektir. Ana formda her oda için ayrılmış 8 tane bölme bulunmaktadır. Bu bölmelerin her birinde sıcaklık ve nem göstergeleri, ısıtıcı, fan, nemlendirici ve nem giderici cihazların çalışma durumlarını gösteren led göstergeler -bu göstergeler çalışma durumunda kırmızı normal durumda yeşil renktedir- ile sıcaklık ve nemin farklı birimlerdeki sayısal değerleri bulunmaktadır.

Programın anaformu Şekil 5.3'de görülmektedir. Aynı zamanda odalarda hayvanların kaçması ve izinsiz girişler gibi güvenlikle ilgili bir problem olduğunda, anaformda ilgili odaya ait bölme sarı renkten kırmızı renge dönmektedir.



Şekil 5.3. Programın ana formu

Bundan başka programda iki form daha bulunmaktadır. Bu formlar ayar ve bilgi formudur. Bunlara, erişmek için ana form üzerinde mouse'un sağ tuşuna tıklanır ve görüntülenen iki seçenektan bir tanesi seçilerek mouse'un sol tuşuna tıklanır. Eğer ayar formu seçilmişse karşımıza sıcaklık ve nem için limit değerlerinin girileceği edit pencerelerinden oluşan bir form çıkacaktır. Buradaki limit değerleri istenildiği zaman değiştirilebilir. Program, girilen bu limit değerlerine göre çalışacağından her bir oda için sabit tutulmak istenen sıcaklık ve nem aralığı isteğe ve ihtiyaca göre sınırlandırılabilir. Ayar formu Şekil 5.4'de görülmektedir.

Bilgi formu seçilmiş ise, ekrana bir edit penceresi gelmektedir. Buraya proje veya herhangi bir şey hakkında istenilen bilgiler yazılabilir. Yazılanlar aynı zamanda program tarafından txt uzantılı bir dosyaya da kaydedilmektedir. Bilgi formu açıldığında, txt uzantılı dosyadan bu bilgiler okunarak görüntülenmektedir. Bilgi formu Şekil 5.5'de görüntülenmektedir.

Sistem (EK Program) Ayarları			
1	Sıcaklık Sınır Değerleri		Nem Sınır Değerleri
	Minumum	Maksimum	Minumum
	15	25	45
			Maksimum
			65
2	Sıcaklık Sınır Değerleri		Nem Sınır Değerleri
	Minumum	Maksimum	Minumum
	19	23	45
			Maksimum
			65
3	Sıcaklık Sınır Değerleri		Nem Sınır Değerleri
	Minumum	Maksimum	Minumum
	19	23	45
			Maksimum
			65
4	Sıcaklık Sınır Değerleri		Nem Sınır Değerleri
	Minumum	Maksimum	Minumum
	10	25	45
			Maksimum
			65
5	Sıcaklık Sınır Değerleri		Nem Sınır Değerleri
	Minumum	Maksimum	Minumum
	15	24	45
			Maksimum
			65
6	Sıcaklık Sınır Değerleri		Nem Sınır Değerleri
	Minumum	Maksimum	Minumum
	5	25	45
			Maksimum
			65
7	Sıcaklık Sınır Değerleri		Nem Sınır Değerleri
	Minumum	Maksimum	Minumum
	20	25	30
			Maksimum
			70
8	Sıcaklık Sınır Değerleri		Nem Sınır Değerleri
	Minumum	Maksimum	Minumum
	16	20	45
			Maksimum
			65

Şekil 5.4. Programın ayar formu

Yasemin Dutsun ve Projesi hakkında	
<p>Bu çalışmayla Deneysel Tıp Araştırma Merkezlerinde bulunan hayvan laboratuvarlarının ortam sıcaklığını, bağıl nemini ve kapılama bilgisayarı vasıtasıyla kontrol eden bir sistem gerçekleştirilmiştir.</p>	
<p>Deneysel Tıp Araştırma Merkezleri, deney hayvanları üzerinde tıbbi araştırmaların yapıldığı merkezler olup yapılan bu deneysel çalışmalar sonucunda tıp alanında kullanılan ilaçlar ve tedavi metodları tayin edilmektedir. Sonuçta söz konusu olan insan sağlığı olduğundan yapılan deneylerden doğru sonuçların alınması ve kararlılığın sağlanması hayati önem kazanmaktadır.</p>	
<p>Yapılan deneylerden doğru sonuçların elde edilebilmesi için hayvanların beslenmelerinden bakımına, barındırıldıkları ortam şartlarına kadar, her türlü ihtiyacının bir düzen içerisinde ve bilyorik yapıma uygun olarak karşılanması gerekmektedir. Yani Deneysel Tıp Araştırma Merkezlerinde barındırılan her bir hayvan türünün adapte olduğu tabii çevre şartlarının laboratuvarlarda da sağlanması gerekmektedir.</p>	
<p>Çevre şartlarını oluşturan en önemli faktörler, sıcaklık, nem ve aydınlık gibi parametrelerdir. Bu çalışmada bu parametrelerden sıcaklık ve nemin kontrolü gerçekleştirilmektedir. Farklı türlerdeki hayvanların normal yaşantısını sürdürebildiği tabii çevre şartları da farklılık arz edecektir. Sistem gerçekleştirildiği bu durum göz önünde bulundurularak farklı çevresel kontrollere sahip ortamlar oluşturulmuştur. Bu sistemle 8 odanın sıcaklık ve nemini aynı anda kontrol edilmekte olup gerekli müdahaleleri anında yapılabilmektedir.</p>	
<p>Kontrol işlemi Delphi Programlama Paketiyle yapılan bir yazılım gerçekleştirilmektedir. Bu yazılım programı sayesinde her bir odanın sıcaklık ve nem değerleri bilgisayar monitoründen gözlenebilmekte ve istenilen aralıklarda sabit tutulabilmektedir.</p>	
<p>Aynı zamanda laboratuvarlardan hayvanların kapıları veya yetkili kişilerin laboratuvarlara izinsiz girmelerine mani olmak amacıyla kapılara optik sensörler yerleştirilmiştir. Bir problem söz konusu olduğunda monitörden ilgili oda tespit edilebilmektedir. Sensör çalışmaları bağlanan alarm devresiyle de seali uyarı sağlanmaktadır.</p>	

Şekil 5.5. Programın bilgi formu

Bu formlara ait program kodları EK 5'de verilmiştir.

## BÖLÜM 6

### SICAKLIK VE NEM SINIRLARININ KORUNMASI

Deneysel Tıp Araştırma Merkezinde bulunan hayvan laboratuvarlarının sıcaklığının ve neminin belli sınırlar içinde tutulabilmesi için ısıtıcı, fan, nemlendirici ve nem giderici cihazları kullanılmıştır. Farklı türlerde hayvanların bulunduğu 8 odanın sıcaklık ve nem kontrolleri yapıldığından, bu cihazlar her bir odaya yerleştirilmiş olup çalışma zamanları ve çalışma süreleri, yazılım programı vasıtasıyla belirlenmektedir.

