

**PIC KONTROLLÜ TERMoeLEKTRİK MODÜL
İLE ARI KOVAN İÇ SICAKLIĞININ
STABİL TUTULMASI**

**2014
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK - ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ**

Aydın ÖZKUL

**PIC KONTROLLÜ TERMOELEKTRİK MODÜL İLE ARI KOVAN İÇ
SICAKLIĞININ STABİL TUTULMASI**


Aydın ÖZKUL

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik - Elektronik Mühendisliği
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Haziran 2014**

Aydın ÖZKUL tarafından hazırlanan “PIC KONTROLLÜ TERMOELEKTRİK MODÜL İLE ARI KOVAN İÇ SICAKLIĞININ STABİL TUTULMASI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin DEMİREL
Tez Danışmanı, Elektrik-Elektronik Mühendisliği



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 13/ 05/ 2014

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

- ▲ Başkan : Doç. Dr. Habibe USLU (KBÜ)
● Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin DEMİREL (KBÜ)
● Üye : Yrd. Doç. Dr. İlker TÜRKER (KBÜ)



...../...../2014

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Mustafa BOZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Aydın ÖZKUL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PIC KONTROLLÜ TERMOELEKTRİK MODÜL İLE ARI KOVAN İÇ SICAKLIĞININ STABİL TUTULMASI

Aydın ÖZKUL

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin DEMİREL

Haziran 2014, 92 sayfa

Bu tezde, arı kolonilerinin yaşam ortamlarını iyileştirmek ve koloninin güçlenmesini sağlamak amacıyla PIC (Peripheral Interface Controller-Çevresel Arabirim Denetleyicisi) kontrollü termoelektrik modül ile arı kovanı tasarlanmıştır. Bu amaçla tasarlanmış arı kovanı; DC besleme kaynağı, termoelektrik modül, ısı dağıtıcı radyatör, PIC kontrol devresi, 4*64 karakter panelden oluşmaktadır. Sıcaklık algılayıcıları ile ölçülen kovan içi sıcaklığı PIC kontrollü termoelektrik modül ile arı kolonisi için ideal sıcaklık değerine ayarlanmaktadır. Bu sayede zayıf arı kolonilerinin ölmesinin engellenmesi ve güçlü kolonilerin kovan içini ısıtmak veya soğutmak için harcamış olduğu enerjiyi arı yetiştiricisi ve doğaya katkısı olacak şekilde daha verimli kullanması sağlanmaktadır. Besleme gerilimi DC olduğu için arılara herhangi bir zarar vermemektedir.

2 adet sıcaklık algılayıcısı ile kovandan, 1 adet sıcaklık algılayıcısı ile dış ortamdan, 2 adet sıcaklık algılayıcısı ile termoelektrik modülden alınan bilgiler 4*64 karakter panele gönderilmekte ve yetiştirici tarafından izlenebilmektedir. PIC kontrollü termoelektrik modül ile kışın zayıf ve bakıma muhtaç arı kolonilerinin bahara kayıpsız çıkmasını sağlamak ve kuvvetli arı kolonilerinin kış döneminde soğuktan dolayı enerji ihtiyacının artmasını önlemek ve buna paralel olarak bal tüketimini azaltmak hedeflenmektedir.

Anahtar Sözcükler : Arı, arı kovanı, termoelektrik modül, PIC (Programmable Interface Controller).

Bilim Kodu : 905.1.033

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

PIC CONTROLLED STABILIZATION OF THE INTERNAL TEMPERATURE OF A BEEHIVE USING THERMO ELECTRICAL MODULE

Aydın ÖZKUL

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electrical-Electronics Engineering

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Hüseyin DEMİREL

June 2014, 92 pages

In this thesis, a PIC (Peripheral Interface Controller) controlled beehive with thermo electric module was designed to improve the quality of the living environment of bee colonies and to strengthen the colony. The beehive is made of a DC power supply, thermoelectric module, heat dissipator, PIC control circuit and a 4×64-character panel. Beehive internal temperature measured by a temperature sensor and is adjusted to the ideal temperature by a pic-controlled thermoelectric module. Helping the colony by heating or cooling the hive prevents a weak colony from perishing and allows a strong colony to use their energy more efficiently providing benefit to the bee owner and the environment. DC supply voltage doesn't harm to the bees. Temperatures of the hive, and the thermoelectric module are measured by two sensors each and the environmental temperature is measured by a sensor which are all displayed on the 4×64-character panel. PIC controlled thermoelectric module

aims to eliminate the bee loss of the weak colonies during winter time, and compensate the energy needs of the strong colonies which increases the honey consumption during the winter time due to cold weather.

Key Word : Bee, beehive, thermoelectric module, PIC (Programmable Interface Controller).

Science Code : 905.1.033

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Hüseyin DEMİREL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans ve tez çalıőmamın bütün aşamalarında ilgi ve desteğini hiç esirgemeyen, Karabük Üniversitesi Yüksekokul Elektrik Bölümü Öğretim Görevlisi Hüseyin ALTINKAYA'ya teşekkür ederim.

Sevgili aileme manevi hiçbir yardımı esirgmeden yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL.....	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.....	10
TERMOELEKTRİK MODÜL.....	10
2.1. TERMOELEKTRİK MODÜLÜN YAPISI	11
2.2. TERMOELEKTRİK ETKİLER.....	13
2.2.1. Seebeck Etkisi.....	14
2.2.2. Peltier Etkisi	15
2.2.3. Thomson Etkisi.....	17
2.3. TERMOELEKTRİK MODÜLDE ISININ TAŞINMASI.....	18
2.3.1. Termoelektrik Modüllerin Avantajları ve Dezavantajları	19
2.3.2. Termoelektrik Modüllerin Uygulama Alanları.....	20
BÖLÜM 3.	21
YÖNTEM ve MATERYAL.....	21
3.1. MİKRODENETLEYİCİ	21
3.2. OSİLATÖR	22
3.3. LCD EKРАН	22

	<u>Sayfa</u>
3.4. GÜÇ KAYNAĞI.....	23
3.4.1. 12V'luk güç kaynağının ripple eğrisi	24
3.5. MOSFET	24
3.6. LM-35 SENSÖRÜ	25
3.7. MOSFET SÜRÜCÜ ENTEGRESİ	25
3.8. RÖLE.....	26
3.9. PIC 16F877 MİKRODENETLEYİCİ	27
3.10. MİKRODENETLEYİCİ NEDİR?	27
3.10.1. PIC Mikrodenetleyicilerinin Tercih Sebepleri	28
3.11. PIC 16F877 MİKRODENETLEYİCİ PROJEDE GÖREVİ VE YAPISI....	28
3.12. BELLEK ORGANİZASYONU	30
3.12.1. Program Bellek Organizasyonu.....	30
3.12.2. Veri Bellek Organizasyonu	31
3.13. PIC 16F877'NİN PORT YAPISI VE FONKSİYONLARI	31
3.13.1. Port A.....	32
3.13.2. Port B	32
3.13.3. Port C	32
3.13.4. Port D.....	33
3.13.5. Port E	33
3.14. PIC 16F877'NİN ÖZEL FONKSİYONLARI	33
3.14.1. Analog Sayısal Dönüştürücü Birimi	33
BÖLÜM 4.	34
PROJE TASARIMI.....	34
4.1. SİSTEMİN UYGULANMASI.....	34
4.2. MALİYET ANALİZİ	44
BÖLÜM 5.	46
DENEYSEL SONUÇLAR ve GRAFİKLER	46
BÖLÜM 6.	54
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	54

	<u>Sayfa</u>
KAYNAKLAR	56
EK AÇIKLAMALAR A. AKIŞ ŞEMASI.....	59
EK AÇIKLAMALAR B. ALGORİTMA	67
EK AÇIKLAMALAR C. PROGRAM YAZILIMI	72
EK AÇIKLAMALAR D. ISIS DEVRESİ.....	86
EK AÇIKLAMALAR E. ARES BASKI DEVRESİ	88
EK AÇIKLAMALAR F. ANA KUMANDA DEVRESİ	90
ÖZGEÇMİŞ	92

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Eski sepet tipi kovan	2
Şekil 1.2. Yeni nesil ahşap kovan.....	4
Şekil 1.3. Polietilen kovan.....	7
Şekil 1.4. Sıcak havalarda kovan uçuş tahtası üzerinde havalandırma yapan işçi arılar.	8
Şekil 2.1. Termoelektrik modül.....	10
Şekil 2.2. TE jeneratör.....	11
Şekil 2.3. Termoelektrik modülün yapısı	12
Şekil 2.4. Termoelektrik modül üzerindeki elektrik hareket şeması	13
Şekil 2.5. Seebeck voltajı'nın ölçümü	15
Şekil 2.6. Peltier etkisi devresi	17
Şekil 3.1. Yüksek frekansta çalışan kristal osilatör.....	22
Şekil 3.2. LCD yapısı	22
Şekil 3.3. LCD.....	23
Şekil 3.4. Doğrultucunun bölümleri	24
Şekil 3.5. 12V'luk güç kaynağı çıkışının ripple eğrisi.	24
Şekil 3.6. MOSFET	25
Şekil 3.7. LM-35 Sensörü	25
Şekil 3.8. MOSFET sürücü entegresi.....	26
Şekil 3.9. Röle yapısı.....	26
Şekil 3.10. PIC 16F877 Bacak bağlantı yapısı.....	29
Şekil 3.11. Mikrodenetleyici temel bileşenleri.....	29
Şekil 3.12. PIC 16F877'in donanımsal yapısı	30
Şekil 3.13. PIC16F877 program bellek haritası	31
Şekil 4.1. Sistem blok diyagramı	34
Şekil 4.2. PIC 16F877 ile PIC kontrollü kumanda devresi	35
Şekil 4.3. Kovan içi ile set değeri arası sıcaklık farkına göre TEM gücü	39

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.4. Termoelektrik modül ısı transfer sistemi.....	40
Şekil 4.5. Normal çalışma ekran görüntüsü.....	41
Şekil 4.6. TEM kovandan bir görünüş.....	43
Şekil 5.1. Aylara göre arılı petek sayısı.....	46
Şekil 5.2. Aylara göre sıcaklık değerleri.....	47
Şekil 6.1. Kovan içi sıcaklık değerleri.....	54
Şekil EK D.1. ISIS devresi.....	87
Şekil EK E.1. ARES baskı devresi.	89
Şekil EK F.1. Ana kumanda devresi.	91

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Dünya bal üretiminde önemli bazı ülkelerin koloni sayıları ve bal üretim miktarları	2
Çizelge 3.1. Kullanılan materyal listesi	21
Çizelge 3.2. Bank seçimi.....	31
Çizelge 4.1. PIC 16F877 giriş - çıkış bağlantısı	37
Çizelge 4.2. Maliyet tablosu.	44
Çizelge 5.1. TEM Peltier etkisinde ısı iletim deney sonuçları.....	48
Çizelge 5.2. Mevsimlere göre kovan içi ve dışı sıcaklık değerleri.	50
Çizelge 5.3. Uygulama gruplarına ait kovan içi sıcaklık değerleri.....	52
Çizelge 5.4. Uygulama gruplarına ait arılı çerçeve sayıları (adet/koloni)	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

Kg	: Kilogram
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
ml	: Mililitre
cm ²	: Santimetrekare
%	: Yüzde
µl	: Mikrolitre
mg	: Miligram
CO	: Karbon monoksit
h	: Saat
°C	: Santigrat derece
W	: Watt
mm ²	: Milimetrekare
µV	: Mikrovolt
m	: Metre
ΔT	: Sıcaklık farkı
σc	: Tek eksenli basınç dayanımı
A	: Amper
mA	: Mili Amper
V	: Volt

KISALTMALAR

MÖ	: Milattan önce
LCD	: Liquid Crystal Display (Sıvı kristal ekran)
AC	: Alternating Current (Alternatif akım)
DC	: Direct Current (Doğru akım)
RAM	: Random Access Memory (Rastgele erişimli hafıza)
CPU	: Central Processing Unit (Merkezi işlem ünitesi)
PIC	: Peripheral Interface Controller (Çevresel arabirim denetleyicisi)
SFR	: Special File Register (Özel fonksiyon kayıtları)
SCI	: Serial Communication Interface (Seri iletişim ara yüzü)
TEM	: Thermal Electrical Modüle (Termoelektrik modül)
TE	: Thermal Electrical (Termoelektrik)
FET	: Field Effect Transistor (Alan etkili transistör)
JFET	: Junction Field Effect Transistör (Eklem alan etkili transistör)
MOSFET	: Metal Oxide Silicon Field Effect Transistör (Metal oksit alan etkili transistör)
ROM	: Read-Only Memory (Sadece okunabilir bellek)
PROM	: Programmable Read-Only (Programlanabilir okunabilir bellek)
EPROM	: Erasable Programmable Read-Only Memory (Silinebilir programlanabilir okunur bellek)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bal arısının (*Apis mellifera* L.) yeryüzünde bulunuş zamanı tam olarak bilinmemek ile beraber insanın varoluşundan daha eski tarihlere dayanmakta olduğu biliniyor. İnsanoğlu yiyecek ihtiyacını doğadan toplayarak karşıladığı dönemde, balarısının doğal yuvalarından bal almayı öğrenmiştir [1].

İspanya'nın Bicorp Valencia kasabasında bulunan M.Ö. 7000 yıllarında yapıldığı tahmin edilen mağara resimlerinde arılarla çevrili bir kadın bal alırken görülmektedir. İlk gezgin arıcılık M.Ö. 3000 yıllarında eski Mısır'da başlamıştır. Arıcılar arılarını Nil nehri üzerinde sallarla aşağı ve yukarı mısır arasında taşıyarak bal üretimlerini artırmıştır. Eski Mısır Medeniyetinden günümüze kalan bir çok yazıtta arıcılığın o dönemlerde ne denli önemli bir uğraş olduğunu ortaya koyan resimler bulunmaktadır. Yine eski çağlarda Hindistan'da kayalara çizilmiş bal toplayan insan resimleri bulunmuştur. Arıcılık insanlık tarihinden beri kutsal sayılan bir meslektir. Arı ve arı ürünlerine bütün dinlerde itibar gösterilmiştir. Bu işle uğraşanlara çeşitli toplumlarda din adamlarına benzer ayrıcalıklar tanınmıştır [1].

Arı kovanı insanların ağaç kovuklarındaki arı kolonilerini imha etmeden, içerisindeki balın bir kısmını alıp, arıların ihtiyacı olan balı bırakmalarıyla birlikte, gerçek anlamda arıcılık faaliyeti başlamış oldu. Zamanla doğal ağaç kovuklarındaki arıların ürettiği balların miktarı yetersiz gelmeye başlayınca, oyulmuş ağaç kütüklerinden yapay arı yuvaları oluşturulmaya başlandı. Tarihi süreç içinde insanlar yaşadıkları coğrafyanın kendilerine sundukları imkanlardan yararlanarak çeşitli tipte arı kovanları yapmaya başladılar [2].

Ortadoğu'nun sıcak ve ormansız bölgelerinde büyük çömler arı kovanı olarak kullanıldı. Şekil 1.1'de de görüldüğü gibi diğer bölgelerde saman, hasır, kamış ya da ağaçtan yapılan çok değişik tipte ilkel arı kovanları yapıldı [2].



Şekil 1.1. Eski sepet tipi kovan [3].

Çizelge 1.1. Dünya bal üretiminde önemli bazı ülkelerin koloni sayıları ve bal üretim miktarları (2009).

Ülkeler	Koloni Varlığı	Ülkeler	Bal Üretimi(Ton)	Koloni Başına Düşen Bal Miktarı (Kg)
Çin	8.777.150	Çin	407.367	46,4
Türkiye	5.339.220	Arjantin	83.121	15,6
Etiyopya	4.598.230	Türkiye	82.003	17,8
İran	3.500.000	Ukrayna	74.000	21,1
Rusya	2.975.620	ABD	65.366	22,0
Arjantin	2.970.000	Meksika	56.071	18,9
Tanzanya	2.700.000	Rusya	53.598	19,9
Kenya	2.510.000	Hindistan	43.865	17,5
İspanya	2.425.000	Etiyopya	40.688	16,8
ABD	2.400.000	Brezilya	38.765	16,2
DÜNYA	65.381.948		1.535.194	23,5

14. yüzyılda Bağdatlı tıp bilgini İbn-i Butlan'ın Takvim es-sıhha isimli Şifalı Bitkilerle ilgili yazmış olduğu kitapta bulunan arıcılık resimleri görülmektedir. 16. yüzyıla kadar arıcılık bilgisinde büyük gelişmeler olmamış, arıcılık nesilden nesile aktarılan geleneksel bir uğraş olarak sürmüştür. 16. yüzyılda bilim ve teknolojiadaki gelişmelerle birlikte, arıcılık bilgisinde de önemli gelişmeler yaşanmaya

başlanmıştır. Bu dönemde arıcıların temel amacı, arılara zarar vermeden bal hasat etme yöntemlerini bulmaya çalışmak olmuştur. Bunun için birçok denemeler yapılmış ekipmanlar geliştirilmeye çalışılmıştır [4].

Kısa güçlü girmeleri için kolonileri birleştirmek, kolonileri verim artışı için yönlendirmeye çalışmak gibi uygulamalar yapılmaya uğraşmıştır [1].

1550 yılında mikroskobun bulunmasıyla birlikte o zamana kadar görülemeyen mikroorganizmaların ve organların büyütülerek görülmesi sağlanmıştır [1].

1609 yılında İngiliz Charles Butter ana arının dişi olduğunu bulmuş, bey arı olarak değil kraliçe arı olarak isimlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir [1].

1771 yılında ana arıların erkek arılarla kovan dışında ve havada uçarken çiftleştikleri keşfedilmiştir [1].

1600-1800 yılları arasında arıcılık konusunda bir çok araştırma ve geliştirme yapılmış, yeni yeni teknikler bulunmuştur. Üstten açılabilen çerçeveli kovanlar kullanılmaya başlanmış fakat arıcılığın bütün problemlerini çözecek kovan tipleri geliştirilememiştir [1].

Arılar, kovan içerisindeki petekleri ya da çerçeveleri kovan yan duvarlarına yapıştırdığı için, peteğe zarar vermeden koloni kontrolünün yapıldığı, tam anlamıyla kullanışlı bir çerçeve sistemi oluşturulamamıştır. Bu yıllar içerisinde Yunanistan'da farklı tipte sepet kovanlar kullanılmaya başlanmıştır. Klasik sepetlerin aksine, bu kovanlar altı dar üstü geniş şekilde yapılmıştır. Kovanın üst tarafında 3 cm genişliğinde çıtalar yan yana dizilmiş, arılar bu çıtalara petek örmeye başlamıştır. Kovan duvarlarının eğimli olması sayesinde arıların petekleri yan duvarlara yapıştırmadığı gözlenmiştir. Arıcılar bu sayede petekleri kovandan kolayca çıkartabilme olanağı bulmuştur. Bu sistem günümüzde de halen yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir [5].

1851 yılında Amerikalı Lorenzo Langstroth arı boşluğunu keşfederek, 6-9 mm arasındaki boşluklara arının petek örmediğini fark etmiştir. Lorenzo Langstroth'un çerçeve üst çitası ile kapak arasında, çerçeve yan çitaları ile kovan duvarı arasında bu boşlukları bıraktığında arıların buraları birleştirmede keşfetmesiyle birlikte, çerçevelerin kovan içerisinde kolayca hareket edebileceği Şekil 1.2 deki gibi kovan sistemleri geliştirilmiştir [1].



Şekil 1.2. Yeni nesil ahşap kovan [6].

1858 yılında ilk yapay petek arıcıların kullanımına sunulmuştur. 1865 yılında binbaşı Hruschka bal süzme makinesini keşfetmiştir. 1940'lı yıllarda yapay tohumlama tekniğinin uygulamaya başlanması ile birlikte ıslah ve genetik kaynakların korunması yönünde önemli gelişmeler sağlanmıştır [1].

Balarılar (Apis mellifera L.) yer yüzünde çok değişik ekolojik şartlara adaptasyon göstermiş; morfolojik, fizyolojik ve davranışsal özellikleri bakımından geniş bir varyasyon göstererek birbirinden farklı ırklar ve bu ırklar içerisinde de değişik eko tipler meydana gelmiştir. Balarılar doğal yayılma alanlarında verim

potansiyelleri ile morfolojik ve davranış özellikleri bakımından çok daha homojen olmalarına rağmen, değişik çevre koşullarında çok farklı özellikler gösterebilmektedirler. Arıcılık, özellikle ekolojik şartları uygun olan ülkelerde çok hızlı bir gelişme göstermiştir. Bu nedenle arıcılık tarımın vazgeçilmez bir kolu olarak görülmekte ve bu alanla ilgili çalışmalar dünyada ve ülkemizde hızla yaygınlaşmaktadır. Bugün dünyada yapılan bir çalışmada, kolonilerden alınan kapalı kuluçkalı ve işçi arılı çerçeveler laboratuvar şartlarında sabit sıcaklıktaki (36°C-45°C) kafesler içerisine konularak ölen ve hayatta kalan arılar ile arıların şeker şurubu ve su tüketimlerinin belirlenmesine çalışılmıştır, 36°C'nin üzerinde kapalı kuluçkanın öldüğü, 30°C'nin altında yetişkin arıların deforme olduğu, düşük sıcaklıklarda gelişmenin gerilediği, yetişkin işçi arılar için optimum sıcaklığın 34°C olup, arıların 26-36°C'ler arasında hayatta kalabildikleri, işçi arıların 38°C'de beş gün içerisinde, 45°C'de ise 48 saat içerisinde öldükleri, 1/1 oranındaki şeker ve su karışımı olan şurup ile beslenen arıların değişen sıcaklıklardan etkilenmediği, arıların su tüketimlerinin 38°C'nin üzerinde hızlı bir şekilde artarak 48 saat içerisinde 3 ml/arı olduğunu, kuluçka alanının hayatta kalabilmesi için kritik sıcaklığın 45°C olduğu bildirilmiştir [4].

Çiçek üzerinde beslenen arıların vücut ısıların (özellikle thorax) konstant bir halde tuttuklarını, yaz veya ilkbahar aylarında bir çiçekten diğerine konarken bu kısa süreli uçuşların vücut ısıları üzerinde her hangi bir değişim oluşturmadığını belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar arının çiçek üzerine konması ile tekrar uçuşa çıkması arasında geçen süre uzadığında thorax ısısının düştüğünü, yine bir arının thorax en sıcak ve abdomeni ise en serin vücut kısmı iken, kafa ısısının thoraxa bağlı olarak değiştiğini. Arıların sadece uçarken değil aynı zamanda beslenirken de büyük enerji harcadıklarını bildirmişlerdir [5].

Kuluçka alanı termo regülasyonunun işçi arıların davranışları üzerine etkilerini ve ısının işçi arılar tarafından kuluçkaya transferini belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada, işçi arıların kuluçka sıcaklığının ayarlanmasında petekler üzerinde hareketsiz bir şekilde kalarak vücut ısılarını yükselttikleri, petekler üzerindeki işçi arıların thorax sıcaklıklarının kuluçka alanının ısıtılması veya soğutulması sırasında değişmekle birlikte ortalama olarak 32,2±1,0°C ile 38,1±2,5°C arasında değiştiği,

gözlemlenen işçi arıların belli periyotlarda kuluçkadaki boş gömeçleri ziyaret ettikleri ve bir gömece girdiklerinde sıcaklıkların 34,1-42,5°C'ler arasında yükselttikleri, ki bu sıcaklığın normal arılardan +9,6°C daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ısı üreten işçi arıların abdomenlerini hızlı bir şekilde pompalama (kasma) hareketi yapmasıyla dinlenen işçi arılardan ayrılabilceği, işçi arıların ısı üretmeleri sonucunda kuluçka yüzeyinde oldukça hızlı bir sıcaklık yükselmesinin gerçekleştiği ve yarım saat içerisinde sıcaklıkta 3°C'lik bir artışın olduğu bildirilmiştir [7].

İsrail'de Mart 2000-Aralık 2000 tarihleri arasında infrared-polietilen bir örtü ile sararak kışın güneş enerjisi yardımıyla kovanların ısıtılmasını sağlayıp kovan sıcaklığı, koloni gelişimi ve baharda bal üretim miktarlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmıştır. Polietilenle kaplı kovanların iç sıcaklıkları, kaplı olmayan kovanlardan gündüzleri 12,2°C, geceleri ise 1,7°C daha sıcak olmuştur. Polietilenle kaplı kovanlardaki kuluçka alanı büyüklüğü ise denemenin yapıldığı dönem boyunca %59,2 daha fazla (+2290 cm²) çıkmıştır. Kış periyodun da, ergin arı gelişiminde polietilen ile kaplı olan kovanlarda %37,5'lik bir artış görülürken, kaplı olmayan kovanlarda %11,8'lik bir artış belirlenmiştir. Bahar döneminde PE ile kaplı kovanlar ±20,8 kg/koloni bal üretirken, kaplı olmayan koloniler yalnızca ±10,2 kg/koloni bal üretmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda Şekil 1.3 deki gibi PE ile kaplı kovanların daha hızlı bir kuluçka alanı gelişimine, daha fazla ergin arı gelişimine ve daha fazla bal verimine sahip oldukları belirlenmiştir [8].



Şekil 1.3. Polietilen kovan.

Bir çalışmada, bal arılarını pupa döneminde 29°C ve 37°C sabit sıcaklıklarda tutarak ergin dönmelerindeki nöro anatomik gelişimleri incelenmiş ve kuluçka sıcaklığının balarılarının beyin gelişimleri üzerine önemli derecede etki ettiği tespit edilmiştir [9].

Mandl, M., Stabentheiner, A. ve Kovac, H., 2004 tarafından yürütülen bir çalışmada, bal arısı kolonilerinin ilk bahar hızlı gelişme dönemlerinde kuluçka sıcaklığını 33-36°C arasında dengelediklerini, arıların kuluçkayı thoraxlarındaki uçuş kaslarından ürettiği sıcaklık ile ısıttıklarını, su damlacıklarını peteklerin yüzeyine bırakıp buharlaştırmak veya fanlama yardımıyla da serinlettiklerini bildirmişlerdir [10].

