

**SERAMİK PİŞİRME FIRINININ
TASARIMI VE DENETİMİ**

Selami BULUT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2010
ANKARA**

Selami BULUT tarafından hazırlanan Seramik Pişirme Fırınının Tasarımı ve Denetimi adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ramazan BAYINDIR
Tez Danışmanı, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı

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

Prof. Dr. Güngör BAL
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Doç. Dr. Ramazan BAYINDIR
Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih: 06/07/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Selami BULUT

SERAMİK PIŞİRME FIRINININ TASARIMI VE DENETİMİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Selami BULUT

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2010

ÖZET

Bu çalışmada sıcaklığı 1000 °C'ye ulaşan bir seramik pişirme fırını tasarlanmış ve tasarlanan fırınının üç farklı bölgesindeki sıcaklık değerleri okunarak sıcaklık kontrolü gerçekleştirilmiştir. Fırının sıcaklık kontrolü mikrodenetleyici kullanılarak ayarlanabilmekte ve kullanıcı tarafından istenilen sıcaklık değerinde ve istenilen sürede çalıştırılabilmektedir. Fırının çalışması istenen sıcaklık değeri ve süreleri tuş takımı ile girilmektedir. Fırın içi sıcaklıkları üç farklı bölgeden K tipi termokupl kullanarak okunmuştur. Termokupllardan okunan sıcaklık bilgileri ve fırının şebekeden çekmiş olduğu akım LCD ekranda görüntülenmiştir.

Bilim Kodu : 703.1.033
Anahtar Kelimeler : Sıcaklık, Fırın, Mikrodenetleyici, Kontrol
Sayfa Adedi : 76
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Ramazan BAYINDIR

DESIGN AND CONTROL OF CERAMIC COOKING FURNACE
(M.Sc. Thesis)

Selami BULUT

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
July 2010

ABSTRACT

In this study, a ceramic cooking furnace which its heat reaches up to 1000 °C has been designed and temperature values of this designed furnace have been read from three different areas, so temperature control has been accomplished. The temperature control of this furnace can be started via a microcontroller by a user in the desired temperature value and duration. The temperature value and duration which are aimed to operate the furnace in have been entered via a keypad. The temperature values inside the furnace have been read from three different areas by using K type thermocouple. The temperature values which are read through the thermocouples and current value drawn from the electric network by the furnace have been displayed on an LCD screen.

Science Code : 703.1.033
Key Words : Temperature, Furnace, Microcontroller, Control
Page Number : 76
Adviser : Assoc. Prof. Dr. Ramazan BAYINDIR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca desteğinden ve katkılarıyla yönlendiren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ramazan BAYINDIR'a, ayrıca manevi desteğinden ve yardımlarından dolayı çok değerli arkadaşım Sayın Öğr. Gör. Murat ÇELİK'e, maddi manevi desteklerini esirgemeyen Aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. SERAMİK FIRINLARI	6
2.1. Seramik Fırın Çeşitleri	7
2.1.1. Periyodik çalışan seramik fırınları	7
2.2.2. Sürekli çalışan seramik fırınları	8
2.2. Seramiğin Pişirilmesi ve Soğutulması	8
2.3. Seramik Fırınlarda Sıcaklık Kontrolü	11
3. TASARIM VE UYGULAMA	12
3.1. Tasarımı Yapılan Seramik Fırınının Özellikleri.....	12
3.1.1. Fırın gücünün tayini.....	12
3.1.2. Rezistans seçimi	14
3.1.3. Sıcaklık sensörleri	17
3.1.4. Isıl elektrik temas algılayıcıları.....	17

Sayfa

4. PIC MİKRODENETLEYİCİSİ	21
4.1. Mikrodenetleyici Mimarisi.....	21
4.2. Mikrodenetleyici Seçimi	23
4.3. PIC18F452 Mikrodenetleyicisi	23
4.3.1. PIC18F452'nin besleme uçları	26
4.3.2. PIC18F452'nin reset uçları.....	27
4.3.3. I/O portları	27
4.3.4. Yakalama karşılaştırma ve PWM birimi.....	29
5. TASARIMI YAPILAN FIRININ SICAKLIK KONTROLÜ	30
5.1. Sistemin Blok Diyagramı.....	30
5.2. Sıcaklık Kontrol Kartında PIC, LCD ve Tuş Takımı Devresi	31
5.3. Fırın İç Sıcaklık Bilgilerinin Okunması.....	32
5.4. Termokupl Yükselteç Devresi	32
5.5. Kontrol Kartının Beslemesi	35
5.6. Akım Bilgilerinin Okunması.....	35
5.7. Rezistans ve Fan Sürücü Devreleri	36
5.8. Seramik Fırının Çalıştırılması	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	55
EKLER	58
EK-1 MAX6675 datasheet	59
EK-2 MOC3021 datasheet.....	63
EK-3 LM2575 datasheet	67
EK-4 BTA4160B datasheet.....	71
EK-5 K tipi termokupl gerilim değerleri.....	75

Sayfa

ÖZGEÇMİŞ.....	76
---------------	----

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Kanthal A-1 rezistans teli için C_t katsayısı.....	15
Çizelge 2.2. Kanthal A-1 rezistans teli özellikleri	16

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Seramik pişirme grafiği.....	10
Şekil 3.1. Fırın gücünün tayini.....	13
Şekil 3.2. Endüstriyel fırın uygulamalarında Kanthal A-1 için yüzey yükleri	15
Şekil 3.3. Termokupl soğuk nokta sıcak nokta aralıkları	18
Şekil 4.1. Bir mikrodenetleyici sistemin temel bileşenlerinin blok diyagramı	22
Şekil 4.2. PIC18F452 mikrodenetleyicisinin pin diyagramı görünüşü.....	26
Şekil 5.1. Sistemin blok diyagramı	30
Şekil 5.2. PIC, LCD, Tuş takımı devresi.....	31
Şekil 5.3. Termokupl kalibrasyon devresi.....	33
Şekil 5.4. MAX6675 entegresinin blok diyagramı.....	34
Şekil 5.5. LM2575 gerilim regülatörü devresi	35
Şekil 5.6. LA 55-P ile akım bilgisinin alınması.....	36
Şekil 5.7. MOC3021 triyak sürücü devresi	37
Şekil 5.8. Programa ait akış diyagramı	45
Şekil 5.9. Fırının 1000 °C'ye ulaşması için geçen sıcaklık zaman grafiği	48
Şekil 5.10.Beş bölgede programlanan fırının sıcaklık zaman grafiği.....	50

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. Termokuplların yerleşimi	34
Resim 5.2. Rezistans yerleşimi	37
Resim 5.3. Rezistans yerleşimi	38
Resim 5.4. Rezistans ve termokupl kompanzasyon kablolarının bağlantısı	39
Resim 5.5. PIC, Kontrol kartı beslemesi	40
Resim 5.6. Rezistans, emme fanı, akım sensörü ve soğutma fanı sürücü devreleri	41
Resim 5.7. LCD ve tuş takımı görünümü	42
Resim 5.8. Sıcaklık kontrol kartının komple kutuya yerleştirilmiş hali	43
Resim 5.9. Sıcaklık kontrol kartının ilk ekran görüntüsü	46
Resim 5.10. Sıcaklık ve süre giriş ekranı	47
Resim 5.11. Fırının çalışmaya başladığı andaki ekran görüntüsü	47
Resim 5.12. Fırının 1000°C'ye ulaştığı andaki ekran görüntüsü	48
Resim 5.13. Fırının 1000°C'ye ulaştığı andaki fırın içersinin görünümü	49
Resim 5.14. Bölge sıcaklık ve sürelerinin girilmesi	50

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltma	Açıklama
kW	Kilowatt
°C	Santigrat derece
PI	Oransal + İntegral
PID	Oransal + İntegral + Türevsel
PIC	Peripheral Interface Controller
cm	Santimetre
dm	Desimetre
mV	Milivolt
°F	Fahrenhayt
CPU	Merkezi İşlem Birimi
ADC	Analog Dijital Çevirici
PWM	Darbe Genişlik Üreteci
DAC	Dijital Analog Çevirici
RAM	Read Access Memory
ROM	Read Only Memory
ALU	Aritmetic Logic Unit
CISC	Complex Instruction Set Computer
RISC	Reduced Instruction Set Computer

1. GİRİŞ

Seramik, şekillendirilmiş çamurun kurutulup pişirilmesi ve sırlanması ile ortaya çıkan üründür. Önceleri kazılan çukurlarda odun ile pişirilen seramikler teknolojinin gelişmesi ve günlük hayatımızda önemli bir yer tutmasına paralel olarak farklı yöntemlerle üretilmesi için arayışlara başlanmıştır. Bu arayışlar doğrultusunda çalışma şekillerine, yakıt türlerine ve ürün pişirme kapasitelerine göre çeşitli seramik pişirme fırınları tasarlanmıştır. Seramik pişirme işleminde ürün kalitesi kullanılan malzemeye ve pişirilen fırına paralel olarak değişmektedir [1].

Seramik, ürünlerin kurutulduktan sonra, pişirilmesi, sırlanarak kimyasal maddelere ve suya karşı dayanıklı bir yapı oluşturmaları için 800 ile 2000 ° C arasında en az bir kez pişirilirler. Eğer sırlama yapılacaksa pişirme işlemi çeşitli sıcaklık aralıklarında tekrar edilir. Seramik pişirme işleminde ürün kalitesi kullanılan malzemeye ve pişirilen fırına paralel olarak değişmektedir.

Literatürde fırınlarla ilgili birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu çalışmalarda; Çelik [1], 1400°C' ye kadar çıkabilen 50 litrelik laboratuvar tipi bir fırın tasarımını gerçekleştirmiştir. Fırın içi sıcaklık değişimleri PID denetimle sağlamıştır. Fırın içinde ki hava dolaşımı üfleme fanı ile gerçekleştirmiş olup, ürün çıkış noktasına gelmeden emme fanı ile fırın içindeki sıcaklığı dış ortama alarak ürünündeki yüzeyin pürüzsüz bir görünüme sahip olmasını gerçekleştirmiştir. Fırın içi atmosferi bilgisayara aktararak ürünün hangi bölgede olduğu ve o bölgenin sıcaklık değerleri ve diğer bölge sıcaklık değişimlerini bilgisayar ortamında gözlemlemiştir. Ayrıca ürünün konduğu tablayı asenkron motor ile kontrol etmiştir. Ürün tablası fırın içinde beş ayrı bölgede gezerek ürünün daha kaliteli olmasını sağlamıştır.

Korkmaz [2], değişik metallerden oluşan ve belirlenen standart geometriye sahip metal denklemin, oda sıcaklığından 600° C'ye kadar olan aralıkta ve 0

ile 1 bar arasında değişen vakum ortamında boyca ısı uzamalarının ölçülmesi amacına yönelik bir fırın tasarlamıştır.

Akgün [3], endüstride ve sağlık alanında sıkça kullanılan 10 kW gücünde ve 250° C maksimum sıcaklığa sahip bir fırının sıcaklık denetimini, mikroişlemci ve PI denetim algoritması kullanarak gerçekleştirmiştir. Bu sayede bir fırının sıcaklık kontrolünde ortaya çıkan iki temel problemde ilerleme kaydedilmiştir. Bunlar; PI'da meydana gelen osilasyonlar ve fırının içinde kullanılan malzemelere bağlı olarak sistem parametrelerindeki değişimlerdir.

Fang [4], bir fırının sıcaklık kontrolünü sinirsel bulanık denetleyici kullanarak gerçekleştirmiştir. Öğrenme hızını yükseltmek için geliştirilmiş bir BP (geriye yayımlı) algoritması kullanmıştır. Uygulama sonuçları sinirsel bulanık denetimli sistemin hareket ve durgun karakteristiklerinin PI' dan daha iyi olduğunu göstermiştir.

Bil [5], maksimum sıcaklığı 800° C olan laboratuvar tip fırının sıcaklık kontrolünü NLX 230 bulanık mikroişlemci, 80C522 mikroişlemci, zaman, RAM, EPROM hafıza ve LCD'den oluşmuştur. Bulanık mikroişlemci yardımcı bir işlemci olarak çalıştırılmıştır. Isıtma işlemi boyunca ihtiyaç duyulan sıcaklık değişimi kolayca üretilmiştir.

Acar [6], 4kw gücünde yüksek sıcaklık fırını tasarımını ve yapımını gerçekleştirmiştir. Fırın içi kullanılabilir hacim 5.4 litredir. Fırın içi sıcaklığı 115 dakikada 1200 °C'ye ulaşabilmektedir. Fırına ek olarak tasarlanan, sayısal göstergeli zaman oransal sıcaklık kontrol ünitesi ile fırın sıcaklığı istenilen sıcaklık değerine ayarlanabilmektedir.

Bayındır [7], seramik ürün pişirilmesinde kullanılan elektrikli bir fırının kontrolünü tasarlamış ve uygulamasını gerçekleştirmiştir. Tasarlanan fırın, biblo gibi küçük seramik ürünlerin pişirilmesinde kullandığı için 100x50x50

ebatlarında yapmıştır. Sistemin otomasyonunda PLC kullanmıştır. Fırına ait sıcaklık termokupllar yardımıyla alarak analog modül yardımıyla PLC'ye aktarmış ve elde edilen değerlere göre fırın sıcaklığını kontrol etmiştir. Ayrıca kontrol paneli yardımı ile istenilen sıcaklık değerini ve fırın içi sıcaklığının ekrandan izlenmesini sağlamıştır.

Bu çalışmaların yanında Radakovic [8], 5 kW gücündeki rezistans hazneli fırının sıcaklığını bulanık mantık denetleyici ile uygulamasını gerçekleştirmiştir. Moon ve Lee [9], TV cam fırınının sıcaklık kontrolü için bulanık sistemli bir algoritma ve geleneksel PI denetleyicisi önermiştir. Banerjee ve arkadaşları [10], doğrudan ateşlemeli fırının kontrolü için yakıt tüketimini azaltmak ve öngörülen sıcaklıktan anlık sapmaları en az seviyeye indirmek için kontrol stratejisi geliştirmişler. Dunoyer [11], PID denetleyicisi ve çift doğrusal düzenleyici kullanarak sürekli çalışan yüksek sıcaklıktaki fırının kontrolünü sağlamıştır. Wang [12], bulanık mantık denetleyicisi tasarlayarak petrol rafineri endüstrisinde kullanılan çoklu paralel çıkışları olan fırın sistemlerinin ısı homojenliğini kontrolünü gerçekleştirmişlerdir. Martineau [13], çift doğrusal PID denetleyicisini yüksek sıcaklıktaki endüstri fırınlarında uygulamış ve sonuçlar ortaya koymuştur. Ramirez [14], çok hazneli fırınlarda bulanık mantık denetleyicisi için algoritma çıkarmış ve uygulamasını gerçekleştirmiştir.

Çalışmalar incelendiğinde fırınların PI, PID, NLX230 mikroişlemcisi, bulanık mantık denetleyicisi ve PLC kullanarak tek bölgeden sıcaklık kontrolünün gerçekleştirildiği görülmüştür.

Gerçekleştirilen bu çalışmada ise 1000 °C'ye kadar çıkabilen 6.3 litrelik laboratuvar tipi bir fırın tasarımı yapılmıştır. Fırın içi sıcaklık değişimleri mikro denetleyici ile kontrol edilmiştir. Fırın referans sıcaklık değerleri tuş takımı ile girilerek fırın içi sıcaklığın zamana göre değişimi referans sıcaklık değerlerine göre elde edilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışma diğer çalışmalardan farklı

olarak 6.3 litrelik laboratuvar tipi seramik fırınının mikrodenetleyici ile sıcaklık kontrolü sağlanmıştır. Tuş takımından girilen referans sıcaklık eğrilerine göre fırın içi sıcaklığın zamana göre değişimi izlenmiştir. Çalışmada kullanılan fırın küçük laboratuvar tipi fırın olduğundan fırında soğutma fanı ve emme fanı kullanılmamıştır. Fakat kontrol kartında büyük boyuttaki seramik fırınlarında kullanılabilecek olan soğutma fanı ve emme fanı için fan kontrol devresi tasarlanmıştır. Emme fanı kullanılan fırında kimyasal suyun uzaklaştırılması ve soğutma fanı kontrol edilerek soğutmanın daha hızlı yapılması sağlanabilmektedir.