Herhangi bir odanın sıcaklığı, o oda için belirlenmiş olan minimum değerin altına düşmüşse o odaya ait ısıtıcı cihazı, maksimum değerin üstüne çıkmışsa fan cihazı çalıştırılmaktadır. Aynı şekilde nem, o oda için belirlenmiş olan minimum nem değerinin altına düşmüşse nemlendirici cihazı, maksimum nem değerinin üstüne çıkmışsa nem giderici cihazı çalıştırılacaktır.

Cihazların sürücü devreleri İ/O kartının çıkış portlarına bağlıdır. Bu birimlerin, şehir şebeke gerilimi ile beslenmeleri sebebiyle, gelebilecek tepe değeri çok yüksek olan piklerden bilgisayarı korumak için optik yalıtıcılar kullanılmıştır. Şekil 6.1'de optik yalıtıcı kullanılarak yapılan sürücü devresi görülmektedir. Baskı devre şeması ise EK 6.1'de verilmiştir.



## SONUÇ

Bu çalışmada gerçekleştirilen sistemle 8 farklı odanın sıcaklığı, bağıl nemi ve kapıları kontrol edilmektedir. Sistem Deneysel Tıp Araştırma Merkezlerinde bulunan hayvan laboratuvarlarının kontrolü için tasarlanmış olup, deney hayvanlarının tabii çevre şartlarını laboratuvar ortamında da oluşturabilmek ve bu laboratuvarlarda güvenliği sağlamak amaçlanmıştır. Fakat sistemin kullanım alanı bununla sınırlı olmayıp endüstri alanında başka ortamların kontrolü için de kullanılabilir.

8 farklı odadaki sıcaklık ve nem değerleri sensörler vasıtasıyla algılanmaktadır. Ortam sıcaklığını algılamak için kullanılan sensörün lineer olmasına karşın ortamdaki bağıl nemi algılamak için kullanılan sensör nonlineerdir ve bu durum yapılan ölçümlerden doğru sonuçların elde edilememesi problemini doğurmaktadır. Bu problemin giderilmesi programla gerçekleştirilen lineerleştirme işlemi ile sağlanmaktadır.

Sensörler vasıtasıyla algılanan sıcaklık ve nem bilgileri A/D çeviricilerle sayısal değere dönüştürülerek bilgisayara girilmektedir. Bilgisayar programıyla değerlendirilen bu bilgilerin, monitördeki ana panelden sürekli olarak görüntülenmesi ve sınır değerleri aşıldığında gerekli cihazlara kumanda edilerek sıcaklık ve nemin her bir oda için belirlenmiş olan aralıklarda sabit tutulması sağlanmaktadır. Cihazların çalışma durumları da yine ana panelden takip edilebilmektedir. Bu sayede farklı çevresel kontrollere sahip olan 8 oda sürekli gözlem altında tutulabilmektedir.

Kontrolü yapılan oda sayısı, birden fazla olduğundan bir kanal seçim devresi oluşturularak gelen bilgilerin sırasıyla seçilebilmesi sağlanmıştır. Seçim işlemi bilgisayar tarafından yapılmaktadır. Gerekirse, yazılıma ve donanıma küçük ilavelerle kontrol edilebilecek ortam sayısı artırılabilir.

Hayvanların kaçmalarına ve yabancı kimselerin izinsiz girişlerine mani olmak amacıyla sisteme ilave edilen güvenlik birimi sayesinde kapılar sürekli olarak fotoelektrik sensörlerle kontrol edilmekte ve sensör çıkışları lojik seviyeye düşürülerek optik yalıtıcılar üzerinden bilgisayara girilmektedir. Herhangi bir odada güvenlikle ilgili bir problem olduğunda ilgili oda ana panelden tespit edilebilmektedir. Ayrıca sensör çıkışlarına alarm

devreleri bağlanmış olup tehlike durumunda görevli personel, hem görsel hem de sesli olarak uyarılabilmektedir.

Bilgisayarla çevre birimler arasında veri alışverişini sağlamak amacıyla 9 adet 8 bitlik giriş/çıkış portuna sahip olan arabirim kartı gerçekleştirilmiştir. Bilgisayara girilen ve bilgisayardan dışarıya aktarılan bütün bilgiler bu kart üzerinden yapılmaktadır. Kartın beslemesi, bilgisayarın tek bir I/O channel slotundan sağlanmaktadır. Transfer edilecek veri sayısı fazla olduğundan ancak 8 adet giriş/çıkış portuna sahip bir arabirim kartı ihtiyacı karşılayabilmektedir. Piyasada yaygın olarak bulunan I/O kartlarının 3 adet giriş/çıkış portuna sahip olması ve çok daha pahalı olması sebebiyle gerçekleştirilmiş olan kart oldukça avantajlıdır.

Kontrol sistemi için yazılan programla 8 oda için sıcaklık ve nem sınırlarının farklı olabilmesi ve ihtiyaca göre sınır değerlerinin monitördeki kumanda paneline klavyeden girilen değerlerle değiştirilebilmesi sağlanmaktadır. Şayet herhangi bir odada bulunan hayvan türleri değiştirilecek olursa ortam şartları o türe göre ayarlanabilmektedir. Bu durum sistemin kullanım alanında esneklik ve kullanımında kolaylık sağlamaktadır.

**KAYNAKLAR**

- [1] McSheehy. T. Control of the Animal Environment, Laboratory Animals Handbooks 7., Laboratory Animal Ltd., London, England, 1976.
- [2] E. C. Melby and N. H. Altman, Handbook of Animal Science, CRC Press, Cleveland, 1976
- [3] T.D. Hornett, Georgia L. Watson, G. C. Bantin, The Principles Of Animal Technology-I, 1988
- [4] Department of Psychology/University of Buffalo, Addiction Research Unit, Use of Laboratory Animals for Biobehavioral Research, <http://wings.buffalo.edu/socsci/psychology/aru/ARUanimals.htm>
- [5] Course Handbook, I. Congress And Workshop Of Clinical And Experimental Research, Kayseri/TÜRKİYE, 18-21 May. 1998
- [6] Donnelly Harry. Effect of Humidity on Breeding Success in Laboratory Mice, Universities Federation For Welfare, Laboratory Animal Welfare Research Rodents, England, 1989
- [7] Weihe W. H. Temperature and Humidity Climatograms for Rats and Mice. Laboratory Animal Care, 1965.
- [8] Clyde F. Coombs, Jr, Electronic Instrument Handbook 1995
- [9] M. Morris Mano, Computer System Architecture, U.S.A, 1982
- [10] Delton T. Horn, Basic Electricity And Electronics, International Editions, 1993
- [11] National Semiconductor, High-Performance Analog and Mixed Signal Product, U.S.A, 1995.
- [12] A. Rietjens, Digital Hygrometer, Elektor Electronics, England, 1993.
- [13] Aditya P Mathur, Introduction To Microprocessors, Purdue University W. Lafayette, USA, 1990
- [14] Intel, Microprocessor and Peripheral Handbook, Volume II-Peripheral Corp., 1989.
- [15] D. Graham, A 24-Line Input/Output Card for Your PC, Electronic Today, June, 1989.
- [16] Douglas V. Hall, Çev. Prof. Dr. Atilla Barkana, Mikroişlemciler ve Sayısal Sistemler, 1983
- [17] Marco Cantu, Delphi 3 Uygulama Geliştirme Klavuzu, Çev. Dr. Cahit Akın. Alfa Ltd. Şti., Mayıs 1998