Üç farklı sıcaklık derecesi (20°C, 30°C, 34°C) ve 5 farklı nem oranının (%0, %65, %75, %85, %97) *Varroa destructor* üzerine olan etkilerinin incelendiği bir arasında

çalışmasında, dişi var olanların vücutlarından su kaybının, en yüksek sıcaklık ve en düşük nem düzeyinde maksimum olduğu tespit edilmiştir [11].

Pupa döneminde bulunan bal arılarında trake akarının düşük sıcaklıktaki hassasiyetini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, 30°C sıcaklık ile normal kuluçka sıcaklığı olan 34°C kıyaslanmıştır. Sıcaklığın düşürülmesi, kuluçka çıkışında 5 günlük bir uzamaya neden olduğu halde, trake akarının üreme özelliklerinde herhangi bir değişimin olmadığı sonucuna varılmıştır [12].

Yapılan bir çalışmada, kovan içerisindeki işçi arıların yaptığı fanlama işleminin etkili bir havalandırma mekanizması olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar işçi arıların yalnızca küçük bir uçuş deliğinde yaptıkları fanlama işlemi ile tüm kovan içerisindeki havayı kontrol edebildiklerini tespit etmişlerdir (Şekil 1.4). Periyodik aktif fanlama hareketi ile kovan içerisindeki havanın pasif hava cereyanı şeklinde atıldığını, fanlama yapan işçi arıların ışıktan kaçma eğilimi gösterdiğini, koloninin havalandırma faaliyetlerinin gece azalarak devam ettiği belirlenmiştir [13].



Şekil 1.4. Sıcak havalarda kovan uçuş tahtası üzerinde havalandırma yapan işçi arılar.

Petzet vd. tarafından yapılan bir çalışmada, %60 ile %80 aralığında nem içeriğine sahip kuluçkadaki arı larvalarının yaşı ile ürettikleri CO₂ miktarları belirlenmeye

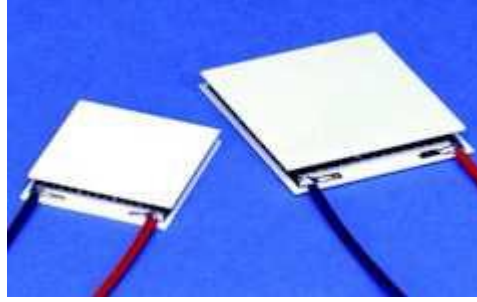
çalışılmış ve 80 saatten daha küçük yaşa sahip olan larvaların solunum miktarlarının, daha yaşlı olan larvalara göre %35 daha az olduğu, larvaların ürettiği CO₂ miktarının sıcaklığa bağlı olarak değiştiği ve buna göre 18°C’de üretilen CO₂ miktarının 0,48±0,03 µl mg⁻¹h⁻¹CO₂ iken 38°C de 3,97±0,50 µl mg⁻¹h⁻¹CO₂ olarak ölçüldüğü, sıcaklığa bağlı olarak solunum oranının lojistik bir eğri oluşturduğu, bu eğri üzerinde 33°C ile 36°C aralığında optimum kuluçka sıcaklığı olduğu, düşük hava sıcaklıklarında kuluçka sıcaklığının yükseltilmesiyle optimum kuluçka üretim faaliyetleri için işçi arılar tarafından çaba harcandığı belirlenmiştir [14].

Bu projede arı kolonisinin yaşam ortamı olan kovanı, Petz, M. Stabentheiner incelemeleri sonucu arı için en ideal ve verimli sıcaklık değeri olan 33°C ile 36°C aralığında tutabilmek için hem ısıtma hemde soğutma amaçlı kullanılabilen TEM ile çalışma yapıldı.

BÖLÜM 2

TERMOELEKTRİK MODÜL

Herhangi bir termoelektrik cihazı oluşturan modülün temelinde, iki seramik dilim arasına P ve N tipi yarıiletken malzeme birbirine elektriksel olarak seri, termal olarak birbirine paralel olacak şekilde sıkıştırılarak monte edilen mikro modül-termo eleman bulunmaktadır. Şekil 2.1’te bir TE modül görülmektedir [15].



Şekil 2.1. Termoelektrik modül.

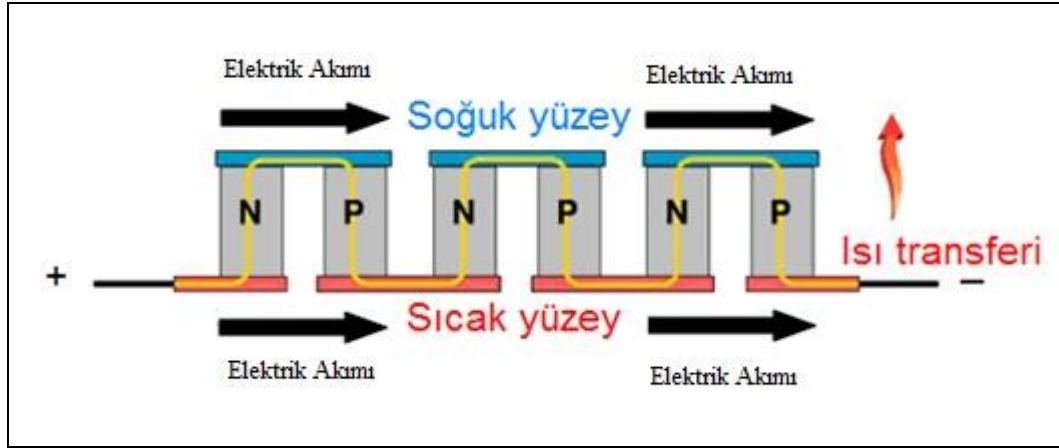
Bu tabakalar mekanik olarak bütün yapıyı bir arada tutmaya ve ayrı elementlerin elektriksel olarak birbirine ve dış bağlantı yüzeylerinden yalıtılmasına yardımcı olmaktadır. Bir modül içerisinde ortalama 100 adet termo eleman-mikro modül bağlantısı içermektedir. TE modül ortalama olarak, yüzey alanı 2,5 ile 50 mm² ve yüksekliği de 2,5 ile 5 mm arasında olmaktadır [16].

Termo elemanlardan oluşan bir modülün maksimum akım şiddetinin değeri termo elemanın üretiminde kullanılan TE yarıiletkenlerin kalitesine, boyutlarına ve yapısal özelliklerine göre değişmektedir [17].

TE modül devreleri iki alt kısma ayrılır: TE jeneratörler ve TE soğutucular. TE jeneratörler sıcaklık farkı dolayısıyla ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürürken

(Seebeck etkisi); TE soğutucular elektrik enerjisini sıcaklık farkına dönüştürmektedirler (Peltier etkisi) [18].

TE jeneratörler sıcak ve soğuk yüzeylerde sıcaklık farkından yararlanarak Seebeck etkisiyle DC gerilim üreten yapılardır. TE jeneratörün yüzeylerine uygulanan sıcaklık farkı ile doğru orantılı olarak TE modüllerin uçlarından gerilim elde edilmektedir [19]. Şekil 2.2’de bir TE jeneratörün prensip şeması görülmektedir.



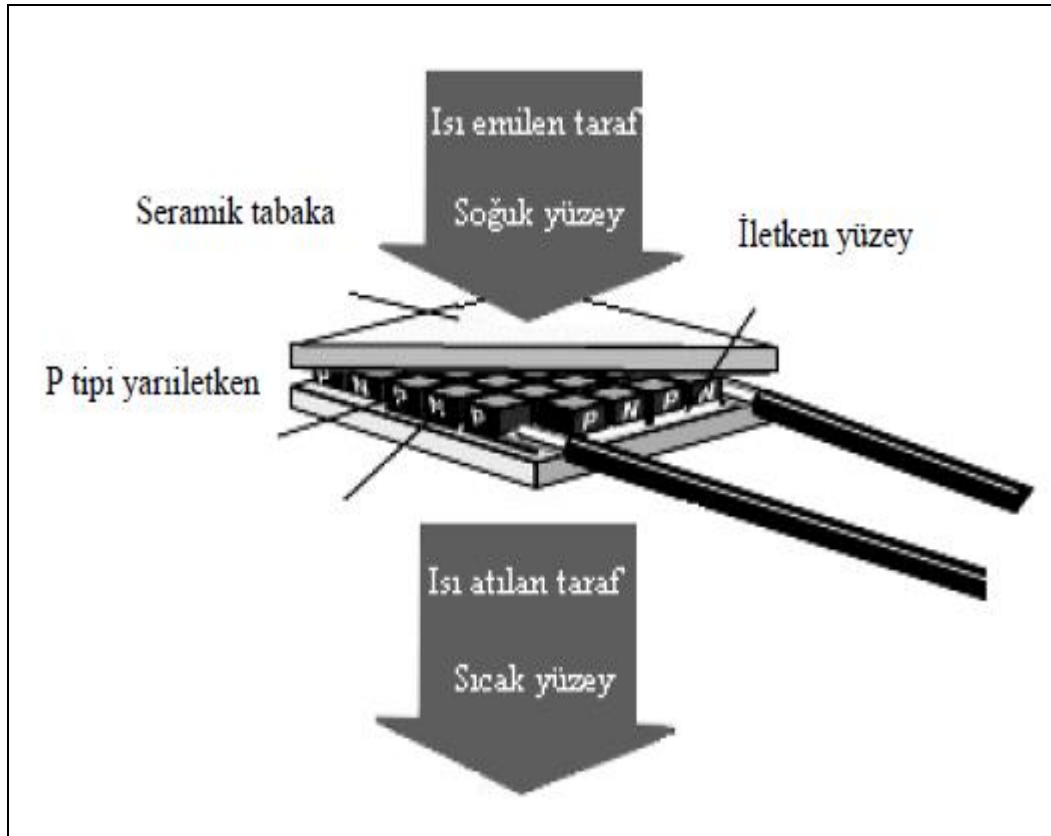
Şekil 2.2. TE jeneratör.

2.1. TERMOELEKTRİK MODÜLÜN YAPISI

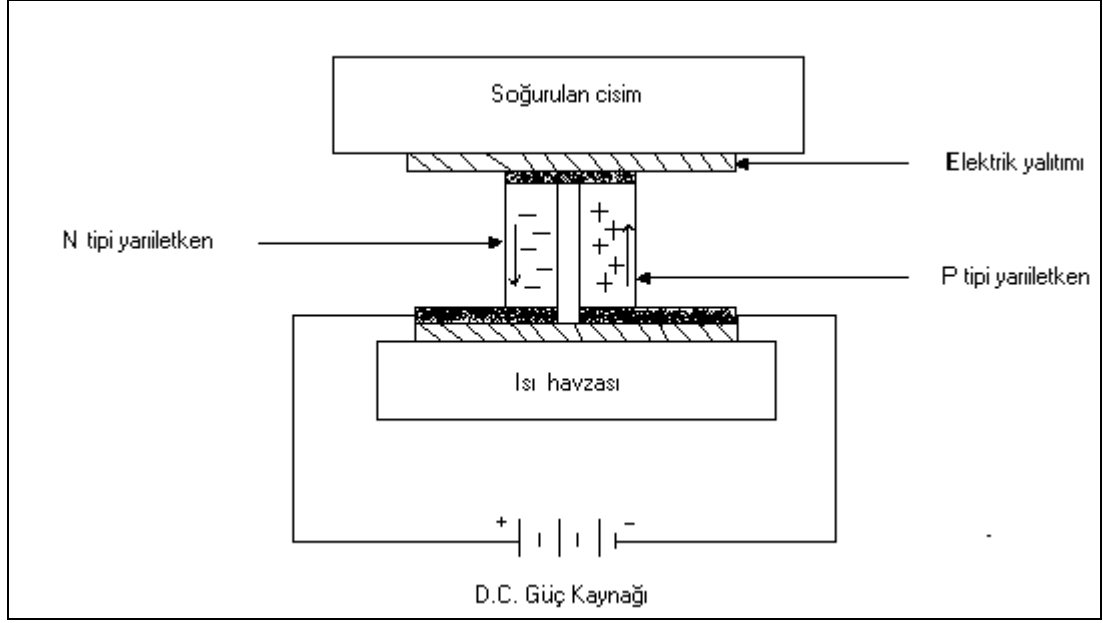
Hem ısıl hem de elektriksel etkilerin bir arada bulunduğu devreye termoelektrik devre, bu devreyle çalışan bir sisteme de termoelektrik sistem adı verilir. Termoelektrik soğutma sistemi hareketli parçası olmadığından sessiz çalışmaktadır. Termoelektrik soğutma sistemde termoelektrik modül kullanılmaktadır. Termoelektrik modül n ve p tipi malzemeden oluşmaktadır. Genellikle n tipi malzeme olarak Bi_2Te_3 ve p tip malzeme olarak da $\text{Bi}_{0,1}\text{Sb}_{1,9}\text{Te}_3$ 'e temel malzemeleri kullanılmaktadır. Termoelektrik soğutucular elektriksel olarak seri, ısıl olarak paralel düzenlenmiş çok sayıda termocouple 'den oluşmaktadır. Şekil 2.2. deki gibi Termoelektrik soğutucu modüllerin genellikle n ve p tipi malzeme çiftlerinden eşit sayıda konulmasıyla üretilmektedir [19].

Şekildeki yapı alanında elektrik akımının her n ve p tip malzemelerin alt ve üst tabakaları boyunca hareket etmesiyle sıcaklığın hareketine sebep olur. N tip malzeme bir elektron fazlalığına sahip (ideal bir moleküler kafes yapısı oluşturmak için ihtiyaç duyulandan fazla elektron) malzemedir. P tip malzemedede ise elektron eksikliği olan (ideal bir moleküler kafes yapısı oluşturmak için gerekli olandan az elektron) bir malzemedir.

N tip malzemedeki fazla elektron ve p tip malzemedeki elektron eksikliğiyle meydana gelen boşluklar, ısı enerjisi termoelektrik modül boyunca hareket ettiren taşıyıcılardır. Şekil 4.2 'deki uygulanan elektrik akımının sonunu olarak hareket eden ısı ile bir yüzey de ısıtma, diğer yüzeyde soğutma oluşturmaktadır. Termoelektrik soğutma sistemi, soğutma süresi boyunca hareketli parçalarının olmayışından dolayı sessiz çalışmaktadır [20].



Şekil 2.3. Termoelektrik modülün yapısı.



Şekil 2.4. Termoelektrik modül üzerindeki elektrik hareket şeması.

Termoelektrik malzemelerin kalitesini karakterize eden, Z ile gösterilen ve “malzeme faktörü” olarak da isimlendirilen,

$$Z = \frac{\alpha^2}{\rho \cdot k} \quad (2.1)$$

denklemleri ile hesaplanır. Bu denklemlerde,

α malzemenin Seebeck katsayısı (Volt/Kelvin),

ρ malzemenin elektrik iletkenliği (ohm.m)

k malzemenin termal (ısı) iletkenliğidir (W/m^0K) dir [21].

2.2. TERMOELEKTRİK ETKİLER

İki farklı yarıiletken malzemelerin kimyasal yöntemlerle birbirine birleştirilerek, oluşturulan devre üzerinden elektrik akımı geçirilmesiyle meydana gelen farklı sıcaklıklarda devrede aynı anda üç çeşit termoelektrik etki oluşur. Bu üç etki mucitlerin isimleri ile anılır. Bunlar; Seebeck, Peltier ve Thomson etkileridir [19].

2.2.1. Seebeck Etkisi

İki farkı yarıiletken malzemelerin birbirine seri olarak birleştirilerek oluşturulan devrede, farkı sıcaklıklarda elektrik gerilimi ölçülür. Bu gerilime “ seebeck voltajı ” olarak da isimlendirilir. Devreden ölçülen gerilim, malzemelerin yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı ile doğru orantılıdır [19].

Şekil 2.5’de iki farkı yarıiletken malzemedan oluşturulan devrede ölçülen voltaj;

$$V = \alpha \Delta T \quad (2.2)$$

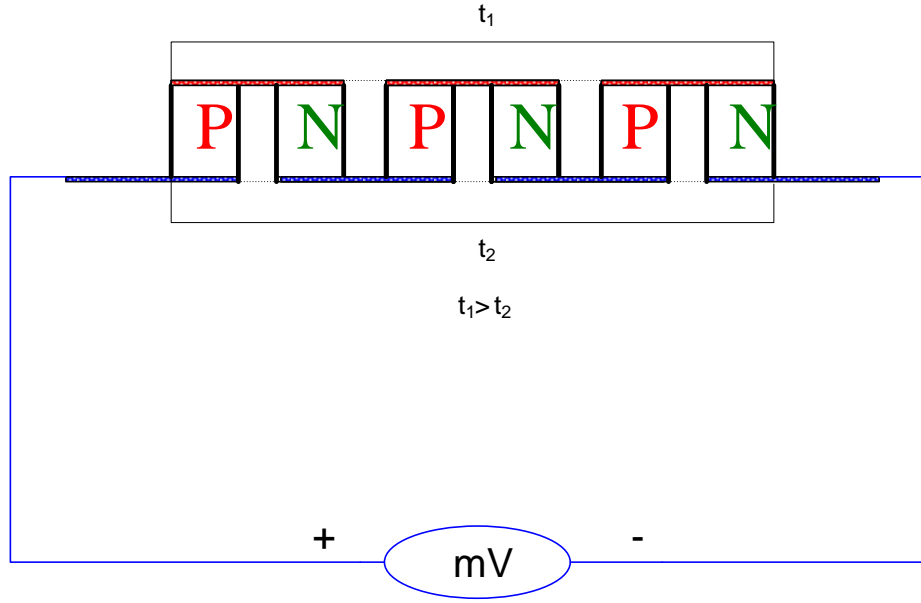
V: Devreden ölçülen Voltaj (Volt)

$\Delta T = T_2 - T_1$ Yarıiletken malzemelerin yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı ($^{\circ}\text{C}$)

$\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$ Seebeck katsayısı veya termo emk ($\text{V} / ^{\circ}\text{C}$) dir [19].

α ’nın değeri; devreyi oluşturan malzemelerin özelliklerine bağlıdır. Örneğin bakır konstantan ’dan yapılan bir termokupl için $\alpha = 40 \mu\text{V} / ^{\circ}\text{C}$ ’dır. Yani her $1 ^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkı için $40 \mu\text{V}$ ’luk voltaj üretir. α ’nın değeri $100 \mu\text{V} / ^{\circ}\text{C}$ ’dan büyük olan yarıiletkenlere, termoelektrik yarıiletkenler denir.

N tipi yarıiletken için α değeri negatif, P tipi yarıiletken için α değeri ise pozitiftir. Meydana gelen seebeck etki yarıiletkenlerde jeneratör gibi, metallerde ise termokupl veya ısı sensörü gibi kullanılır.



Şekil 2.5. Seebeck voltajı'nın ölçümü.

2.2.2. Peltier Etkisi

1834 yılında Fransız fizikçi Jean Charles Athanasa Peltier tarafından iki farklı yarıiletken malzeme üzerinden DC akım geçirilmesi ile akımın hareket ettiği yönde ısı hareketi oluşmasıyla keşfedilmiştir. Bu olaya Peltier etkisi denilmektedir. Birleştirilen iki farklı yarıiletken malzemedan oluşturulan devre üzerinden doğru akım geçtiğinde, Jolue ısısı ile birlikte birleşme noktasından ısı emilirken, diğer birleşme noktasından ısı açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan ısı miktarı, devreden geçirilen doğru akımla doğru orantılıdır [21];

$$Q_P = \pi I \quad (2.3)$$

Q_P : Birim zamanda transfer edilen ısı miktarı (W),

I : Devre üzerinden geçen doğru akım (A),

π : Peltier sabiti (V) dir.

$$\pi = \alpha T \quad (2.4)$$

α : Seebeck katsayısı (V / °C),

T: Mutlak sıcaklık' dır.

$$Q_p = \alpha T I \quad (2.5)$$

Dışarıdan verilen elektriksel güç, elektronların sistem içinde hareket etmeleri için gerekli enerjiyi sağlamakta ve böylece hareketlenen elektronlar değişen enerji düzeyleri arasında ilerlerken ısı transfer etmekte, başka bir deyişle ısı taşımaktadır [19].

Dışarıdan verilen elektriksel güç arttırılırsa, hareketli elektron sayısı da artacağından soğuk yüzey ile sıcak yüzey arasındaki ısı transfer miktarı da artacaktır. Eğer akım yönü ters çevrilirse, bu işlem tersine işleyecek ve sıcak yüzeyle, soğuk yüzey kendi arasında yer değiştirecektir [18].

Joule etkisi ve Fourier Etkisi' den dolayı soğuk yüzey ile sıcak yüzey arasındaki sıcaklık değişimi aynı oranda olmamaktadır. Devre kararlı hale geldiğinde soğuk yüzeyden soğurabilen ısı miktarı, $Q_p = \alpha T I$ eşitliği ile bulunmaktadır. Buna ters yöndeki istenmeyen ısı kazançları aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$Q = \alpha T_H I - 2I^2 R + K \Delta T \quad (2.6)$$

Q: Birim zamandaki ısı kazancı (W),

T_H : Sıcak yüzey sıcaklığı (°C),

T_C : Soğuk yüzey sıcaklığı (°C),

$\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$, Seebeck katsayısı (V / °C),

I: Devre üzerinden geçen akım şiddeti (A),

R = $R_1 + R_2$, Elektriksel direnç, (ohm),

K = $K_1 + K_2$, Isıl iletkenlik (W / °C),

$\Delta T = T_H - T_C$, Sıcaklık farkı (°C) dır.

Burada kullanılan yarıiletken malzemelerin elektriksel direnci aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$R_1 = \frac{\rho_1 \times L_1}{A_1} \quad R_2 = \frac{\rho_2 \times L_2}{A_2} \quad (2.7)$$

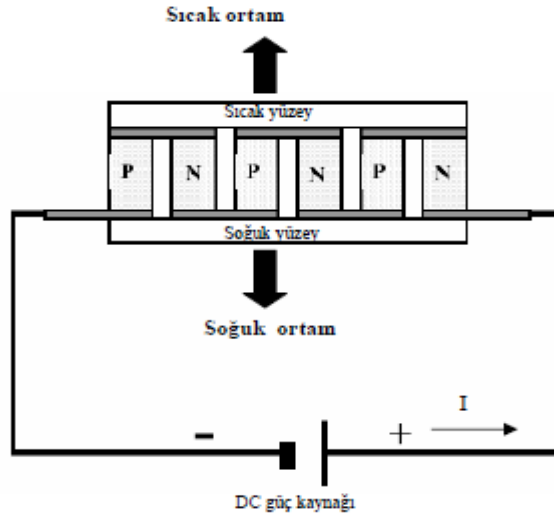
ρ : Malzemenin elektriksel iletkenliği ($\Omega \text{ cm}$),

L: Malzemenin uzunluğu (m),

A: Malzemenin alanı (m^2) dir.

$$K_1 = \lambda_1 \frac{A_1}{L_1} \quad K_2 = \lambda_2 \frac{A_2}{L_2} \quad (2.8)$$

λ : Malzemenin iletkenlik katsayısı ($\text{W/m}^\circ\text{C}$) dir [19].



Şekil 2.6. Peltier etkisi devresi.

2.2.3. Thomson Etkisi

1856 yılında bulunan thomson etkisi şöyle açıklanabilir. Akım taşıyan bir iletkenin uçları arasında sıcak farkı varsa akım yönüne göre jolue ısısına ek olarak Thomson

ısıyı açığa çıkmaktadır. Thomson ısı akım şiddeti, sıcaklık farkı ve zaman doğru orantılıdır [5]. Ortaya çıkan Thomson ısı;

$$Q_T = \tau \Delta T I \quad (2.9)$$

Q_T : Thomson ısı (W),

ΔT : İletkenin uçları arasındaki sıcaklık farkı ($^{\circ}\text{C}$),

I : İletken üzerinden geçen akım şiddeti (A),

τ : Thomson katsayısı (V / $^{\circ}\text{C}$) dir [20].

2.3. TERMOELEKTRİK MODÜLDE ISININ TAŞINMASI

Termoelektrik modülde Peltier olayı ile oluşan ısı transferi sonucunda yüzeylerden biri soğumakta diğeri ısınmaktadır. Yani peltier olayında ısı, soğuk yüzeyden sıcak yüzeye transfer edilmekte, ayrıca bir ısı üretilmektedir.

Termoelektrik modül ısıyı transfer etmek için elektronların enerji seviyelerindeki değişimi kullanan bir ısı pompasıdır. Elektronlar iki farklı termoelektrik materyalin oluşturduğu jonksiyondan geçerken, bir enerji soğurucu veya yayıcı değişime uğramaktadırlar. Akım, düşük enerji seviyesine sahip P tipi yarıiletkenlerden, yüksek enerji seviyesine sahip N tipi yarıiletkenlere akarken, elektronlar soğuk yüzeyden aldıkları enerjiyi sıcak yüzeye taşımaktadır. Dışarıdan verilen elektriksel güç, elektronların sistem içinde hareket etmeleri için gerekli enerjiyi sağlamakta ve böylece hareketlenen elektronlar değişen enerji düzeyleri arasında ilerlerken ısı transfer etmekte, başka bir deyişle ısı taşımaktadırlar. Dışarıdan verilen elektriksel güç arttırılırsa, hareketli elektron sayısı da artacağından soğuk yüzey ile sıcak yüzey arasındaki ısı transfer miktarı da artacaktır. Eğer akım yönü ter çevrilirse, bu işlem tersine işleyecek ve dolayısıyla sıcak ve soğuk yüzeyler kendi arasında yer değiştireceklerdir [21].

Termoelektrik soğutma modülünde elektrik akımının etkisiyle bir tarafta sıcaklık düşerken diğeri tarafta sıcaklık artmaktadır. Bu artan sıcaklık bertaraf edilmezse termoelektrik modül kısa zamanda bozulur. Bunu önlemek için ısınan yüzeyin ısını

düşürmek gerekir. Bunun için değişik yöntemler vardır. Bunlardan bazıları; alüminyum soğutucu koymak suretiyle, fan koymak suretiyle ve sıvı dolaştırmak suretiyle yapılan soğutmalarıdır. Bu sistemde sıvı soğutma kullanılmıştır. Sıvı olarak da su kullanılmıştır. Bu soğutma sistemi en etkili yöntemlerden biridir. Sıvı soğutma sistemi, yeterince güce sahip bir su motoru, suyun depolandığı bir radyatör ve depolanan suyun soğutulduğu bir DC beslemeli fanndan oluşmaktadır [22].