Tez altı bölümden meydana gelmektedir. Birinci bölümde seramiğin tanımı yapıp fırınlarının sıcaklık kontrolü ile literatür çalışması yapılmıştır. Fırınların sıcaklık kontrolü ile gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiş olup gerçekleştirilen bu çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, seramik fırınları ve seramik fırın çeşitleri hakkında bilgiler verilmiştir. Seramiğin pişirilmesi ve soğutulmasının önemi ve pişirmenin amacından bahsedilmiştir. Seramik pişirme grafiği verilmiş olup, grafikteki sıcaklık noktaları açıklanmış ve pişme süresini belirleyen etkenlerden bahsedilmiştir. Seramik fırınlarda sıcaklık kontrolünün önemi detaylı olarak anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, gerçekleştirilen fırının tasarım ve uygulaması hakkında bilgi verilmiştir. Tasarımı yapılan fırının fiziksel özellikleri anlatılmıştır. Çalışmada kullanılan 6.3 litrelik fırının güç hesabı yapılmıştır. Fırında kullanılacak olan rezistansın seçimi için rezistansın hesabı yapılmıştır. Sıcaklık sensörlerinden bahsedilmiş, termokupl ve termokupl tipleri açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, mikrodenetleyici mimarisinden ve mikrodenetleyici seçiminden bahsedilmiştir. Fırının sıcaklık kontrolü için kullanılan 18F452 PIC mikrodenetleyicisinin temel özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Beşinci bölümde, gerçekleştirilen çalışmanın blok diyagramı verilmiştir. Sıcaklık kontrol kartında PIC, LCD, tuş takımı devresi tanıtılmış, devrenin çalışması ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Sıcaklık bilgilerinin okunması için kullanılan MAX6675 termokupl yükselteç entegresinden bahsedilmiş ve yükselteç devresi çizilmiştir. Kontrol kartının besleme devresi, akım bilgisinin alınması için gerekli olan devre, rezistansın ve fanların kontrolü için kullanılan sürücü devreler verilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmanın akış diyagramı çizilmiştir. Sıcaklık kontrol kartındaki elemanlar ve devreler hakkında bilgiler verilmiştir. Fırının çalışmasında elde edilen sonuçlar ve grafikler değerlendirilmiştir.

Altıncı bölümde, gerçekleştirilen çalışmada elde edilen deneysel sonuçlar ve daha sonraki çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

2. SERAMİK FIRINLARI

İçerisine yerleştirilen ya da sürekli olarak yüklenilen malzemeleri, ekonomik bir şekilde ısıtmak suretiyle, işlem sıcaklığına yükselten ve bu sıcaklıkta gereken süre kadar tutan teknik ünitelere, fırın ya da ocak denir. Fırın hacmi, ısıtılacak maddeleri içine alacak ve ısıyı ekonomik olarak üretecek tarzda düzenlenmiştir. Genel olarak, 300 °C dereceye kadar ısınan tiplerine ocak, daha yüksek sıcaklıkta olanlara ise fırın denilmektedir.

Isıtılacak parçalar ya da yapı malzemeleri ile alev ve baca gazlarından oluşan fırın atmosferi arasında, genellikle istenmeyen birçok kimyasal olay meydana gelir. Sıcaklığa da bağımlı olan bu olayların, fırın tipinin seçiminde ve yapımında göz önünde tutulması gerekir.

Fırınlara genel kullanım alanları şöyle sıralanabilir;

1. Demir ve diğer metal ve alaşımların ergitme ve rafinasyon fırınları
2. Metallerin sıcak şekillendirilmesi için ısıtma fırınları
3. Metallerin ısıtma işlemleri için kullanılan fırınlar
4. Cevher hazırlama ve zenginleştirme fırınları
5. Seramik, çimento, tuğla vb. üretiminde kullanılan fırınlar
6. Cam endüstrisinde kullanılan fırınlar
7. Kimyasal tesislerde ve plastik üretiminde kullanılan fırınlar
8. Laboratuvar fırınları
9. Kâğıt, tekstil ve diğer endüstri dallarında kullanılan fırınlar

2.1. Seramik Fırın Çeşitleri

Seramik oluşumunda en önemli aşama olan pişirilmenin içinde gerçekleştirildiği fırınlar, çeşitli sınıflara ayrılırlar. Bu ayırimda şu özellikler göz önünde tutulur. Fırının çalışma prensibi, fırın şekli, pişmeyi sağlayan ateş durumu ve yakıtın türü. Seramik fırınlarını sınıflandırırken, onların çalışma prensiplerinden yola çıkılır ve iki grupta toplanır [15].

Bunlar;

1. Periyodik çalışan seramik fırınları
2. Sürekli çalışan seramik fırınları

2.1.1. Periyodik çalışan seramik fırınlar

Periyodik çalışan seramik fırınlarında; fırın soğukken içi pişirilecek hammadde ile doldurulur ve içerisindeki hammadde pişirmek istenen sıcaklığa gelinceye kadar fırın içinde tutulur. Fırın istenilen sıcaklığa geldiğinde fırın soğutulur ve fırın içindeki ürün dışarıya alınır. Bu işlem sırasına göre çalışan fırınlara periyodik çalışan seramik pişirme fırını denir. Bu tip fırınlarda fırının ısıtılması ve soğutulmasında oldukça fazla enerji kaybı meydana gelmektedir. Genellikle küçük işletmelerde ve laboratuarlarda kullanılır [16].

Periyodik çalışan seramik pişirme fırın çeşitleri; Çömlekçi fırınları, Çini fırınları, Sahra fırınları, Sırça fırınları, Kassel fırınlar, Çan fırınları, Kamara fırınlar, Raku fırınları, Kurutma fırınları ve Deney fırınlarıdır.

2.2.2. Sürekli çalışan seramik fırınlar

Sürekli çalışan fırınlarında, pişme sıcaklığı sürekli sağlandığından, fırının belli bir bölgesi devamlı sıcaktır. Pişecek olan ürünler, bu sıcaklık bölgesinde pişerler. Ürünün giriş ve çıkış yerleri soğuk olduğundan fırını soğutmaya gerek olmadan doldurma, pişirme ve boşaltma işlemleri sürer [15].

Sürekli çalışan seramik fırınlarında eğer fırın sürekli olarak ürün ile beslenir ise, enerji ve zamandan tasarruf edilmiş olur. Bu tip fırınlarda yakıt olarak genellikle gaz veya sıvı yakıt kullanılır. Sürekli çalışan fırınlarda ürün yüklemesi belirli bir zamana ve periyoda göre yapılır [16].

Sürekli çalışan seramik pişirme fırın çeşitleri; Halka fırınlar, Zikzak fırınlar, Tünel fırınlar, Sırça fırınları ve Kurutma fırınlarıdır.

2.2.Seramiğin Pişirilmesi ve Soğutulması

Seramikler, anorganik malzemelerin şekillendirilerek fırınlarda ısı yoluyla sertleştirilmesi ile elde edilen malzemelerdir. Seramik hangi cins olursa olsun seramik teknolojisinde bir pişirme işlemi zorunludur. Pişirme işlemi seramik mamullerin üretiminde en önemli kademelerden biri olmaktadır. Fırınlama işlemi işletme verimini önemli derecede etkilemekte olup ürünlerin bozuk çıkması ile daha önceki işlemlere ait, enerji malzeme ve masraflar heba olmaktadır. Pişirmenin amacı;

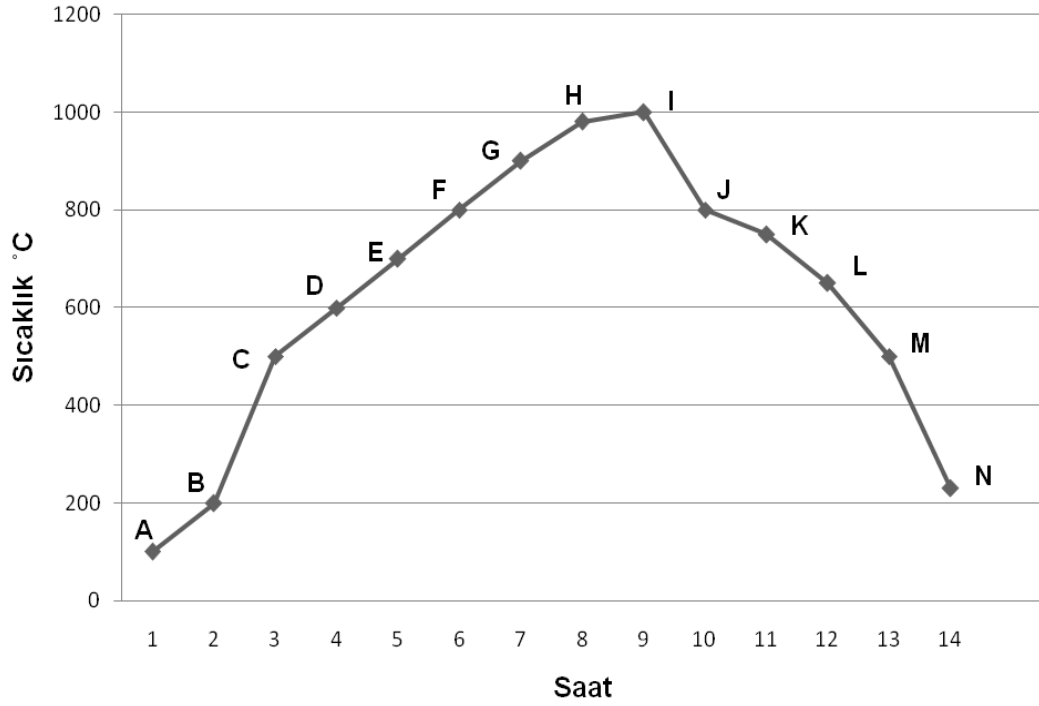
1. Uygun bir pişirme sıcaklığı,
2. Uygun bir ısı dağılımı ve sıcaklık değişim hızı,
3. Uygun bir alev kalitesi, temin etmek sureti ile arzu edilen kalite ve miktarda ürün elde edebilmektir [17].

Seramik mamullerin fırında pişirime girdiğinde sert, suya ve kimyasal maddelere dayanıklı bir ürün elde edilir. Sırlanmamış ürüne bisküvi denir ve bir defa pişirilir. Sırlı seramik ise genelde iki defa pişirilir. İlk pişirime bisküvi pişirimi denir. Bisküvi mamul sonra sırlanır ve sırrın olgunlaşması için sırlama fırına girer. Dekorlanacak seramikler dekor sonrası 700-800 °C'de pişirime girer [18].

Şekillendirilmiş seramik çamurları suya ve kimyasal maddelere dayanıklı, kararlı bünyelere dönüştürülebilmeleri için bileşimine ve niteliklerine göre 700- 2000 °C arasında en az bir kere pişirilirler. Bu aşamadan sonra sırlanacaksa sırrın gelişmesi için 2. kez, sır üstü dekorlanacaksa boyaların cinsine ve olgunlaşma derecelerine göre 3. ve 4. kez de pişirilebilirler. Sırlanacak bünyeler üç şekilde pişirilir.

- a. Bisküvi pişirimi yüksek sıcaklıkta yapılır. Daha sonra sırlanarak önceki sıcaklıktan daha düşük sıcaklıkta gelişmesi sağlanır.
- b. Bisküvi düşük sıcaklıkta yapılır. Daha sonra sırlanarak bünye ve sır birlikte yüksek sıcaklıkta olgunlaştırılır.
- c. Sır pişmemiş bünyeye uygulanır ve tek pişirimde geliştirilir.

Seramik üretiminde pişirme önemli bir süreç olup, iyi ürün elde edebilmek için pişirme hızı denetlenmeli, fırında uygun bir sıcaklık dağılımı olmalı, pişirme süresi iyi seçilmeli ve soğutma denetim altında tutulmalıdır. Şekil 2.1'deki pişirme grafiği pişirmenin önemi hakkında bilgi verebilir [19].



Şekil 2.1. Seramik pişirme grafiği [19].

Şekil 2.1'deki zaman aralıklarını temsil eden harfler;

Piştirme

AB - Ürünün Kuruması

BC - Kimyasal suyun uzaklaşmaya başlaması

CDE - Kuvarsın alfa-beta değişimi ve kimyasal suyun tamamen uzaklaşması için yavaş pişirilir

EFG - Bileşimin mineralleri öz yapılarını değiştirir.

GHI - İskeleti oluşturan kristal yapı oluşur.

I - Homojen ısı dağılımı için bir süre tutulur.

Soğutma

IJ - Hızlı olabilir.

JK- Kuvars dönüşümünden dolayı soğuma çok yavaş olmalıdır.

LM - Hızlı soğutulabilir.

MN - Kuvars dönüşümünden dolayı yavaş soğutulmalıdır.

Piştirme süresini belirleyen etkenler

- Bünye cinsi
- Fırınları doldurma sıklığı
- Malzemenin kalınlığı
- Sıcaklığın fırının ortasını etkileme süresi (Isı homojenliği)
- Fırının hacmi

2.3. Seramik Fırınlarda Sıcaklık Kontrolü

En ilkelden en gelişmişine kadar, seramik fırınlarında sıcaklık kontrolü ve ölçme işlemi, fırının ayrılmaz bir parçası olmuştur. Fırın türü nasıl olursa olsun, fırının yanmasını kontrol eden ve sıcaklığı ölçen sistemler kullanılır. Çoğu zaman iyi bir sıcaklık kontrolü için, çeşitli türdeki araçlar aynı fırında bir arada kullanılır. Seramik fırınlarında pişirilecek olan malzemenin en iyi şekilde pişmesi ve teknolojinin gerektirdiği özellikleri kazanması ancak fırın sıcaklık kontrolünün düzenli yapılması ve sıcaklığın belirli bir düzeyde tutulması ile olur [15].

3. TASARIM VE UYGULAMA

3.1. Tasarımı Yapılan Fırının Özellikleri

1000 °C'ye çıkacak bir fırın tasarımı yapılırken, başlangıçta sıkıntı verecek bazı problemler mevcuttur. Bunlardan birincisi, fırını 1000 °C sıcaklığa kadar çıkarabilecek ve isteğe bağlı olarak o bölgede uzun süre bekleyebilecek, kısa sürede deforme olmayacak ve bu sıcaklık bölgesinde maksimum güç alınabilecek rezistans telinin temin edilmesidir. İkincisi; bu sıcaklık bölgesinde uzun süre dayanabilecek rezistansı taşıyan izole tuğlasıdır. Üçüncüsü ise; fırın sıcaklığının minimum güç harcaması ile 1000 °C'ye çıkmasını sağlayacak iyi bir yalıttır. Fırın izolasyonu için yalıtım tuğlaları ve yalıtım elyafı kullanarak fırın içi ısı yalıtımı yapılmıştır. Yalıtım yapıldıktan sonra fırın içerisinde kalan ürün pişirme alanına uygun olarak Kanthal A-1 tel rezistans kullanılmıştır.

3.1.1. Fırın gücünün tayini

Fırın gücü içerisinde ısıtılan maddenin birim zamanda ihtiyacı olan ısı miktarına, fırın kayıplarının ve emniyet faktörünün ilavesi ile hesaplanır. Şekil 3.1'de normal yalıtım ve yapıdaki fırınların iç hacmine göre güçlerini göstermektedir.

1 nolu eğri orta ve yüksek sıcaklıklar için güç değerlerini verir. Bu eğri aynı zamanda yuvarlak ve kontinü fırınlar içinde kullanılabilir. Emaye fırınlarda genellikle %10 daha fazla, yavaş ısıtmanın gerektiği ısıtma fırınlarında %25 daha az güç gerekmektedir.

2 nolu eğri fırın sıcaklığı 1000 °C'ye kadar olan seramik fırınlarının güç değerlerini verir. 3, 4, 5 ve 6 nolu eğriler 300'a kadar olan kurutma fırınlarının güç değerlerini verir.

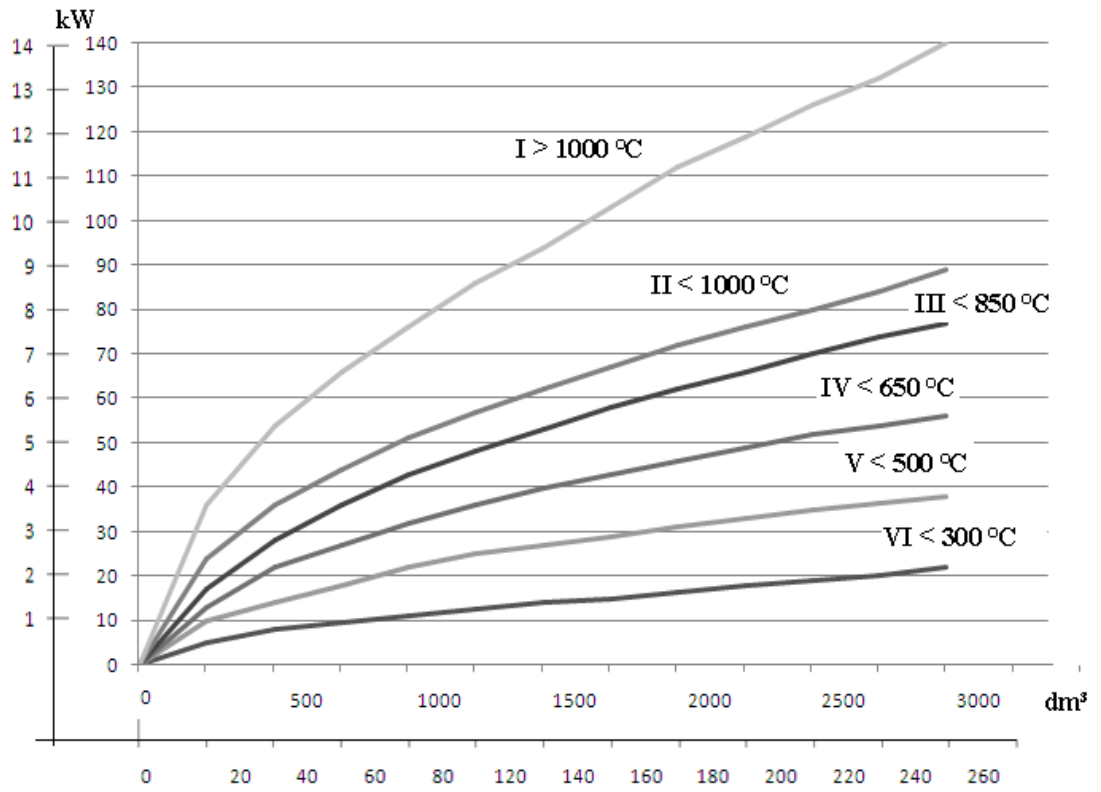
Tasarımını yapılacak olan fırının parametreleri şu şekilde olacaktır.