## EKLER

EK 1.1. Sıcaklık ve nem ölçüm devresi baskı devre şeması

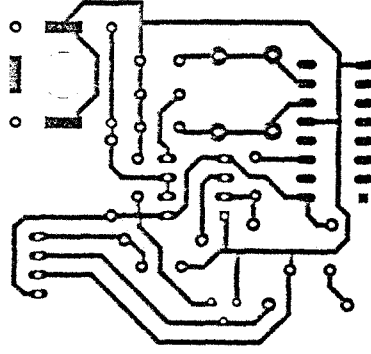
EK 1.2. Kanal seçim devresi baskı devre şeması

EK 2.1. Analog/sayısal çevrim birimi çift yüzlü baskı devre şeması

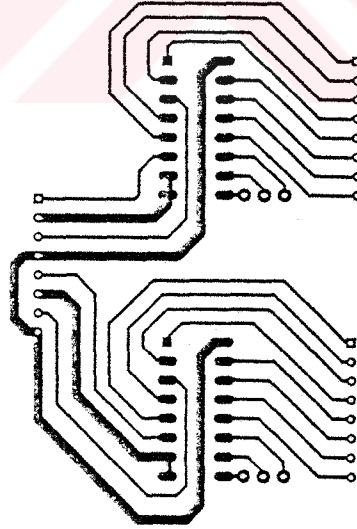
EK 4.1. Giriş/çıkış arabirim kartı çift yüzlü baskı devre şeması

EK 5.1. Yazılımın program kodları

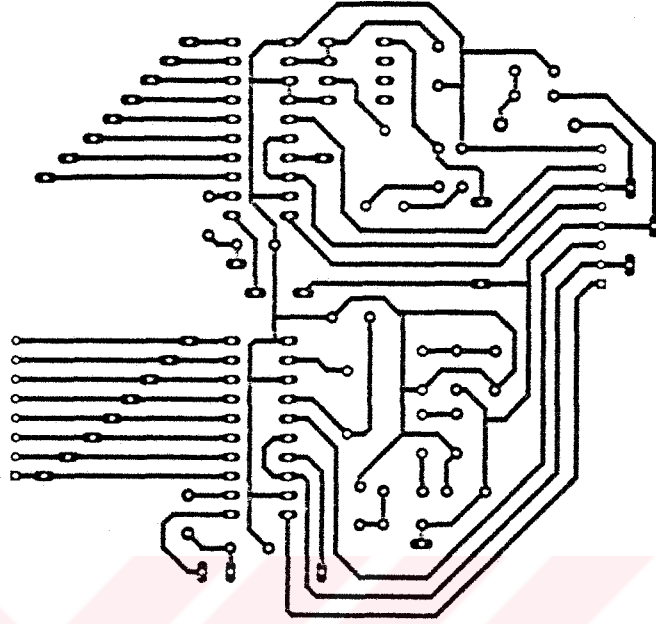
EK 6.1. Cihaz sürücü devresi baskı devre şeması



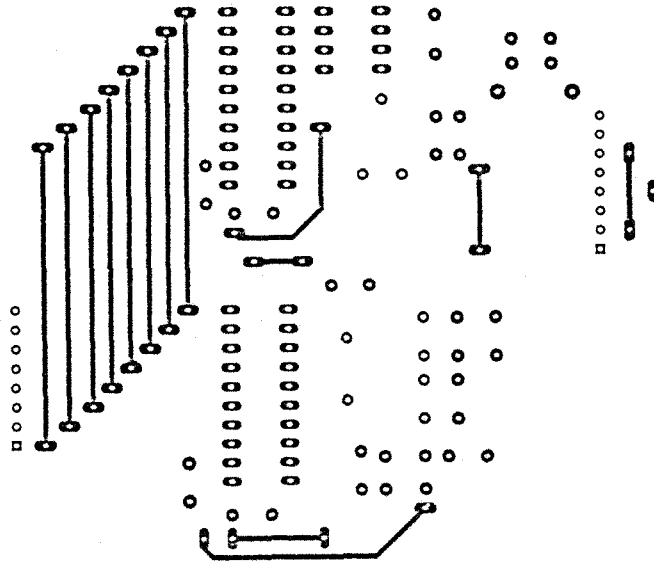
EK 1.1. Sıcaklık ve nem ölçüm devresi baskı devre şeması