2.3.1. Termoelektrik Modüllerin Avantajları ve Dezavantajları

TE soğutucular, diğer teknolojilere göre çeşitli avantajlar sunmaktadır [23]:

1. TE soğutucuların hareketli parçaları yoktur böylece bakıma daha az ihtiyaç duyarlar,
2. Uzun ömürlüdürler, 100,000 saat çalışabilme kapasitesine sahiptirler,
3. Kloroflorokarbonlar ya da herhangi bir soğutucu içermezler, dolayısıyla çevre dostudurlar,
4. Yönden bağımsızdırlar, dikey veya yatay her konumda çalışabilirler, yerçekimsiz ortamda da kullanılabilirler,
5. Konvansiyonel soğutmada çok küçük, çok dayanıklı bir rol üstlenirler,
6. TE modüller, ısı pompası olarak tamamen tersinirdir. DC güç kaynağının polaritesinin değiştirilmesi ısının diğer yöne pompalanmasına neden olur. Soğutucu, ısıtıcı olarak görev yapmaktadırlar,
7. Çok kesin olarak ($\pm 0,1$ °C) sıcaklık kontrolü yapabilirler,
8. Elektriksel ya da akustik gürültü üretmezler,
9. Çok hassas, küçük ortamlarda kullanılabilirler.

Dezavantajları;

1. TE cihazların verimi yarıiletken malzemelerin kısıtlılıkları nedeniyle düşüktür (genellikle %5),
2. Buhar-sıkıştırma sistemlerine kıyasla daha düşük performans katsayısına (soğutma ve ısıtma performans katsayıları çok düşük) sahiptirler,

3. Isı akışı TE aletlerin çalışması açısından önemlidir, uygun bir sıcaklık farkı oluşmadığı sürece, elektrik üretemezler,
4. Düşük sıcaklık akışı uygulamalarına uygundurlar, yüksek soğutma yükleri için uygun olmasına karşın, buhar sıkıştırılmalı soğutma sistemleriyle rekabeti mümkün görülmemektedir,
5. Şu an için pahalıdırlar,
6. DC akım ile çalışırlar, AC akımda çalıştırmak için dönüştürücü birimler kullanılması gerekmektedir [23].

2.3.2. Termoelektrik Modüllerin Uygulama Alanları

Kullanım alanları, TE modülün geniş uygulama alanı olduğunu ve çok yönlülüğünü göstermektedir. Bu alanlar; ölçüm, bio-teknoloji, tıp, elektronik, endüstri, genel amaçlı kullanım (evsel, mobil) ve askeri uzay alanlardır [18].

BÖLÜM 3

YÖNTEM ve MATERYAL

Çizelge 3.1.Kullanılan materyal listesi.

Malzeme Adı	Adedi
1. Mikrodenetleyici	1
2. Osilatör	1
3. LCD ekran	1
4. MOSFET	1
5. Lm-35 analog sensörü	6
6. Buton	4
7. Role	6
8. Termoelektrik modül	1
9. Güç kaynağı	1
10. Arı kovani	1
11. MOSFET sürücü entegresi	1
12. Bc 337 transistör	9
13. Diyot	7
14. Soğutucu fanlar	3
15. Radyatörlü sulu soğutma	2
16. Kondansatör	4
17. Direnç	30
18. Potansiyometre	1
19. Led	4
20. Bağlantı soketleri	15

3.1. MİKRODENETLEYİCİ

Bu bölümde projenin en önemli elemanlarından biri olan ve arı kovasının sıcaklık denetiminde kullanılan PIC 16F877 mikro denetleyicisinin teknik özelliklerinden ve projedeki kullanımından bahsedilecektir. 3.9.'dan sonra Mikrodenetleyici ile ilgili geniş bilgi verilecektir.

3.2. OSİLATÖR

Elektronik uygulamalarda osilatör, elektriksel salınımları üreten bir devredir. Elektriksel salınım gerilim ya DC akım dalga biçimindeki tekrarlamalı bir değişimdir. Temel olarak osilatör bir DC (doğru akım) giriş gerilimini bir AC (alternatif akım) çıkış gerilimine dönüştürür. Çıkış dalga biçiminin şekli sinüs dalga, kare dalga, üçgen dalga ya DC periyodik aralıklarla tekrarlandığı sürece herhangi bir dalga şekli olabilir. Geri beslemeli bir osilatörünün çalışması için 3 koşulun yerine gelmesi gerekmektedir; bunlar yükseltme, pozitif geri besleme, frekansa bağlı olma.

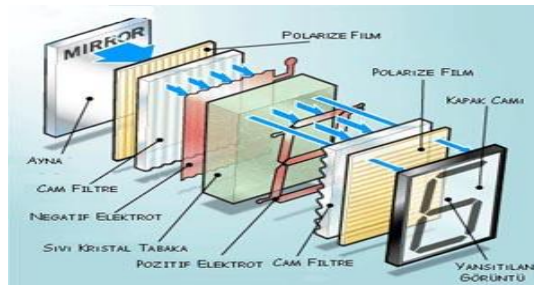


Şekil 3.1. Yüksek frekansta çalışan kristal osilatör.

3.3. LCD EKCRAN

LCD, Liquid Crystal Display yani Sıvı Kristal Ekran elektrikle kutuplanan sıvının ışığı tek fazlı geçirmesi ve önüne eklenen bir kutuplanma filtresi ile gözle görülebilmesi ilkesine dayanan bir görüntü teknolojisidir [28].

LCD'lerin yapısı aşağıdaki resimde görüldüğü gibi farklı katmanlardan oluşmaktadır.



Şekil 3.2. LCD yapısı.

LCD panelleri robot projelerinde ya da otomasyon projelerinde kullanmak için bilgisayarımızın seri ya da paralel portundan veya bir PIC mikrodenetleyici kullanarak kontrol edebilirsiniz. [29].



Şekil 3.3. LCD.

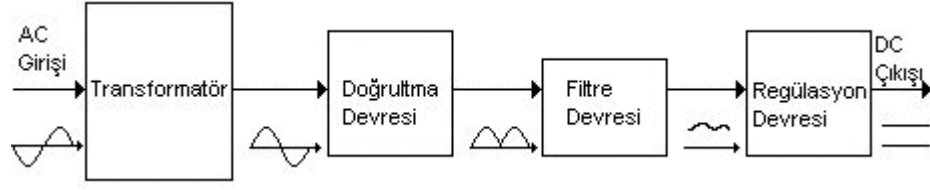
Günümüzde üretilen LCD panellerin çoğunda tek sıra halinde 16 pin bulunur. Bu pinlerden ilk 14 tanesi kontrol için son iki tanesi ise eğer varsa arka ışık için kullanılır. LCD paneller piyasada satır ve sütun sayılarına göre 1x8, 2x8, 1x16, 2x16, 1x20, 2x20, 1x40 ve 2x40 gibi farklı boyutlarda bulunmaktadır. [28].

LCD'nin verileri göstermeye başlaması kısa bir zaman aldığı için bir LCD ' ye ilk komutu göndermeden önce programda en az 0,5 saniye bekleme yapılmalıdır [30].

3.4. GÜÇ KAYNAĞI

Güç kaynağı, genel tanımıyla, bir enerji üreticisidir. Elektronik devreler için gerekli güç kaynağı olan Doğrultucular incelenecektir. Doğrultucu nedir? AC gerilimi DC gerilime çeviren güç kaynaklarıdır. Bu gerilim Şekil 3.4 'de görüldüğü gibi sinüzoidal olarak değişir. İyi bir doğrultucudan beklenen, AC geriliminden, hiç dalgalanması olmayan ve istenilen değerde bir DC gerilim oluşturmaktır. [31].

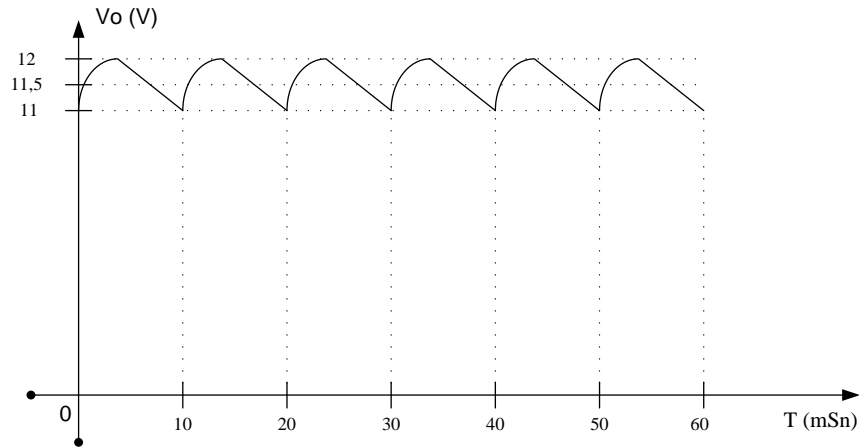
Komple bir doğrultucu Şekil 3.4 'de gösterildiği gibi şu dört ana bölümden oluşmaktadır:



Şekil 3.4. Doğrultucunun bölümleri.

3.4.1. 12V'luk Güç Kaynağının Ripple Eğrisi

Sistemde kullanılan 12V'luk güç kaynağının ripple etkisi Şekil 3.5'de verilmektedir. Burada güç kaynağı tam yükte çalıştırılmıştır. Güç kaynağından çekilen akım 5A'dir. Ayrıca eğriye göre ripple yüzdesi hesaplanmıştır. Normalde bu tür sistemlerde ripple yüzdesinin % 5'den düşük olması istenmektedir. [22].



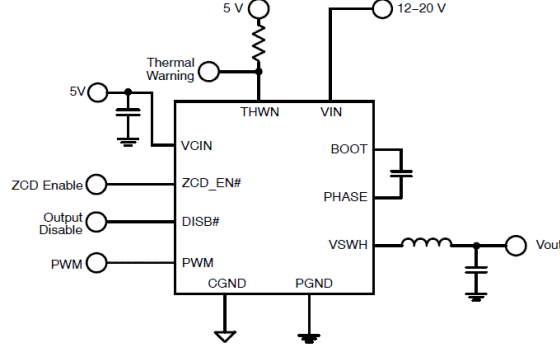
Şekil 3.5. 12V'luk güç kaynağı çıkışının ripple eğrisi [22].

3.5. MOSFET

Metal Oxide Semiconductor FET (Metal Oksit Yarı İletkenli Alan Etkili Transistör), geçidi yalıtılmış alan etkili transistör olarak da bilinir. Dijital ve analog devrelerde en sık rastlanan FET tipi transistördür. JFET'e birçok yönden benzerliği vardır ancak JFET'e göre daha gelişmiş bir yapıya sahiptir [25].

2. Kare dalganın genliği eşik değerinin üstünde ancak gate'i bozma (delme) değerinin altında olmalıdır.

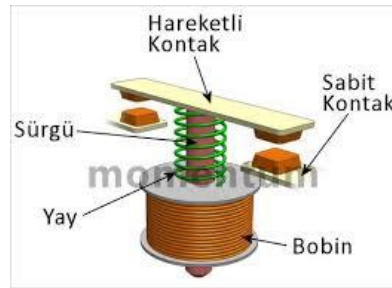
Bu şartları direkt olarak mikrodenetleyici ile sağlamak zor olacaktır. Bu zorluğu aşmak için MOSFET sürücü entegreleri kullanılmaktadır [27].



Şekil 3.8. IR 2117 MOSFET sürücü entegresi.

3.8. RÖLE

Röleler düşük akımlar ile çalışan elektromanyetik bir anahtardır. Bobin kısmı rölenin giriş kısmıdır. Palet ve kontak kısmının bobin ile herhangi bir elektriksel bağlantısı yoktur. Üzerinde bulunan elektromanyetik bobine rölenin türüne uygun olarak bir gerilim uygulandığında bobin mıknatıs özelliği kazanır ve karşısında duran metal bir paleti kendine doğru çekerek bir veya daha fazla kontağı birbirine irtibatlayarak bir anahtar görevi yapar. Rölelerin kullanım amacı küçük akımlar ile büyük akımların kontrolü ve kontrol devresi ile yük devresini elektriksel olarak birbirinden ayırmaktır.



Şekil 3.9. Röle yapısı.

3.9. PIC 16F877 MİKRODENETLEYİCİ

Bu bölümde projenin en önemli elemanlarından biri olan ve arı kovanının sıcaklık denetiminde kullanılan PIC 16F877 mikro denetleyicisinin teknik özelliklerinden ve projedeki kullanımından bahsedilecektir.

3.10. MİKRODENETLEYİCİ NEDİR?

Bir yazılım olmadan hiçbir işe yaramayan, ancak içerisine yazılan program vasıtasıyla istenilen bir işlemi gerçekleştiren kontrol elemanıdır. Mikrodenetleyici yazılım olması halinde neredeyse sınırsız bir kullanım alanına sahiptir. Aslında mikrodenetleyici bir bakıma bir bilgisayardır. Her ne kadar bir klavyesi, monitörü, kasası ve bunun gibi çevre birimleri olmasa da bir bilgisayarın yaptığı her şeyi yapabilir [32].

Bir mikrodenetleyici genel olarak aşağıdaki birimlerden oluşur:

1. CPU (Merkezi işlem ünitesi - central processing unit)
2. RAM (Rastgele erişimli bellek-Random Access Memory)
3. EPROM/PROM/ROM (Silinir, yazılır sadece okunur bellek-Erasable Programmable Read Only Memory I/O (Girdi/çıkış - input/output) - seri ve paralel)
4. Timers (Zamanlayıcılar)
5. Interrupt controller (Kesmeler)

Sadece kullanılacak işe uygun özellikleri bulunan bir mikrodenetleyici seçildiğinde maliyet nispeten düşmektedir [33].

Mikrodenetleyicilerde işlemler ve komutlar bit bit kontrol edilebildiğinden giriş ve çıkış birimleri ve kesmeler çok etkin bir şekilde kullanılabilir. Şu an kullandığımız masaüstü veya dizüstü bilgisayarlar genel amaçlı bilgisayarlardır ve binlerce program çalıştırılabilirler. Mikro denetleyiciler ise özel amaçlı bilgisayarlardır ve programlandıkları şeyi en iyi şekilde yaparlar. Bunun dışında;

1. Mikro denetleyiciler sadece bir iş için programlanmışlardır ve bu program içlerindeki ROM'da değişmemek üzere saklı bulunur.
2. Mikro denetleyiciler düşük güçte çalışan çiplerdir. Bir bilgisayar 50W civarı güç harcarken mikro denetleyiciler sadece 50 mili Watt civarında güç harcarlar.
3. Mikro denetleyicilere sadece girdi yapılmaz aynı zamanda çıktı da alınabilir. LED göstergelerle, sıvı kristal göstergelerle, ikaz sesleriyle vb.
4. Mikrodenetleyiciler genelde küçük ve düşük fiyatlı çiplerdir. Bir çok parçadan oluşan kompleks bir devreyi kolayca küçük boyutlara ve maliyete indirmenizi sağlar [32].

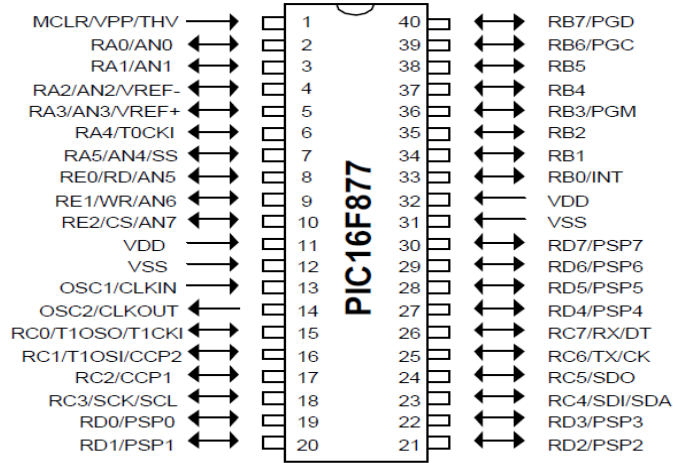
3.10.1. PIC Mikrodenetleyicilerinin Tercih Sebepleri

1. Fiyatının ucuz olması;
2. Mantıksal işlemlerde performansının yüksek olması;
3. Verilere ve belleğe hızlı bir şekilde erişimin sağlanması;
4. 8 bitlik bir mikrodenetleyici olması ;
5. Veri ve bellek için arı yolların (bus'ların) ayrılmış olması;
6. Yüksek frekanslarda çalışabilme özelliği;
7. Uyku modunda (Sleep mode) 1mA gibi küçük bir akım çekmesi;
8. 14 bitlik komut işleme hafızası;
9. Yalnızca 2 kondansatör ve bir direnç ile çalışabilme özelliği;
10. RISC mimarisine sahip olması [32].

3.11. PIC 16F877 MİKRODENETLEYİCİ PROJEDE GÖREVİ VE YAPISI

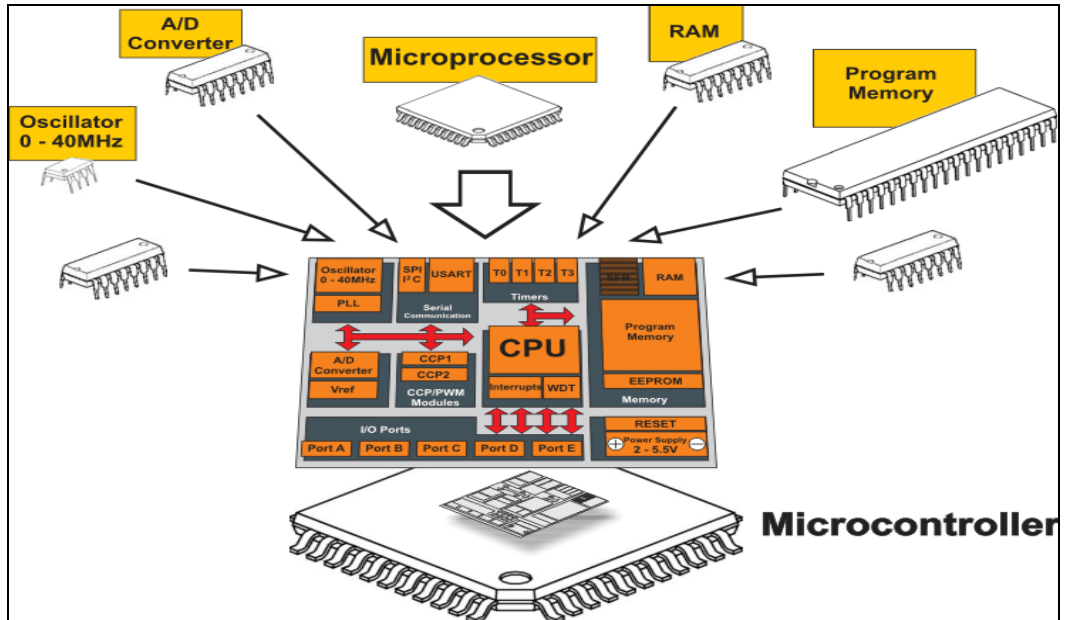
Arı kovanı sıcaklık kontrol projesinde sistemlerin veri girişini sağlamak, sensör bilgilerini gönderip almak, TEM, alarm, soğutma fanları gibi çevre birimlerinin kontrolünü sağlamak ve alınan bilgileri LCD ekranda göstermek amacıyla mikrodenetleyici kullanılmıştır. Mikro denetleyicinin bu işlemleri sağlaması için öncelikli olarak A/D girişinin olması gerekmektedir, ayrıca yeterli sayıda giriş/çıkış portu da olmalıdır [33].

Aşağıdaki şekilde PIC 16F877'nin bacak bağlantı yapısı gösterilmiştir. Bu projede veri girişleri için özellikle mikro denetleyicinin Port A ve Port E, kontrol edilecek çevre birimleri Port D ve LCD ekran da Port B pinlerine bağlanmıştır.

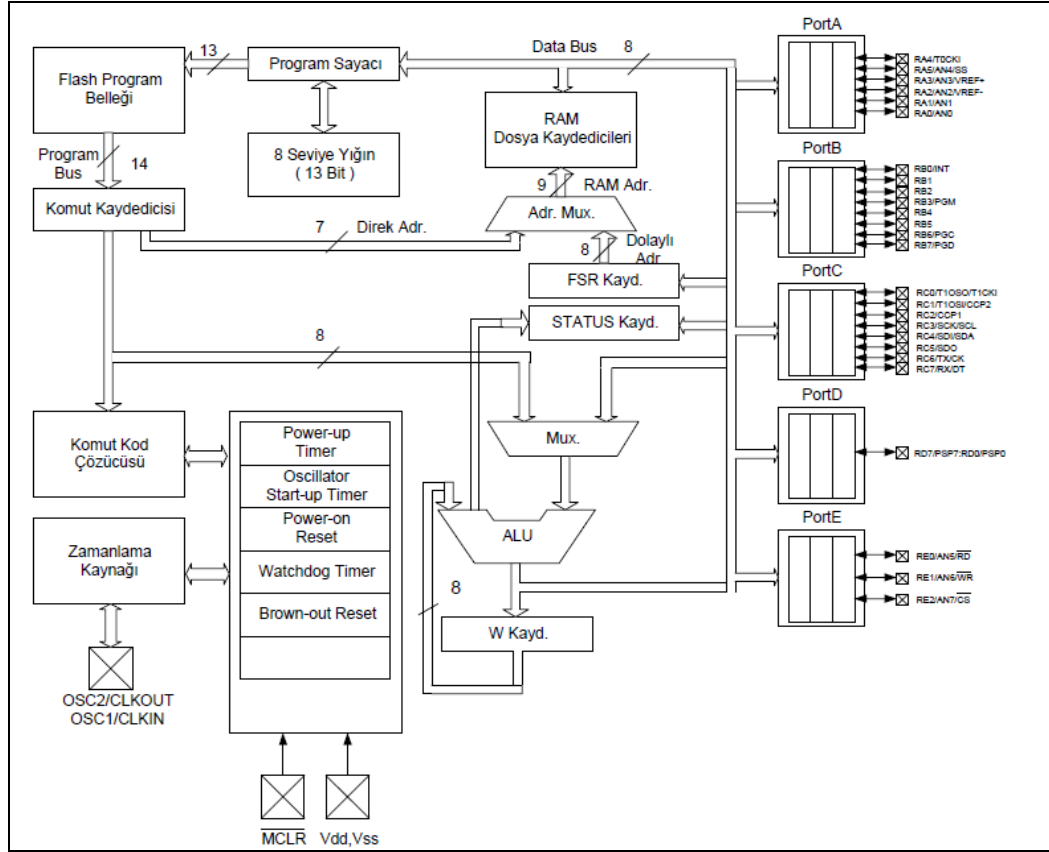


Şekil 3.10. PIC 16F877 Bacak bağlantı yapısı [34].

Aşağıdaki şekilde ise mikrodenetleyicinin temel bileşenleri verilmiştir.



Şekil 3.11. Mikrodenetleyici temel bileşenleri [34].



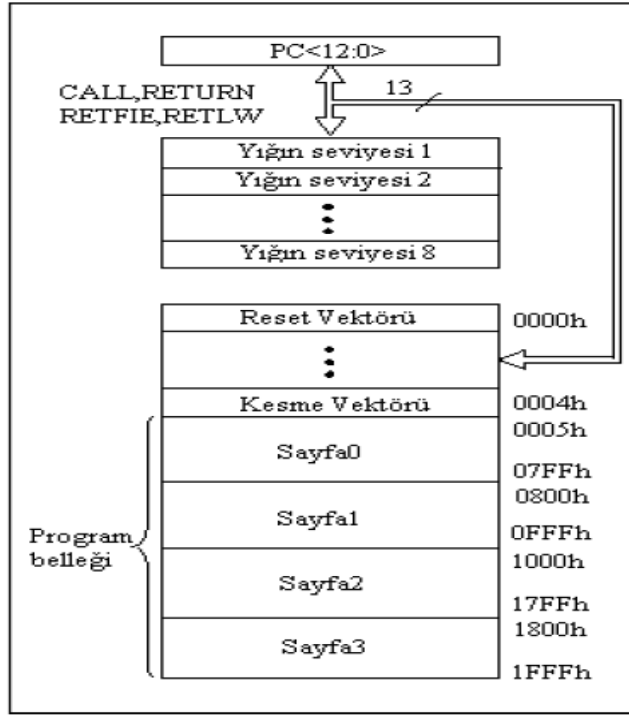
Şekil 3.12. PIC 16F877'in donanımsal yapısı [34].

3.12. BELLEK ORGANİZASYONU

Her PIC mikro denetleyicisinde 3 bellek bloğu bulunmaktadır. Bunlar program belleği, veri belleği ve bunları ayıran veri hattıdır [35].

3.12.1. Program Bellek Organizasyonu

PIC 16F877 13 bit program sayacına ve 8Kx14 adresleme kapasitesine sahiptir. PIC16F877 denetleyicisi 8Kx14 FLASH program belleğine sahiptir. Reset vektörü 0000h ve keme vektörü 0004h adresindedir. Şekil 'te PIC16F877 program bellek haritası görülmektedir [32].



Şekil 3.13. PIC16F877 program bellek haritası.

3.12.2. Veri Bellek Organizasyonu

Veri belleği genel amaçlı yazmaçlar ve özel işlev yazmaçları (SFR) olmak üzere ikiye ayrılır. RP0 ve RP1 bitleri küme seçimi için ayrılmış bitlerdir. Her bir bank (küme) 7Fh' ye kadar (128 bayt) uzanır [33].

Çizelge 3.2. Bank seçimi.

00	Bank 0
01	Bank 1
10	Bank 2
11	Bank 3

3.13. PIC 16F877'NİN PORT YAPISI VE FONKSİYONLARI

PIC 16F877 de A,B,C,D,E giriş çıkış portları mevcuttur. Bu portların giriş ya da çıkış olarak kullanılması isteğe bağlıdır. Bu portlar giriş/çıkış yapmakla beraber bazı

çevresel işlemleri de yapacak özelliğe sahiptirler. Bu bacaklar çevre birimleri kullanıldığında genel giriş/çıkış olarak kullanılmaz [33].