Fırının iç yüksekliği : 15 cm

Fırının iç genişliği : 21 cm

Fırının iç derinliği : 20 cm

Fırının iç hacmi: $15 \times 21 \times 20 = 6300 \text{ cm}^3 = 6.3 \text{ dm}^3 = 6.3 \text{ litre}$ olarak hesaplanır. Şekil 3.1'i kullanarak fırın sıcaklık değeri ile fırın hacminin kesiştiği nokta fırın gücünü tayin eder. Fırın hacmi 6.3 dm^3 ve fırın sıcaklık değeri 1000°C olduğuna göre I nolu eğriden fırın gücü yaklaşık olarak 2 kW bulunur [20].



Şekil.3.1. Fırın gücünün tayini

3.1.2. Rezistans seçimi

Belirli bir güçte çalışmakta olan rezistans elemanında gücün rezistans yüzeyine yayıldığını düşünülürse, birim yüzeye isabet eden bir güç miktarı vardır. W/cm^2 elemanın radyasyon yolu ile ısı vermesinde temel faktördür. Verilen bir çalışma gücünde birim yüzeye yüklenen gücün büyüklüğü doğrudan aşağıdaki noktalara bağlıdır [21].

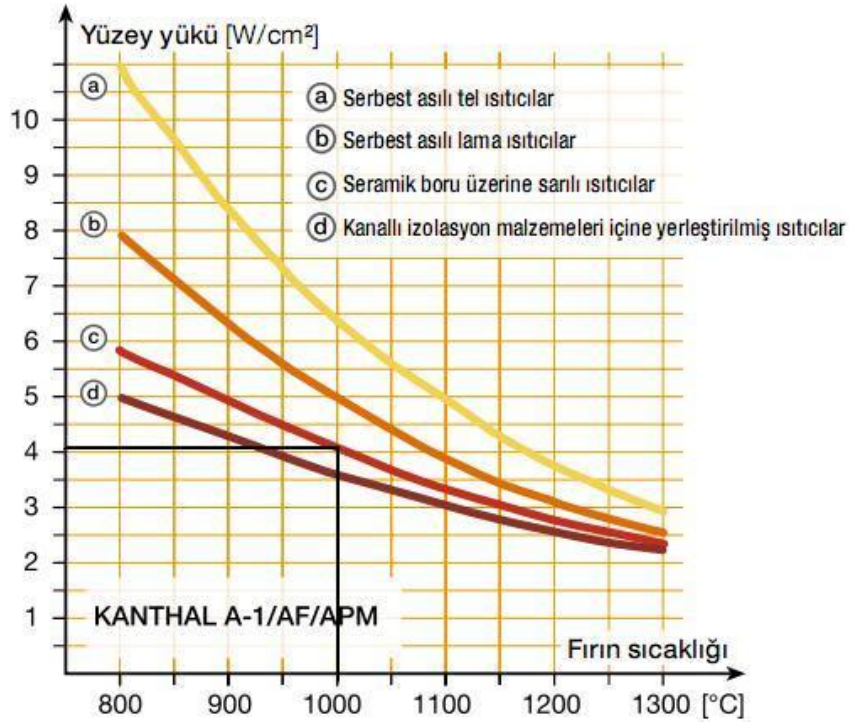
1. Rezistans elemanının çapına ve uzunluğuna bağlıdır (W/cm^2 büyüdükçe tel çapı küçülür, metraj azalır).
2. W/cm^2 büyüdükçe tel sıcaklığı yükselir. Fakat çekilen güç sabit kaldığından W/cm^2 'nin her büyüklüğü için çevreye verilen kalori sabittir.
3. W/cm^2 büyüklüğü yükseldikçe telin ömrü azalır. Yüksek sıcaklıklara çıkabilmek için özel rezistanslar kullanılır. Bunun en önemli nedeni ise; zamanla rezistans da yığılma ve kopmaların gerçekleşmesidir.

Tasarlanan fırından istenilen sıcaklığa göre birim yüzeye yüklenen gücü seçmek gerekmektedir. Tasarlanan fırında Kanthal firmasının ürettiği Kanthal A-1 tipi rezistansı kullanılmıştır.

Kanthal A-1 tel rezistansı maksimum $1400\text{ }^{\circ}C$ sıcaklığa kadar kullanılabilen direnç elemanlarıdır. Yüksek uygulama sıcaklıklarında kararlı oksit tabakasına sahiptirler [22].

Şekil 3.2'de Kanthal A-1'in sıcaklığa bağlı değişimi verilmiştir [20].

Buna göre kullanılacak Kanthal A-1 teli için, $1000\text{ }^{\circ}C$ 'lik bir fırında birim yüzeye yüklenen güç Şekil 3.2'den yaklaşık olarak $4.1\text{ }W/cm^2$ olmalıdır.



Şekil 3.2. Endüstriyel fırınlar uygulamalarında Kanthal A-1 için yüzey yükleri[20].

Kullanılacak rezistans telin hesabı aşağıdaki gibi yapılmaktadır.

Şebekeden çekilen güç = 2000 Watt.

Sıcaklık faktörü C_t , Çizelge 3.1'e bakılarak Kanthal A-1 teli için 1000 °C'deki değeri 1.04' dür.

Çizelge 3.1. Kanthal A-1 için C_t katsayısı [23].

°C	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
C_t	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05

Çizelge 3.2 . Kanthal A-1 rezistans teli için 20 °C’de özellikleri [23].

Çap (mm)	Direnç (Ω/m)	Özdirenç (cm ² /Ω)	Ağırlık (g/m)
2.65	0.263	317	39.2
2.60	0.273	299	37.7
2.50	0.295	266	34.1
2.40	0.321	235	32.1
2.34	0.337	218	30.5
2.30	0.349	207	29.5
2.25	0.365	194	28.2
2.20	0.381	181	27.0
2.05	0.439	147	23.4
2.03	0.448	142	23.0
2.00	0.462	136	22.3
1.83	0.551	104	18.7
1.80	0.570	99	18.1
1.70	0.639	83.6	16.1
1.60	0.695	73.7	14.8
1.50	0.821	57.4	12.5
1.40	0.942	46.7	10.9
1.30	1.090	37.4	9.42
1.20	1.280	29.4	8.03
1.10	1.530	22.6	6.75
1.00	1.850	17.0	5.58

$$\text{Toplam direnç } R_t = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{2000} = 24.2\Omega$$

$$\text{Ve } 20^\circ\text{C'deki direnç; } R_{20} = \frac{R_t}{C_t} = \frac{24.2}{1.04} = 23.27\Omega$$

$$cm^2 / \Omega = \frac{P}{p \times R_{20}} = \frac{2000}{4.1 \times 23.27} = 20.96$$

Çizelge 3.2’den $cm^2 / \Omega = 20.96$ değeri için $\phi = 1.1mm$ bulunur.

Çizelge 3.2 tekrar kullanılarak 1,1 mm Kanthal A-1 rezistans telinin birim yüzeydeki direnci $1.53\Omega/m$ ve ağırlığı $6.75 gr/m$ olarak alınır.

$$\text{Gerekli (tel boyu) } L = \frac{R_{20}}{1.53} = \frac{23,27}{1.53} = 15.2m.$$

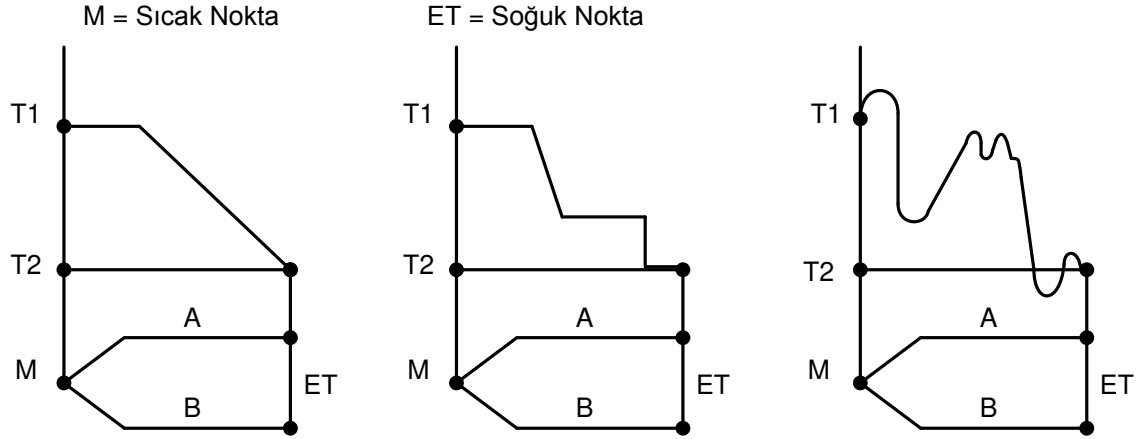
Gerekli tel ağırlığı $G = 15.2 \times 6.75 = 102.6gr.$ olarak bulunur.

3.1.3. Sıcaklık Sensörleri

Sıcaklık endüstride son derece önem taşımaktadır. Birçok kimyasal maddelerin üretiminde sıcaklığın çok hassas bir şekilde kontrol edilmesi gerekir [24]. Sıcaklığın ölçülmesi ve kontrolünde doğruluk ve hassasiyet vazgeçilmez iki temel unsurdur. Ölçme ve kontrol işleminin istenilen performansı sağlayabilmesi, öncelikle yüksek kaliteli sıcaklık sensörlerinin kullanılması ile mümkündür. Günümüzde sıcaklık ölçme ve kontrolünde kullanılabilecek çok çeşitli sensörler bulunmaktadır. Bu tip sensörler sıcaklığı elektriksel işaretlere dönüştüren aygıtlar olup, bu elektriksel işaretler bir analog digital çevirici yardımıyla sayısal değerlere çevrilerek sıcaklığın okunması sağlanır. Genellikle sensör olarak termočift, rezistans sıcaklık dedektörleri (RTD), termistörler, infrared sensörler ve özel tip tümleşik devre sıcaklık sensörleri kullanılır [25].

3.1.4. Isıl Elektrik Temas Algılayıcıları

Termokupl iki farklı alaşımın ucunun kaynaklanması ile oluşturulan basit bir sıcaklık ölçü elemanıdır. Kaynak noktası sıcak nokta, diğer açık iki uç soğuk nokta (referans noktası) olarak anılır. Termokupl olayı sıcak nokta ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkından doğar. Bu sıcaklık farkına orantılı, soğuk nokta uçlarında mV mertebesinde gerilim üretilir. Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Termokupl soğuk nokta sıcak nokta aralıkları

Dolayısıyla soğuk noktanın sıcaklığı önemlidir. Sıcak nokta aynı kalmak kaydı ile soğuk nokta sıcaklığı değiştiği takdirde farklı sıcaklıklar okunacaktır. Bu nedenle termokupllar mV tablolarındaki değerlerde standardizasyon sağlamak için ölçülen sıcaklık karşılığı mV değerleri soğuk noktanın 0 °C'de tutulması ile elde edilmişlerdir.

Termokupllar endüstride sıcaklık ölçümlerinde çok geniş uygulamalarda kullanılmaktadırlar. Termokupl aslında iki farklı metal veya alaşım tel olmasına rağmen genelde prosese çıplak olarak daldırılmazlar. Çeşitli mekanik darbeler, fiziksel ve kimyasal aşındırıcı özellikler göz önüne alınarak belli özel koruyucu kılıflar içinde kullanılırlar. İki farklı eleman teli farklı kutuplarda oldukları için birbirlerinden izolatör yardımıyla izole edilirler. İzolatörlerin seçiminde yine ortam şartlarının, sıcaklık limitlerinin önemi büyüktür. Gerek eleman tellerinin gerekse koruyucu tüplerin cinsleri termokuplların ömürlerine direkt etki etmektedirler [26]. Isıl çiftler aşağıda açıklandığı tiplerde bulunmaktadır:

T tipi: Bakır (+) ile konstantan (-) nemli atmosferde korozyona karşı dirençli ve sıfırın altındaki sıcaklık ölçümleri için uygundur. Oksitleyici ortamda hava içinde kullanımı bakır ısıl elemanın oksitlenmesinden dolayı 370°C (700°F)

ile sınırlanmıştır. Bunlar diğer bazı atmosferlerde yüksek sıcaklıklarda kullanılabilir.

J tipi: Demir (+) ile konstantan (-) 0–760 °C (32–1400 °F) sıcaklık aralığında, oksitleyici, indirgeyen (reducing) veya inert (diğer maddelerle kimyasal olarak birleşmeyen) atmosferde ve vakumda uygundur. Demir ısıtılma elemanında oksitlenme oranı 540 °C (1000 °F) den yukarı hızlıdır ve daha yüksek sıcaklıklarda uzun ömür istenildiğinde ise ağır geyçli veya daha kalın tellerin kullanımı tavsiye edilir. Bu ısıtılma çifti buzd noktasından daha aşağı kullanımda tavsiye edilmez çünkü demir ısıtılma elemanının paslanma ve kırılabilirliği T tipinin kullanımını J tipinden daha kullanışlı hale getirir.

E tipi: % 10 Ni/Cr (+) ile konstantan (-) oksitleyici ve inert atmosferlerde -200 ile 900 °C (-330 ile 1500 °F) aralığındaki sıcaklıkta kullanımı tavsiye edilir. Bunlar indirgeyen atmosfer, alternatif olarak oksitleyici veya reducing atmosferler, marjinal oksitleyici atmosferler ve vakumda K tipi ile aynı sınırlamalara maruz kalmaktadır. Bu ısıtılma çiftleri yüksek nem içerikli atmosferlerde korozyona maruz kalmadığından sıfırın altında sıcaklık ölçümleri için uygundur. Yaygın olarak kullanılan bütün diğer tiplerden derece başına en yüksek emf'yi verir ve ekseriyetle bu özelliğinden dolayı öncelikle kullanılır.

K tipi: % 10 Ni/Cr (+) ile % 5 Ni/Al/Si (-) -200 ile 1260 °C (-330 ile 2300 °F) sıcaklık aralığında oksitleyici ve tamamen inert atmosferde kullanılması tavsiye edilir. Oksitlenmeye karşı dirençlerinden dolayı ekseriyetle 540°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kullanılır. Bununla beraber K tipinin indirgeyen atmosferde, sülfürlü atmosferlerde ve vakumda kullanılmaması gerekir.

R ve S tipi: Pt/Rh (+) ile Pt (-) 0 ile 1480 °C (32 ile 2700 °F) sıcaklık aralığında oksitleyici ve inert atmosferlerde sürekli olarak kullanılması tavsiye edilir.

B tipi: % 30 Pt/Rh (+) ile % 6 Pt/Rh (-) 870 ile 1700 °C (1000 ile 3100 °F) sıcaklık aralığında oksitleyici ve inert atmosferlerde sürekli olarak kullanımı tavsiye edilir. Bunlar aynı zamanda vakumda kısa süreli kullanım için de kullanışlıdır. Bunları indirgeyen atmosferler veya metalik veya metalik buhar içeren atmosferlerde kullanılması gerekir. Bunların bir metal koruyucu tip veya kutuya doğrudan yerleştirilmemesi gerekir [27].

N tipi : (NikelKrom-Silikon-Nikelsilikon Magnezyum) -200°C ile 1200°C sıcaklık aralığında ölçüm yaparlar.