EK 1.2 Kanal seçim devresi baskı devre şeması

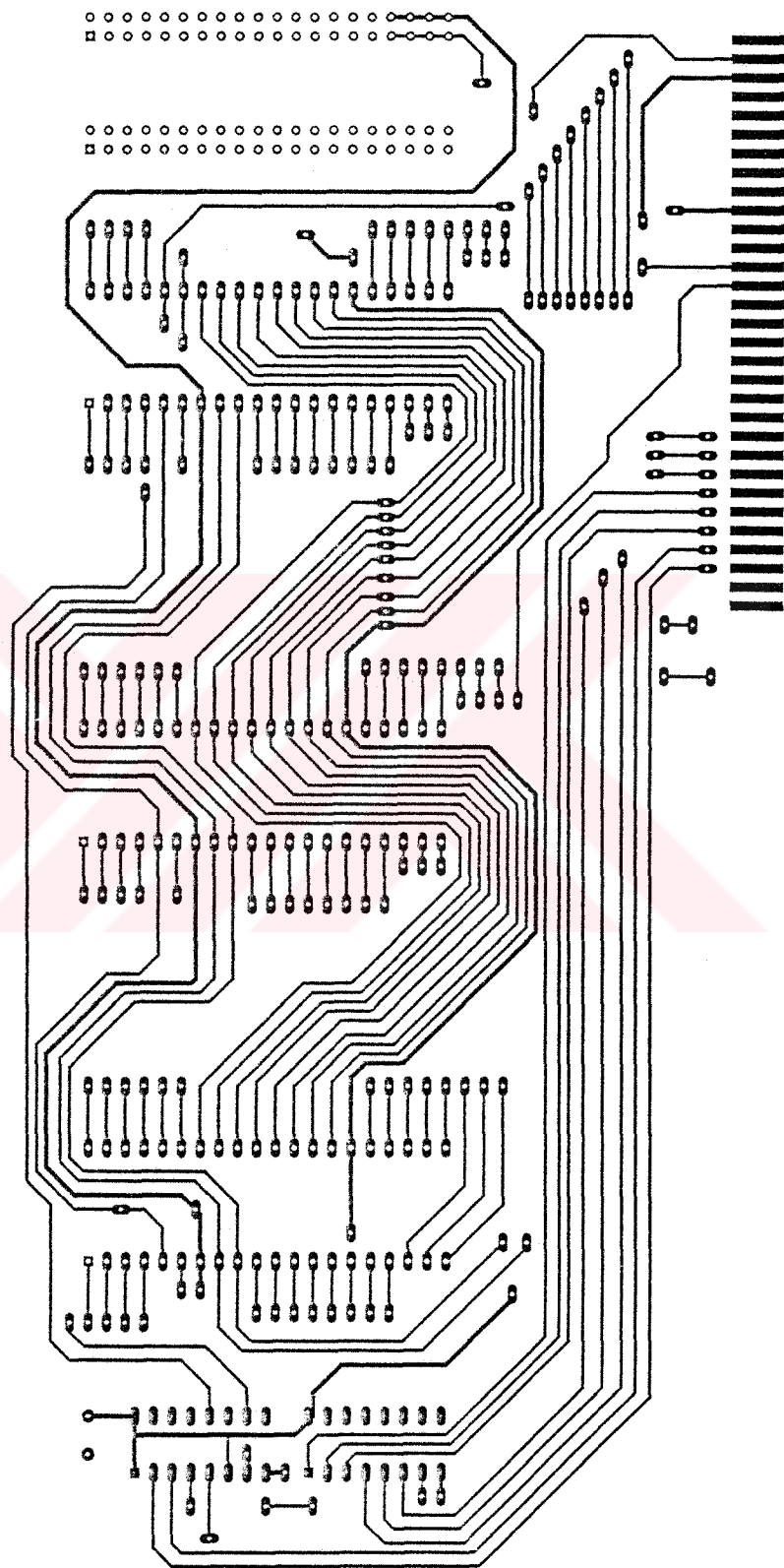


(A)

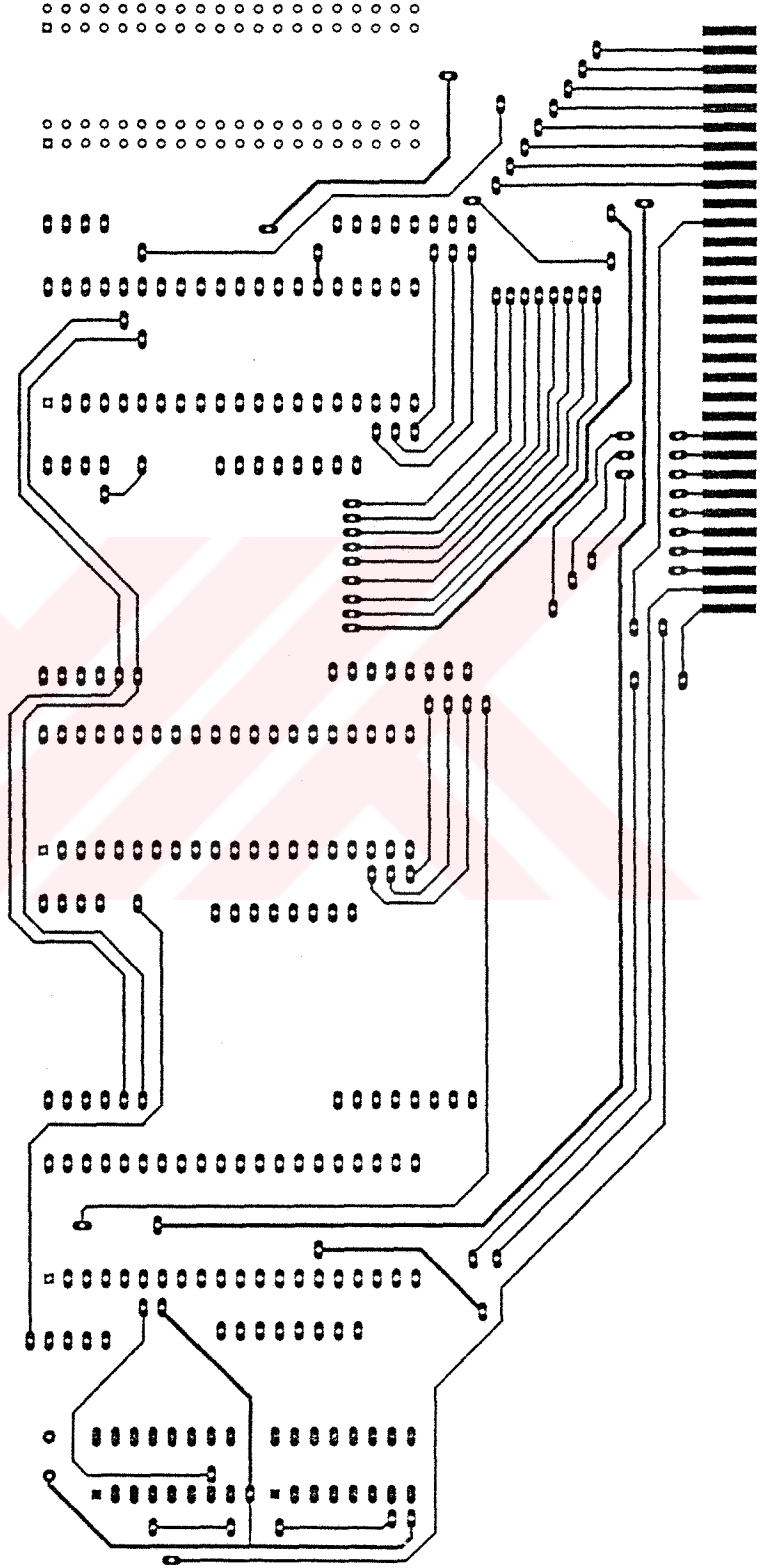


(B)

EK 2.1. Analog sayısal çevrim birimi çift yüzlü baskı devre şeması

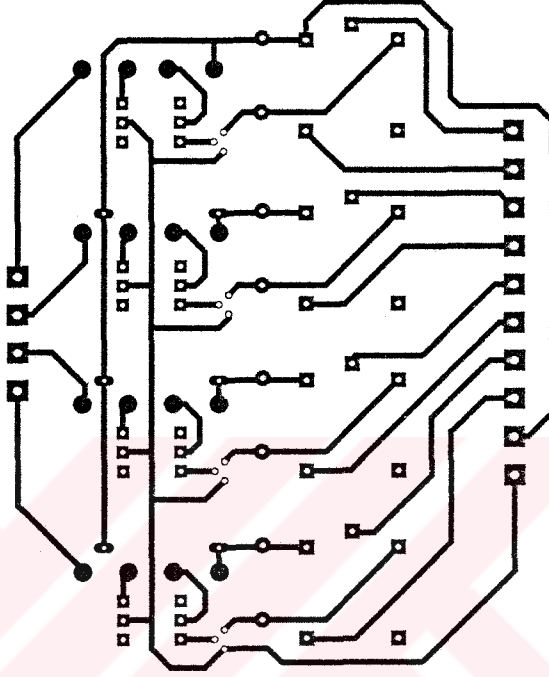


(A)



(B)