3.13.1. Port A

Her bir biti bağımsız olarak giriş veya çıkış olarak ayarlanabilmektedir. A port'u hem giriş/çıkış hem de analog giriş çıkış uçları görevi yapan 6' bitlik bir portdur. RA0, RA1, RA2, RA3, RA4, RA5 bitleri analog/sayısal dönüştürücü olarak ayarlanabilir. A portunu TRISA yazmacı yönlendirir. A portunda bulunan RA4 biti diğer Port A bacaklarından farklıdır. Bu pin açık kolektör özelliğine sahip olduğu için pull-up direnci ile kullanılmalıdır. Analog giriş kullanıldığında TRISA yazmacı RA'nın yönünü kontrol eder [33].

3.13.2. Port B

Port B giriş/çıkış olarak kullanılabilen 8 bitlik bir portdur. Bu portu TRISB yazmacı yönlendirmektedir. Bu port mikrodenetleyici içinde dahili olarak pull-up yapılmış gibidir. B portunun her bacağı dahili bir direnç ile VDD'ye bağlıdır. Bu özellik varsayılan olarak etkin değildir. Fakat OPTION yazmacının 7. Bitini sıfıra çekerek B portunun bu özelliği etkinleştirilebilir. Bu özelliği ile bu port giriş çıkış olarak kullanıldığında girişte sinyal yokken giriş lojik-1 olarak algılanır. Bu yapısı ile buton girişi olarak kullanıma uygun bir portdur. Analog giriş kullanıldığında TRISB yazmacı RB'nin yönünü kontrol eder [33].

3.13.3. Port C

C portu 8 bitlik dijital giriş/çıkış portudur. Bu port TRISC yazmacıdır. Diğer portlara oranla daha fazla bilgi barındırır. Tüm port bacakları Schmitt Trigger girişlidir. TRISE yazmacının 4. biti olan PSPMODE bitini 1 yaparak "parallel slave mode" da kullanılabilir. Bu fonksiyon aracılığıyla 8 bit genişliğindeki herhangi bir mikroişlemci bus'ına bağlanabilir. Analog giriş kullanıldığında RC'nin yönünü TRISC yazmacı kontrol eder [33].

3.13.4. Port D

D portu da C portu gibi 8 bitlik sayısal giriş/çıkış portudur. Tüm port bacakları Schmitt Trigger girişlidir. TRISE yazmacının 4.biti olan PSPMODE bitini 1 yaparak paralel slave modda kullanılabilir. Bu fonksiyon aracılığıyla 8 bit genişliğindeki herhangi bir mikroişlemci bus'ına bağlanabilir [33].

3.13.5. Port E

E portu 3 bitlik sayısal giriş çıkış portudur. Port E'nin kontrolü TRISE tarafından yapılır. Her bir biti bağımsız olarak giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. RE0, RE1 ve RE2 bacaklarında Schmitt Trigger giriş tamponları vardır. Her bir bacak A/D dönüştürücü olarak konfigüre edilebilmektedir. Eğer Port D paralel slave port olarak konfigüre edilirse RE0, RE1, RE2 bacakları Port D'nin bağlandığı mikrodenetleyici bus'ına sırasıyla READ, WRITE ve CHIP SELECT kontrol girişleri olarak kullanılabilir. Bunun için TRISE uygun biçimde ayarlanmalıdır [33].

3.14. PIC 16F877'NİN ÖZEL FONKSİYONLARI

3.14.1. Analog Sayısal Dönüştürücü Birimi

Analog/sayısal dönüştürücü birimi 10 bittir. Toplamda 8 adet analog/sayısal kanal bulunmaktadır. 16F877'de, mikrodenetleyici uyku modunda iken bile analog/sayısal birimi geri planda çalışmaya devam etmektedir. Analog/sayısal kanalları için RA4 hariç diğer RA portları ve RE portları kullanılabilir. İlgili yazmaçlar ve adresleri aşağıdaki gibidir [33].

ADRESH 0x1E; analog/sayısal sonuç yazmacı (high register)

ADRESL 0x9E; analog/sayısal sonuç yazmacı (low register)

ADCON0 0x1F; analog/sayısal kontrol yazmacı 0

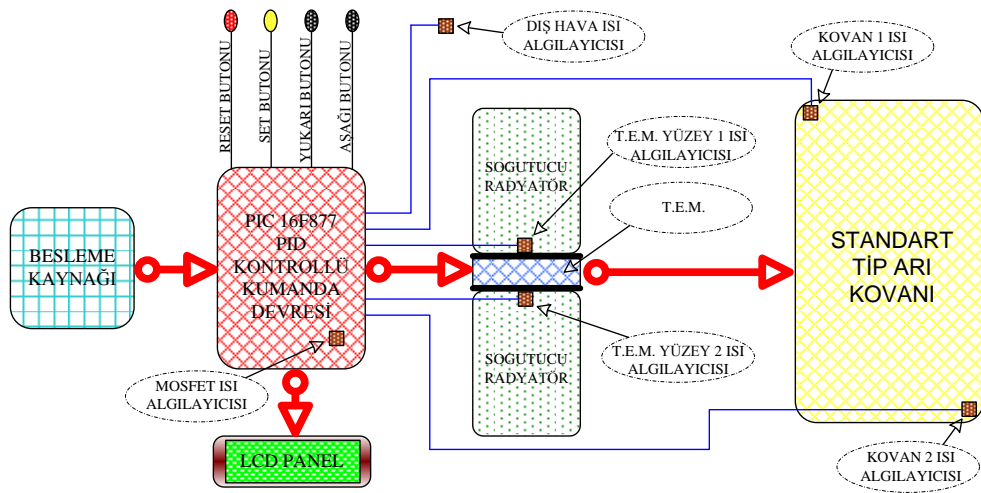
ADCON1 0x9F; analog/sayısal kontrol yazmacı 1

BÖLÜM 4

PROJE TASARIMI

4.1. SİSTEMİN UYGULANMASI

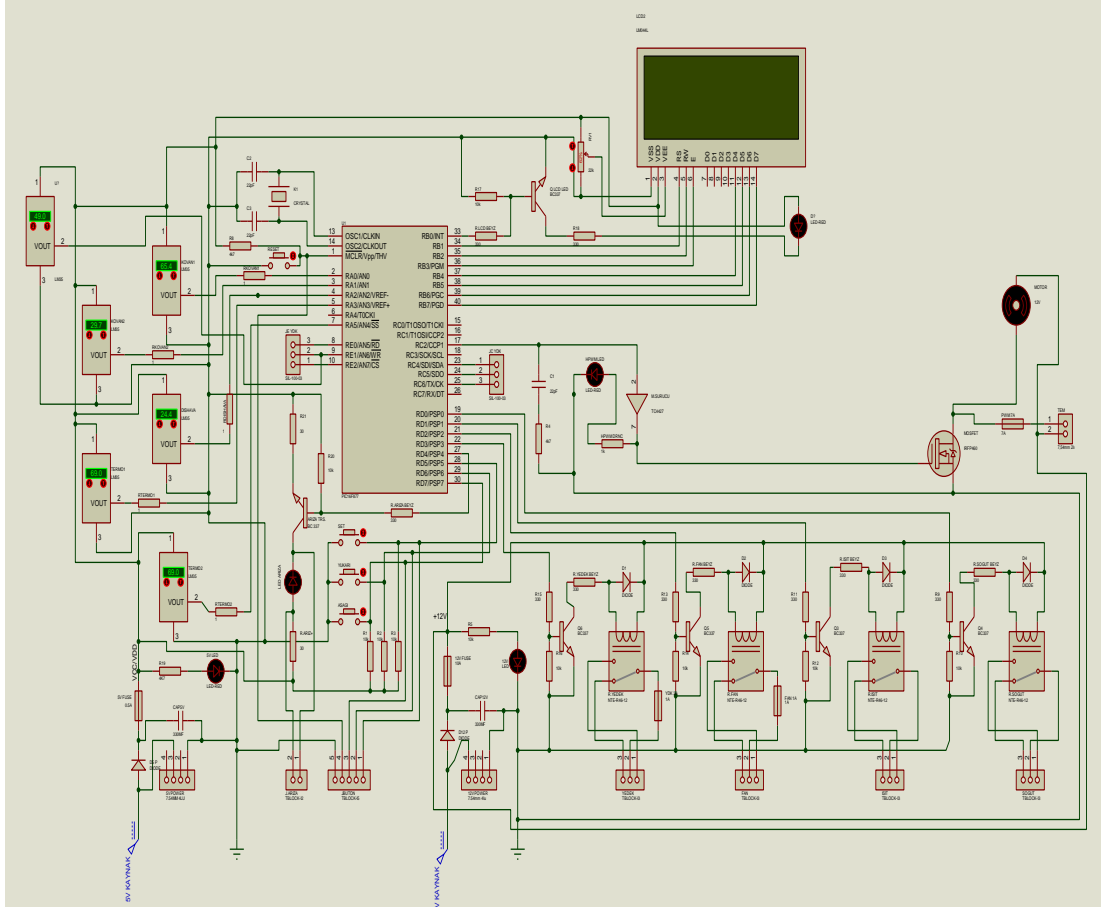
Bu projede, termoelektrik modülün Peltier etkisi ile ısı fark üretmesinden faydalanılmıştır. Yapılan uygulama beş ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar; besleme kaynağı, PIC 16F877 kontrollü kumanda devresi, TEM ve ısı transfer sistemi, LCD ekran ve standart arı kovanıdır. Bu bölümler Şekil 4.1'deki diyagramdaki gibidir.



Şekil 4.1. Sistem blok diyagramı.

Yazılım için PIC Basic Pro programı kullanılmıştır. PIC Basic Pro programında yazılan programın denetimi sağlamak için proteus programında kurulan ve sistemin ana merkezi olan PIC 16F877 kontrollü kumanda devresi kullanıldı. Yazılım hex. dosyası 16F877 entegresine yüklenip simülasyon ortamında çalışması denetlendi. Simülasyon sırasında yazılımda görülen eksiklikler giderildi. Simülasyon programında kurulan devre istenildiği gibi çalıştığında ARES programı yardımıyla devrenin baskı devresi çıkarıldı. Devre elemanlarının baskı devre üzerine

yerleştirilmesi ile PIC 17F877 kontrollü kumanda devresi oluşturuldu. Sistemin ana merkezi olan PIC 16F877 kontrollü kumanda devresinin Proteus devresi Şekil 4.2’de gösterilmektedir.



Şekil 4.2. PIC 16F877 ile PIC kontrollü kumanda devresi.

Ana merkez kumanda devresinin baskı devresi arez programında oluşturulması sırasında iki yol kısa devre olduğu için iptal edildi, sistem bakır plakete aktarıldıktan sonra iptal edilen bu iki yol kablo yardımıyla plaketin üst kısmında oluşturuldu. Ana merkez kumanda devresinin baskı devresi arez programında yapılmıştır. Arı kovanında dip tahtasının altına ballık bölümü kadar bir bölme yapılır ve ana merkez kumanda devresi oraya monte edilir.

Kumanda devresi çevre elemanları LCD, termoelektrik modül v.b. elemanlarla bağlantısını bağlantı soketleri yardımıyla yapar. Devrede ilk önce MOSFET kontrol kumandasına bağlandı. MOSFET yüksek akım çektiği ve kovanda devrenin takıldığı

kısımda yer olmadığı için küçük fan takılmıştı ve MOSFET'i soğutmakta yetersiz kalmaktaydı. Bunun için MOSFET dışarı alınıp büyük fan takıldı ve bu sorun ortadan kaldırıldı.

PIC 16F877 kontrollü kumanda devresinde 6 adet LM35 türü sıcaklık algılayıcısı bulunmaktadır. Bu algılayıcıların 1. ve 2.'si kovan iç sıcaklığını ölçüp 2 algılayıcının ortalamasını alıp kovan iç sıcaklığını göstermektedir. 3. algılayıcı dış hava sıcaklığını ölçmektedir. Bu algılayıcının sistem ile bir ilişkisi yoktur. Sadece LCD ekran üzerinde kullanıcıya bilgi vermek amaçlıdır. 4. algılayıcı TEM 'ün dış yüzeyinin, 5. algılayıcı TEM 'ün iç yüzeyinin sıcaklığını algılamaktadır. Bu iki algılayıcının görevi TEM 'ün sistemde oluşacak arızalardan dolayı sıcaklığının çok yükselip zarar görmesini önlemektir. 6. algılayıcı ise TEM 'ü süren MOSFET (IRFP460)'ın sıcaklığının aşırı artmasından dolayı zarar görmesini önlemek için yerleştirilmiştir. Sistemde 16F877 entegresi kullanılmıştır. Bu entegrenin RA0-RA5 arasında kalan 6 adet analog-dijital giriş-çıkış uçlarına bağlanmış ve mili volt değerini derece cinsinden okumak için (RAX ile 1250 yi 32 bit olarak çarp ve 10'böl istenilen sıcaklık değerine dönüştür) 4.1'deki formülü uygulanmıştır.

$$X=(RAX */ 1250)/10 \quad (4.1)$$

PIC 16F877 entegresinin 6 adet LM35 algılayıcılardan elde ettiği değerlere göre çizelge 4.1' deki gibi röleleri aktif etmektedir. LM35 algılayıcısından alınan değerlere göre rölelerin çıkış konumları gösterilmiştir. Röle 1 ısıtma konumunu, röle 2 soğutma konumunu, röle 3 soğutma fanlarını ve röle 4 arıza çıkışını belirtmektedir.

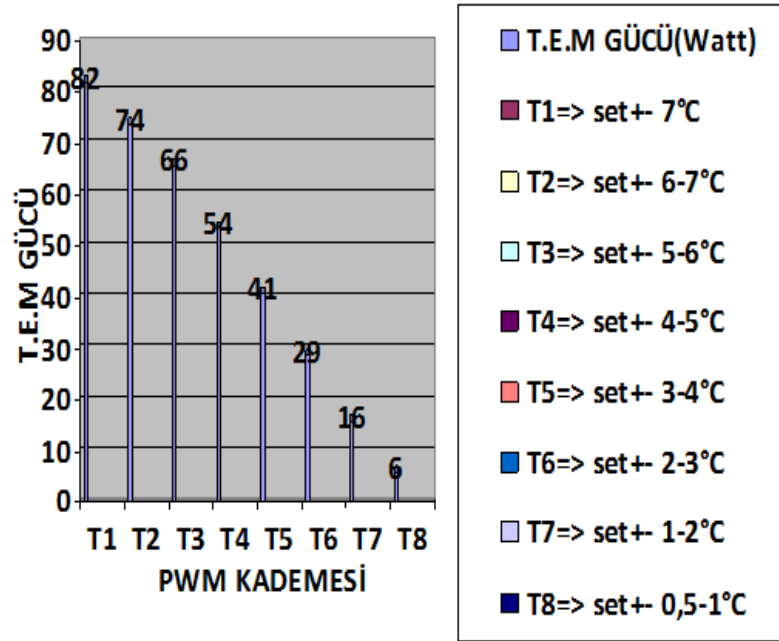
Çizelge 4.1. PIC 16F877 giriş - çıkış bağıntısı.

PIC KONTROLUNUN GİRİŞ ALGILAYICILAR İLE ÇIKIŞ RÖLELERİN KONUMLARI					
LM 35 ISI ALGILAYICI	ISI ALGILAYICILARIN DERECE (°C) CİNSİNDEN DEĞERLERİ	RÖLE 1 (ISITMA KONUSU)	RÖLE 2 (SOĞUTMA KONUSU)	RÖLE 3 (SOĞUTMA KONUSU)	RÖLE 4 (ARIZA ÇIKIŞI)
1. KOVAN İÇİ	33,1 C < ORTALAMASI < 34,1 °C	0	0	0	0
2. KOVAN İÇİ					
DIŞ HAVA	BİLGİ AMAÇLI SİSTEM İÇİN ÖNEMSİZ				
TEM DIŞ TARAF	<80°C				
TEM İÇ TARAF	<80 °C				
MOSFET	<80 °C				
1. KOVAN İÇİ	ORTALAMASI <=33,1°C	1	0	1	0
2. KOVAN İÇİ					
DIŞ HAVA	BİLGİ AMAÇLI SİSTEM İÇİN ÖNEMSİZ				
TEM DIŞ TARAF	<80 °C				
TEM İÇ TARAF	<80 °C				
MOSFET	<80 °C				

Çizelge 4.1. (devam ediyor).

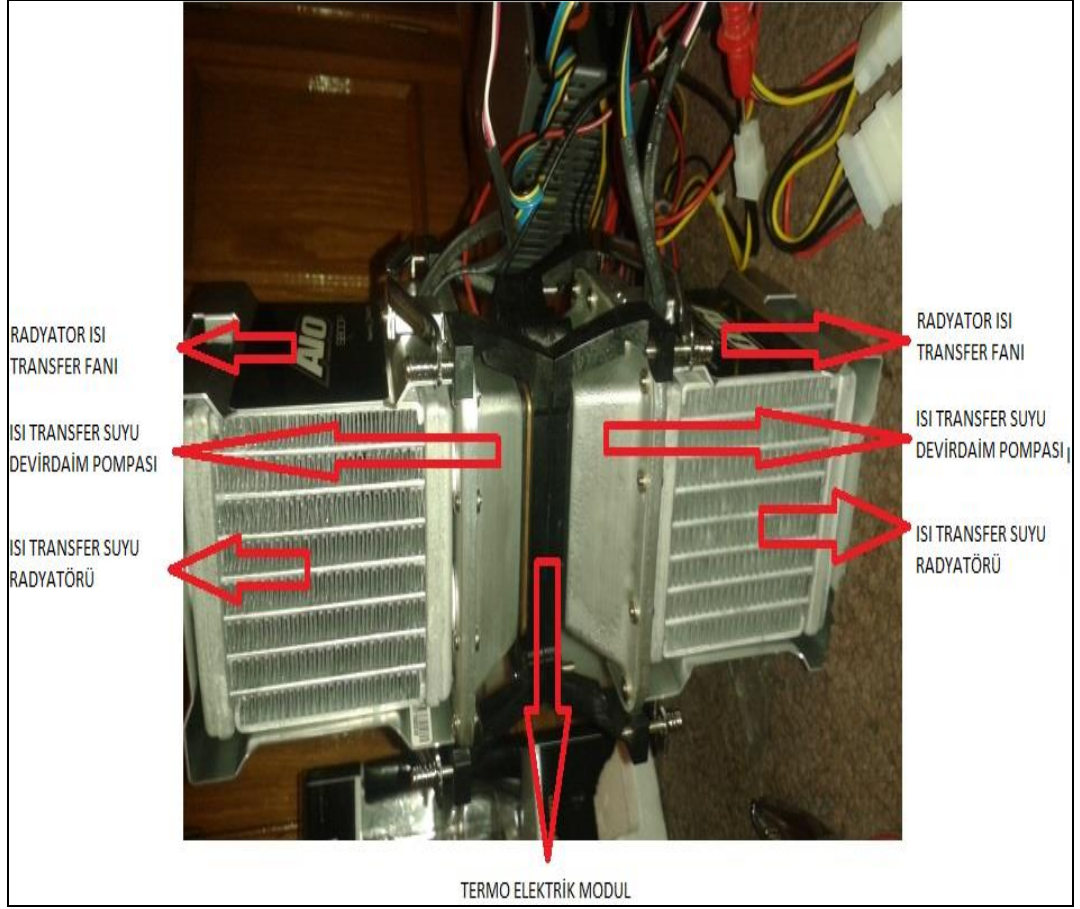
PIC KONTROLUNUN GİRİŞ ALGILAYICILAR İLE ÇIKIŞ RÖLELERİN KONUMLARI					
LM 35 ISI ALGILAYICI	ISI ALGILAYICILARIN DERECE (°C) ÇİNSİNDEN DEĞERLERİ	RÖLE 1 (ISITMA KONUMU)	RÖLE 2 (SOĞUTMA KONUMU)	RÖLE 3 (SOĞUTMA FANLARI)	RÖLE 4 (ARIZA ÇIKIŞI)
1. KOVAN İÇİ	ORTALAMASI $\geq 34,1$ °C	0	1	1	0
2. KOVAN İÇİ					
DIŞ HAVA	BİLGİ AMAÇLI SİSTEM İÇİN ÖNEMSİZ				
TEM DIŞ TARAF	< 80 °C				
TEM İÇ TARAF	< 80 °C				
MOSFET	< 80 °C				
1. KOVAN İÇİ	ORTALAMASI $\leq 33,1$ °C ORTALAMASI $\geq 34,1$ °C	0	0	1	1
2. KOVAN İÇİ					
DIŞ HAVA	BİLGİ AMAÇLI SİSTEM İÇİN ÖNEMSİZ				
TEM DIŞ TARAF	TEM DIŞ TARAF, TEM İÇ TARAF, MOSFET HERHANGİ BİRİ ≥ 80 °C				
TEM İÇ TARAF					
MOSFET					

Termoelektrik modülün çalışması sırasında yazılımdan kaynaklanan bir problem oluştu. Problemin nedeni programda ilk başta kovan ısısının set derecesinin -0.5 derece altına düştüğünde ve +0.5 derece üstüne çıktığında termoelektrik modül devreye giriyordu. Termoelektrik modül bu nedenden dolayı bir çalışıp bir durmak zorunda kalıyordu. Bunu önlemek için Belirli aralıklar yapıлып termoelektrik modülün çalışma hızı bu aralıklara bağlı artmakta veya azalmaktadır. Yapılan bu aralıklar sayesinde termoelektrik aniden çalışması veya yüksek hızlarda çalışırken enerjisinin kesilmesi önlendi. Bu aralık PWM olarak MOSFET sürücü entegresi sürmektedir ve buna bağlı olarak termoelektrik modül gücü değişmektedir. MOSFET PWM (pulse width modulation) sürme oranı ise Şekil 4.3'teki gibidir.



Şekil 4.3. Kovan içi ile set değeri arası sıcaklık farkına göre TEM gücü.

Termoelektrik modül peltier (Elektrik uygulanıp ısı transferinden faydalanılması) etkisinde çalıştırıldığı zaman ısı farklarının olduğu yüzeydeki sıcaklığın transfer edilmesi gerekmektedir. Eğer bu ısı transfer edilmez ise iki yüzey arasındaki ısı kendi içinde birbirine transfer olmaya başlayacak termoelektrik modül'ün verimi düşecek ve ısıyı transfer edemediği için TEM arızalanacaktır. Yüzeylerin ısı transferinin yapıldığı sistem Şekil 4.4'deki gibidir.



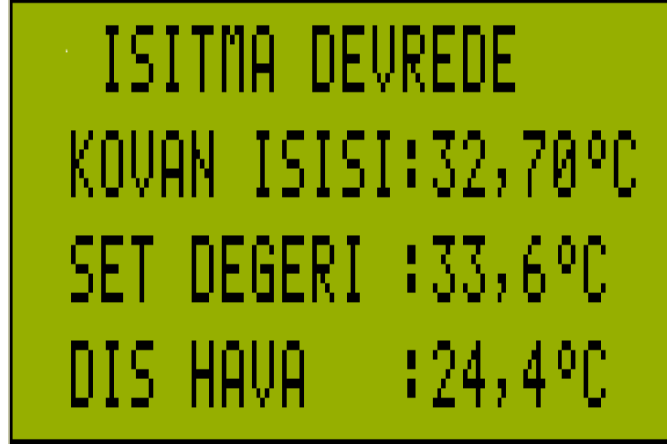
Şekil 4.4. Termoelektrik modül ısı transfer sistemi.

Termoelektrik modülün soğutulması için ilk önce alüminyum ve fanlı soğutucular kullanıldı. Termoelektrik modülün yüzeyindeki sıcaklığın yeterince dağılmadığı görüldü. Bunu da TEM1 ve TEM2 ısı algılayıcılarından anladık bu sorunu çözebilmek için daha kuvvetli sulu radyatörlü ve fanlı soğutucular kullanılarak bu sorun çözülmüştür (Şekil 4.4).

Sistemde 4x20 karakter LCD ekran kullanılmıştır. Bu ekranın amacı kullanıcıya sistemin çalışması ile ilgili bilgi vermektir. Normal çalışma şartlarındaki ekran görüntüsü Şekil 4.5' deki gibidir.

Ayrıca set değerini ayarlarken, arıza oluştuğunda nerede oluştuğu ile ilgili bilgileri de kullanıcıya göstermektedir. PIC Basic Pro programında yazdığımız yazılımda ana elemanların herhangi birinin arızalanması durumunda program hangi elemanın

arızalandığını tespit etmekte ve kullanıcıya ekran vasıtasıyla arızalanan elemanın ismini vermektedir. Bu yolla kullanıcıya büyük kolaylık sağlamaktadır.



Şekil 4.5. Normal çalışma ekran görüntüsü.

Şekil 4.5’de görülen kovan ısı değeri sağlıklı ölçülebilmesi için arı kovanının içine iki adet LM35 ısı algılayıcısı kullanılmıştır. Analog alıcılardan alınan verilerde güç kaynağında ufak dalgalanmalardan, manyetik etkenlerden dolayı analog ısı algılayıcısı LM35 ölçtüğü ısı mili voltlar seviyesinde ilettiğinden bu dalgalanmalardan etkilenmektedir. Bu iki ölçüm arasında olağan dışı farklar oluşmaktadır. Bu farkları sağlıklı alabilmesi için her periyottaki ölçümler hesaplanıp kendi içinde belli değerlerin toplanıp bölünmesiyle örnek olarak 1000 değer alınıp ortalamasının alınması sisteme ve ekrana aktarılarak ölçüm stabil hale getirilmiş ve bu ortalama ölçüm üzerinden işlem yapılmıştır.