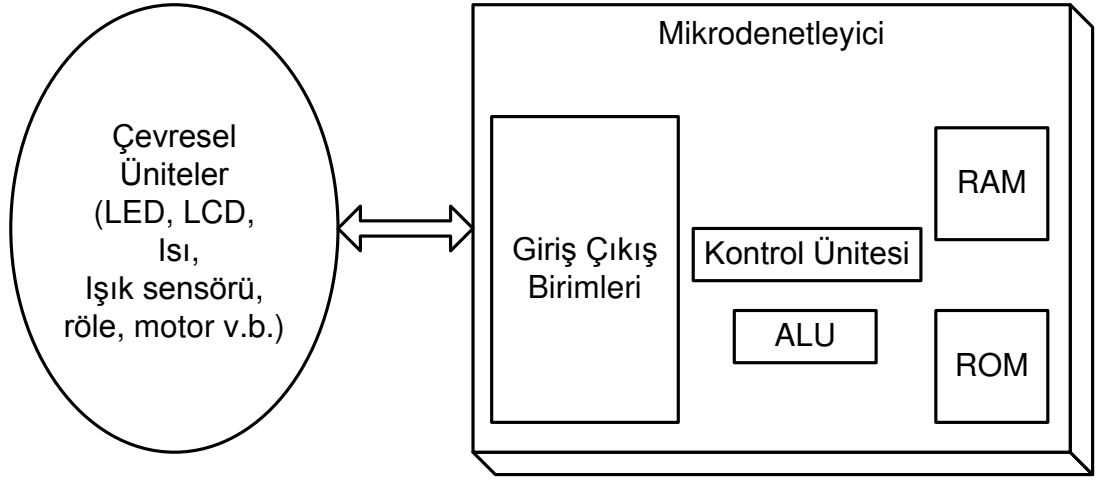
4. PIC MİKRO DENETLEYİCİSİ

4.1. Mikrodenetleyici Mimarisi

Bir bilgisayar sistemi merkezi işlem birimi (CPU), bellek ve giriş/çıkış birimlerinin bir araya gelmesi ile oluşur. Bu birimler birbirlerine adres, veri ve kontrol yolları ile bağlanırlar. CPU, bellek, giriş/çıkış birimler arasındaki veri akışını kontrol etmek ve çeşitli aritmetik ve mantıksal işlemleri yapmaktan sorumludur. Eğer CPU, bellek ve giriş/çıkış birimleri tek bir yonga içine yerleştirilirse, oluşturulan bu yeni yongaya mikrodenetleyici denilmektedir. Bu üç özelliğin bir arada bulunması mikrodenetleyiciyi özellikle endüstriyel uygulamalarında yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Bir mikrodenetleyici aşağıdaki birimleri içermektedir.

- CPU (Merkezi İşlem Birimi)
- Program ve veri belleği
- Giriş-Çıkış Portları
- Zamanlayıcı ve sayıcılar
- Analog digital çevirici (ADC)
- Digital analog çevirici (DAC)
- Pals genişlik üretici (PWM)
- Seri Port
- Kesme (interrupt) devresi
- Güç yönetim birimi

Bu özellikler sayesinde mikrodenetleyiciler, elektrikli ev aletlerinde, televizyonlarda, fotokopi makinelerinde, motor kontrol sistemlerinde, hırsız alarm ve güvenlik sistemlerinde, otomobillerde ve benzeri birçok sistemde kontrol elemanı olarak kullanılmaktadır [28].



Şekil.4.1. Bir mikrodenetleyici sistemin temel bileşenlerinin blok diyagramı

Mikrodenetleyiciler, mikroişlemcili bir sistemin içerisinde bulunması gereken temel bileşenlerden RAM, ROM, ALU, kontrol ünitesi ve giriş/çıkış ünitesini tek bir yonga içinde barındırırlar.

Mikrodenetleyici ve mikroişlemci arasındaki en temel fark mimari yapılarıdır. Mikrodenetleyicilerde Harward mimarisi, mikroişlemcilerde ise Von-Neuman mimarisi kullanılmıştır.

Harward mimarisinde program kodları ve veriler farklı bellek blokları içerisinde bulunmaktadır. Her bir komut çevriminde hem program hem de veri hücrelerine erişilebilmektedir. Bu nedenle işlem hızları yüksektir. Bu mimarinin uygulandığı işlemciler genellikle RISC (Reduced Instruction Set Computer) olarak adlandırılırlar. RISC işlemcilerde bir komutun icra edilmesi için 1 dahili saat çevrimi gerekir.

Von-Neuman mimarisinde, program kodları ve veriler aynı bellek bloğu içerisinde bulunmaktadır her bir komut çevriminde ya program ya da veri hücrelerine erişilebilmektedir. Bu nedenle işlem hızı düşüktür. Bu mimarinin uygulandığı işlemciler genellikle CISC (complex Instruction Set Computer)

olarak adlandırılırlar. CISC işlemciler bir komutun icra edilmesi için çok fazla sayıda dahili saat çevrimi gerekir[29].

4.2. Mikrodenetleyici Seçimi

Mikrodenetleyici seçimi yapılırken hangi özelliklerin olması gerektiği önceden bilinmelidir. Buna göre aşağıdaki özelliklerin sistem üzerindeki gereksinimleri ve ileride yapılacak gelişmeleri karşılayıp karşılamadığı araştırıldıktan sonra seçim yapılmalıdır [29].

- Programlanabilir Analog/Digital giriş/çıkış ucu sayısı
- Seri giriş/çıkış ucu sayısı
- Analog karşılaştırıcı var olup olmadığı
- Motor ve servo motor için saat sinyali çıkışı
- Harici giriş ile kesme yapılıp yapılamayacağı
- Timer (zamanlayıcı) ile kesme yapılıp yapılamayacağı
- Harici bellek arabiriminin varlığı
- Program belleği kapasiteleri
- Dahili RAM kapasitesi
- Dahili EEPROM var olup olmadığı
- Osilatör frekans değeri
- Harici ara birim (PC-ISA) olup olmadığı.

4.3. PIC18F452 Mikrodenetleyicisi

PIC 18F452 mikrodenetleyicisi, Microchip'in 18FXX2 adıyla ürettiği PIC ailesinin en gelişmiş üyesidir. 40 bacaklı bir mikrodenetleyicidir. A, B, C, D, E, olmak üzere toplam 5 portu vardır. Bütün portlar dijital I/O amaçlı kullanılabilir. Bunu yanında A ve E portları istenildiğinde A/D çevrim için analog giriş olarak da kullanılabilir. 18FXX2 serisi PIC sekiz değişik osilatör

çeşidi ile kullanılabilir. Kullanıcı FOSC2, FOSC1 ve FOSC0'ı aşağıdaki sekiz modu kullanarak programlayabilir [30].

- LP modu Düşük güç kristal kullanarak
- XT modu Kristal/rezonatör kullanarak
- HS modu Yüksek hızlı kristal/rezonatör kullanarak
- HSPLL PLL ile yüksek hızlı kristal/rezonatör kullanarak
- RC Direnç/kapasitör kullanarak
- RCIO Direnç/kapasitör kullanarak ve OSC2 bacağı giriş çıkış portu modunda
- EC Dış saat kullanarak
- ECIO Dış saat kullanarak ve OSC2 bacağı giriş çıkış portu modunda

XT, LP, HS veya HS+PLL osilatör modlarında kristal veya seramik rezonatör OSC1 ve OSC2 pinlerine bağlanır.

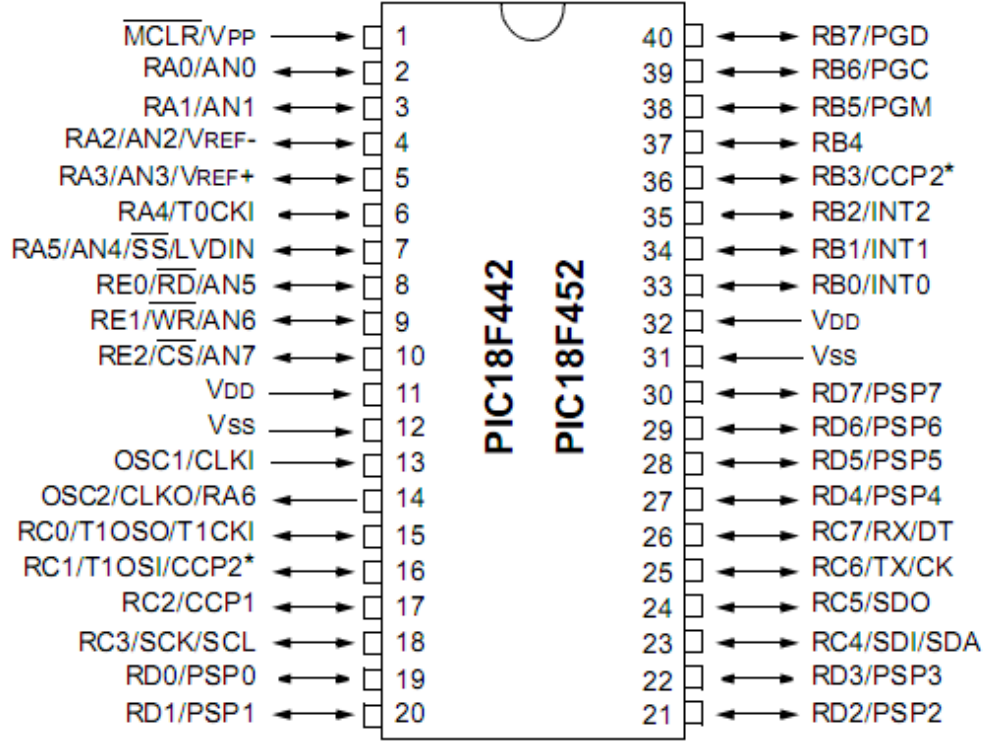
PIC18F452 Mikro denetleyicisinin Temel Özellikleri

1. 32 Kbyte doğrusal program hafızası adresleme
2. 1,5 Kbyte doğrusal veri hafızası adresleme
3. 16 bit komut genişliği ve 8 bit veri genişliği
4. Osilatör frekansı 40 MHz'dir ve 10 Mhz komut çalışma frekansı 200 ns'dir.
5. 3 harici kesme girişi
6. 8 bit Timer0 yazmacı/zamanlayıcı
7. 16 bit Timer1 yazmacı/zamanlayıcı
8. 8 bit Timer2 yazmacı/zamanlayıcı
9. 16 bit Timer3 yazmacı/zamanlayıcı
10. Çift Capture/Compare, PWM (CCP) modülü

11. Senkron seri port (SSP) ile SPI TM ve I2CTM
12. Donanımsal adreslenebilir asenkron seri alıcı verici (USART)
13. 10 bit, 8 kanal analog dijital çevirici (ADC)
12. Çift analog karşılaştırıcı modülü
13. Devre üzerinde seri olarak programlanabilme (ICSP)
14. Program hafızasını okuma ve yazma girişi
15. Düşük gerilim ile programlanabilme
14. Watchdog Timer (WDT)
15. Programlanabilir kod koruması
16. Güç koruma modu
17. Seçilebilir osilatör opsiyonu
18. Düşük güçlü yüksek hızlı Flash/EEPROM teknolojisi
19. Geniş çalışma gerilim aralığı (2V- 5.5V) [29].

Yapılan bu çalışmada seramik fırının sıcaklık kontrolü için PIC18F452 mikrodeneşleyicisi kullanılmıştır.

Şekil 4.2'de PIC18F452 mikrodeneşleyicinin pin diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 4.2. PIC18F452 mikrodenetleyicinin pin diyagramı görünüşü.

4.3.1 PIC18F452'nin besleme uçları

PIC18F452'nin besleme gerilimi 11, 12 ve 31, 32 numaralı bacaklardan uygulanmaktadır. 11 ve 32 numaralı Vdd ucu +5 V'a ve 12, 31 numaralı Vss ucu toprağa bağlanır. PIC'e ilk defa enerji verildiği anda meydana gelebilecek gerilim dalgalanmaları nedeniyle, oluşabilecek istenmeyen arızaları önlemek amacıyla 100nF'lık dekuplaj kondansatörünün devreye bağlanması gerekmektedir. PIC'ler CMOS teknolojisi ile üretildiklerinden 2 ile 6 Volt arasında çalışabilmektedirler. +5 V'luk bir gerilim ise ideal bir değer olmaktadır.

4.3.2 PIC18F452'nin reset uçları

Kullanıcının programı kasti olarak kesip başlangıca döndürebilmesi için PIC'in 1 numaralı ucu MCLR olarak kullanılmaktadır. MCLR ucuna 0 Volt uygulandığında programın çalışması başlangıç adresine döner. Programın ilk başlangıç adresinden itibaren tekrar çalışabilmesi için, aynı uca +5 Volt gerilim uygulanmalıdır.

4.3.3 I/O portları

PIC18F452 ayrı ayrı beş port bulunmaktadır. I/O pinlerinin bazıları çevresel arabirimlerden alternatif fonksiyonları için de kullanılabilir. Pin eğer çevresel olarak kullanılırsa I/O pini olarak kullanılamaz.

Port A

Her bir biti bağımsız olarak giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 6 bit genişliğindedir (PICF84'de 5 bittir). RA0, RA1, RA2, RA3, RA4 ve RA5 bitleri analog/dijital çevirici olarak konfigüre edilebilmektedir. Buna ek olarak RA2 ve RA3 gerilim referansı olarak da konfigüre edilebilmektedir (bu durumda bu bitler aynı anda A/D çevirici olarak kullanılamamaktadır). İşlemciye ilk defa gerilim uygulandığında RA4 hariç diğer beş PORTA biti A/D çeviricidir. Eğer RA portunun bazı bitlerini sayısal giriş/çıkış olarak kullanmak istersek ADCON1 kaydedicisinde değişiklik yapmamız gerekmektedir. Yazmaçlardaki değişikliklerin nasıl yapılacağı, tüm devrenin katalogunda bulunmaktadır.

Port B

Her bir biti bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 8 bit genişliğindedir. B portunun her bacağı dahili bir dirençle Vdd'ye bağlıdır. Bu özellik varsayılan olarak etkin değildir. Ancak

OPTION kaydedicisinin 7. bitini 0 yaparak B portunun bu özelliğini etkinleştirilebilir. RB4-RB7 bacakları aynı zamanda bacakların sayısal durumlarında bir değişiklik olduğunda INTCON kaydedicisinin 0. biti olan RBIF bayrağını 1 yaparak kesme oluşturmaktadır. Bu özelliği, işlemci uyuma (sleep) konumundayken, devreye bağlı tuş takımında her hangi bir tuşa basıldığında işlemcinin yeniden etkinleşmesi için kullanılabilir. Bütün bunların yanı sıra RB6 ve RB7 yüksek gerilim programlama, RB3 ise düşük gerilim programlama modlarında da kullanılmaktadır.

Port C

Her bir biti bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 8 bit genişliğindedir. Tüm port bacakları Schmitt Trigger girişlidir.

Port D

Her bir biti bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 8 bit genişliğindedir. 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.

Port E

Her bir biti bağımsız olarak giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 3 bit genişliğindedir. RE0, RE1 ve RE2 bacaklarında Schmitt Trigger giriş tamponları vardır. Her bir bacak analog/dijital çevirici olarak konfigüre edilebilmektedir. Eğer port D, paralel slave port olarak konfigüre edilirse, RE0, RE1 ve RE2 bacakları port D'nin bağlandığı mikroişlemci bus'ına sırasıyla READ, WRITE ve CHIP SELECT kontrol girişleri olarak

kullanılabilmektedir. Bunun için TRISE uygun biçimde ayarlanmalıdır. İşlemciye ilk defa gerilim uygulandığında port E'nin üç biti de A/D çeviricidir. Eğer E portunun bazı bitleri sayısal giriş/çıkış olarak kullanılmak istenirse ADCON1 kaydedicisinde değişiklik yapılması gerekir.