EK 4.1. Giriş çıkış arabirim kartı baskı devre şeması



EK 6.1. Cihaz sürücü devresi baskı devre şeması

```
.nit main;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,  
Menus, Aled, StdCtrls, Gauges, ExtCtrls, NpsPort;
```

```
type
```

```
TFrmMain = class(TForm)  
  PopupMenu1: TPopupMenu;  
  SistemveProgramAyarlar1: TMenuItem;  
  YaseminDursunveProjesiHakkndal: TMenuItem;  
  Timer1: TTimer;  
  GroupBox1: TGroupBox;  
  GSicaklik1: TGauge;  
  Label13: TLabel;  
  lblG1: TLabel;  
  Label16: TLabel;  
  Label18: TLabel;  
  Label20: TLabel;  
  Label22: TLabel;  
  Label24: TLabel;  
  Label25: TLabel;  
  Label26: TLabel;  
  Label27: TLabel;  
  LblSicaklikC1: TLabel;  
  LblSicaklikK1: TLabel;  
  LblSicaklikF1: TLabel;  
  Label31: TLabel;  
  Label32: TLabel;  
  Label33: TLabel;  
  GNem1: TGauge;  
  Label1: TLabel;  
  Label3: TLabel;  
  Label4: TLabel;  
  Label6: TLabel;  
  Label7: TLabel;  
  Label17: TLabel;  
  Label19: TLabel;  
  Label21: TLabel;  
  Label56: TLabel;  
  Nem1: TLabel;  
  Label5: TLabel;  
  GroupBox2: TGroupBox;  
  GSicaklik2: TGauge;  
  Label2: TLabel;  
  lblG2: TLabel;  
  Label9: TLabel;  
  Label10: TLabel;  
  Label11: TLabel;  
  Label12: TLabel;  
  Label14: TLabel;  
  Label23: TLabel;  
  Label34: TLabel;  
  Label35: TLabel;  
  LblSicaklikC2: TLabel;  
  LblSicaklikK2: TLabel;  
  LblSicaklikF2: TLabel;  
  Label39: TLabel;  
  Label40: TLabel;  
  Label41: TLabel;  
  GNem2: TGauge;  
  Label42: TLabel;  
  Label43: TLabel;  
  Label44: TLabel;  
  Label45: TLabel;  
  Label46: TLabel;  
  Label47: TLabel;  
  Label48: TLabel;  
  Label49: TLabel;  
  Label51: TLabel;  
  Nem2: TLabel;  
  Label53: TLabel;  
  GroupBox3: TGroupBox;
```

```
6:     GSicaklik3: TGauge;
7:     Label54: TLabel;
8:     lblG3: TLabel;
9:     Label57: TLabel;
0:     Label58: TLabel;
1:     Label59: TLabel;
2:     Label60: TLabel;
3:     Label61: TLabel;
4:     Label62: TLabel;
5:     Label63: TLabel;
6:     Label64: TLabel;
7:     LblSicaklikC3: TLabel;
8:     LblSicaklikK3: TLabel;
9:     LblSicaklikF3: TLabel;
0:     Fanled3: TAlEd;
1:     Isiticiled3: TAlEd;
2:     SicaklikNormalled3: TAlEd;
3:     Label68: TLabel;
4:     Label69: TLabel;
5:     Label70: TLabel;
6:     GNem3: TGauge;
7:     Label71: TLabel;
8:     Label72: TLabel;
9:     Label73: TLabel;
0:     Label74: TLabel;
1:     Label75: TLabel;
2:     Kurutuculed3: TAlEd;
3:     Nemlendiriciled3: TAlEd;
4:     Nemnormalled3: TAlEd;
5:     Label76: TLabel;
6:     Label77: TLabel;
7:     Label78: TLabel;
8:     Label79: TLabel;
9:     Nem3: TLabel;
0:     Label81: TLabel;
1:     GroupBox4: TGroupBox;
2:     GSicaklik4: TGauge;
3:     Label82: TLabel;
4:     lblG4: TLabel;
5:     Label84: TLabel;
6:     Label85: TLabel;
7:     Label86: TLabel;
8:     Label87: TLabel;
9:     Label88: TLabel;
0:     Label89: TLabel;
1:     Label90: TLabel;
2:     Label91: TLabel;
3:     LblSicaklikC4: TLabel;
4:     LblSicaklikK4: TLabel;
5:     LblSicaklikF4: TLabel;
6:     Fanled4: TAlEd;
7:     Isiticiled4: TAlEd;
8:     SicaklikNormalled4: TAlEd;
9:     Label95: TLabel;
0:     Label96: TLabel;
1:     Label97: TLabel;
2:     GNem4: TGauge;
3:     Label98: TLabel;
4:     Label99: TLabel;
5:     Label100: TLabel;
6:     Label101: TLabel;
7:     Label102: TLabel;
8:     Kurutuculed4: TAlEd;
9:     Nemlendiriciled4: TAlEd;
0:     Nemnormalled4: TAlEd;
1:     Label103: TLabel;
2:     Label104: TLabel;
3:     Label105: TLabel;
4:     Label106: TLabel;
5:     Nem4: TLabel;
6:     Label108: TLabel;
7:     GroupBox5: TGroupBox;
8:     GSicaklik5: TGauge;
9:     Label109: TLabel;
0:     lblG5: TLabel;
```

```
151:     Label111: TLabel;
152:     Label112: TLabel;
153:     Label113: TLabel;
154:     Label114: TLabel;
155:     Label115: TLabel;
156:     Label116: TLabel;
157:     Label117: TLabel;
158:     Label118: TLabel;
159:     LblSicaklikC5: TLabel;
160:     LblSicaklikK5: TLabel;
161:     LblSicaklikF5: TLabel;
162:     Fanled5: TAlEd;
163:     Isiticiled5: TAlEd;
164:     SicaklikNormalled5: TAlEd;
165:     Label122: TLabel;
166:     Label123: TLabel;
167:     Label124: TLabel;
168:     GNem5: TGauge;
169:     Label125: TLabel;
170:     Label126: TLabel;
171:     Label127: TLabel;
172:     Label128: TLabel;
173:     Label129: TLabel;
174:     Kurutuculed5: TAlEd;
175:     Nemlendiriciled5: TAlEd;
176:     Nemnormalled5: TAlEd;
177:     Label130: TLabel;
178:     Label131: TLabel;
179:     Label132: TLabel;
180:     Label133: TLabel;
181:     Nem5: TLabel;
182:     Label135: TLabel;
183:     GroupBox6: TGroupBox;
184:     GSicaklik6: TGauge;
185:     Label136: TLabel;
186:     lblG6: TLabel;
187:     Label138: TLabel;
188:     Label139: TLabel;
189:     Label140: TLabel;
190:     Label141: TLabel;
191:     Label142: TLabel;
192:     Label143: TLabel;
193:     Label144: TLabel;
194:     Label145: TLabel;
195:     LblSicaklikC6: TLabel;
196:     LblSicaklikK6: TLabel;
197:     LblSicaklikF6: TLabel;
198:     Fanled6: TAlEd;
199:     Isiticiled6: TAlEd;
200:     SicaklikNormalled6: TAlEd;
201:     Label149: TLabel;
202:     Label150: TLabel;
203:     Label151: TLabel;
204:     GNem6: TGauge;
205:     Label152: TLabel;
206:     Label153: TLabel;
207:     Label154: TLabel;
208:     Label155: TLabel;
209:     Label156: TLabel;
210:     Kurutuculed6: TAlEd;
211:     Nemlendiriciled6: TAlEd;
212:     Nemnormalled6: TAlEd;
213:     Label157: TLabel;
214:     Label158: TLabel;
215:     Label159: TLabel;
216:     Label160: TLabel;
217:     Nem6: TLabel;
218:     Label162: TLabel;
219:     GroupBox7: TGroupBox;
220:     GSicaklik7: TGauge;
221:     Label163: TLabel;
222:     lblG7: TLabel;
223:     Label165: TLabel;
224:     Label166: TLabel;
225:     Label167: TLabel;
```

```
226:     Label168: TLabel;