Sistemde yaz ve kış aylarında kovan içi ideal sıcaklık değeri olan $33,6 \pm 0,3$ derecede tutmak için TEM peltier etkisi kullanıldı. Yaz ayında kovan içi sıcaklık değeri 33.6 derecenin üstüne çıkmaktaydı. Kovan içi sıcaklık değeri düşürmek için TEM ’ün kovan içinde bulunan yüzeyinin soğutucu olarak kullanıldı. Bunun için TEM ’ü kontrol eden rölelerden soğutucu rölesi aktif edilip termoelektrik modülün üst yüzeyi soğumaya başlar ve radyatörlü sulu soğutma yardımıyla kovan içi sıcaklığı düşürüp 33.6 ± 0.3 dereceye indirmektedir. Kış aylarında ise kovan içi soğumaya başladığından TEM ’ü kontrol eden sıcaklık rölesi aktif edilir ve kovan içi sıcaklık istenilen değerde tutulmaya çalışılır. Yapılan deneyler sonucunda bu değerler

arasında kovan içi ısısının kalması sağlanmış ve istenilen sonuca ulaşılmıştır. Kovan içi sıcaklık değeri istenilen değer olan $33,6 \pm 0.3$ derece sabit tutulduktan ve istenilen sonucu ulaşıldıktan sonra kovan içi sıcaklığın arılar üzerinde etkisini araştırmak için yazılım kısmında set menüsü oluşturuldu. Set menüsüne giriş kovan üzerinde bulunan set butonu sayesinde yapılmaktadır. Set derecesi olan $33,6 \pm 0.3$ dereceyi artırmak ve azaltmak için aşağı ve yukarı butonlar kullanıldı. Sistemde herhangi bir arıza veya sistemi başlangıç durumuna getirmek için reset butonu kullanıldı. Set menüsü ekranında kovan içi sıcaklık set derecesi, MOSFET sıcaklığı ve termoelektrik modül sıcaklığı ekranda gözükmemektedir. Bu sıcaklıkların değerlerinin ekranda gösterilmesi kullanıcıya bilgi vermek amacıyla kullanıldı. Set menüsünün amacı kovan içi ısısının sıcak veya soğuk olması durumunda arıların davranışını incelemektir. Sıcaklık değerlerin artması veya azalması durumunda arıların davranışında gözlenen durumlar hakkında bilgi deneysel sonuçlar ve tartışma bölümünde verilecektir.

Hazırlanan PIC kontrollü termo elektrik modül ile arı kovan iç sıcaklığının stabil tutulması projesiyle, arıların kuluçka faaliyetlerinin başladığı dönemde iklimsel değişikliklerden kaynaklanan olumsuzluklar bertaraf edilerek, arıların biyolojik süreklilikleri sağlandı.

Yaptığım bu proje çalışmasında arı kovanı sıcaklığı $33,6 \pm 0.3$ derece tutulduğunda o kovanda bulunan arıların normal kovanda bulunan arılara göre 3 kat daha fazla gelişme sağladıklarını gözlemlendi. Proje sayesinde arıların kış mevsimine girerken sönmelerine de engel olacaktır. Bu nasıl olacak? Mesela arıcılarımız sonbahar döneminde arıların özellikle soğuk bölgelerde tutmaya çalışırlar. Kışın ise dere yataklarında tutmaya özen gösterirler. Bunu ilkbaharda arıların daha iyi gelişeceğine inandıkları için yaparlar. Neden, çünkü arılar salkım yaptıklarında dışarı çıkmadıkları için biyolojik ömürlerini yitirmezler. Ancak arılar kış salkımından çıktıkları zaman mutlaka kovan içi sıcaklığının sabitlenmesi gerekiyor. Yaptığım projeye iklim değişiklikleri yaşansa dahi arı kovanları içindeki sıcaklığın $33,6 \pm 0.3$ derecede kalması sağlandı.

Projede öncelikle arı kovanı içersini $33,6 \pm 0.3$ derecede tutmak için çalışıldı. Bu amaç doğrultusunda dış hava sıcaklığı hiçbir işlemde önemsenmedi sadece kovan içinden alınan sıcaklık değerleri üzerine işlem yapıldı. Soğutma ve ısıtma için TEM kullanıldı.

Proje amacı doğrultusunda kovan içi sıcaklık değerini $33,6 \pm 0.3$ derecelerde tutuldu. Bu sayede arıların ölmesi veya boş yere kovan sıcaklığını dengelemek için enerji harcaması önlendi.

Proje tasarımında birçok küçük sorunlarla karşılaşıldı bu sorunlar çözülerek proje istenilen şekilde çalışması sağlandı. Projede ana elemanların arı kovana yerleştirilmesi ile proje tasarım kısmı tamamlandı. Projeni bütün ana elemanların kovan üzerine yerleştirilmiş ve birbiri ile bağlantılarının oluşturulduğu PIC kontrollü termoelektrik modül ile arı kovanı iç sıcaklığının stabil tutulması sisteminin son hali şekil 4.6'deki gibidir.



Şekil 4.6. TEM kovandan bir görünüş.

Güç kaynağı, MOSFET kovanın alt kısmında bulunmaktadır. PIC 16F877 kontrol kumanda devresi ve termoelektrik modül arı kovanında dip tahtasının altına ballık bölümü kadar bir bölme yapıldı ve oraya yerleştirildi. Termoelektrik modülün bir yüzeyi kovanın içine doğru bir yüzeyi de dışarı doğru gelecek şekilde yerleştirildi. Kontrol butonları ve kullanıcıya bilgi vermesi için kullanılan LCD ekran kovanın şekil 4.8’de görülen yüzeyine yerleştirildi.

4.2. MALİYET ANALİZİ

Sistemde kullanılan elemanların adetleri ve fiyatları çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Maliyet tablosu.

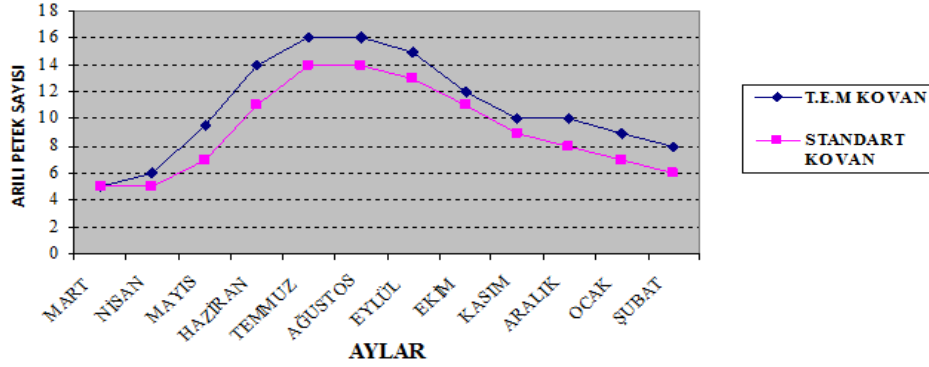
Malzeme Adı	Adedi	Fiyatı (TL)
1. Mikrodenetleyici	1	12
2. Osilatör	1	4
3. LCD ekran	1	28
4. MOSFET	1	5
5. Lm-35 analog sensörü	6	24
6. Buton	4	4
7. Role	6	24
8. Termoelektrik modül	1	42
9. Güç kaynağı	1	90
10. Arı kovani	1	120
11. MOSFET sürücü entegresi	1	3
12. Bc 337 transistör	9	2
13. Diyot	7	1
14. Soğutucu fanlar	3	15
15. Radyatörlü sulu soğutma	2	130
16. Kondansatör	4	0,8
17. Direnç	30	1,4
18. Potansiyometre	1	1,65
19. Led	4	0,6
20. Bağlantı soketleri	15	16
Genel toplam		524,45 TL

Çizelge 4.2’de genel toplamda da görüldüğü üzere sistemin maliyeti fazladır. Fakat sistemin işleyişine bakıldığında istenilen ısıtma ve soğutmayı sağlayıp kovan içi sıcaklığı sabit tuttuğudur. Bu da sistemin ne kadar etkili olduğunu ve çok iyi çalıştığını göstermektedir. Küçük arı grubuna sahip yetiştiriciler için maliyeti fazla olan bu sistemin büyük arı grubuna sahip yetiştiriciler için ideal bir sistemdir. Çünkü sistem bal miktarını %20’lere kadar artırdığından kendi maliyetini çıkartacaktır. Sistemin fabrikasyon olarak üretimi de maliyeti düşürecektir. Sistemin maliyetinin azaltılması durumunda yaygınlaşması kolaylaşacak ve Türkiye’de bal üretim miktarı artacaktır.

BÖLÜM 5

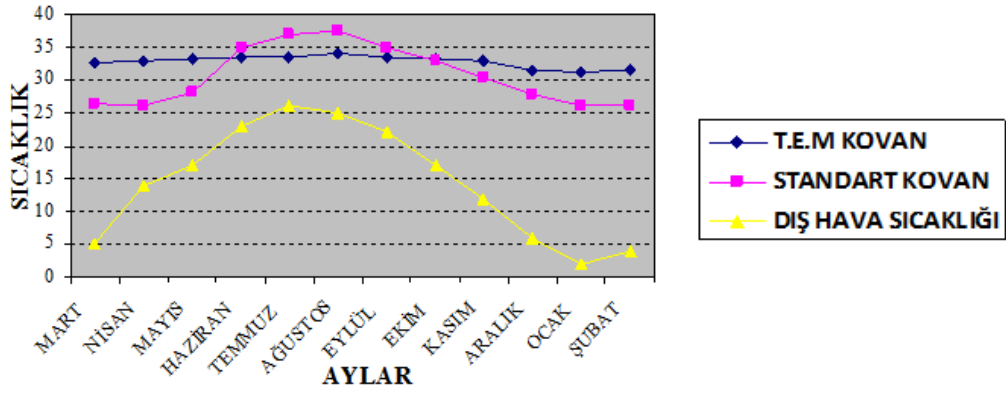
DENEYSEL SONUÇLAR VE GRAFİKLER

Deneysel çalışma Karabük ili Safranbolu ilçesi Davutobası köyünde bulunan sistemli kovana ve sistemsiz kovana mart ayında 5 çitalı arı yerleştirilerek yapılmıştır. Belli aralıklar ile arı popülaritesine bakılmış ve sonuçlar grafiksel olarak Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Aylara göre arılı petek sayısı.

Deneyde belirli aralıklar ile TEM kovan, standart kovan ve dış hava sıcaklığı ölçülmüş ve birbiri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma işlemi şekil 6.2’ deki şekilde gösterilmiştir. Şekil 6.2’de gözlemlendiği gibi TEM kovan içi sıcaklık değeri stabil tutulmuştur. Standart kovanda ise dış havaya bağlı olarak kovan içi sıcaklık değerleri değişmektedir. Dış hava sıcaklığı arttığında TEM kovan sıcaklığı stabil olmakta fakat standart kovan sıcaklık değeri artmaktadır. Bu nedenle standart kovanda bulunan arıların sıcaklık değerini düşürmek için çalıştığı görüldü. TEM kovandaki arılar ise kovan içi sıcaklık değeri istenilen seviyede olduğu için bal yapmak için çalıştığı ve kovayı soğutmak veya ısıtmak için enerji harcamadığı gözlemlendi.



Şekil 5.2. Aylara göre sıcaklık değerleri.

Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’ deki grafiklerden görülebileceği gibi sistemli kovandaki kovan içi sıcaklığı sistemsiz kovandaki kovan içi sıcaklığına göre daha stabil olmuştur. Sistemli kovandaki koloni popülasyonunda ve bal miktarında sistemsiz kovana göre %20’lere varan artışlar sağlanmıştır.

Arıcalar zayıf arıları kış döneminde kovan birleştirerek kazanmakta ya da kendi kaderlerine bırakmaktaydılar. Kış mevsiminde sıcaklıkta çok fazla düşüş olduğundan ve zayıf arılar da kovan içerisini yeterince ısıtamadığından ölmekteydiler. Geliştirilen bu sistem ile arı yetiştiricileri zayıf ve bakıma muhtaç arıları normal bir koloni haline rahatlık ile dönüştürebilmeleri amaçlanmıştır.

Dünyada ve ülkemizde arılar üzerine birçok araştırma yapılmasına rağmen arı kovanlarının iklimlendirilmesi ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Yapılan bu çalışma ile kovanların iklimlendirilmesinde termoelektrik modül kullanılarak farklı bir yaklaşım ortaya konulmuştur.

Bu proje başlangıç aşamasında olup sadece bir kovana sistem yerleştirilmiştir. Diğer kovanlarla kıyaslama, bu bir kovana göre yapılmıştır. Uygulamada kovan içi sıcaklık değeri referans alınmış diğer parametreler dikkate alınmamıştır.

Bu projede, termoelektrik modülün Peltier etkisi ile ısı fark üretmesinden faydalanılmıştır. Prode termoelektrik modülün sıcaklık çıkış watt değerleri çizelge

5.1’ de verilmiştir. Bu değerlerden faydalanılarak 5.1 ve 5.2 formüllerde yerine yazılarak ΔT ve k değerleri hesaplanır.

Çizelge 5.1. TEM Peltier etkisinde ısı iletim deney sonuçları.

Q Watts	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T5 °C	T6 °C	T7 °C	T8 °C
82 W	66,5	65,1	64,7	33,8	32,8	14,2	13,8	13,5

$$\Delta T = T4 - T5 = 33,8 - 32,8 = 1; \quad (5.1)$$

$$k = (Q * dx) / (A * \Delta T); \quad k = 8,2 * 0,01 / 4,90 * 10^{-4} * 1 = 167,3 \text{ W/mK} \quad (5.2)$$

Peltier TEC Modül Kontrol & Datalogger PC Program Soğutma amaçlı Peltier TEC Modülün ters yüzeyinde 80 derece ile 125 dereceye kadar ısıtma özelliği sayesinde ısı katsayısı hesapları 80-125 derece sınırları içinde yapılır. Deneysel data verilerinin PC ortamında işlenmesi ve k değerinin hesaplanması amacıyla kontrol programı yazılmıştır. Program alınan deneysel sıcaklık verilerini zamana bağlı olarak bir dosyada saklar. Deneyin başlangıcından sonuna kadar tüm sistemin durumu izlenir. Program PC'nin RS-232 adı verilen seri haberleşme portu aracılığı ile sıcaklık datalarını PIC DataLogger den aldıktan sonra monitörde izlenebilecek hale getirir. Peltier TEC modüle ait sıcaklık kontrollerinde yarar. Cihaz özellikle 30-120 derece ölçüm aralığı içinde tuğla, kiremit, vb. katı cisimlerin ısı iletim katsayılarını ölçmek için kullanılabilir. Cihazın üretiminin mümkün olması ve maliyetinin düşük olması en büyük avantajıdır.

Projede kovan içi ısısının 33.6 ± 0.3 derecede stabil tutulduktan sonra kovan içi ısının yükseltildiği veya düşürüldüğü zaman arı davranışlarını nasıl değiştiğini ve kovan içi sıcaklığın hangi derecelerde kaldığını görmek için deney yapıldı. Deneyde yazılım kısmında yapılan set menüsünden kovan içi sıcaklığı 41 dereceye ayarlandı. Kovan içi sıcaklık 45 derece olduğunda sistem kapatıldı ve arı davranışları incelendi. Belirli bir zamandan sonra kovan içi sıcaklığı çok yüksek olduğundan arıların bir bölümü ıslığı düşürmek için kanatlarını yelpaze gibi sallamaya başladığı görüldü. Bu

davranışları kovan içi sıcaklık değeri 33.6 ± 1 derece aralığına indiğinde kanatlarını sallama işini bıraktılar.

Set menüsündeki kovan sıcaklık değeri bu sefer 26 dereceye indirildi. Kovan içi sıcaklığı 26 dereceye indiğinde sistem devreden çıkarıldı. Arılar kovan içi sıcaklığını artırmak için kuluçkaya doğru sıkışma eğilimine geçtikleri gözlenmiştir. Sistemde sıcaklık günlük olarak takip edilmiştir. Alınan sonuçlardan da anlaşıldığı gibi arıların yaşamlarını rahat bir şekilde sürdürebilmesi için kovan içi sıcaklığın 33.6 derece civarında tutulması gerekmektedir.

Sistemde günlük olarak takip edilen dış hava ve kovan içi sıcaklık değerlerinden alınan bilgiler Çizelge 5.2’de verilmiştir. Sistemde günlük olarak alınan bilgilerde de görüldüğü gibi kovan içi sıcaklık değeri stabil tutulmuştur. Dış hava sıcaklığı ne kadar değişirse değişsin sistem kararlı olarak kovan içi sıcaklık değerini 33.6 ± 0.3 derecede tuttuğu gözlenmiştir. Alınan bilgilerde görülen kovan içi sıcaklık değerinin en yüksek sıcaklık değeri ile en düşük sıcaklık değerinin bakıldığında 33.6 ± 0.3 farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılığın nedeni sistemde termoelektrik modül devreye girene kadar geçen zamanda kovanda alınan sıcaklık değerleridir. Termoelektrik modül kovan içi sıcaklık değeri 33.6 ± 0.3 dereceye olduğunda boşta çalışmaktadır. Sıcaklık bu değerinin dışına çıktığında termoelektrik modül çalışmaktadır. İşte bu nedenle kovan içi sıcaklık değerlerinde farklılık görülmüştür.

Çizelge 5.2’de görülen sıcaklık değerleri 4 saat arayla günde 2 kere alınan değerlerin en yüksek ve en düşük kovan içi sıcaklık değerleri göz önünde bulundurularak doldurulmuştur. Sıcaklık değerleri LCD ekrandan alınmıştır.

Normal kovanlarda arı ölümü veya kovan sönümleri görüldüğü bilinmektedir. Yaptığımız sistemde kovan içi ısının stabil olması nedeniyle böyle durumlarla karşılaşmadı. Deneydeki sistemli kovanda arı sayısı azalmazken normal kovanda arı sayısının azaldığı fark edildi. Deneylerdeki sonuçlar ve gözlemlerden yola çıkarak kovan içi ısının arılar için ne kadar önemli olduğu ve yaptığımız sistemle bu sonuca ulaşıldığı görüldü.

Çizelge 5.2. Mevsimlere göre kovan içi ve dışı sıcaklık değerleri.

Mevsim	Saat	Dışarı	TEM Kovan içi
İlkbahar	06:00-10:00	13.85 ±1.33	33.6 ±1.13
İlkbahar	10:00-14:00	17.82 ±2.01	33.6 ±1.28
İlkbahar	14:00-18:00	18.17 ±1.98	33.6 ±1.38
İlkbahar	18:00-22:00	15.33 ±1.44	33.6 ±1.32
İlkbahar	22:00-02:00	13.45 ±1.12	33.6 ±0.87
İlkbahar	02:00-06:00	13.27 ±1.19	33.6 ±0.81
Yaz	06:00-10:00	34.01 ±3.21	33.6±1.36
Yaz	10:00-14:00	31.32 ±1.07	33.6±1.58
Yaz	14:00-18:00	28.76 ±0.65	33.6±1.25
Yaz	18:00-22:00	24.81 ±0.47	33.6±1.46
Yaz	22:00-02:00	20.81 ±0.45	33.6±1.34
Yaz	02:00-06:00	24.45 ±1.89	33.6±1.45

Çizelge 5.2. (devam ediyor).

Mevsim	Saat	Dışarı	TEM Kovan içi
Sonbahar	06:00-10:00	28.28 ±3.11	33.6 ±0.74
Sonbahar	10:00-14:00	31.15 ±1.04	33.6 ±0.98
Sonbahar	14:00-18:00	31.27 ±0.78	33.6 ±1.11
Sonbahar	18:00-22:00	24.17 ±0.86	33.6 ±0.76
Sonbahar	22:00-02:00	20.94 ±0.78	33.6 ±0.81
Sonbahar	02:00-06:00	23.13 ±1.46	33.6 ±0.72
Kış	06:00-10:00	3.57 ±0.49	33.6 ±1.87
Kış	10:00-14:00	14.47 ±1.36	33.6 ±1.34
Kış	14:00-18:00	14.68 ±0.89	33.6 ±1.23
Kış	18:00-22:00	7.22 ±0.59	33.6 ±1.23
Kış	22:00-02:00	5.62 ±0.49	33.6 ±1.34
Kış	02:00-06:00	4.17 ±0.42	33.6 ±1.45

Çizelge 5.3. Uygulama gruplarına ait kovan içi sıcaklık değerleri [24].

Uygulama Grupları	N	Maksimum Sıcaklık	Minimum Sıcaklık
	81	38.99 ±2.81	20.53 ±2.09
	81	36.95 ±2.63	22.79 ±1.69
	81	35.33 ±2.68	22.69 ±1.53
Ortalama	243	37.09 ±3.42	22.00 ±2.07
	81	37.67 ±3.09	21.48 ±1.99
	81	36.06 ±2.37	22.78 ±1.66
	81	34.20 ±1.48	24.08 ±1.51
Ortalama	243	35.98 ±2.78	22.74 ±2.03

Çizelge 5.4. Uygulama gruplarına ait arılı çerçeve sayıları (adet/koloni) [24].

Kovan tipleri	Uygulama	N	Haziran	Temmuz	Ağustos
Ahşap	A-1	7	9	15.57 ±1.13	18.86 ±1.35
	A-2	7	9	18.29 ±1.38	22.86 ±1.57
	A-3	7	9	20.00 ±1.41	25.43 ±1.33
	Ortalama	21	9	18.15 ±2.11	22.65 ±2.87
Tecritli	T-1	7	9	17.28 ±0.76	21.14 ±1.21
	T-2	7	9	19.43 ±1.90	23.29 ±2.05
	T-3	7	9	21.86 ±0.69	27.14 ±1.95
	Ortalama	21	9	19.52 ±2.25	23.86 ±3.05

Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4'deki bilgiler rezistanslı ve fanlı ahşap ve tecritli kovanlardaki balarısı kolonilerinin performansları tezinden alınmıştır. Çizelgedeki değerlere bakıldığında arı kovani sıcaklığındaki değişim bal miktarını da etkilemektedir. Sıcaklık değerleri arıların rahat yaşayabildiği 33.6 derece civarında tutulduğunda bal miktarı artmakta olduğu görüldü. Projede çizelge 5.3'deki maksimum ve minimum sıcaklık değerlerine bakıldığında kovan içi sıcaklık değerinin tam olarak stabil tutulamamaktadır.

Yapılan iki sistemi karşılaştırdığımızda rezistanslı sistemin tam olarak kovan içi sıcaklığı stabil tutamadığı PIC kontrollü termoelektrik modül ile yaptığım sistemin kovan içi sıcaklığı stabil tuttuğu görüldü. Sistemlerin tek ortak noktası normal kovanlara göre daha fazla bal verimi almalarıdır.

Yapılan araştırmalara ve alınan sonuçlara bakıldığında kovan içi sıcaklığın arılar için ne kadar önemli olduğu bilinmektedir. Kovan içi sıcaklığı dengede tutmak ne kadar kolayda olsa bunu yapabilmek için yapılan sistemler genellikle maliyetli olmaktadır. Yapılan sistemlerde maliyetin fazla olması nedeniyle pek fazla tercih görmemekte ve eski düzen arıcılık yapılmaktadır. Eski düzen arıcılık bal verimi zamanla düşmekte ve aynı zamanda kovanlarda arı sayısı azalmakta ve bazen kovanlarda hiç arı kalmamaktadır. Arıcılıkla uğraşan insanlar zamanları olmadıkları için arıcılığı ikinci sırada tutmaktadır. Bu sorunu PIC kontrollü termoelektrik modül ile tasarladığım sistem çözmektedir. Sistemin kullanımının kolay olması ve arızalandığında arızanın nerde olduğunu ekranda göstermesi arı yetiştiricileri için kolaylık sağlamaktadır. Arı yetiştiricisi sadece set değerini ayarlayıp kovan sıcaklığını belirlemektedir. Sistemin dezavantajı olarak ilk defa tasarlanmış olması nedeniyle maliyeti çok yüksek olmaktadır. Bu da arı yetiştiricileri için istenmeyen bir durumdur.

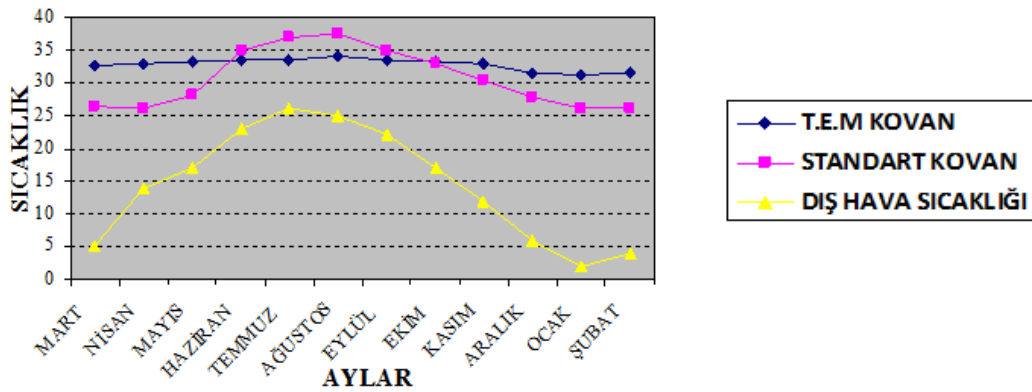
Türkiye'de arı yetiştiriciliği genellikle küçük arı grupları şeklinde yapıldığı bilinmektedir. Bu nedenle üreticiler daha çok maliyeti düşük sistemler istemektedirler.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çizelge 4.2’de genel toplamda da görüldüğü gibi sistemin kurulum maliyeti fazladır. Fakat sistemin işleyişine bakıldığında istenilen ısıtma ve soğutmayı sağlayıp kovan içi sıcaklığı sabit tuttuğu görülmektedir. Bu da sistemin ne kadar etkili olduğunu ve çok iyi çalıştığını göstermektedir. Küçük arı grubuna sahip yetiştiriciler için maliyeti fazla olan bu sistemin büyük arı grubuna sahip yetiştiriciler için ideal bir sistemdir. Çünkü sistem bal miktarını %20’lere kadar artırdığından kendi maliyetini çıkartacaktır. Sistemin fabrikasyon olarak üretimi de maliyeti düşürecektir. Sistemin maliyetinin azaltılması durumunda yaygınlaşması kolaylaşacak ve Türkiye’de bal üretim miktarı artacaktır.