4.3.4 Yakalama / karşılaştırma ve PWM birimi

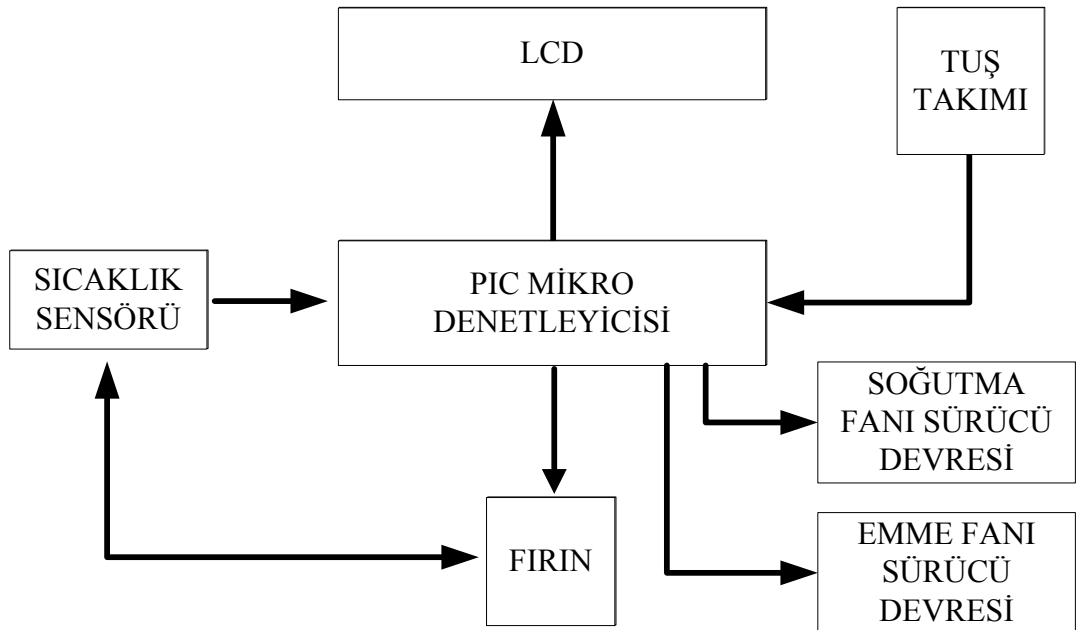
Her capture/compare ve PWM birimi 16 bitlik yakalama kaydedicisi, 16 bitlik karşılaştırma kaydedicisi veya 16 bitlik PWM (darbe genişlik modülasyonu) kaydedicisi olarak kullanılmaktadır. Yakalama modunda, TMR1 kaydedicisinin değeri, RC2/CCP1 bacağının durumunda bir gelişme olduğunda CCPR1H:CCPR1L yazmaçlarına yazılmakta ve PIR1 kaydedicisinin 2. biti olan CCP1IF kesme bayrağı 1 olmaktadır. RC2 bacağının durumu, her düşen kenarda, her yükselen kenarda, her yükselen 4. veya 16. kenarda kontrol edilecek şekilde CCP1CON kaydedicisi aracılığıyla ayarlanarak konfigüre edilebilir.

Karşılaştırma modu ise CCPR1 kaydedicisindeki 16 bitlik değer düzenli olarak TMR1 kaydedici değeriyle karşılaştır ve bir eşitlik olduğunda RC2/CCP1 bacağı CCP1CON kaydedicisinde yaptığımız ayara göre 1, 0 olur veya durumunu korur. PWM modunda ise RC2/CCP1 bacağı 10 bit çözünürlükte darbe genişlik modülasyonlu bir işaret üretecek şekilde konfigüre edilebilir. PR2 yazmacı darbe genişlik periyodunun tayininde kullanılmaktadır.

5.TASARIMI YAPILAN FIRININ KONTROLÜ

5.1. Sistemin Blok Diyagramı

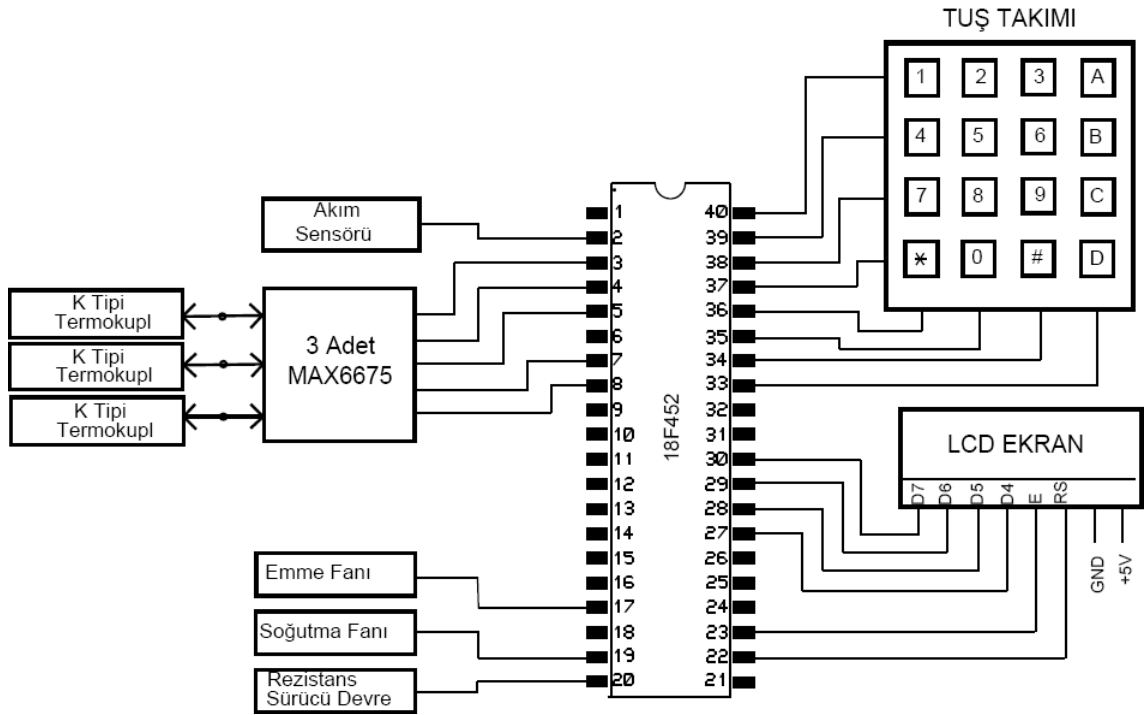
Tasarlanan sistemin blok diyagramı Şekil 5.1’de görüldüğü gibidir. Sistemde sıcaklık kontrolü için PIC mikro denetleyicisi, sıcaklık bilgilerinin girilebilmesi için tuş takımı, okunan sıcaklık değerlerinin görüntülenebilmesi için LCD, fırın içindeki sıcaklığın algılanabilmesi için K tipi termokupl kullanılmıştır. Ayrıca büyük hacimli fırınlarda kullanılabilecek, fırını soğutmak için soğutma fanı ve Şekil 5.1’deki eğride II. bölgeye kadar çalışacak fırının kimyasal suyunun atılması için emme fanı sürücü devreleri tasarlanmıştır. Sistemde K tipi termokupldan algılanan sıcaklık bilgilerinin hassas okunabilmesi için özel entegre olan MAX6675 entegresi kullanılmıştır. Fırının istenilen sıcaklığa gelebilmesi için KANTHAL-A1 tel rezistansı kullanılmıştır. Rezistansın sürülebilmesi için sürücü devre tasarlanmıştır.



Şekil 5.1. Sistemin blok diyagramı

5.2. Sıcaklık Kontrol Kartında PIC , LCD ve Tuş Takımı Devresi

Şekil 5.2’de PIC, LCD ve tuş takımının devresi verilmiştir. Sıcaklık kontrol kartında sıcaklık kontrolü için PIC 18FXX2 ailesinden PIC18F452 kullanılmıştır. Sıcaklık bilgilerinin girilebilmesi için 4x4 tuş takımı kullanılmıştır. Tuş takımı için PIC 18F452’nin B portu kullanılmıştır. Girilen sıcaklık bilgilerinin ve okunan sıcaklıkların görüntülenebilmesi için 20x4 LCD ekran kullanılmıştır. LCD için PIC18F452’nin D portu kullanılmıştır.



Şekil 5.2. PIC, LCD ve Tuş Takımı Devresi

Sıcaklık kontrol devresinde tuş takımından ilk önce istenilen sıcaklık sayısı girilecektir. Tuş takımından en fazla 10 sıcaklık sayısı girilebilmektedir. Sıcaklık sayısı girildikten sonra istenilen sıcaklık değerleri ve girilen sıcaklıkta çalışılması istenilen süre girilmektedir. Girilebilecek maksimum sıcaklık değeri 1000 °C’dir. Sıcaklık değerleri ve süreler girildikten sonra PIC mikro denetleyicisi sıcaklık okuma işlemi yaparak ve sıcaklığın istenilen sıcaklığa

gelene kadar rezistans sürücü devresini kontrol etmektedir. Ayrıca fırın içindeki kimyasal suyun atılması için kullanıcının girdiği ilk sıcaklık değerine kadar çalışacak olan emme fanı için sürücü devresi kontrolü sağlanmıştır. Fırın sıcaklığı girilen sıcaklık değerini aştığında ve fırının soğumaya geçtiği anda sistemde soğutma fanı için sürücü devresi kontrol edilmiştir.

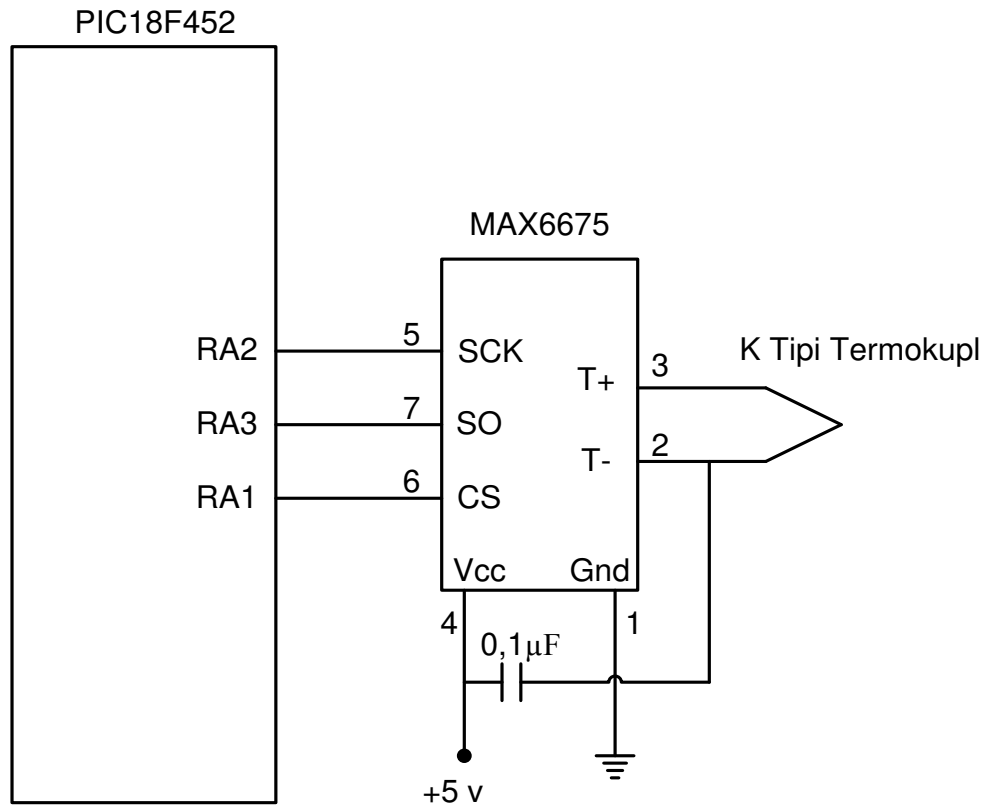
5.3. Fırın İçi Sıcaklık Bilgilerinin Okunması

Fırın içi sıcaklık bilgilerinin algılanabilmesi için 3 adet K tipi termokupl kullanılmıştır. Sistemde kullanıcının girdiği sıcaklık değerleri termokupllarda alınan sıcaklık bilgilerinin ortalaması ile karşılaştırılmaktadır.

Termokuplların sıcak nokta ve soğuk nokta uçlarında mV değerlerde gerilim üretilir. Bu üretilen gerilimler doğusal olmadıklarından termokupllar için yükselteç devreleri kullanılır. Sistemde K tipi termokupl için özel üretilmiş 12 bitlik MAX6675 yükselteç entegresi kullanılmıştır. MAX6675 entegresi doğrudan dijital çıkış veren K tipi termokupl için kullanılan özel bir entegredir.

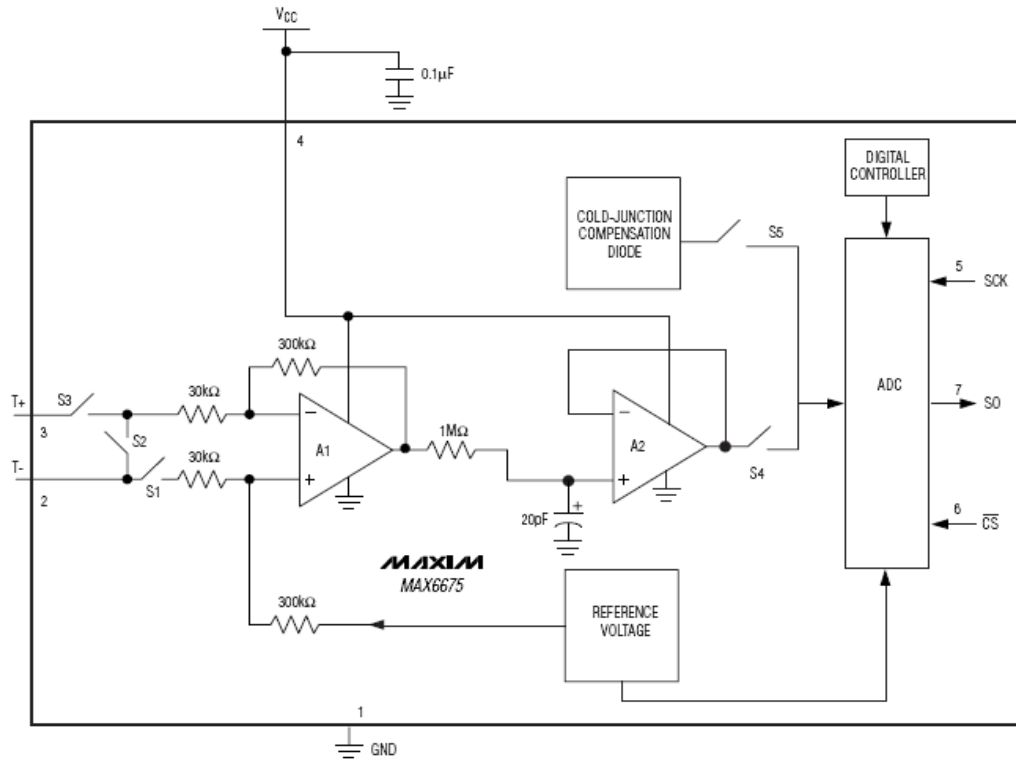
5.4. Termokupl Yükselteç Devresi

Şekil 5.3'de termokupl kalibrasyon devresi görülmektedir. Termokupl uygulamalarında karşılaşılan problemlerden biri düşük sinyal ürettiklerinden çıkışlarının yükseltilmeleri gerekmektedir. MAX6675 entegresi K tipi termokupllar için kullanılan doğrudan 12 bitlik dijital çıkış veren özel bir entegredir. Termokuplun sıcaklığını hesaplamak için soğuk nokta kompanzasyonuna ihtiyaç vardır. MAX6675 entegresi kendi ısısını ölçer ve kendine dengelemeyi sağlar. Bunun yanında entegre içerisinde termokupl çıkışlarını yükseltilmesi için yükselteç devresi mevcuttur ve 12 bitlik analog dijital dönüştürücüleri ve seri ara birimi yer almaktadır. MAX6675 entegresinin K tipi termokupl için hassasiyeti 2 °C'dir [31].

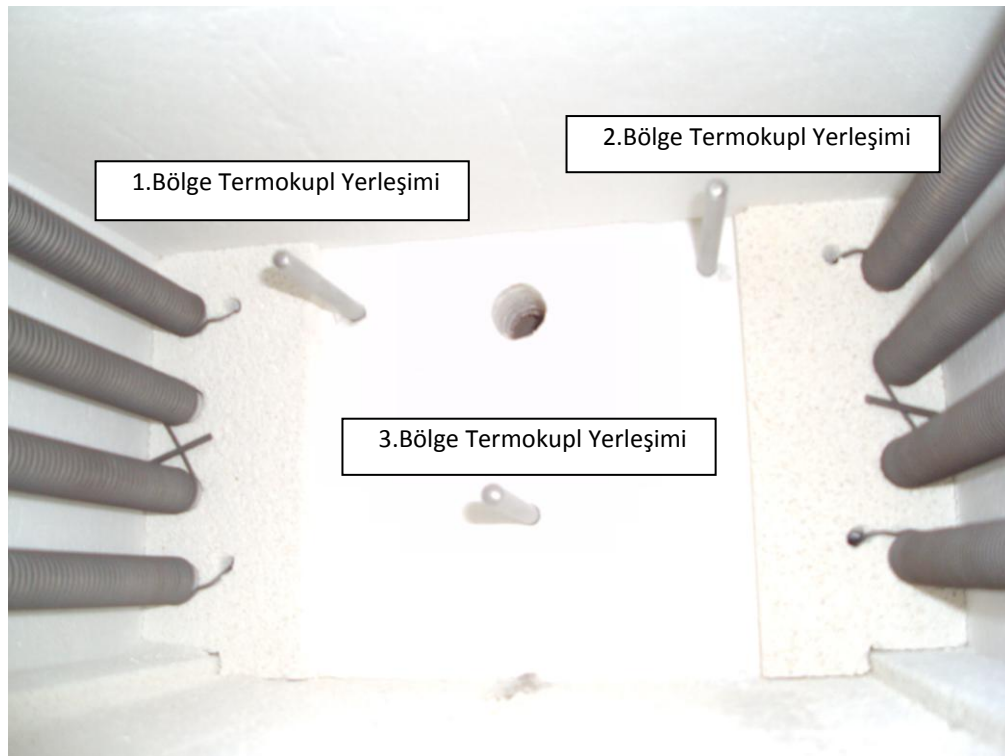


Şekil 5.3. Termokupl kalibrasyon devresi

Şekil 5.4'de MAX6675 entegresinin blok diyagramı görülmektedir [32].