227:     Label169: TLabel;
228:     Label170: TLabel;
229:     Label171: TLabel;
230:     Label172: TLabel;
231:     LblSicaklikC7: TLabel;
232:     LblSicaklikK7: TLabel;
233:     LblSicaklikF7: TLabel;
234:     Fanled7: TAlEd;
235:     Isiticiled7: TAlEd;
236:     SicaklikNormalled7: TAlEd;
237:     Label176: TLabel;
238:     Label177: TLabel;
239:     Label178: TLabel;
240:     GNem7: TGauge;
241:     Label179: TLabel;
242:     Label180: TLabel;
243:     Label181: TLabel;
244:     Label182: TLabel;
245:     Label183: TLabel;
246:     Kurutuculed7: TAlEd;
247:     Nemlendiriciled7: TAlEd;
248:     Nemnormalled7: TAlEd;
249:     Label184: TLabel;
250:     Label185: TLabel;
251:     Label186: TLabel;
252:     Label187: TLabel;
253:     Nem7: TLabel;
254:     Label189: TLabel;
255:     GroupBox8: TGroupBox;
256:     GSicaklik8: TGauge;
257:     Label190: TLabel;
258:     lblG8: TLabel;
259:     Label192: TLabel;
260:     Label193: TLabel;
261:     Label194: TLabel;
262:     Label195: TLabel;
263:     Label196: TLabel;
264:     Label197: TLabel;
265:     Label198: TLabel;
266:     Label199: TLabel;
267:     LblSicaklikC8: TLabel;
268:     LblSicaklikK8: TLabel;
269:     LblSicaklikF8: TLabel;
270:     Fanled8: TAlEd;
271:     Isiticiled8: TAlEd;
272:     SicaklikNormalled8: TAlEd;
273:     Label203: TLabel;
274:     Label204: TLabel;
275:     Label205: TLabel;
276:     GNem8: TGauge;
277:     Label206: TLabel;
278:     Label207: TLabel;
279:     Label208: TLabel;
280:     Label209: TLabel;
281:     Label210: TLabel;
282:     Kurutuculed8: TAlEd;
283:     Nemlendiriciled8: TAlEd;
284:     Nemnormalled8: TAlEd;
285:     Label211: TLabel;
286:     Label212: TLabel;
287:     Label213: TLabel;
288:     Label214: TLabel;
289:     Nem8: TLabel;
290:     Label216: TLabel;
291:     Port: TNpsPortB;
292:     Timer2: TTimer;
293:     Edit1: TEdit;
294:     function Us(Sayi: Integer; Ustsayi: Integer): Integer;
295:     procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
296:     procedure SistemveProgramAyarlar1Click(Sender: TObject);
297:     procedure FormCreate(Sender: TObject);
298:     procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
299:     procedure YaseminDursunveProjesiHakkndalClick(Sender: TObject);
300:     procedure GroupBox1Db1Click(Sender: TObject);
```

```
301:     procedure FormDb1Click(Sender: TObject);
302:     procedure GroupBox1Click(Sender: TObject);
303:     private
304:     { Private declarations }
305:     public
306:     procedure hata(Sender:TObject;E:Exception);
307:     { Public declarations }
308:     end;
309:
310: var
311:     FrmMain: TFrmMain;
312:
313: implementation
314:
315: uses ayar, hakkında;
316:
317:
318: {$R *.DFM}
319:
320: procedure TFrmMain.Timer1Timer(Sender: TObject);
321: var sayi:integer;
322: begin
323:     sayi:=Port[636];
324:
325:     if edit1.Visible then sayi:=strtoint(edit1.text);
326:     {
327:     if (sayi and 1)=1 then GroupBox1.color:=clred Else if (sayi and 1)=0 then GroupBox1.col
328:     if (sayi and 2)=2 then GroupBox2.color:=clred Else if (sayi and 1)=0 then GroupBox2.col
329:     if (sayi and 4)=4 then GroupBox3.color:=clred Else if (sayi and 1)=0 then GroupBox3.col
330:     if (sayi and 8)=8 then GroupBox4.color:=clred Else if (sayi and 1)=0 then GroupBox4.col
331:     if (sayi and 16)=16 then GroupBox5.color:=clred Else if (sayi and 1)=0 then GroupBox5.c
332:     if (sayi and 32)=32 then GroupBox6.color:=clred Else if (sayi and 1)=0 then GroupBox6.c
333:     if (sayi and 64)=64 then GroupBox7.color:=clred Else if (sayi and 1)=0 then GroupBox7.c
334:     if (sayi and 128)=128 then GroupBox8.color:=clred Else if (sayi and 1)=0 then GroupBox8
335:     }
336:
337:     if ((sayi and 1)=1) and (GroupBox1.color=$0080FFFF) then GroupBox1.color:=clred;
338:     if ((sayi and 2)=2) and (GroupBox2.color=$0080FFFF) then GroupBox2.color:=clred;
339:     if ((sayi and 4)=4) and (GroupBox3.color=$0080FFFF) then GroupBox3.color:=clred;
340:     if ((sayi and 8)=8) and (GroupBox4.color=$0080FFFF) then GroupBox4.color:=clred;
341:     if ((sayi and 16)=16) and (GroupBox5.color=$0080FFFF) then GroupBox5.color:=clred;
342:     if ((sayi and 32)=32) and (GroupBox6.color=$0080FFFF) then GroupBox6.color:=clred;
343:     if ((sayi and 64)=64) and (GroupBox7.color=$0080FFFF) then GroupBox7.color:=clred;
344:     if ((sayi and 128)=128) and (GroupBox8.color=$0080FFFF) then GroupBox8.color:=clred;
345:
346:     end;
347:
348: procedure TFrmMain.SistemveProgramAyarlar1Click(Sender: TObject);
349: begin
350:     Frmayar.showmodal;
351: end;
352:
353: procedure TFrmMain.FormCreate(Sender: TObject);
354: begin
355:     Port[635]:=144;
356:     Port[639]:=144;
357:     Port[631]:=128;
358:     Application.OnException:=Hata;
359: end;
360:
361: procedure TFrmMain.Timer2Timer(Sender: TObject);
362: var i:byte;Sicaklik,Sicaklikminimum,Sicaklikmaksimum,
363:     Nem,Nemminimum,Nemmaksimum:Real;Comp:TObject;
364: begin
365:     Try
366:     Timer2.Enabled:=false;
367:     for i:=0 to 7 do
368:     begin// for bloğu
369:         Port[633]:=i; //ilgili odayı okumak için değer atanıyor.
370:         Port[634]:=12; //Sıcaklık okumak için gerekli ayarlar yapılıyor.
371:         Port[634]:=14; //Sıcaklık okumak için gerekli ayarlar yapılıyor.
372:         sicaklik:=7+Port[632]*0.363281125; //Sıcaklık okunup sicaklik değişkenine aktarılıyor
373:         // Sıcaklık extramum değerleri bulunuyor ve local değişkenlere atanıyor.
374:         Sicaklikminimum:=frmayar.deger('Sicaklikminimum'+inttostr(i+1));
375:         Sicaklikmaksimum:=frmayar.deger('SicaklikMaksimum'+inttostr(i+1));
```

```
376: // Etiketler ve Gauge bulunuyor ve değerleri yazılıyor
377: comp:=FindComponent('GSicaklik'+inttostr(i+1));
378: if comp<>nil then