Bu çalışmada, zayıf arı kolonilerinin güçlenmesi ve güçlü olan arı kolonilerinin kovan içi ısısının stabil tutularak harcadıkları enerjiyi arı yetiştiricisinin ve doğanın yararına kullanabilmesi için TEM ile yapılan kovan içi ısısının stabil tutulması uygulaması yapılmıştır. Bu sistemde kovan içi ideal sıcaklık değeri olan $33,6 \pm 0,3$ derece olarak sabitlenmiştir. Şekil 6.1.’de kovan içi sıcaklık değerlerin stabil tutulduğu görülmektedir.



Şekil 6.1. Kovan içi sıcaklık değerleri.

Termoelektrik modül ile arı kovanının sıcaklığının stabil tutulmasının arı kolonilerine olumlu katkılar sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu uygulamanın bilim insanlarına ve arıcılara konu ile ilgili yeni bir bakış açısı sağlaması hedeflenmiştir.

Sistemin yaygınlaşmasına engel olarak birim maliyeti ve yerleşim yerlerinden uzak bölgelerde elektrik enerjisinin olmayışı gösterilebilir.

Kovan içi sıcaklığının yanında nem, ağırlık ve arı hareketleri gibi daha çok parametrenin değerlendirilerek ve sistemin daha çok kovana uygulanarak yapılacak çalışmaların sistemli kovan ile klasik kovanları kıyaslamada daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesini sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

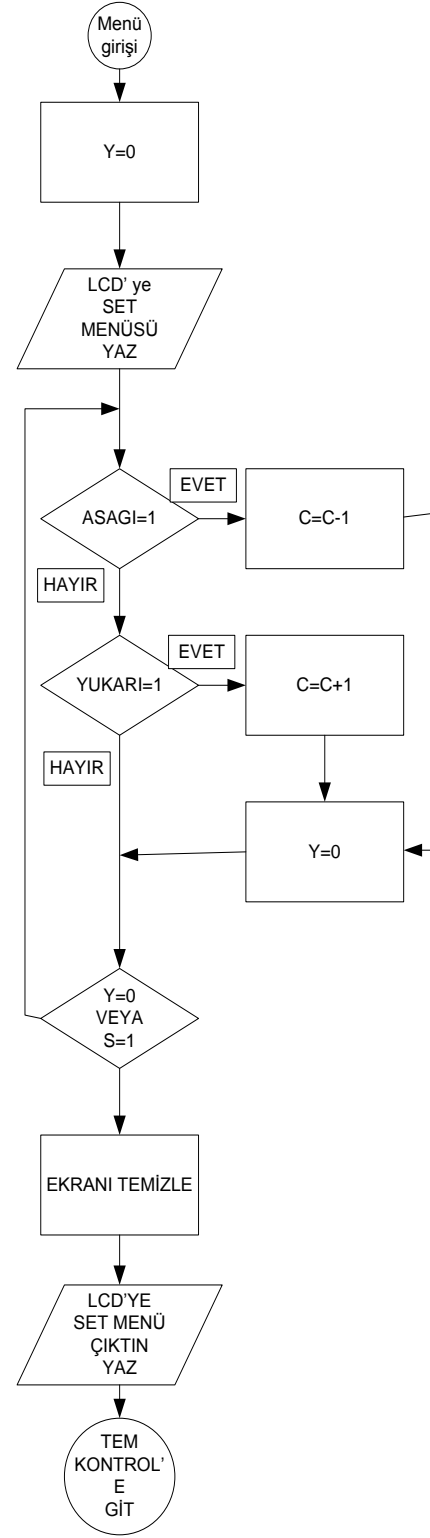
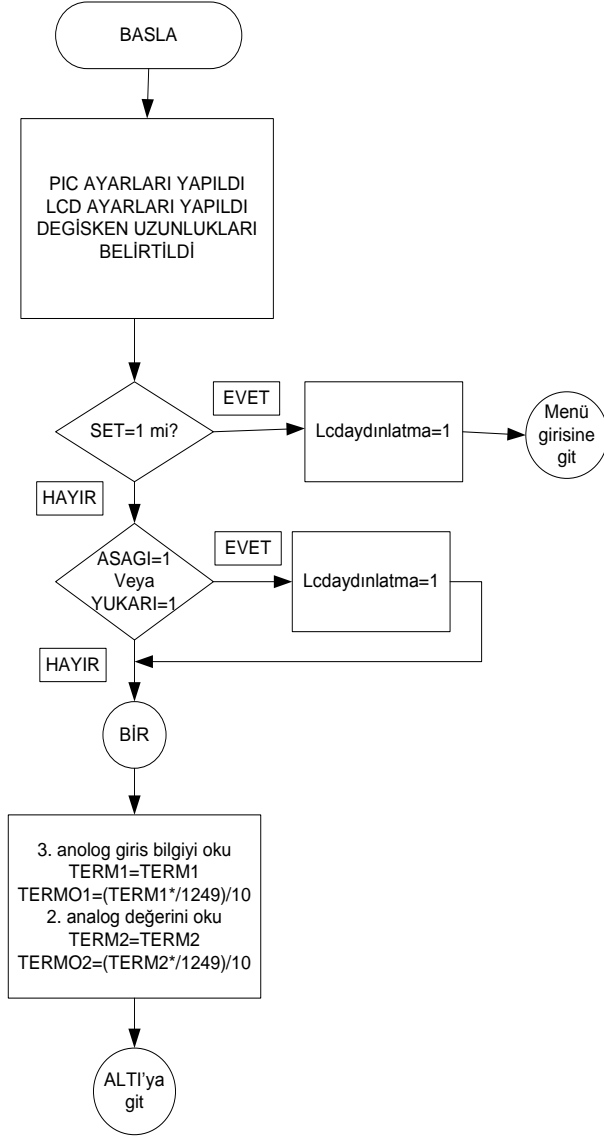
1. İnternet: Beyazkovan Arıcılık, “ Balarısının Tarihi”, <http://www.beyazkovan.com/content/view/97/1/> (2014)
2. Ruttner, F., “Biogeography and Taxonomy of Honey Bees.”, *Springer-Verlag*, Berlin, 293 (1988).
3. İnternet: Asya Bal, “Arı İle İlgili Genel Bilgiler”, www.asyabal.com (2014).
4. Mardan, M. and Kevan, P. G., “Critical temperatures for survival of brood and adult workers of the giant honeybee, *apis dorsata* (Hymenoptera: Apidae)”, *Apidologie*, 33 (3): 295-301 (2002).
5. Tautz, J., Maier, S., Groh, C., Rossler, W., and Brockmann, A., “Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development”, *University of Wurzburg*, Wurzburg, Germany (2003).
6. İnternet: Yaklasansaat, “Arı Irkları, Tarihi ve Yuvaları”, http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/canlilar/ari_irklari.asp (2014).
7. Kleinhenz, M., Bujok, B., Fuchs, S. and Tautz, J.,. “Hot bees in empty broodnest cells: Heating from within”, *The Journal of Experimental Biology*, 206: 4217-4231 (2003).
8. Wineman, E., Lenski, Y. and Mahrer, Y., “Solar heating of honey bee *apis mellifera*.) during the subtropical winter and its impact on hive 82 temperature worker population and honey production”, *American Bee J*, 143: 565-570 (2003).
9. Groh, C., Tautz, J. and Rössler, W., “Synaptic organization in the adult honey beebrain is influenced by brood-temperature control during pupal development”, *The National Academy Of Sciences Roc Natl Acad Sci*, USA, 101: 4268–4273 (2004).
10. Mandl, M., Stabentheiner, A. and Kovac, H., “Cooling by water droplets in a breeding honeybee colony”, *First European Conference of Apidology*, Udinese (2004).
11. Bruce, W. A., Needham G. R. and Potts W. J. E., “The effects of temperature and water vapor activity on water loss by *varroa jacobsoni* (Acari:Varroidae)”, *Amer. Bee J.*, 137: 461-463 (2005).

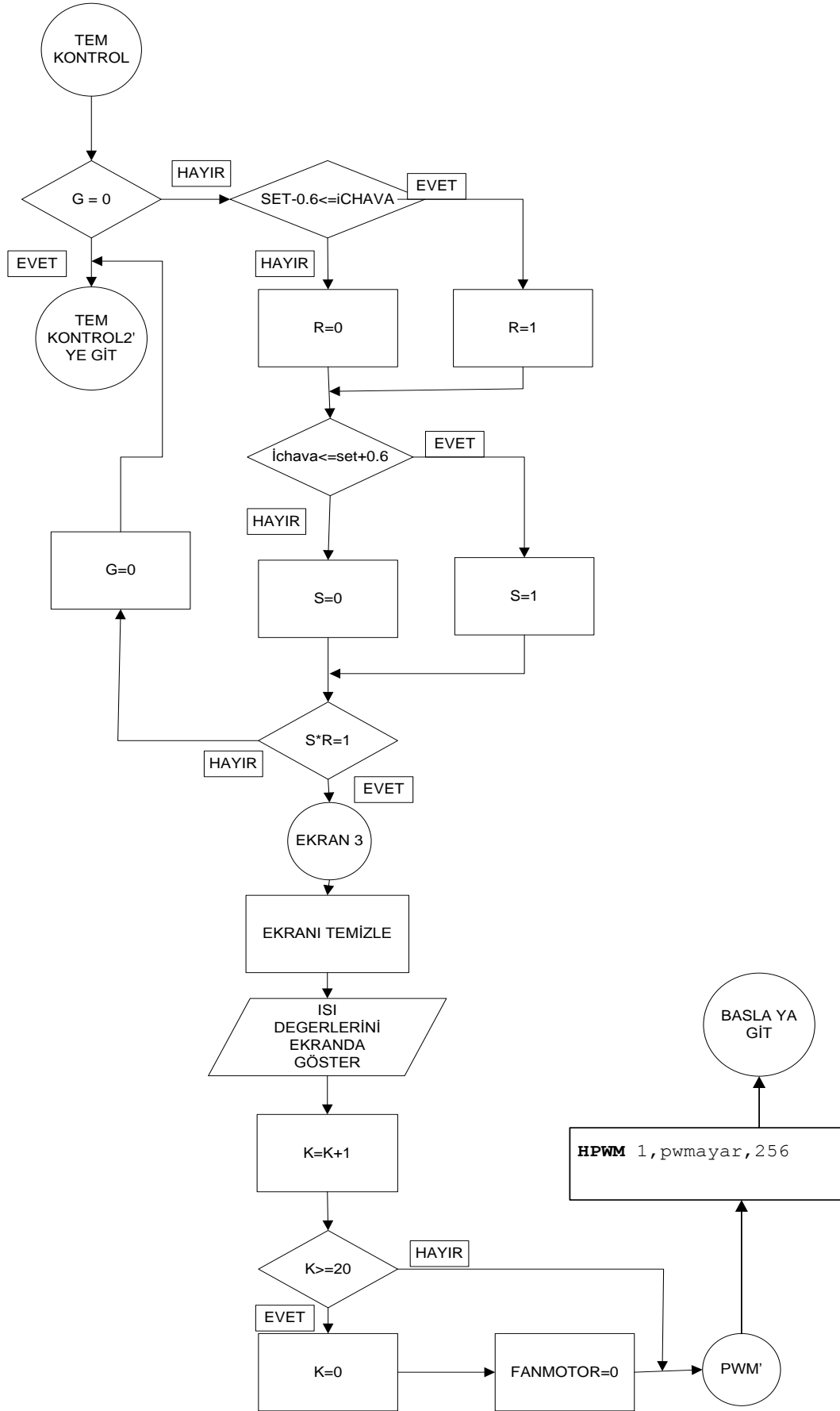
12. McMullan, J. B. and Brown. M. J. F., “Brood pupation temperature affects the susceptibility of honeybees (*Apis Mellifera*) to infestation by tracheal mites (*Acarapis woodi*)”, *Apidologie*, 36: 97-105 (2005).
13. Southwick, E. E. and Moritz, R. F. A., “Social control of a r vent lat on in colonies of honey bees”, *J. Insect Physiol.*, 9 (33): 623-626 (1987).
14. Petz, M., Stabentheiner, A. and Crailsheim, K., “Respiration of individual honeybee larvae in relation to age and ambient temperature”, *Journal of Comparative Physiology (B)*, 174 (7): 511-518 (2004).
15. İnternet: Melcor, “Industry-leading Maximum Thermoelectric Performance”, http://www.lairdtech.com/Products/Thermal-Management-Solutions/#.VASw-sV_ub8 (2014).
16. Rıffat, S. B. and Qiu, G., “Comperative investigation of thermoelectric air - conditioners versus vapour compression and absorpction air conditioners”, *Applied Thermal Engineering*, 24: 1979-1993 (2004).
17. Yavuz, A. H. ve Ahıska, R., Hakim M., “Bulanık mantık kontrollü termoelektrik beyin sogutucusu”, *ELECO’2006 Elektrik Elektronik–Bilgisayar Mühendisligi Sempozyumu*, B8–07, Bursa (2006).
18. Tsai, H. L. and Lin, M. L., “Model building and simulation of thermoelectric module using matlab/simulink”, *Journal of Electronic Materials Ind. Appl.*, 43: 505 (2007).
19. Ahıska, R. and Dişlitaş, S., “Microcontroller based thermoelectric generator application”, *G.U. Journal of Science*, 19 (2): 135-141 (2006).
20. Godfrey, S., “An introduction to thermoelectric coolers”, *Melcor Corporation*, US (1996).
21. Fidan, U., “Mikrodenetleyici kontrollü taşınabilir termoelektrik tıp kiti cihazı tasarımı ve uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü Fen Bil. Enst.*, Ankara (2000).
22. Demirel, H., “Peltier elemanlarla hipotermiya uygulamasında sıcaklık kontrolü ve yapay sinir ağları ile modellenmesi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Bilişim. Enst.*, Ankara (2010).
23. Rıffat, S.B., and Xiaoli, M., ”Thermoelectrics: a review of present and potential applications”, *Applied Thermal Engineering*, 23: 913–935 (2003).
24. Erdoğan, Y., “Rezistanslı ve fanlı ahşap ve tecritli kovanlardaki balarısı (*apis mellifera l.*) kolonilerinin performansları”, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum (2007).

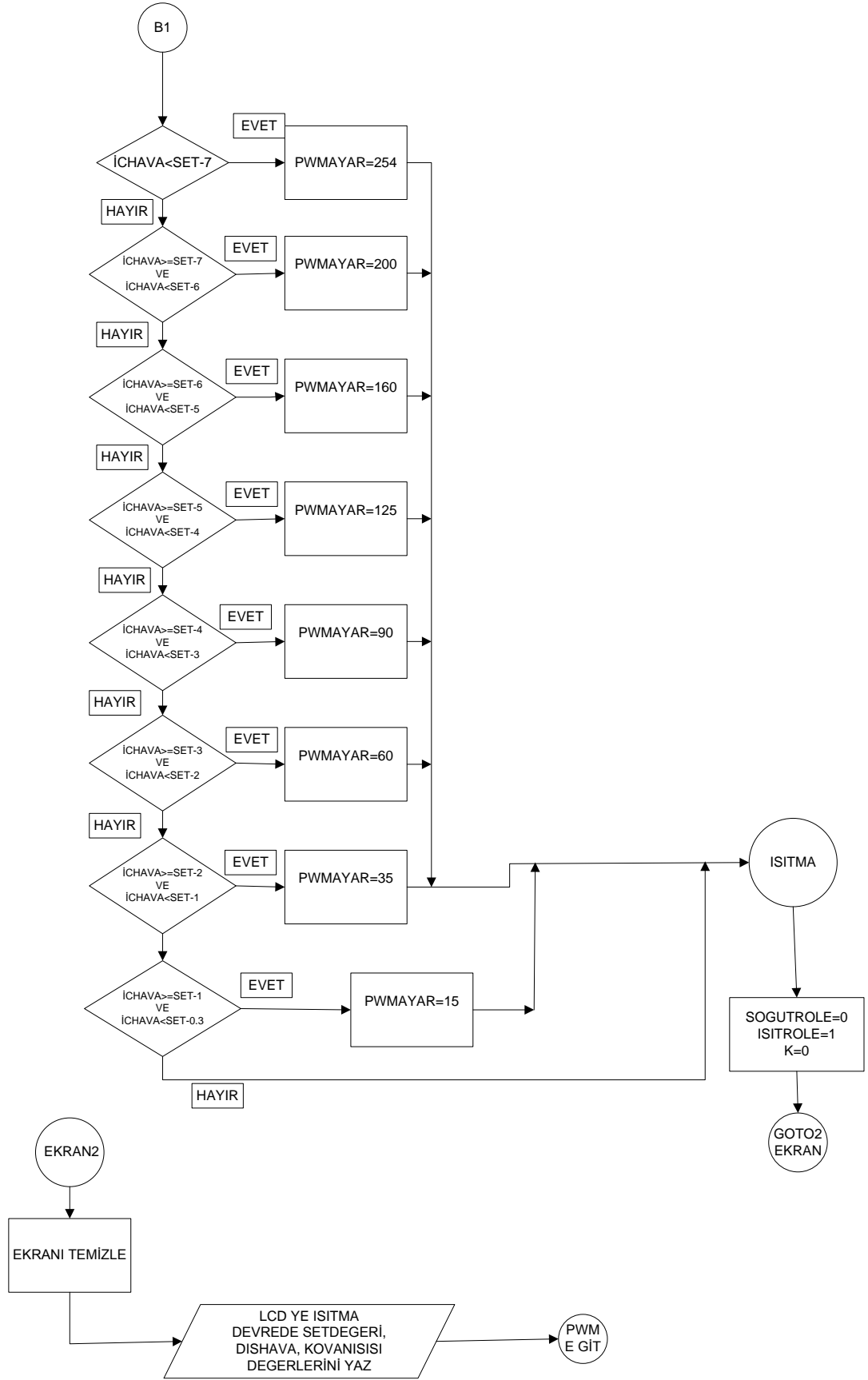
25. İnternet: Elektrikport, “FET ve MOSFET Nedir?”, <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/fet-ve-mosfet-nedir-guc-elektronigi-dersleri/11345#ad-image-0> (2014)
26. İnternet: Arduino, “Arduino - Lm35 Sıcaklık Sensörü İle Termometre Uygulaması”, <http://arduinotik.blogspot.com.tr/2014/03/arduino-lm35-scaklk-sensuru-ile.html> (2014).
27. İnternet: ON Semiconductor, “Energy Efficient Innovations”, <http://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=NCP5369> (2014).
28. İnternet: Elektrikgen.tr, “LCD Nedir - Nasıl Kullanılır”, <http://www.elektrik.gen.tr/teknik-icerik/lcd-nedir-nasil-kullanilir> (2014).
29. İnternet: Robotiksistem, “ LCD Yapısı ve Çalışma Prensibi”, http://www.robotiksistem.com/lcd_yapisi_calismasi.html (2014).
30. İnternet: Teknomerkez, “PICBASIC İle LCD Kullanımı”, <http://www.teknomerkez.net/sayfa.php?git=297> (2014).
31. İnternet: Silisyum, “Doğrultucunun Yapısı ve Bölümleri” http://www.silisyum.net/htm/guc_kaynaklari/guc_kaynaklari.htm (2014).
32. İnternet: Mikrokontrolör, “Yüksek Performanslı RISC CPU Özellikleri”, <http://www.kontrolkalemi.com/forum/pic-programlama/141-pic-hakkinda-hersey.html> (2014).
33. Şahin, H., Dayanık, A. ve Altınbaşak, C., “PIC Programlama Teknikleri ve PIC16F877A”, *Altaş Yayıncılık*, İstanbul (2010).
34. İnternet: Öğr.Gör.Bülent ÇOBANOĞLU, “PIC Mikro denetleyiciler ve Programlama” https://cobanoglu.wikispaces.com/file/view/PIC_tef1.pdf (2014)
35. Gümüşkaya, H., “Mikroişlemciler ve 8051 Ailesi”, *Alfa Yayıncılık*, İstanbul (1999).

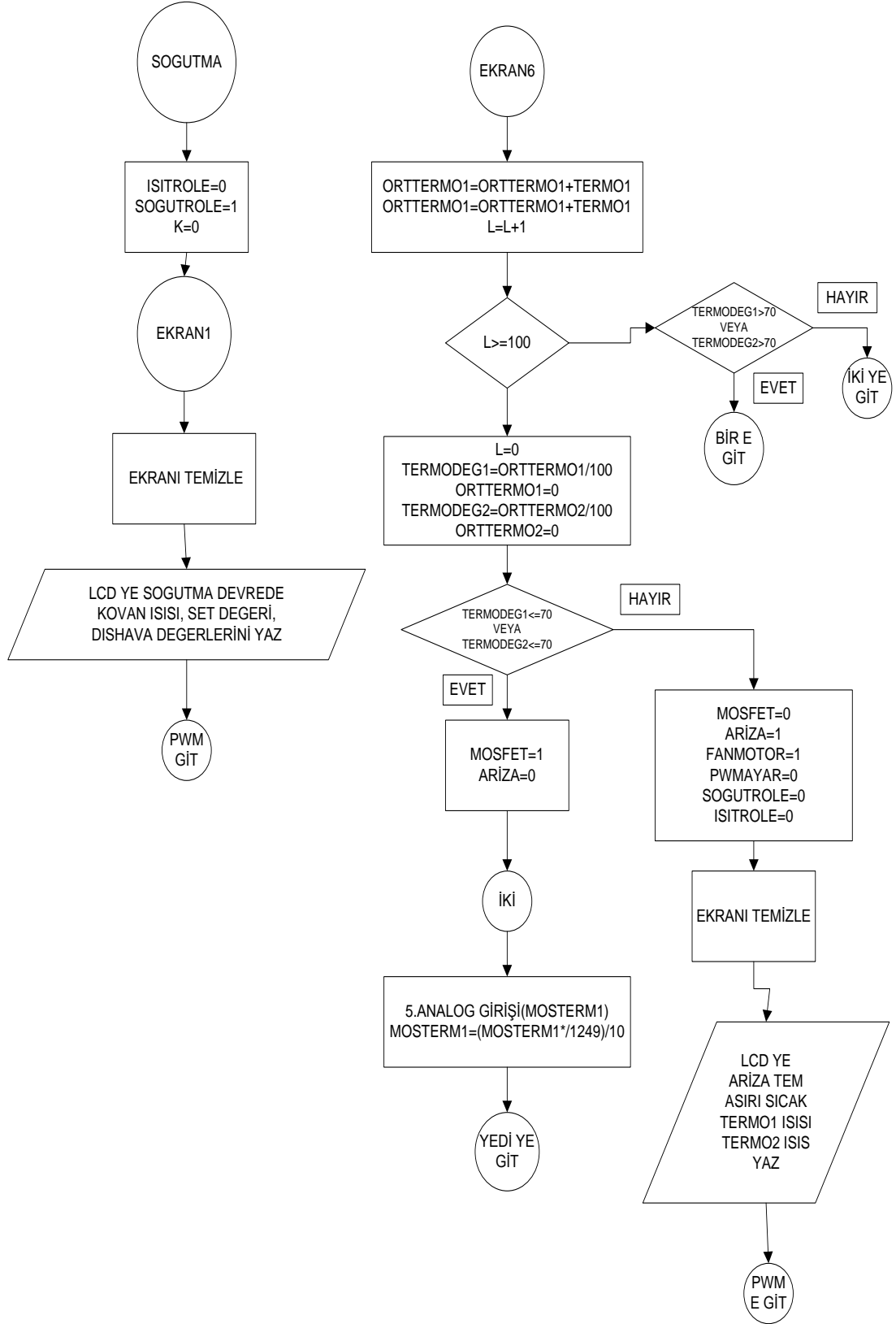
EK AÇIKLAMALAR A.