Şekil 5.4. MAX6675 entegresinin blok diyagramı

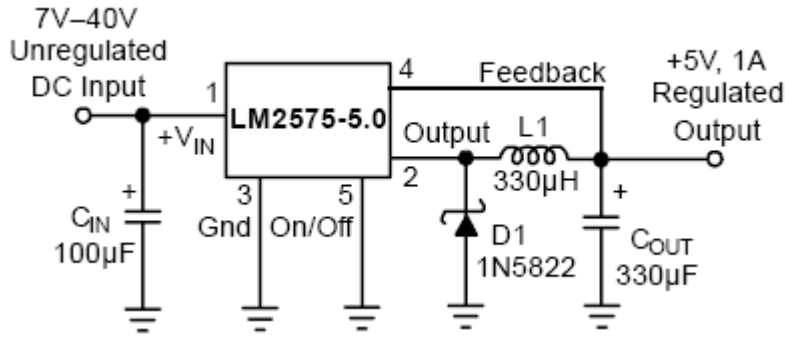


Resim 5.1. Termokuplların yerleşimi

Resim 5.1'de termokuplların yerleşimi görülmektedir. Fırın içerisine sıcaklık bilgilerini okumak için 3 adet K tipi termokupl kullanılmıştır. Termokupllar üst kısımda sağ ve sol tarafa birer adet ve alt tarafa da bir adet yerleştirilmiştir.

5.5. Kontrol Kartının Beslemesi

Sıcaklık kontrol kartında PIC mikrodeneleyicisinin beslemesi +5 V gerilim kaynağı kullanılmıştır. LM2575 serisinin LM2575-5.0 gerilim regülatörü kullanılmıştır. LM2575 gerilim regülatörü 3.3 V, 5 V, 12 V, 15 V ve ayarlanabilir gerilim çıkışları mevcuttur. LM2575-5.0 +5 V. Çıkış gerilimi vermektedir. Osilatör frekansı 52 kHz'dir. Yüksek sıcaklık ve aşırı akım koruması mevcuttur. Uyku modunda 50 μ A. Akım çekmektedir. 40 V'ta kadar giriş geriliminde çalışabilir. Çıkış gerilimi toleransı $\pm\%4$ 'dür [33]. Şekil 5.5'de LM2575-5.0 gerilim regülatörünün devresi gösterilmiştir.

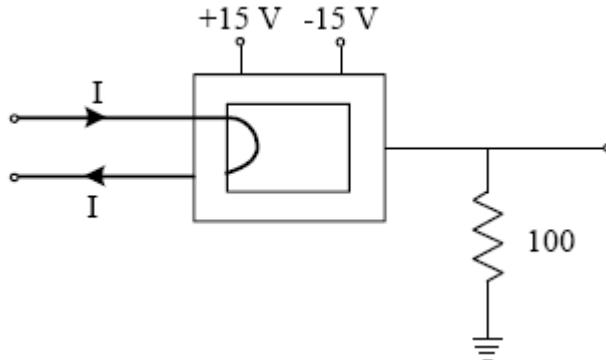


Şekil 5.5. LM2575 gerilim regülatörü devresi

5.6. Akım Bilgisini Okunması

Akım bilgisini okumak için devreye bir adet LEM'in LA 55-P akım sensörü bağlanmıştır. Besleme gerilimi 12 volt veya 15 volt simetrik doğru akımdır. 12 volt beslemede akım sensörünün kullanabileceği nominal akım 50 amperdir. 15 volt beslemede 70 amperdir. Sekonder nominal akımı 50 mA'dir. Sekonderden elde edilen akım bilgisi çıkışa bağlanan 100 ohm'luk bir direnç

üzerinden alınarak primerden 50 A geçtiğinde çıkıştan maksimum 5 volt alternatif gerilim alınabilecek şekilde tasarlanmıştır. Sensörün dönüştürme oranı 1000:1'dir [34].

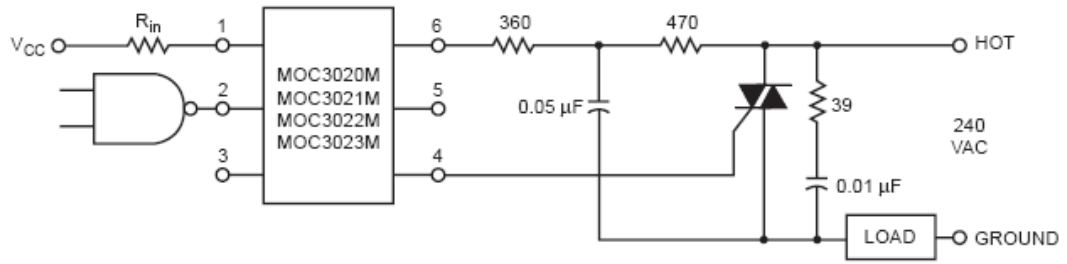


Şekil 5.6. LA 55-P ile akım bilgisinin alınması

Şekil 5.6'de LA 55-P'nin devreye nasıl bağlandığı gösterilmiştir. Sensör faz üzerine seri bağlanmıştır. Sensör çıkışı 100 ohm'luk dirence uygulanmış ve direnç üzerinden ölçülen gerilim akım bilgisi olarak kullanılmıştır [35]. Akım sensöründen alınan bilgi PIC mikrodeneleyicisinin RA1 girişine uygulanmıştır.

5.7. Rezistans ve Fan Sürücü Devresi

Rezistans sürücü devrede rezistansı sürmek için BTA41 serisi BTA4160B triyak kullanılmıştır. Triyakı sürmek opto triyak içeren MOC3021 entegresi kullanılmıştır. Kontrol kartında rezistans, emme fanı ve soğutma fanı için birer adet MOC3021 opto triyak ve BTA4160B triyak kullanılmıştır. Şekil 5.7'de MOC3021 triyak sürücü devresi gösterilmiştir [36].



Şekil 5.7. MOC3021 triyak sürücü devresi

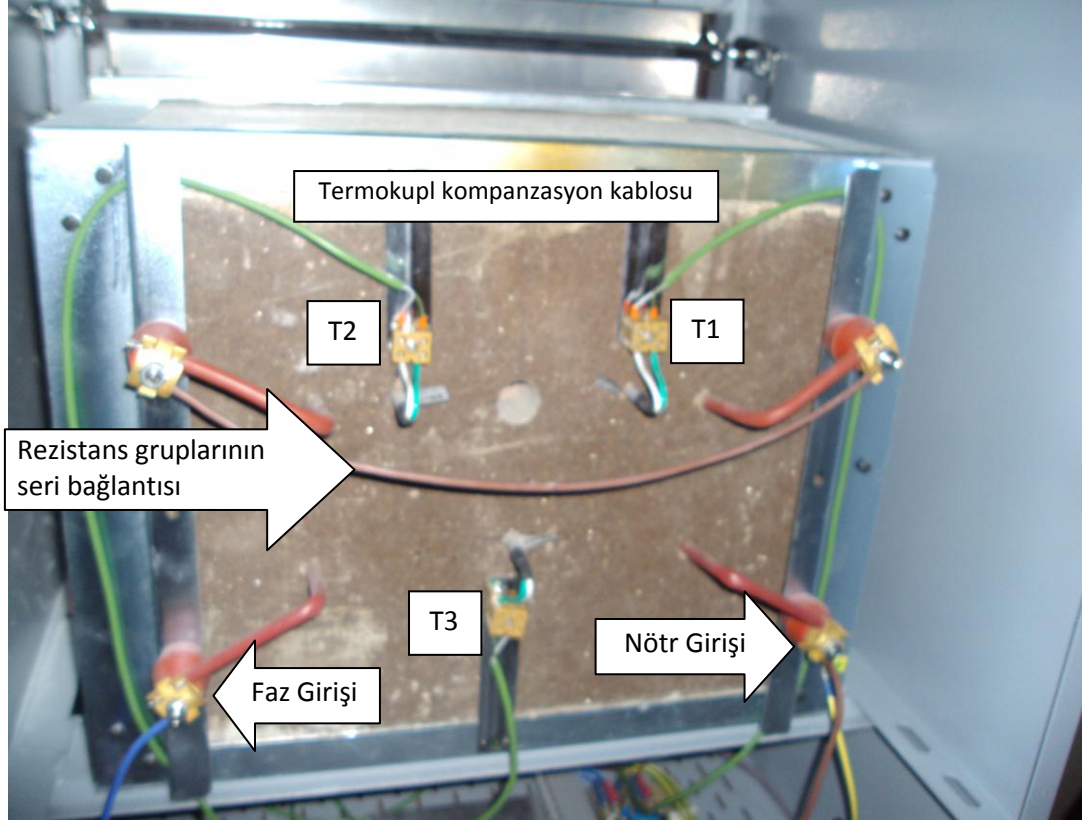


Resim 5.2. Rezistans yerleşimi



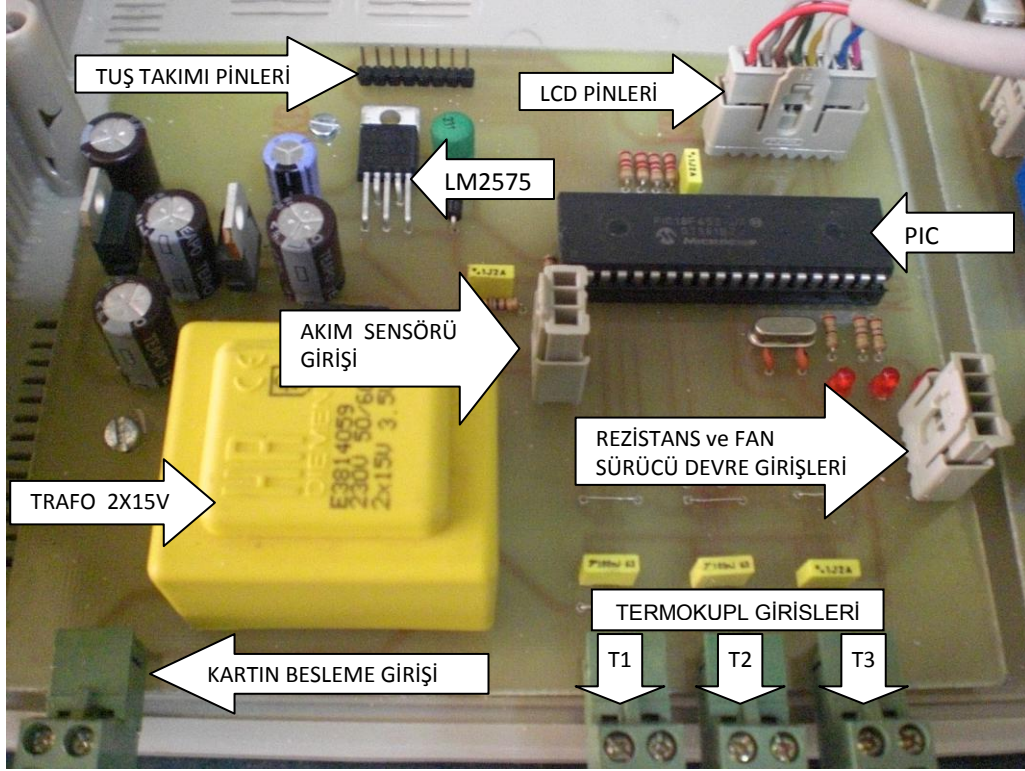
Resim 5.3. Rezistans yerleşimi

Resim 5.2 ve Resim 5.3’de rezistansın yerleşimi görülmektedir. Rezistans fırının sağ ve sol kısımlarını dört sıra şeklinde iki grup olarak yerleştirilmiştir. İki grup rezistans birbirine seri olarak bağlanmışlardır. Fırının istenilen sıcaklığa gelebilmesi için KANTHAL A-1 tel rezistansı kullanılmıştır.



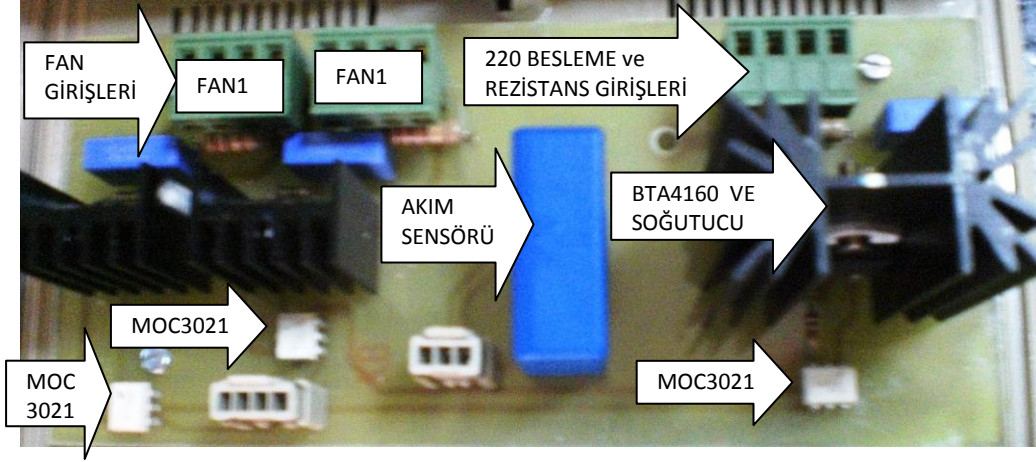
Resim 5.4. Rezistans ve termokupl kompanzasyon kablolarının bağlantıları

Resim 5.4'de termokuplların kompanzasyon kablolarının bağlantısı yapılmıştır. Rezistans gruplarının seri bağlantısı ve rezistansın faz nötr girişleri görülmektedir.



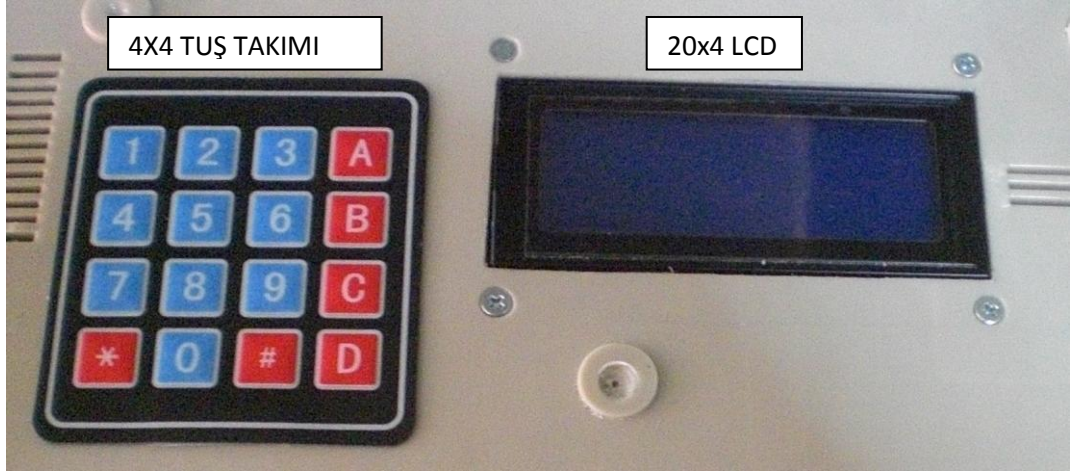
Resim 5.5. PIC ve Kontrol kartı beslemesi

Resim 5.5’de kontrol kartının yerleşimi gösterilmiştir. Kontrol kartının beslemesi için 2x15 V’luk transformatör kullanılmıştır. Mikrodenetleyicinin ve beslemesi ve akım sensörünün beslemesi için LM2575-5.0 gerilim regülatörü kullanılmıştır. Kart üzerinde termokupl uçlarının girişleri için klemensler yerleştirilmiştir. Termokupldan sıcaklık bilgilerinin okunabilmesi için MAX6575 kullanılmıştır. PIC mikrodenetleyicisinin RA1, RA2, RA3, RA5 ve RE0, pinleri MAX6675 için kullanılmıştır. PIC mikrodenetleyicisinin RA0 pini akım sensöründen akım bilgisini algılamak için kullanılmıştır. Kart üzerinde akım algılama devresine bağlantı için soket yerleştirilmiştir. RC2, RD0, RD1 pinleri rezistans ve fan sürücü devrelerini kontrolü için kullanılmıştır. Bu uçlar soket yardımıyla sürücü devrelerin girişlerine bağlantısı yapılmıştır. Mikrodenetleyicinin RD7, RD6, RD5, RD4, RC4, RD3 pinleri LCD için kullanılmıştır soket yardımıyla LCD bağlantısı yapılmıştır.