379: begin (Comp as TGauge).progress:=Round(Sicaklik);comp:=nil;end;
380: comp:=FindComponent('LblSicaklikC'+inttostr(i+1));
381: if comp<>nil then
382: begin (Comp as TLabel).Caption:=Floattostrf(Sicaklik, fffixed, 17, 1);comp:=nil;end;
383: comp:=FindComponent('LblSicaklikK'+inttostr(i+1));
384: if comp<>nil then
385: begin (Comp as TLabel).Caption:=Floattostrf(Sicaklik+273, fffixed, 17, 1);comp:=nil;end;
386: comp:=FindComponent('LblG'+inttostr(i+1));
387: if comp<>nil then
388: begin (Comp as TLabel).Caption:=Floattostrf(Sicaklik, fffixed, 17, 1);comp:=nil;end;
389:
390:
391: // Sıcaklık değeri yorumlanıyor.
392: if Sicaklik<Sicaklikminimum then
393: begin //xx
394: // Fanled bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
395: comp:=FindComponent('Fanled'+inttostr(i+1));
396: if comp<>nil then
397: begin (Comp as TAlled).value:=false;comp:=nil;end;
398: // SicaklikNormal led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
399: comp:=FindComponent('SicaklikNormalled'+inttostr(i+1));
400: if comp<>nil then
401: begin (Comp as TAlled).value:=false;comp:=nil;end;
402: // Isiticiled led bulunuyor ve değeri true yapılıyor.
403: comp:=FindComponent('Isiticiled'+inttostr(i+1));
404: if comp<>nil then
405: begin (Comp as TAlled).value:=true;comp:=nil;end;
406: //Fan durduruluyor
407: Port[628]:=Port[628]-Us(2, i);
408: //Isıtıcı çalıştırılıyor
409: Port[638]:=Port[638]+Us(2, i);
410: end Else//xx
411: if (Sicaklik>=Sicaklikminimum) and (Sicaklik<=Sicaklikmaksimum) then
412: begin //xx
413: // Fanled bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
414: comp:=FindComponent('Fanled'+inttostr(i+1));
415: if comp<>nil then
416: begin (Comp as TAlled).value:=false;comp:=nil;end;
417: // SicaklikNormal led bulunuyor ve değeri true yapılıyor.
418: comp:=FindComponent('SicaklikNormalled'+inttostr(i+1));
419: if comp<>nil then
420: begin (Comp as TAlled).value:=true;comp:=nil;end;
421: // Isiticiled led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
422: comp:=FindComponent('Isiticiled'+inttostr(i+1));
423: if comp<>nil then
424: begin (Comp as TAlled).value:=false;comp:=nil;end;
425: //Fan durduruluyor
426: Port[628]:=Port[628]-Us(2, i);
427: //Isıtıcı durduruluyor
428: Port[638]:=Port[638]-Us(2, i);
429:
430: end Else //xx
431: if Sicaklik>SicaklikMaksimum then
432: begin//xx
433: // Fanled bulunuyor ve değeri true yapılıyor.
434: comp:=FindComponent('Fanled'+inttostr(i+1));
435: if comp<>nil then
436: begin (Comp as TAlled).value:=true;comp:=nil;end;
437: // SicaklikNormal led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
438: comp:=FindComponent('SicaklikNormalled'+inttostr(i+1));
439: if comp<>nil then
440: begin (Comp as TAlled).value:=false;comp:=nil;end;
441: // Isiticiled led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
442: comp:=FindComponent('Isiticiled'+inttostr(i+1));
443: if comp<>nil then
444: begin (Comp as TAlled).value:=false;comp:=nil;end;
445: //Fan çalıştırılıyor
446: Port[628]:=Port[628]+Us(2, i);
447: //Isıtıcı durduruluyor
448: Port[638]:=Port[638]-Us(2, i);
449:
450:
```

```
151:   end; //xx
152:   /// SICAKLIK KONTROLÜ BİTTİ NEM KONTROLÜ BAŞLIYOR
153:   Port[634]:=3;//Nem okumak için gerekli ayarlar yapılıyor.
154:   Port[634]:=11;//Nem okumak için gerekli ayarlar yapılıyor.
155:   Nem:=Port[632]; //Nem değeri okundu
156:   // Altta nem değeri yorumlanıyor..
157:   Nemminimum:=frmayar.deger('NemMinumum'+inttostr(i+1));
158:   Nemmaksimum:=frmayar.deger('NemMaksimum'+inttostr(i+1));
159:   // Etiketler ve Gauge bulunuyor ve değerleri yazılıyor
160:   comp:=FindComponent('GNem'+inttostr(i+1));
161:   if comp<>nil then
162:   begin (Comp as TGauge).progress:=Round(Nem);comp:=nil;end;
163:   comp:=FindComponent('Nem'+inttostr(i+1));
164:   if comp<>nil then
165:   begin (Comp as TLabel).Caption:=Floattostrf(Nem,ffixed,17,1);comp:=nil;end;
166:
167:   // Nem değerleri yorumlanıyor.
168:   if Nem<Nemminimum then
169:   begin //xx
170:     // Kurutucu Led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
171:     comp:=FindComponent('Kurutuculed'+inttostr(i+1));
172:     if comp<>nil then
173:     begin (Comp as TLED).value:=false;comp:=nil;end;
174:     // Nem NormalLed led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
175:     comp:=FindComponent('Nemnormalled'+inttostr(i+1));
176:     if comp<>nil then
177:     begin (Comp as TLED).value:=false;comp:=nil;end;
178:     // Nemlendirici led bulunuyor ve değeri true yapılıyor.
179:     comp:=FindComponent('Nemlendiriciled'+inttostr(i+1));
180:     if comp<>nil then
181:     begin (Comp as TLED).value:=true;comp:=nil;end;
182:     //Kurutucu durduruluyor
183:     Port[630]:=Port[630]-Us(2,i);
184:     //Nemlendirici çalıştırılıyor
185:     Port[629]:=Port[629]+Us(2,i);
186:   end Else//xx
187:   if (Nem>=Nemminimum) and (Nem<=Nemmaksimum) then
188:   begin //xx
189:     // Kurutucu Led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
190:     comp:=FindComponent('Kurutuculed'+inttostr(i+1));
191:     if comp<>nil then
192:     begin (Comp as TLED).value:=false;comp:=nil;end;
193:     // Nem NormalLed led bulunuyor ve değeri true yapılıyor.
194:     comp:=FindComponent('Nemnormalled'+inttostr(i+1));
195:     if comp<>nil then
196:     begin (Comp as TLED).value:=true;comp:=nil;end;
197:     // Nemlendirici led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
198:     comp:=FindComponent('Nemlendiriciled'+inttostr(i+1));
199:     if comp<>nil then
200:     begin (Comp as TLED).value:=false;comp:=nil;end;
201:     //Kurutucu durduruluyor
202:     Port[630]:=Port[630]-Us(2,i);
203:     //Nemlendirici durduruluyor
204:     Port[629]:=Port[629]-Us(2,i);
205:   end Else //xx
206:   if Nem>Nemmaksimum then
207:   begin//xx
208:     // Kurutucu Led bulunuyor ve değeri true yapılıyor.