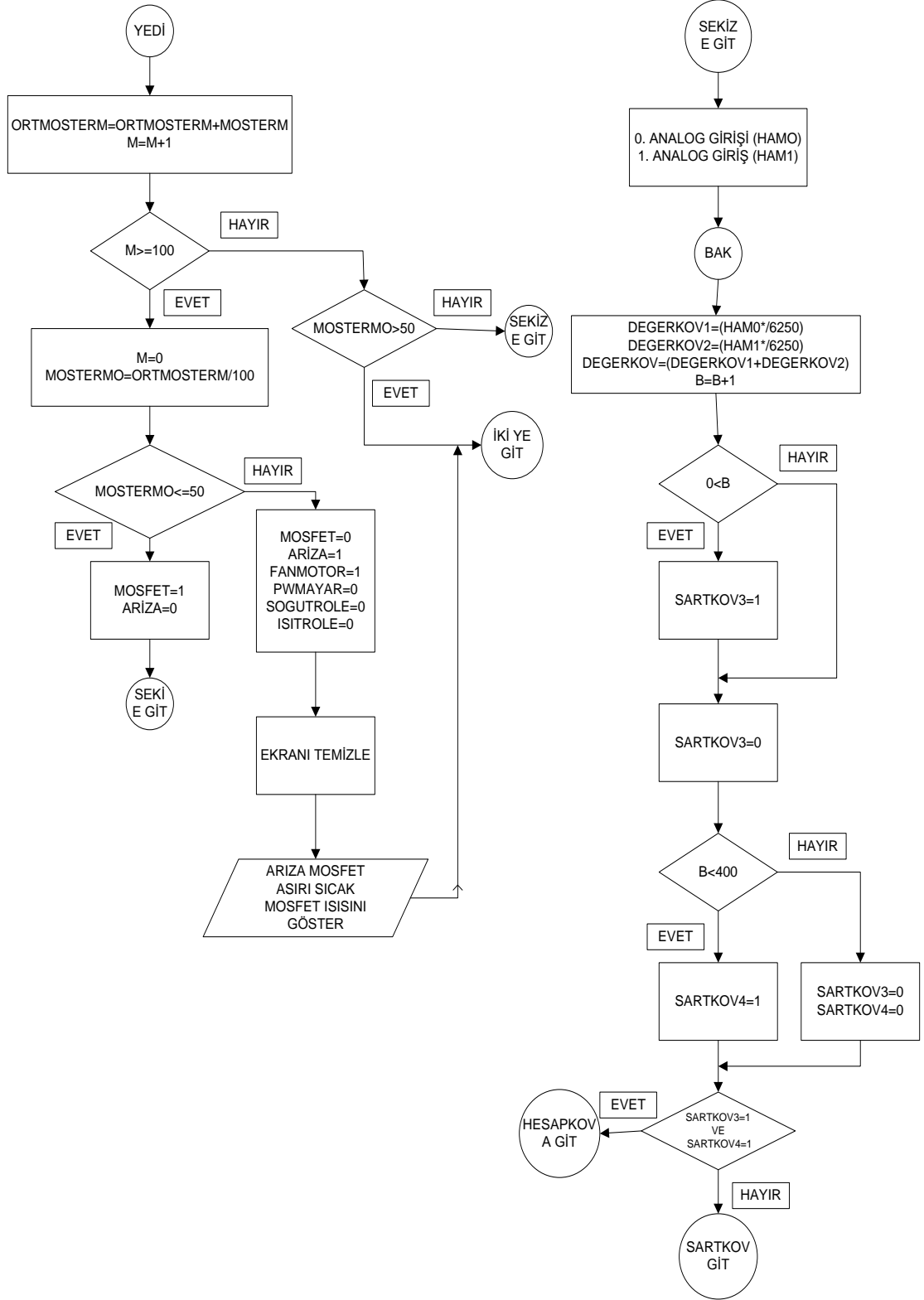
AKIŞ ŞEMASI

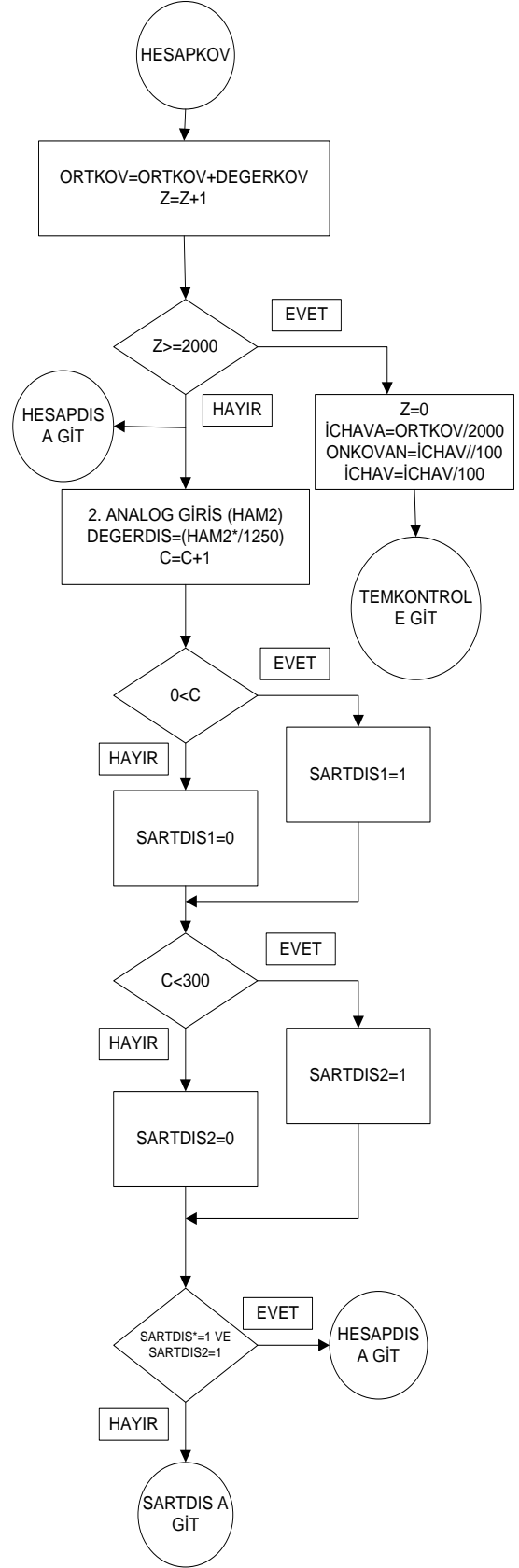
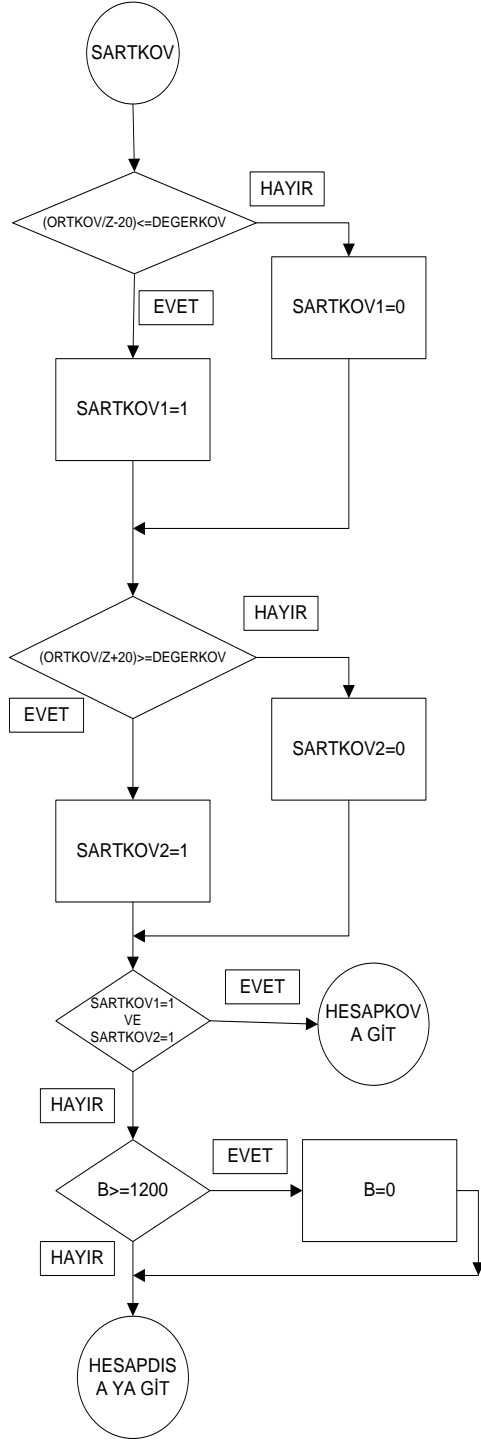


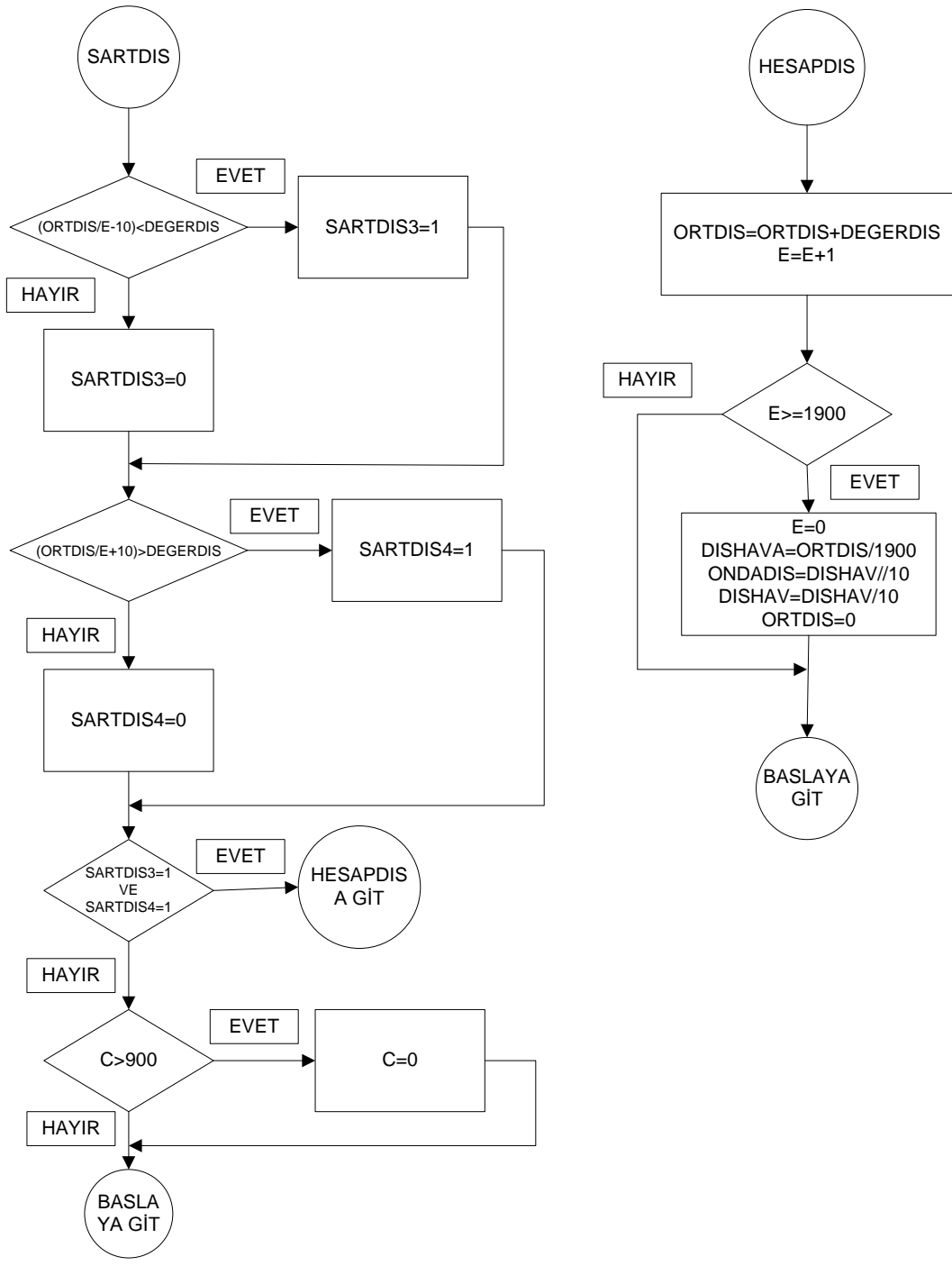












EK AÇIKLAMALAR B.

ALGORİTMA

Adım1:Başla
Adım2:PIC ve LCD ayarlarını yap, Değişken uzunluklarını belirle
Adım3: set butonuna basıldı mı? basıldı ise Adım9 git
Adım4:aşağı veya yukarı butonuna basıldı mı? Basılmadı ise Adım6 ya git
Adım5:LCD'yi aydınlat
Adım6: 3. Analog girişi değerini oku ve dijitale çevirip termo1'at
Adım7: 4. Analog giriş değerini oku ve dijitale çevirip termo2'at
Adım8: Adım87 e git
Adım9:LCD' yi aydınlat
Adım10:Y ye 0 değerini ver ve sayaç olarak kullan
Adım11:LCD ye set menüsüne giriş yazısı yaz
Adım12: Aşağı butonuna basıldı mı? Basılmadıysa Adım15 e git
Adım13:Set derecesini 1 azalt
Adım14: Y sayacını sıfırla
Adım15:Yukarı butonuna basıldı mı? Basılmadıysa Adım17 e git
Adım15:Set derecesini 1 artır
Adım16: Y sayacını sıfırla
Adım17: Y sayacını 1 artır
Adım18: Y sayacı sıfır veya set butonuna basılıyorsa Adım12 ye git
Adım19: G değerim 0 mı? Evet ise Adım28 git
Adım20: Setderecesi-0.6<=içhava derecesi mi? evet ise Adım22 git
Adım21:R=0 değeri ver ve Adım23 git
Adım22:R=1 değeri ver
Adım23:içhava derecesi<=Setderecesi mi? evet ise Adım25 git
Adım24:S=0 değeri ver ve Adım26 ya git
Adım25:S=1 değeri ver
Adım26:S*R=1 mi? evet ise Adım58 git
Adım27:G değerini 0 yap
Adım28:içhava derecesi<Setderecesi-0.3 mü? Evet ise Adım65 git
Adım29:içhava derecesi>Setderecesi+0.3? mü? Evet ise Adım49 a git
Adım30:fan motoru çalıştır
Adım31:içhava değeri >Setderecesi+0.7 mi? Hayır ise Adım33 git
Adım32:pwm=254 yap ve Adım46 git git
Adım33: içhava değeri <=Setderecesi+7 ve içhava derecesi> Setderecesi +6 mi?
Hayır ise Adım34 git
Adım33: pwm=200 yap ve Adım46 git
Adım34: içhava değeri <=Setderecesi+6 ve içhava derecesi> Setderecesi +5 mi?
Hayır ise Adım36 git
Adım35:pwm=160 yap ve Adım46 git
Adım36: içhava değeri <=Setderecesi+5 ve içhava derecesi> Setderecesi +4 mi?
Hayır ise Adım38 git
Adım37: pwm=125 yap ve Adım46 git
Adım38: içhava değeri <=Setderecesi+4 ve içhava derecesi> Setderecesi +3 mi?
Hayır ise Adım40 git
Adım39:pwm=90 yap ve Adım46 git
Adım40: içhava değeri <=Setderecesi+3 ve içhava derecesi> Setderecesi +2 mi?
Hayır ise Adım42 git
Adım41:pwm=60 yap ve Adım46 git

Adım42: içhava değeri \leq Setderecesi+2 ve içhava derecesi $>$ Setderecesi +1 mi?
Hayır ise Adım44 git
Adım43:pwm=30 yap ve Adım46 git
Adım44:içhava değeri \leq Setderecesi+1 ve içhava derecesi $>$ Setderecesi +0.3 mi?
Hayır ise Adım git
Adım45:pwm=15 yap
Adım46:soğutma rölesini aktif yap ısıtma rölesini pasif yap K=0 yap
Adım47:ekranı temizle soğutma devrede yazısı yaz
Adım48:kovan ısını, set derecesini, dış hava derecesi değerlerini yaz Adım63 e git
Adım49:Setderecesi-0.3 \leq içhava derecesi mi? hayır ise Adım51 git
Adım50:ABOS=1 değeri ver
Adım51:ABOS=0 değeri ver
Adım52:içhava derecesi \leq setderecesi+0.3 mü? Hayır Adım54 git
Adım53:UBOS=1 yap ve Adım55 git
Adım54:UBOS=0 yap
Adım55:UBOS*ABOS=1 mi? hayır ise Adım19 git
Adım56:pwm sıfırla, ısıtma ve soğutma rölelerini kapat
Adım57:G=1 değerini ver
Adım58:ekranı temizle ısı değerlerini ekranda göster
Adım59:K değerini 1 artır
Adım60:K \geq 20 mi? hayır ise Adım63 git
Adım61:K=0 yap
Adım62:fanmotoru kapat
Adım63:pwm ayarlarını gir(**HPWM** 1, pwmayar, 256)
Adım64: Adım3 'e git
Adım65:fan motoru çalıştır
Adım66:içhava derecesi $<$ setderecesi-7 mi? hayır ise Adım68 git
Adım67:pwm=254 yap ve Adım82 git
Adım68: içhava değeri \geq Setderecesi-7 ve içhava derecesi $<$ setderecesi-6 mi? Hayır
ise Adım70 git
Adım69:pwm=200 yap ve Adım82 git
Adım70: içhava değeri \geq Setderecesi-6 ve içhava derecesi $<$ setderecesi-5 mi? Hayır
ise Adım72 git
Adım71: pwm=160 yap ve Adım82 git
Adım72: içhava değeri \geq Setderecesi-5 ve içhava derecesi $<$ setderecesi-4 mi? Hayır
ise Adım74 git
Adım73:pwm=125 yap ve Adım82 git
Adım74: içhava değeri \geq Setderecesi-4 ve içhava derecesi $<$ setderecesi-3 mi? Hayır
ise Adım76 git
Adım75: pwm=90 yap ve Adım82 git
Adım76: içhava değeri \geq Setderecesi-3 ve içhava derecesi $<$ setderecesi-2 mi? Hayır
ise Adım78 git
Adım77:pwm=60 yap ve Adım82 git
Adım78: içhava değeri \geq Setderecesi-2 ve içhava derecesi $<$ -1 mi? Hayır ise Adım42
git
Adım79:pwm=35 yap ve Adım82 git
Adım80: içhava değeri \geq Setderecesi-1 ve içhava derecesi $<$ -0.3 mi? Hayır ise
Adım82 git
Adım81:pwm=15 yap

Adım82:soğutma rölesini kapat ısıtma rölesini aktif yap
Adım83:K=0 yap
Adım84:Ekranı temizle
Adım85:ekranda ısıtma devrede yaz
Adım86:Set derecesi, dış hava, kovanın ısı derecelerini ekranda yaz Adım63 e git
Adım87:orttermo1=orttermo1+termo1 yap
Adım88: orttermo2=orttermo2+termo2 yap,
Adım89:L yi 1 artır
Adım90:L>=100 mü? Evet ise Adım94 e git
Adım91:termodeg1>70 veya termodeg2>70 mi? evet ise Adım6 ya git
Adım92:Adım103 git
Adım93: L yi sıfırla ve termodeg1:orttermo1/100 yap
Adım94:orttermo1=0 yap
Adım95:termodeg2:orttermo2/100 yap
Adım96:orttermo2=0 yap
Adım97:termodeg1<=70 veya termodeg2<=70 mi? evet ise adım102 ye git
Adım98:arıza ve fan motoru aktif yap
Adım99: mosfet, soğutma rölesi, ısıtma rölesi, pwm ayarı sıfırla
Adım100:Ekranı temizle
Adım101:LCD de arıza TEM aşırı sıcak yaz ve termo1 ve termo2 ısılarını göster
Adım63 git
Adım102:mosfet=1 yap, arıza=0 yap
Adım103:5. Analog girişi al(mosterm1)
Adım104:mosterm1=(mosterm1*/1249)/10 (analog girişi dijital yaptık)
Adım105:ortmosterm=ortmosterm+mosterm
Adım106:m=m+1 yap
Adım107:m>=100 mü? Hayır ise Adım119 git
Adım108:m=0 yap
Adım109:mostermo=ortmosterm/100 yap
Adım110:ortmosterm=0 yap
Adım111:mostermo<=50 mi? evet ise Adım117 git
Adım112:mosfet, pwmayarı, soğutma ve ısıtma rölesini sıfır yap
Adım113:arıza ve fan motoru 1 yap
Adım114:Ekranı temizle
Adım115:LCD de arıza mosfet aşırı sıcak ve mosfet ısını göster
Adım116:adım103 git
Adım117:mosfet=1 ve arıza=0 yap
Adım118:Adım120 git
Adım119:mostermo>50
Adım120:0 nolu Analog girişi ölç(ham0)
Adım121:1 nolu Analog girişi ölç(ham1)
Adım122:degerkov1=(ham0*/6250)
Adım123:degerkov2=(ham1*/6250)
Adım124:degerkov=(degerkov1+degerkov2)
Adım125:b=b+1 yap
Adım126: 0<b mi? hayır ise Adım128 e git
Adım127: sartkov3=1 yap
Adım128:sartkov3=0 yap
Adım129:b<400 mü? Hayır ise Adım 131 e git

Adım130:sartkov4=1 yap Adım132 e git
Adım131:sartkov3=0 ve sartkov4=0 yap
Adım132:sartkov3=1 ve sartkov4=1 mi? evet ise Adım151 e git
Adım133:(ortkov/z-20)<=degerkov mu? Hayır ise Adım135 e git
Adım134:sartkov1=1 yap Adım136 a git
Adım135:sartkov1=0 yap
Adım136: (ortkov/z+20)>=degerkov mu? Hayır ise Adım138 e git
Adım137: sartkov2=1 yap ve Adım 139 a git
Adım138: sartkov2=0 yap
Adım140:sartkov1=1 ve sartkov2=1 mi? evet ise Adım151 e git
Adım141:b>=1200 mi? hayır ise Adım142 e git
Adım142:b=0 yap
Adım143:ortdis=ortdis+degerdis yap
Adım144: e=e+1 yap
Adım145:e>=1900 mü? Hayır ise Adım3 e git
Adım146:e=0 yap
Adım147:dishava=ortdis/1900 yap
Adım148: andadis=dishav//10 yap
Adım149:dishav=dishav/10 yap
Adım150:Adım3 e dön
Adım151:ortkov=ortkov+degerkov
Adım152:z=z+1 yap
Adım153: z>=2000 mi? hayır ise Adım156 e git
Adım154: z=0, içhava=ortkov/2000, ondakovan=içhava//1000,ichav=ichav/100,
ortkov=0 yap
Adım155:Adım19 a git
Adım156:2 nolu analog giriş(ham2)
Adım157:degerdis=(ham2*/1250), c=c+1 yap
Adım158:0<c mi? hayır ise Adım160 git
Adım159:sartdis1=1 yap Adım161 git
Adım160:sartdis1=0 yap
Adım161:c<300 mü? Evet ise Adım163 git
Adım162:sartdis2=0 Adım164 e git
Adım163:sartdis2=1 yap
Adım164:sartdis1=1 ve sartdis2=1 mi? evet ise Adım143 e git
Adım165: (ortdis/e-10)<degerdis mi? evet ise Aım167 git
Adım166:sartdis3=0 yap ve Adım168 e git
Adım167:sartdis3=1 yap
Adım168: (ortdis/e+10)>degerdis mi? evet ise Aım170 git
Adım169:sartdis4=0 yap ve Adım171 git
Adım170:sartdis4=1 yap
Adım171:sartdis4=1 ve sartdis3=1 mi? evet ise Aım143 e git
Adım172:c>900 mü? Hayır ise 3 adıma git
Adım173:c=0 yap ve 3 adıma git

EK AÇIKLAMALAR C.

PROGRAM YAZILIMI

Device 16F877A

XTAL=4

PORTB_PULLUPS=1

'19

TRISA=%11111111

'PORTA GIRIS

TRISE=%111

'PORTA GIRIS

TRISB=%00000000

'PORTB ÇIKIŞ

TRISC=%00000000

'PORTC ÇIKIŞ

TRISD=%11100000

'PORTD ÇIKIŞ

CMCON=2

*'PORTA'nın ilk AN0-AN4 5
girişi analog ,AN5-AN6-AN7
6-7 ve 8 dijital giriş
'DATA girişi PORTB'nin 4.*

Declare LCD_DTPIN PORTB.4

ucundan başlayacak

Declare LCD_ENPIN PORTB.3

'LCD'nin ENable ucu

Low PORTB.2

'LCD RW çıkışı için GND

olarak tanımlandı

Declare LCD_RSPIN PORTB.1

'LCD'nin Register Select ucu

Declare LCD_INTERFACE 4

'LCD veri yolu 4 bit olacak

Declare LCD_LINES 4

'LCD 4 satırdan

oluşuyor

LCDOUT \$FE,\$40, 6,9,9,6,0,0,0,0

Dim kovan1 As Word

Dim kovan2 As Word

Dim degeric As Word

Dim kovan As Word

Dim termol As Word

Dim termo2 As Word

Dim setgir As Word

Dim pwmayar As Word

Dim digital As Word

Dim ABOS As Byte

Dim UBOS As Byte

*'16 bit değişken tipi seçtik
kullanacağımız değer 10 bit
olacak.*

Dim SICAKLIK As Byte

Dim dimi As Word

Dim x As Word

Dim y As Word

HAM0 VAR **Word**

'ADC den okunan ham digital

değer.

HAM1 VAR **Word**

'ADC den okunan ham digital

değer.