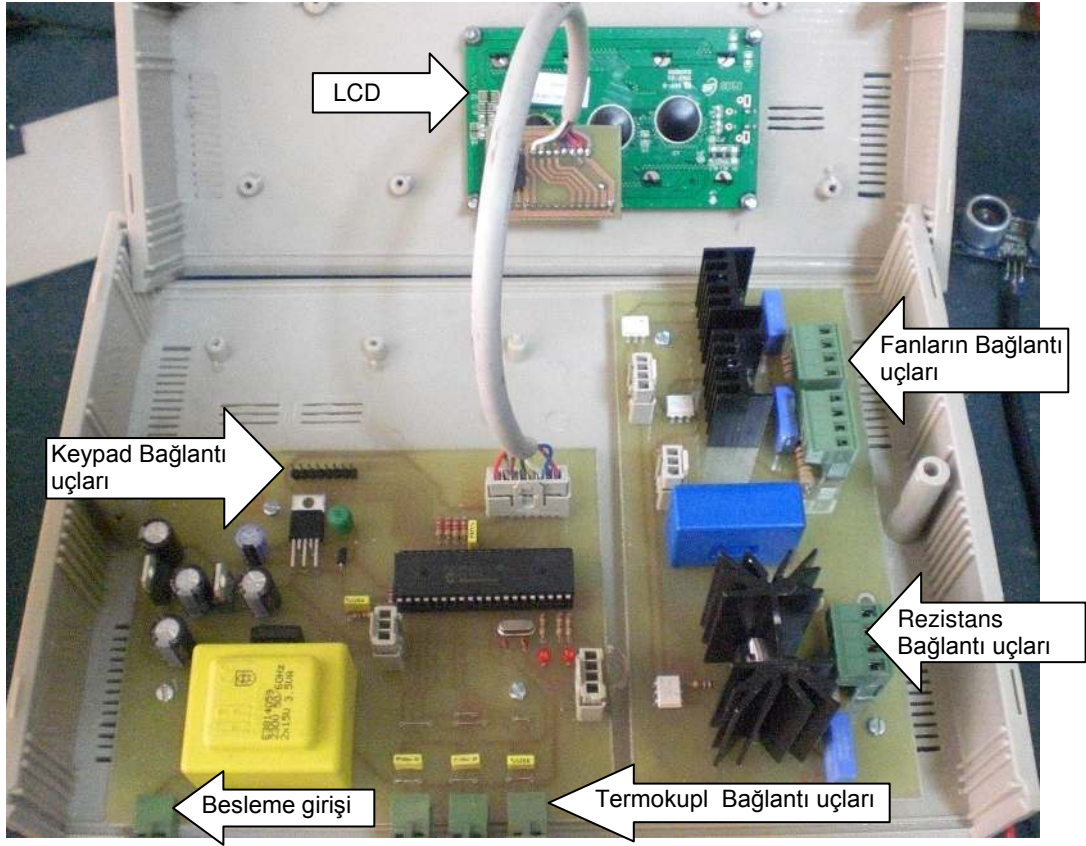
Resim 5.6. Rezistans, Emme fanı, Akım sensörü ve Soğutma fanı sürücü devreleri

Resim 5.6’da rezistans sürücü devresi akım algılama devresi, fanların sürücü devreleri görülmektedir. Akım bilgisini okumak için LA55-P akım sensörü kullanılmış olup PIC devresine soket yardımıyla bağlantısı yapılmıştır. Rezistansın ve fanların sürücü devresi için BTA4160 triyak kullanılmıştır. Triyakların sürülebilmesi için MOC3021 opto triyak kullanılmıştır. Triyakların ısınmaması için soğutucular kullanılmıştır. Sürücü devrelerin PIC ile bağlantısı soketlerle yapılmıştır. Rezistansın ve fanların besleme çıkışları için kart üzerine klemensler yerleştirilmiştir.



Resim 5.7. LCD ve Tuş takımı görünümü

Resim 5.7’de, tuş takımı ve LCD’nin yerleşimi gösterilmiştir. Sıcaklık bilgilerinin girilebilmesi için 4x4 tuş takımı kullanılmıştır. Sıcaklık bilgilerinin görüntülenebilmesi için 20x4 LCD ekran kullanılmıştır. Tuş takımında A tuşu menü girişi ve bölge sıcaklıkları girildiği ekran geçişleri için kullanılmaktadır. B tuşu sıcaklık ve süre bilgileri girildikten sonra fırının çalışmasını başlatmak için kullanılmaktadır. C tuşu fırın çalışırken fırının çalışmasını durdurmak için kullanılmıştır. D tuşu bölge sıcaklıkları girilirken bölgelerden geriye doğru ilerlemek için kullanılmıştır. ‘*’ tuşu sıcaklık ve süre bilgileri girerken sola kaydırma, ‘#’ tuşu ise sağa kaydırmak için kullanılmıştır.



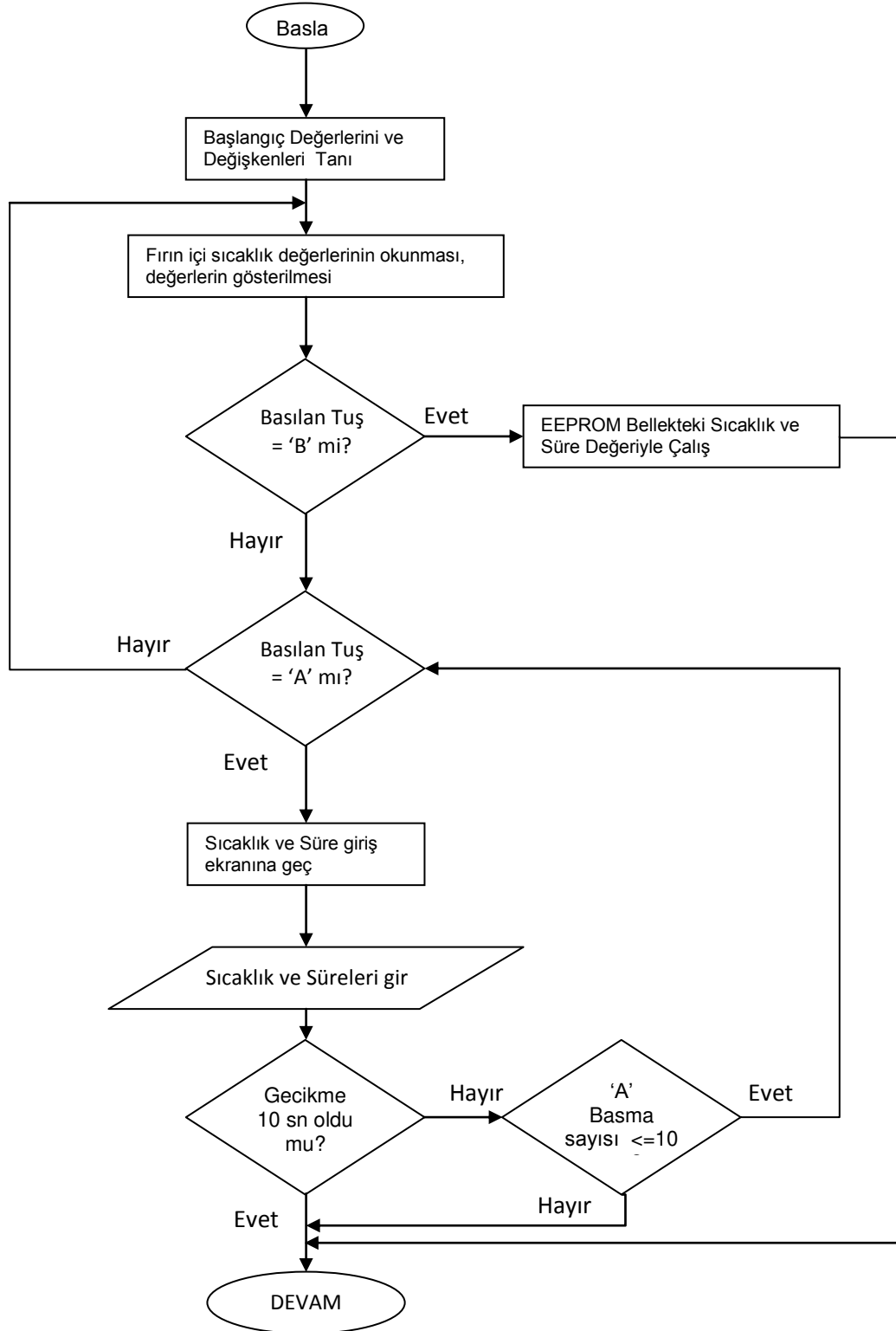
Resim 5.8. Sıcaklık kontrol kartının komple kutuya yerleştirilmiş hali

Resim 5.8’de PIC devresinin kartı ve rezistans, fan sürücü devresinin kutuya yerleşimi görülmektedir. LCD kutu ve tuş takımı kutu üzerine çıkarılarak soket yardımıyla bağlantısı yapılmıştır.

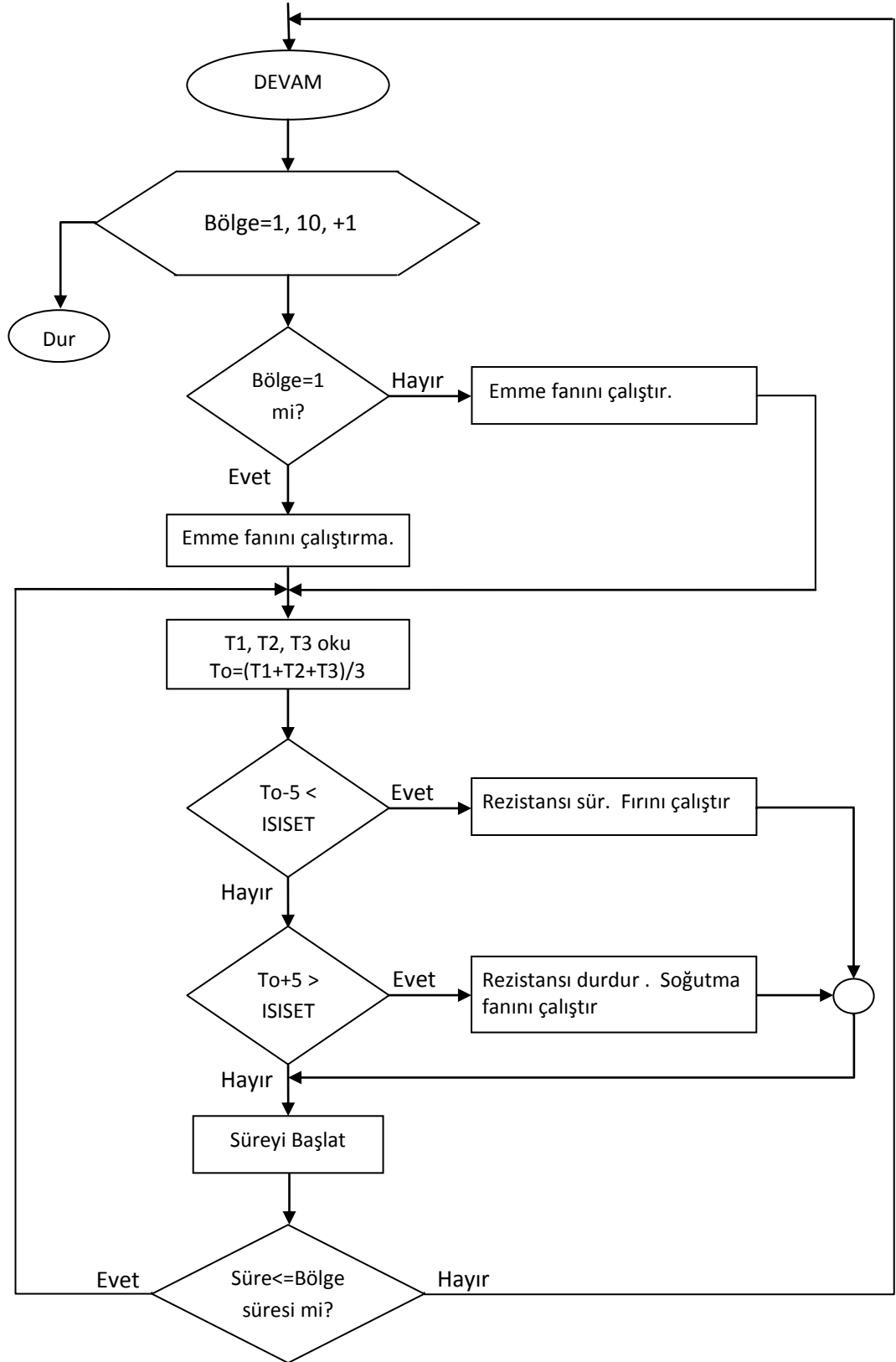
5.8. Seramik Fırınının Çalıştırılması

Şekil 5.8’de programa ait akış diyagramı verilmiştir. Program çalışmaya başladığında ekranda termokupllardan okunan sıcaklık bilgileri T1, T2, T3 ve üç bölgenin sıcaklık ortalaması To gösterilmektedir. Tuş takımından ‘A’ tuşuna basıldığında sıcaklık ve süreleri girilen ekran gelmektedir. ‘A’ tuşuna her basılda ekran ilerleyerek bir sonraki bölgenin sıcaklık ve süre girişleri yapılabilmektedir. Bir önceki bölgenin sıcaklık ve süresinde düzeltme yapabilmek için tuş takımından ‘D’ tuşuna basılır ve bir önceki ekrana dönlür. Sıcaklık değerlerinin girilirken tuş takımından imleç ‘*’ ile sola

kaydırılarak ve '#' tuşlu ile sağa kaydırılarak sıcaklık ve süre değerleri girilmektedir. Son sıcaklık ve süre değeri girildikten sonra 10 sn beklenirse fırın çalışması başlamaktadır. Girilen sıcaklık ve süre bilgileri PIC mikrodenetleyicisinin EEPROM belleğine yazılmaktadır. Fırın çalışmaya başladığında ilk ekrana dönülür. İlk ekranda T1, T2, T3 ve To sıcaklıkları okunarak ekranda görüntülenir.



Şekil 5.8. Programa ait akış diyagramı

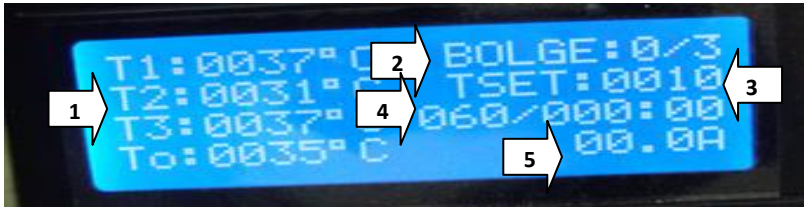


Şekil 5.8. (Devam) Programa ait akış diyagramı

Ekranda birinci satırın sağ tarafında girilen sıcaklık bölge sayısı ve fırının çalışmakta olduğu bölge görüntülenmektedir. İkinci satırın sağ tarafında fırının çalışmakta olduğu bölge için girilen sıcaklık değeri görüntülenir. Üçüncü satırın sağ tarafında fırının çalıştığı bölge için girilen süre değeri ve süre görüntülenmektedir. Akım sensöründen okunan akım bilgisi LCD'nin dördüncü satırında sağ tarafında görüntülenir.

Termokupllardan sıcaklık bilgileri 750 ms'de bir sürekli tekrar okunarak ekranda görüntülenir.

Program çalışmaya başladığında tuş takımında 'B' tuşuna basılırsa daha önce çalışılan ve PIC mikrodenetleyicisinin EEPROM belleğinde kayıtlı olan sıcaklık ve süre değerlerine göre fırın çalışmaya başlamaktadır. Fırını çalışmasını durdurmak için tuş takımından 'C' tuşuna basılır.



Resim 5.9. Sıcaklık kontrol kartının ekran görüntüsü

Resim 5.9'da sıcaklık kontrol kartının ilk ekran görüntüsü verilmiştir.

Ekranın 1 numaralı kısmında;

T1: birinci bölgedeki termokupldan okunan sıcaklık bilgisi

T2: ikinci bölgedeki termokupldan okunan sıcaklık bilgisi

T3: üçüncü bölgedeki termokupldan okunan sıcaklık bilgisi

To: üç bölgedeki termokupllardan okunan sıcaklık bilgilerinin ortalamasını göstermektedir.

Ekranın 2 numaralı kısmında;

Fırının çalışmakta olduğu bölge ile kullanıcının tuş takımından girmiş olunan bölge sıcaklık sayısı gösterilmektedir.