209:     comp:=FindComponent('Kurutuculed'+inttostr(i+1));
210:     if comp<>nil then
211:     begin (Comp as TLED).value:=true;comp:=nil;end;
212:     // Nem NormalLed led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
213:     comp:=FindComponent('Nemnormalled'+inttostr(i+1));
214:     if comp<>nil then
215:     begin (Comp as TLED).value:=false;comp:=nil;end;
216:     // Nemlendirici led bulunuyor ve değeri false yapılıyor.
217:     comp:=FindComponent('Nemlendiriciled'+inttostr(i+1));
218:     if comp<>nil then
219:     begin (Comp as TLED).value:=false;comp:=nil;end;
220:     //Kurutucu çalıştırılıyor
221:     Port[630]:=Port[630]+Us(2,i);
222:     //Nemlendirici durduruluyor
223:     Port[629]:=Port[629]-Us(2,i);
224:   end; //xx
225:
```

```
526: end; //for bloğu
527: Finally
528: Timer2.Enabled:=true;
529: Caption:='Bilgisayarlı Kontrol Yüksek Lisans Tezi Ana Formu 1998 Yasemin Dursun';
530: End;
531: end;
532:
533:
534:
535:
536: procedure TFrmMain.YaseminDursunveProjesiHakkındaClick(Sender: TObject);
537: begin
538:   FrmHakkında.showmodal;
539: end;
540:
541: Function TFrmMain.Us(Sayi:Integer;Ustsayi:Integer):Integer;
542: var carpimsayi,i:integer;
543: begin
544:   Carpimsayi:=Sayi;
545:   if Ustsayi=0 then result:=1
546:   Else
547:   begin //if
548:     Try
549:       for i:=1 to ustsayi-1 do
550:         begin
551:           Carpimsayi:=Carpimsayi*Sayi;
552:         end;
553:       Finally
554:         result:=Carpimsayi;
555:       end;
556:     end;//if
557:
558: end;
559:
560:
561: procedure TFrmMain.Hata(Sender:TObject;E:Exception);
562: begin
563:   Caption:='Hata Olustu';
564: end;
565: procedure TFrmMain.GroupBox1DbClick(Sender: TObject);
566: begin
567:   if (Sender As TGroupBox).color=clred then (Sender As TGroupBox).color:=S0080FFFF;
568: end;
569:
570: procedure TFrmMain.FormDbClick(Sender: TObject);
571: begin
572:   if edit1.Visible then edit1.visible:=false else edit1.visible:=true;
573: end;
574:
575: procedure TFrmMain.GroupBox1Click(Sender: TObject);
576: begin
577:
578: end;
579:
580: end.
```

```
76:     Sicaklikminimum6: TEdit;
77:     SicaklikMaksimum6: TEdit;
78:     GroupBox19: TGroupBox;
79:     Label25: TLabel;
80:     Label26: TLabel;
81:     NemMinumum6: TEdit;
82:     NemMaksimum6: TEdit;
83:     GroupBox20: TGroupBox;
84:     Label31: TLabel;
85:     GroupBox21: TGroupBox;
86:     Label32: TLabel;
87:     Label35: TLabel;
88:     Sicaklikminimum7: TEdit;
89:     SicaklikMaksimum7: TEdit;
90:     GroupBox22: TGroupBox;
91:     Label36: TLabel;
92:     Label37: TLabel;
93:     NemMinumum7: TEdit;
94:     NemMaksimum7: TEdit;
95:     GroupBox23: TGroupBox;
96:     Label38: TLabel;
97:     GroupBox24: TGroupBox;
98:     Label39: TLabel;
99:     Label40: TLabel;
100:    Sicaklikminimum8: TEdit;
101:    SicaklikMaksimum8: TEdit;
102:    GroupBox25: TGroupBox;
103:    Label41: TLabel;
104:    Label42: TLabel;
105:    NemMinumum8: TEdit;
106:    NemMaksimum8: TEdit;
107:    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
108:    procedure FormCreate(Sender: TObject);
109:    private
110:      { Private declarations }
111:    public
112:      procedure Regyaz(Sender:TObject);
113:      procedure Regoku(Sender:TObject);
114:      function  deger(Compadi:String):Real;
115:      { Public declarations }
116:    end;
117:
118:  var
119:    Frmayar: TFrmayar;
120:
121:  implementation
122:
123:    {$R *.DFM}
124:
125:    procedure Tfrmayar.Regoku(Sender:TObject);
126:    var Iniyasemin:TReginifile;i:integer;
127:    begin
128:      Iniyasemin := TReginifile.Create('Software\Yasemin');
129:      for I := ComponentCount - 1 downto 0 do
130:      begin //for
131:        if (Components[I]is TEdit) then
132:          begin//if
133:            (Components[I]as TEdit).text:=
134:              Iniyasemin.ReadString('Kontrol', (Components[I]as TEdit).name, '1');
135:          end;//if
136:        end; //for
137:      Iniyasemin.free;
138:
139:    end;
140:
141:
142:    procedure Tfrmayar.Regyaz(Sender:TObject);
143:    var Iniyasemin: TReginifile;i:integer;
144:    begin
145:      Iniyasemin := TReginifile.Create('Software\Yasemin');
146:      for I := ComponentCount - 1 downto 0 do
147:      begin //for
148:        if (Components[I]is TEdit) then
149:          begin//if
150:            Iniyasemin.WriteString('Kontrol', (Components[I]as TEdit).name, (Components[I]as TEdit
```

```
151:   end; //if
152: end; //for
153: Iniyasemin.free;
154: end;
155:
156:
157: procedure TFrmayar.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
158: begin
159:   Regyaz(Sender);
160: end;
161:
162: procedure TFrmayar.FormCreate(Sender: TObject);
163: begin
164:   Regoku(Sender);
165: end;
166:
167: function TFrmayar.deger(Compadi:String):Real;
168: var comp:TObject;
169: begin
170:   comp:=FindComponent(Compadi);
171:   if comp=nil then
172:     result:=10
173:   else
174:     result:=strtofloat((comp as TEdit).text);
175: end;
176:
177:
178: end.
```



```
1: unit hakkinda;
2:
3: interface
4:
5: uses
6:   Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
7:   StdCtrls, ComCtrls, DBCtrls, Placemnt;
8:
9: type
10:   TFrmHakkinda = class(TForm)
11:     Memol: TMemo;
12:     FormStorage1: TFormStorage;
13:     procedure FormCreate(Sender: TObject);
14:     procedure FormDestroy(Sender: TObject);
15:   private
16:     { Private declarations }
17:   public
18:     { Public declarations }
19:   end;
20:
21: var
22:   FrmHakkinda: TFrmHakkinda;
23:
24: implementation
25:
26: {$R *.DFM}
27:
28: procedure TFrmHakkinda.FormCreate(Sender: TObject);
29: begin
30:   Memol.Lines.LoadFromFile('yasemin.txt');
31: end;
32:
33: procedure TFrmHakkinda.FormDestroy(Sender: TObject);
34: begin
35:   Memol.Lines.SaveToFile('yasemin.txt');
36: end;
37:
38: end.
```