HAM2 VAR **Word**

ISISSET VAR **Byte**

'gündüz ısı değeri

ISIDIS VAR **Byte**

'gece ısı değeri

ISIODA VAR **Byte**

'oda sıcaklığı

Dim SAY **As Byte**

*'SAY byte olarak tanımlanan
bir değişkendir*

ONDA VAR **Byte**

ONDASET VAR **Byte**

ONDADIS VAR **Byte**

```

ONDAKOVAN    VAR Byte
ICHAV        VAR Word
HAV          VAR Word
DHAV        VAR Word
term1       VAR Word
term2       VAR Word
ADC1        VAR Word
DUTY        VAR Word
mosterm1    VAR Word
mosterm     VAR Word
termodeg1   VAR Word
termodeg2   VAR Word
orttermo1   VAR Word
orttermo2   VAR Word
mostermo    VAR Word
ortmosterm  VAR Word

```

```
ADCON1=%10000010
```

'10 BİT SONUÇ ALMAK İÇİN

```

Dim LCDAYDINLATMA  As PORTB.0
Dim mosfet         As PORTC.1
Dim ISITROLE      As PORTD.0
Dim SOGUTROLE     As PORTD.1
Dim fanmotor      As PORTD.2
Dim yedek         As PORTD.3
Dim ariza         As PORTD.4

```

```

Symbol SEC        =PORTD.5
Symbol YUKARI     =PORTD.6
Symbol ASAGI      =PORTD.7

```

```

DEGERKOV1    VAR Word
DEGERKOV2    VAR Word
DEGERKOV     VAR DWord
SARTKOV1     VAR Word
SARTKOV2     VAR Word
SARTKOV3     VAR Word
SARTKOV4     VAR Word
ORTKOV       VAR DWord
SARTDIS1     VAR Word
SARTDIS2     VAR Word
DEGERDIS     VAR Word
DISHAV       VAR Word
ORTDIS       VAR DWord
SARTDIS3     VAR Word
SARTDIS4     VAR Word
b            VAR Word
z            VAR Word
c            VAR Word
e            VAR Word
f            VAR Word
g            VAR Word
h            VAR Word
k            VAR Word
l            VAR Word
m            VAR Word
r            VAR Word
s            VAR Word

```

```

t          VAR Word
x=9
y=0
b=0
c=0
e=0
f=0
g=0
h=0
k=0
l=0
r=0
s=0
t=0

      '****HPWM AYARLARI****
DEFINE CCP1_REG PORTC          'HPWM
DEFINE CCP1_BIT 2              'CCP1 PİNİ PORTC.2

'*****ADC TANIMLAMALARI*****
DEFINE ADC_BITS      10
DEFINE ADC_CLOCK     3
DEFINE ADC_SAMPLEUS  20

Declare ADIN_RES 10          ' 10-bit adc
Declare ADIN_TAD FRC        ' RC OSC seçildi
Declare ADIN_STIME 50      ' 50us örnekleme zamanı

DelayMS 100
Cls                                'ekranı temizler ve 30 ms gecikme
                                       sağlar

DelayMS 30
'-----
ISISSET      =33
ISIDIS       =18          'Bunlar default değerler olacak
ISIODA       =21
SAY          =0          'SAY değişkenini sıfırla
ONDA         =6
ONDASET      =6
dimi         =973
digital      =973/10
LCDAYDINLATMA =1
mosfet       =0
ISITROLE     =0
SOGUTROLE    =0
fanmotor     =0
yedek        =0
ariza        =0
orttermo1    =0
orttermo2    =0

PORTB=0
LCDOUT $FE,1
DelayMS 200
'-----

```

MERHABA:

```
Cls
DelayMS 30
LCDOUT $FE,1 , "MERHABA HOSGELDINIZ "
LCDOUT $FE,$C0, " AYDIN OZKUL "
'Menu ye nasıl girileceği açıklanıyor
LCDOUT $FE,$94, "TERMO ELEKTRİK MODUL"
LCDOUT $FE,$D4, " KOVAN MODULASYONU " 'ODA sıcaklığını
ekrana getiriyoruz.

DelayMS 30
```

BASLA:

```
If SEC=0 Then
LCDAYDINLATMA=1
GoTo MENUGIRISI 'Şayet SEC tuşuna basılırsa Menu ye git
EndIf
If YUKARI=0 Or ASAGI=0 Then LCDAYDINLATMA=1
y=y+1
Y=Y
If y>=3000 Then
y=0
LCDAYDINLATMA=0
GoTo BIR
Else
GoTo BIR 'Tekrar başa git.
EndIf
```

MENUCIKIS:

```
Cls
DelayMS 30
LCDOUT $FE,$C0, " SET MENU CIKTIN "
DelayMS 1000
GoTo TEMKONTROL
```

MENUGIRISI:

```
Cls
DelayMS 30
LCDOUT $FE,$C0, " SET MENUSU "
h=0
DelayMS 1000
```

MENU:

```
Cls
DelayMS 30
LCDOUT $FE,$C0, " SET DEGER GIR "
LCDOUT $FE,$94, " SET: ",DEC2 ISISSET, ", ",DEC1 ONDASET,0, "C"
DelayMS 30

If YUKARI=0 Then
ONDASET=ONDASET+1 'Aşağı tuşuna basılınca ONDA
BIR azaltılıyor

ONDASET=ONDASET
LCDAYDINLATMA=1
h=0
If ONDASET=10 Then ONDASET=0 'ONDA degeri 0 olunca
10'a esitle
```

```

If ISISSET>=50 Then ISISSET=50           '50'ye ulaşınca 50
                                           derecede sabitliyor
If ONDASET=0 Then ISISSET=ISISSET+1      'ONDASET 10 OLURSA
                                           ISISSET 1 ARTIR

DelayMS 200
EndIf

If ASAGI=0 Then
ONDASET=ONDASET-1                         'Aşağı tuşuna basılınca
                                           Set BIR azaltılıyor

ONDASET=ONDASET
LCDAYDINLATMA=1
h=0
If ONDASET=255 Then ONDASET=9           'ONDA değeri 0 olunca
                                           10'a esitle
If ISISSET=255 Then ISISSET=0          '255 e ulaşınca sıfıra
                                           eşitleniyor
If ONDASET=9 Then ISISSET=ISISSET-1    'ONDASET 10 OLURSA
                                           ISISSET 1 ARTIR

DelayMS 200
EndIf
h=h+1
h=h
If h>=4000 Then
h=0
GoTo MENUKIKIS
EndIf

If SEC=0 Then MENUKIKIS                 'Sec tuşuna basılınca
                                           başa gidiliyor.

GoTo MENU

```

BIR:

```

'***** sıcaklık ölçümleri *****

ADCIN 3,term1 '4 nolu kanaldan Analog değeri oku ve RAW
değişkenine aktar.
term1=term1 'Hesap kolaylığı açısından Ham değerini bir
artırdık
termo1=(term1 */ 1249)/10 'Ham ile 1250 yi 32 bit olarak
çarp ve 100'böl

ADCIN 4,term2 '5 nolu kanaldan Analog değeri oku ve RAW
değişkenine aktar.
term2=term2 'Hesap kolaylığı açısından Ham değerini bir
artırdık
termo2=(term2 */ 1249)/10 'Ham ile 1250 yi 32 bit olarak
çarp ve 100'böl

GoTo ALTI

```

```

'***** Çalışma ve Arıza Durumu *****

```

ALTI:

```

orttermol=orttermol+termol
orttermo2=orttermo2+termo2
l=l+1
If l>=100 Then
l=0
termodeg1=orttermol/100
orttermol=0
termodeg2=orttermo2/100
orttermo2=0
Else
If termodeg1>70 Or termodeg2>70 Then GoTo BIR
GoTo IKI
EndIf

If termodeg1<=70 And termodeg2<=70 Then
mosfet=1
ariza=0
GoTo IKI
Else
mosfet=0
ariza=1
fanmotor=1
pwmayar=0
SOGUTROLE=0
ISITROLE=0
Cls
DelayMS 30
Print At 1, 2 , " ARIZA TEM "
Print At 2, 2 , " ASIRI SICAK "
Print At 3, 2 , "TERMO1 ISISI : ",#termodeg1,0,"C"
Print At 4, 2 , "TERMO2 ISISI : ",#termodeg2,0,"C"
DelayMS 30
GoTo DOKUZ
EndIf

```

IKI:

```

ADCIN 5,mosterm1 '6 nolu kanaldan Analog değeri oku ve RAW
değişkenine aktar.
mosterm1=mosterm1 'Hesap kolaylığı açısından Ham değerini
bir artırdık
mosterm=(mosterm1 */ 1249)/10 'Ham ile 1250 yi 32 bit olarak
ęarp ve 100'böl

```

YEDI:

```

ortmosterm=ortmosterm+mosterm
m=m+1
If m>=100 Then
m=0
mostermo=ortmosterm/100
ortmosterm=0
Else
If mostermo>50 Then GoTo IKI
GoTo SEKIZ
EndIf
If mostermo<=50 Then
mosfet=1
ariza=0
GoTo SEKIZ
Else

```

```

mosfet=0
ariza=1
fanmotor=1
pwmayar=0
SOGUTROLE=0
ISITROLE=0
Cls
DelayMS 30
Print At 1, 2 , " ARIZA MOSFET "
Print At 2, 2 , " ASIRI SICAK "
Print At 3, 2 , "MOSFET ISISI : ",#mostermo,0,"C"
DelayMS 30
GoTo IKI
EndIf

```

'158

SEKİZ:

```

ADCIN 0,HAM0 '0 nolu kanaldan Analog değeri oku ve RAW
değişkenine aktar.
ADCIN 1,HAM1 '1 nolu kanaldan Analog değeri oku ve RAW
değişkenine aktar.

```

BAK:

```

If ADCON0.2=1 Then BAK 'Çevirme işlemi tamamlanınca
Adcon0.2=0 olacak.

```

```

HAM0=HAM0'Hesap kolaylığı açısından Ham değerini bir
artırdık
HAM1=HAM1'Hesap kolaylığı açısından Ham değerini bir
artırdık

```

```

'Okunan değer 0-5 volt için 0-1024 olacağından okunacak
değer başına volt değeri
' 5/1024 =0,0048828 olacaktır. Sayı çok küçük olduğundan bu
değeri 1000 ile
'çarpmalıyız. Ohalde (Okuma/V)= 4,8828 bu değeri 256 ile
çarpar isek
'4,8875 x 256 = 1250 değerini buluruz. Bu değeri kullanarak
32 bit işlem yapabiliriz.
'1250 değeri (5/1024)*256 değerine karşılık gelmektedir.
'sonuçta ADC HAM değerini bu sayı ile çarpıp 256'ya bölersek
sonucu elde etmiş oluruz.
'ancak sonuç 32 bitlik sınırdan olduğundan bu işi 32 bit
çarpma ile yapıyoruz ve orta
'baytı aldığımızda ise zaten sayının 256'ya bölünmüş halini
aldığımızdan başka bir
'işlem yapmadan sonucu elde etmiş oluruz.

```

```

DEGERKOV1=(HAM0 */ 6250) 'Ham ile 1250 yi 32 bit olarak çarp
ve 100'e böl
DEGERKOV2=(HAM1 */ 6250) 'Ham ile 1250 yi 32 bit olarak çarp
ve 100'e böl
DEGERKOV=(DEGERKOV1+DEGERKOV2)
b=b+1
If 0<b Then
SARTKOV3=1
Else

```



```
SARTKOV3=0
EndIf
If b<400 Then
SARTKOV4=1
Else
SARTKOV3=0
SARTKOV4=0
EndIf
If SARTKOV3=1 And SARTKOV4=1 Then GoTo HESAPKOV
```

SARTKOV:

```
If (ORTKOV/z-20)<=DEGERKOV Then
SARTKOV1=1
Else
SARTKOV1=0
EndIf
If (ORTKOV/z+20)>=DEGERKOV Then
SARTKOV2=1
Else
SARTKOV2=0
EndIf
If SARTKOV1=1 And SARTKOV2=1 Then
GoTo HESAPKOV
Else
If b>=1200 Then b=0
GoTo DISHAHA
EndIf
```

HESAPKOV:

```
ORTKOV=ORTKOV+DEGERKOV
z=z+1
If z>=2000 Then
z=0
ICHAV=ORTKOV/2000
ONDAKOVAN=ICHAV//100
ICHAV=ICHAV/100
ORTKOV=0
GoTo TEMKONTROL
Else
GoTo DISHAHA
EndIf
```

*'Burada yeni bir komut veya işlem şekli görüyorsunuz. MOD
alma yani (//) kalan bulma
'Bir sayını başka bir sayıya bölünmesinden sonra kalan
miktarı bulma işlemine MOD
'alma denir. Örnek W=A//1000 , A'yı 1000'e böl kalanı W
değişkenine koy anlamındadır.
'bizde yukarıda Milivolt değerini bulmak için volt (10 ile
çarpılmış halini) 10'a
'bölüp kalanı Mvolt değişkenine yerleştiriyoruz.*

DISHAVA:

```
ADCIN 2,HAM2 '2 nolu kanaldan Analog değeri oku ve RAW  
değişkenine aktar.
```

```

DEGERDIS=(HAM2 */ 1250) 'Ham ile 1250 yi 32 bit olarak çarp
ve 100'e böl
c=c+1
If 0<c Then
SARTDIS1=1
Else
SARTDIS1=0
EndIf
If c<300 Then
SARTDIS2=1
Else
SARTDIS2=0
EndIf
If SARTDIS1=1 And SARTDIS2=1 Then GoTo HESAPDIS

SARTDIS:
If (ORTDIS/e-10)<DEGERDIS Then
SARTDIS3=1
Else
SARTDIS3=0
EndIf
If (ORTDIS/e+10)>DEGERDIS Then
SARTDIS4=1
Else
SARTDIS4=0
EndIf
If SARTDIS3=1 And SARTDIS4=1 Then
GoTo HESAPDIS
Else
If c>900 Then c=0
GoTo BASLA
EndIf

HESAPDIS:
ORTDIS=ORTDIS+DEGERDIS
e=e+1
If e>=1900 Then
e=0
DISHAV=ORTDIS/1900
ONDADIS=DISHAV//10
DISHAV=DISHAV/10
ORTDIS=0
GoTo BASLA
Else
GoTo BASLA
EndIf

TEMKONTROL:
If g=0 Then GoTo TEMKONTROL2
If
(60)) <= ( (ICHAV*100) + (ONDAKOVAN)) Then ((ISISSET*100) + (ONDASET*10)) -
r=1
Else
r=0
EndIf
If
((ICHAV*100) + (ONDAKOVAN)) <= ((ISISSET*100) + (ONDASET*10) + (60)) Then
s=1

```

```

Else
s=0
EndIf
If r=1 And s=1 Then
GoTo EKRAN3
Else
g=0
EndIf

TEMKONTROL2:
If ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<((ISISET*100)+(ONDASET*10)-
(30)) Then
fanmotor=1
GoTo ISIT
EndIf

If
((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))>((ISISET*100)+(ONDASET*10)+(30)) Then
fanmotor=1
GoTo SOGUT
EndIf

If
((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<=((ISISET*100)+(ONDASET*10)-
(30)) Then
ABOS=1
Else
ABOS=0
EndIf
If
((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<=((ISISET*100)+(ONDASET*10)+(30)) Then
UBOS=1
Else
UBOS=0
EndIf
If ABOS=1 And UBOS=1 Then
pwmayar=0
SOGUTROLE=0
ISITROLE=0
g=1
GoTo EKRAN3
Else
GoTo TEMKONTROL
EndIf

***** iç sıcaklık kontrolü *****
*****Isitma*****
ISIT:
If ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<((ISISET*100)+(ONDASET*10)-
(700)) Then
pwmayar=254
GoTo ISITMA
End If
If ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))>=((ISISET*100)+(ONDASET*10)-
(700)) And ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<((ISISET*100)+(ONDASET*10)-
(600)) Then
pwmayar=200
GoTo ISITMA
End If

```

```

        If      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) >= ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(600))  And      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) < ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(500))  Then
        pwmayar=160
        GoTo ISITMA
        End If
        If      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) >= ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(500))  And      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) < ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(400))  Then
        pwmayar=125
        GoTo ISITMA
        End If
        If      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) >= ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(400))  And      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) < ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(300))  Then
        pwmayar=90
        GoTo ISITMA
        EndIf
        If      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) >= ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(300))  And      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) < ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(200))  Then
        pwmayar=60
        GoTo ISITMA
        EndIf
        If      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) >= ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(200))  And      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) < ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(100))  Then
        pwmayar=35
        GoTo ISITMA
        EndIf
        If      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) >= ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(100))  And      (( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) < ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) ) -
(30))  Then
        pwmayar=15
        GoTo ISITMA
        EndIf

```

```

ISITMA:
        SOGUTROLE=0
        ISITROLE=1
        k=0
        GoTo EKCRAN2

```

******Soğutma******

```

SOGUT:
        If
(( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) > ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) + (700) )  Then
        pwmayar=254
        GoTo SOGUTMA
        End If
        If
(( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) <= ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) + (700) )      And
(( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) > ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) + (600) )  Then
        pwmayar=200
        GoTo SOGUTMA
        End If
        If
(( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) <= ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) + (600) )      And
(( ICHAV*100) + (ONDAKOVAN) ) > ( (ISISET*100) + (ONDASET*10) + (500) )  Then
        pwmayar=160

```

```

    GoTo SOGUTMA
    End If
    If
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<=((ISISSET*100)+(ONDASET*10)+(500))      And
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))>((ISISSET*100)+(ONDASET*10)+(400)) Then
        pwmayar=125
        GoTo SOGUTMA
    End If
    If
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<=((ISISSET*100)+(ONDASET*10)+(400))      And
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))>((ISISSET*100)+(ONDASET*10)+(300)) Then
        pwmayar=90
        GoTo SOGUTMA
    EndIf
    If
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<=((ISISSET*100)+(ONDASET*10)+(300))      And
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))>((ISISSET*100)+(ONDASET*10)+(200)) Then
        pwmayar=60
        GoTo SOGUTMA
    EndIf
    If
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<=((ISISSET*100)+(ONDASET*10)+(200))      And
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))>((ISISSET*100)+(ONDASET*10)+(100)) Then
        pwmayar=35
        GoTo SOGUTMA
    EndIf
    If
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))<=((ISISSET*100)+(ONDASET*10)+(100))      And
    ((ICHAV*100)+(ONDAKOVAN))>((ISISSET*100)+(ONDASET)+(30)) Then
        pwmayar=15
        GoTo SOGUTMA
    EndIf

```

SOGUTMA:

```

    ISITROLE=0
    SOGUTROLE=1
    k=0
    GoTo EKRAN1

```

EKRAN1:

```

    Cls
    DelayMS 30
    LCDOUT $FE,1, " SOGUTMA DEVREDE"
    LCDOUT $FE,$C0," KOVAN ISISI:",#ICHAV,"",#ONDAKOVAN,0,"C"
    ' KOVAN sıcaklığını ekrana getiriyoruz.
    LCDOUT $FE,$94," SET DEGERI :",#ISISSET,"",DEC1
    ONDASET,0,"C"
    LCDOUT $FE,$D4," DIS HAVA :",#DISHAV,"",DEC1
    ONDADIS,0,"C" 'ODA sıcaklığını ekrana getiriyoruz.
    DelayMS 30
    GoTo DOKUZ

```

EKRAN2:

```

    Cls
    DelayMS 30
    LCDOUT $FE,1, " ISITMA DEVREDE"
    LCDOUT $FE,$C0," KOVAN ISISI:",#ICHAV,"",#ONDAKOVAN,0,"C"
    'Menu ye nasıl girileceği açıklanıyor
    LCDOUT $FE,$94," SET DEGERI :",#ISISSET,"",DEC1
    ONDASET,0,"C"

```

```
        LCDOUT    $FE,$D4,"    DIS    HAVA            :","#DISHAV,"",DEC1
ONDADIS,0,"C"    'ODA sıcaklığını ekrana getiriyoruz.
        DelayMS 30
        GoTo    DOKUZ
```

EKRAN3:

```
        Cls
        DelayMS 30
        LCDOUT $FE,1, "    SISTEM BOSTA"
        LCDOUT $FE,$C0,"    KOVAN ISISI:"","#ICHAV,"",#ONDAKOVAN,0,"C"
        'Menu ye nasıl girileceği açıklanıyor
        LCDOUT    $FE,$94,"    SET    DEGERI        :","#ISISSET,"",DEC1
ONDASET,0,"C"
        LCDOUT    $FE,$D4,"    DIS    HAVA            :","#DISHAV,"",DEC1
ONDADIS,0,"C"    'ODA sıcaklığını ekrana getiriyoruz.
        DelayMS 30
        k=k+1
        k=k
        If k>=20 Then
        k=0
        fanmotor=0
        EndIf
        GoTo    DOKUZ
```

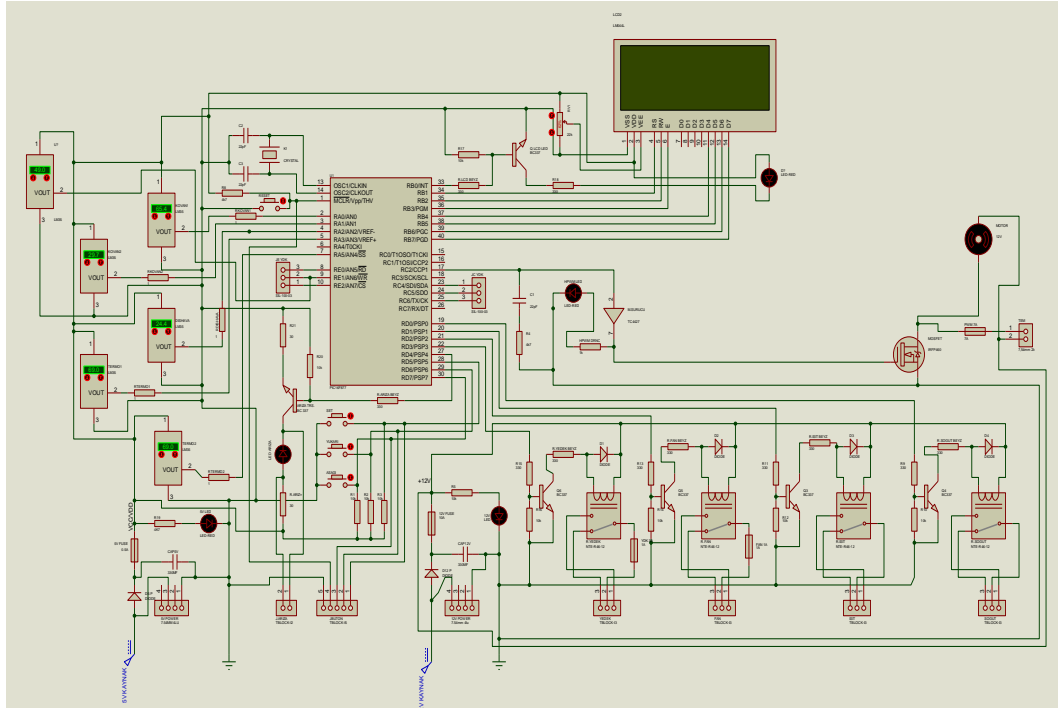
DOKUZ:

```
        HPWM 1,pwmayar,256
        GoTo    BASLA
```

End

EK AÇIKLAMALAR D.

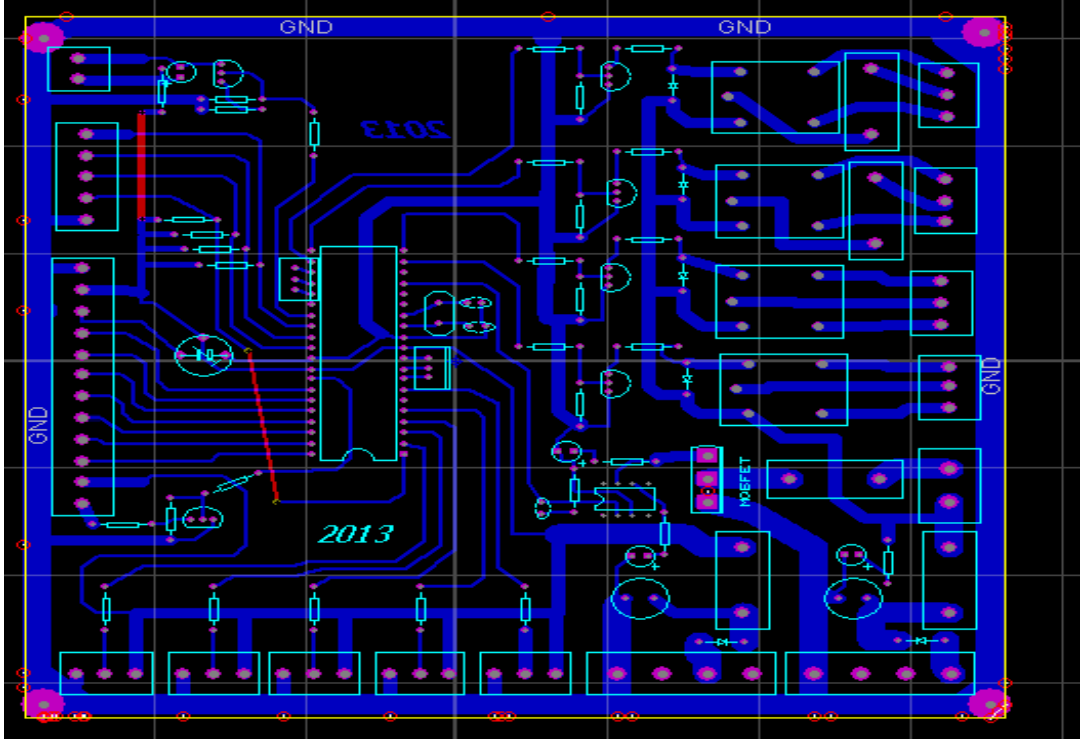
ISIS DEVRESİ



Şekil EK D.1. ISIS devresi.

EK AÇIKLAMALAR E.

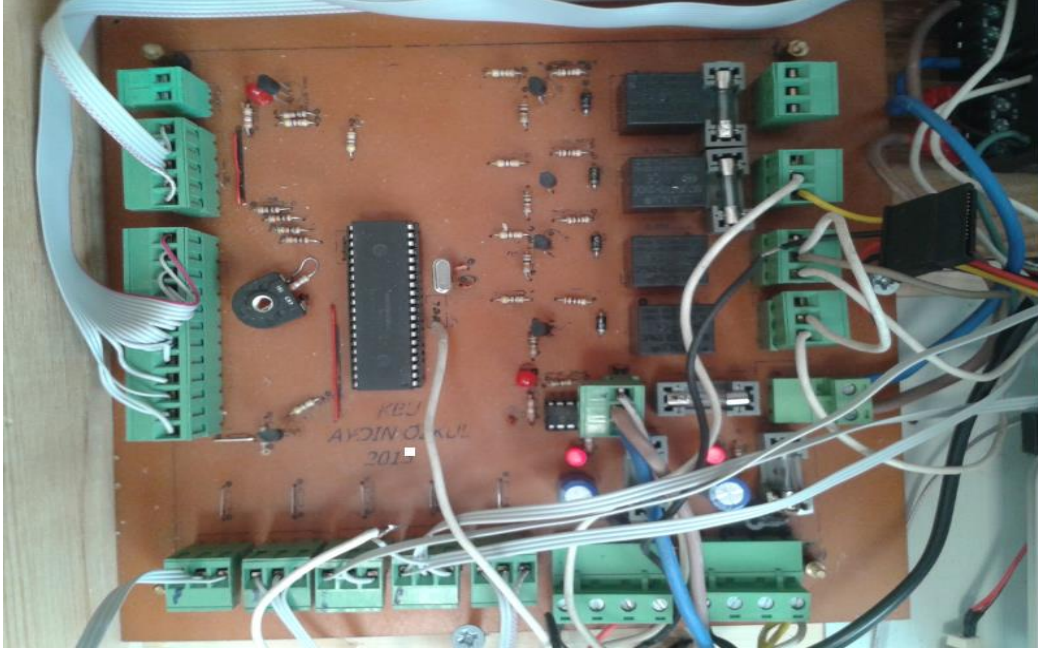
ARES BASKI DEVRESİ



Şekil EK E.1. ARES baskı devresi.

EK AÇIKLAMALAR F.

ANA KUMANDA DEVRESİ



Şekil EK F.1. Ana kumanda devresi.

ÖZGEÇMİŞ

Aydın ÖZKUL 1979 yılında Karabük'te doğdu; ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Karabük Teknik Lisesi Elektrik Bölümü'nden mezun oldu. 1998 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Öğretmenliği Bölümü'nde öğrenime başlayıp 2004 yılında mezun oldu. 2005 yılında vatani görevini tamamlamıştır. 2004 ile 2010 yılları arasında çeşitli firmalarda yurtiçi ve yurtdışı projelerde elektrik şantiye şefi olarak görev aldı. 2010 yılında Karabük Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliğinde Yüksek Lisans Öğrenimine başladı. 2014 yılında Bülent Ecevit Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu.

ADRES BİLGİLERİ

Adres :Yeni Mahalle Yıldız Sitesi
A Blok Daire NO:12
SAFRANBOLU / KARABÜK

Tel : 0 (532) 663 35 41

E-posta :ozkulaydin@gmail.com