Ekranda 3 numaralı kısmında;

Tuş takımından girilen bölge sıcaklık değeri TSET gösterilmektedir.

Ekranın 4 numaralı kısmında tuş takımından girilen süre bilgisi ve fanının çalışmış olduğu süre görüntülenmektedir.

Ekranın 5 numaralı kısmında fırının şebekeden çekmiş olduğu akım bilgisi görüntülenmektedir.



Resim 5.10. Sıcaklık ve süre giriş ekranı

Resim 5.10'da sıcaklık ve sürelerin girildiği ekran görüntüsü verilmiştir. Ekranda üst satırda kaçınıcı sıcaklık bölgesi olduğu gösterilmiştir. Sıcaklık değeri girilirken imleç ekranda '*' ve '#' tuşu ile kaydırılarak ISSET değeri ile çalışma sıcaklığı girilir. İmleç kaydırılarak DAKSET değeri ile çalışma süresi girilir.

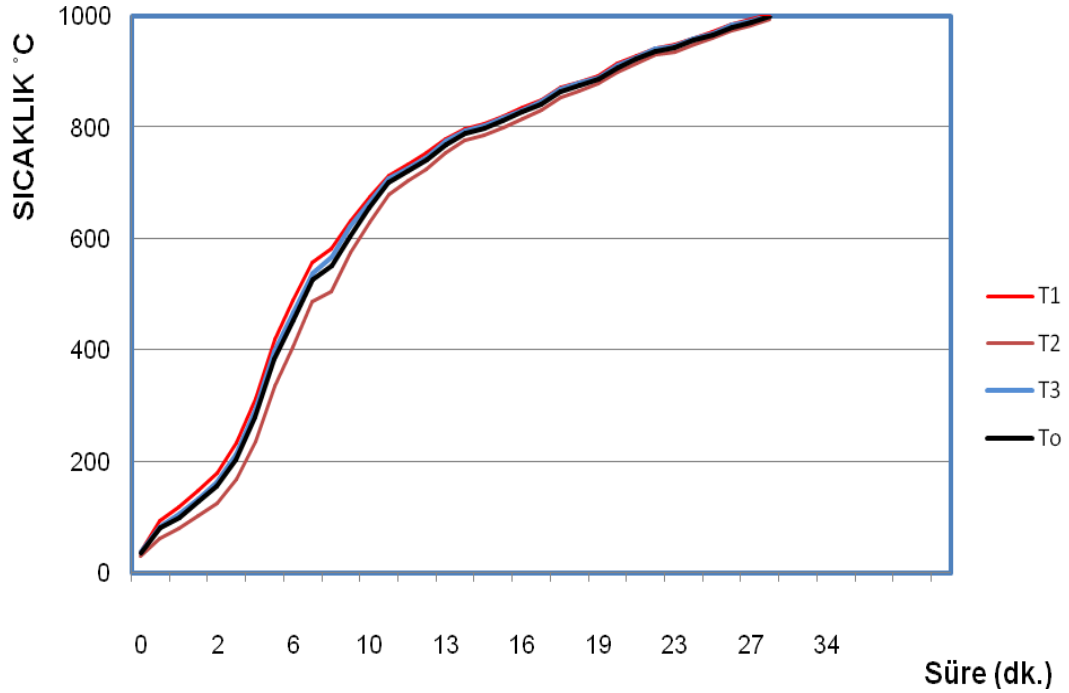


Resim 5.11. Fırın çalışmaya başladığı andaki ekran görüntüsü

Resim 5.11’de fırın çalıştırılmış olup, sadece bir bölge sıcaklığı ve süre değeri girilmiş fırının istenilen sıcaklığa kaç dakikada geldiği takip edilmiştir. Fırın çalışma sıcaklığı 1000°C ve çalışma süresi 36 dakika olarak girilmiştir. Fırın çalışırken 1000°C’ye 28 dakikada ulaştığı görülmüştür. Resim 5.12’deki ekran görüntüsü alınmıştır. Fırının şebekeden çekmiş olduğu akım 9.1 amper olarak okunmuştur. Şekil 5.9’da fırının 1000°C ulaşması için geçen sürenin sıcaklık süre eğrisi çizilmiştir.

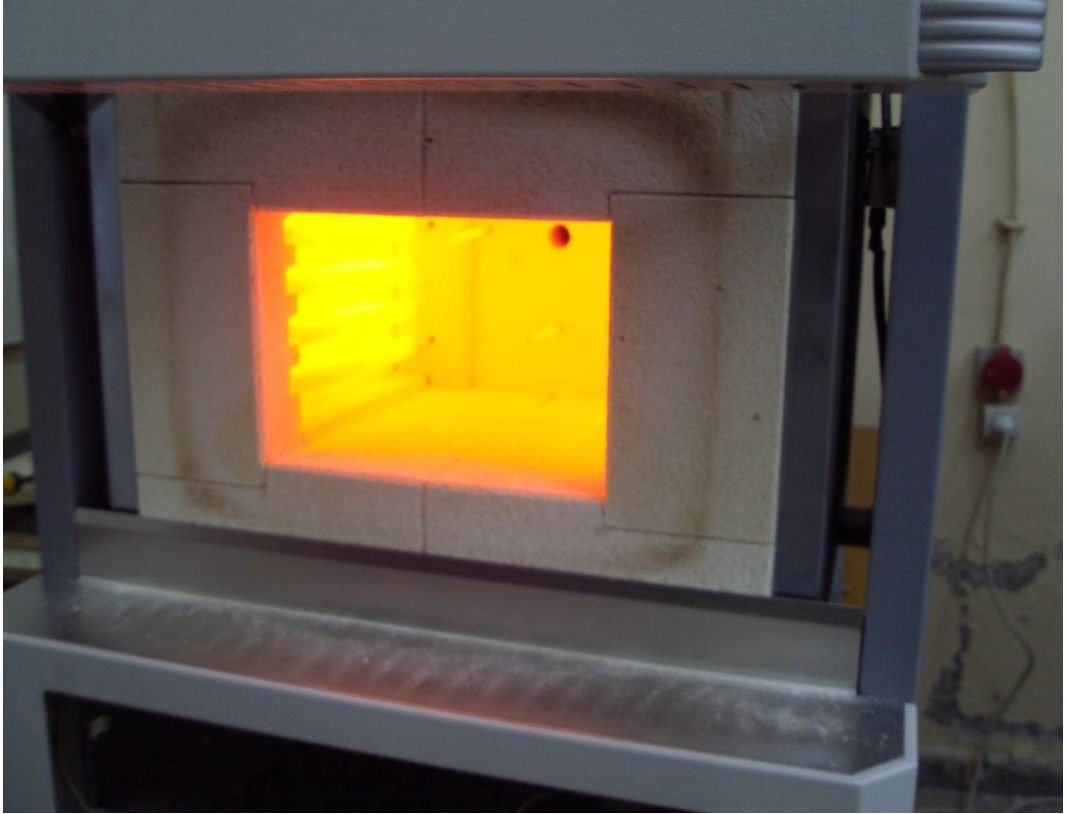


Resim 5.12. Fırının 1000°C’ye ulaştığı andaki ekran görüntüsü

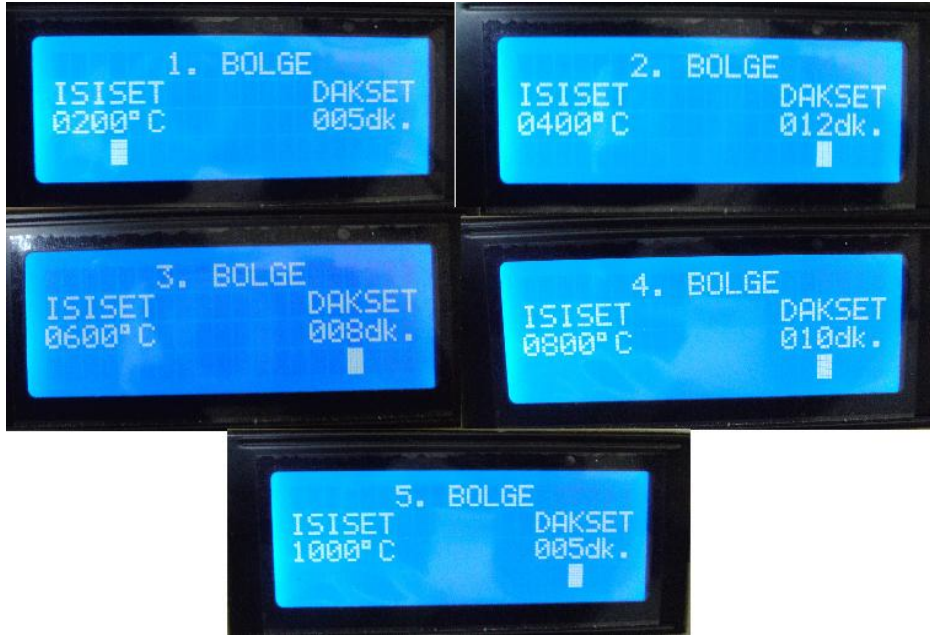


Şekil 5.9. Fırının 1000°C’ye ulaşması için geçen sıcaklık ve zaman grafiği

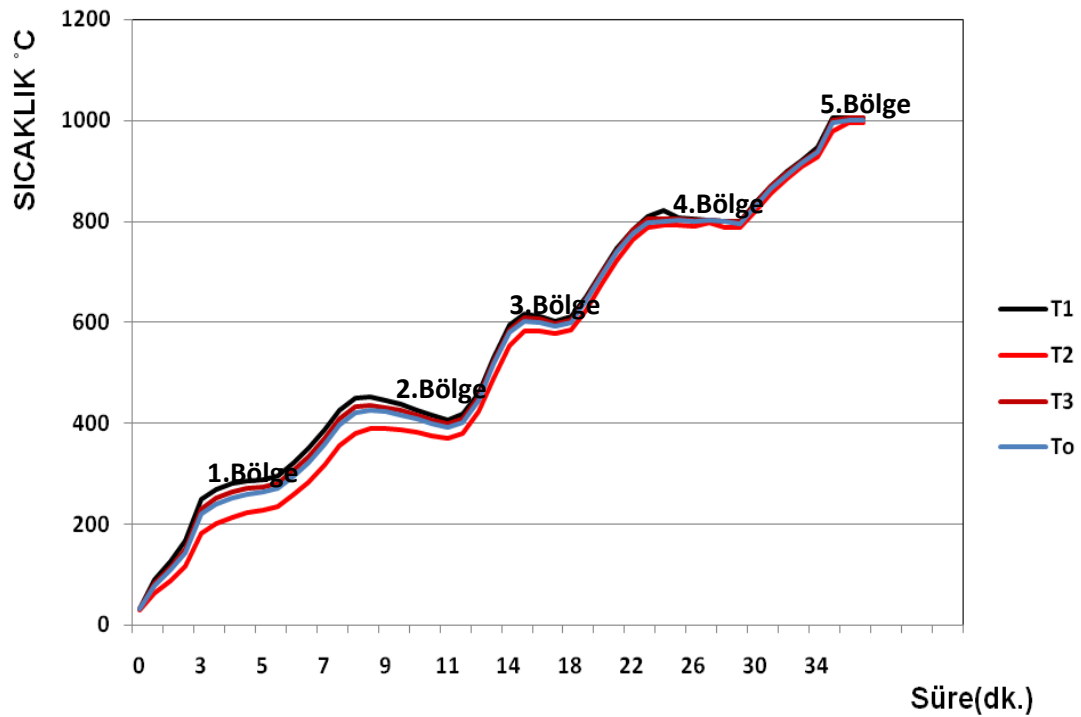
Şekil 5.8'de T1, 1. Bölgenin sıcaklık eğrisi, T2, 2. bölgenin sıcaklık eğrisi, T3, 3. Bölgenin sıcaklık eğrisini, To, üç bölgenin ortalama sıcaklık eğrisini göstermektedir. Resim 5.13'de fırının 1000°C'ye ulaştığı andaki fırın içerisi gösterilmiştir.



Resim 5.13. Fırının 1000°C'ye ulaştığı andaki fırın içerisinin görünümü



Resim 5.14. Bölge sıcaklık ve sürelerinin girilmesi



Şekil 5.10. Beş bölgede programlanan fırının sıcaklık zaman grafiği

Şekil 5.10 fırının beş farklı sıcaklık değeri girilerek elde edilen sıcaklık eğrisidir. Fırın çalışma değerleri , 200°C için 5 dakika, 400°C için 12 dakika,

600°C için 8 dakika, 800°C için 10 dakika, 1000°C için 5 dakika olarak girilmiştir. Resim 5.14'de sıcaklık ve sürelerin girildiği ekran görüntüleri verilmiştir. Şekil 5.9'da sıcaklıkların değişimlerinin düşük sıcaklıklarda salınımlar yaptığı, fakat sıcaklık değerinin yükseldiği bölgelerde salınımın azaldığı gözlemlenmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 1000 °C'ye ulaşan seramik pişirme fırını tasarlanmış ve mikrodenetleyici ile sıcaklık kontrolü gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan seramik pişirme fırınında istenilen sıcaklığı elde etmek için Kanthal A-1 tel rezistansı kullanılmıştır. Fırının sıcaklığının algılanabilmesi için fırın içine üç farklı bölgeye K tipi termokupl yerleştirilmiştir. Termokupllardan alınan bilgiler MAX6675 özel termokupl yükselteç entegresi ile dijital bilgiye dönüştürülerek mikrodenetleyici girişine uygulanmıştır. MAX6675 ile 12 bitlik dijital dönüşüm yapılarak okunan maksimum sıcaklık değeri 1023 °C'dir.

Yapılan çalışmada fırın kullanıcının tuş takımından girmiş olduğu sıcaklık ve süre bilgilerine göre çalışmaktadır. Kullanıcı 10 farklı sıcaklık değeri ve süresini girebilmektedir. Kullanıcının girebileceği maksimum sıcaklık değeri 1000 °C'dir. Tasarımı gerçekleştirilen fırın küçük hacimli olduğundan emme fanı ve soğutma fanı yerleştirilmemiştir. Fakat sıcaklık kontrol kartında emme fanı ve soğutma fanı için sürücü devre yapılmıştır. Böylece kontrol kartı büyük hacimli fırınlara emme fanı ve soğutma fanı yerleştirildiğinde fanları kontrolü sağlanabilmektedir. Emme fanının fırın içerisinde kimyasal suyun atılabilmesi gerçekleştirilebilir. Soğutma fanı ile de fırının soğumasının daha hızlı yapılması sağlanabilir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada bu güne kadar yapılan çalışmalardan farklı olarak fırın denetimi mikrodenetleyici ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kontrol kartında fırında kullanılabilecek olan fanlar için sürücü devreleri tasarlanmıştır ve kontrolü yapılmıştır. Fırının şebekeden çekmiş olduğu akım bilgisi akım sensörü ile okunarak LCD ekranda görüntülenmiştir. Fırının istenilen sıcaklıklarda ve istenilen sürelerde sıcaklık kontrolü sağlanmış olup LCD ekran kullanılarak kullanıcının fırın sıcaklığını gözlemlemesi sağlanmıştır. Fırın çalışırken fırının hangi bölgede çalıştığı çalışma süresi görülebilmektedir. Aynı sıcaklık bölgesinde ürünler pişirilirken ilk girilen sıcaklık değerleri mikrodenetleyicinin EEPROM belleğinde saklanmaktadır.

Tekrar pişirmede aynı sıcaklık değerlerini ve sürenin girilmesine gerek kalmamaktadır.

Çalışmada açık-kapalı (ON-OFF) kontrol tekniği kullanılmıştır. Bu yöntemde istenilen sıcaklık değeri aşıldığında rezistansın enerjisi kesilmekte istenilen sıcaklık değerinin altına düşüldüğünde rezistansa enerji verilmektedir. Bu yöntemle kontrolde sıcaklık istenilen sıcaklığa geldiğinde salınımlar meydana gelmektedir. Fırın çalıştırıldığında, düşük sıcaklıklarda salınımın fazla olduğu yüksek sıcaklıklarda salınımların azaldığı gözlemlenmiştir. Bu salınımları engellemek için daha düşük gerilimle sabit sıcaklıkta tutmak gerekmektedir. İstenilen sıcaklığa ulaşıldığında daha düşük gerilim uygulayarak salınımlar azaltılabilir. Fırın tasarımı yapılırken fırındaki kimyasal suyun atılabilmesi ve soğutmanın denetiminin yapılabilmesi için emme fanı ve soğutma fanı sürücü devreleri tasarlanmıştır. Fakat fırın hacminin küçük olmasında dolayı fanlar fırına yerleştirilememiştir. Büyük hacimli fırınlarda fanların yerleştirilmesiyle kimyasal suyun atılması ve soğutmanın denetiminin yapılması gerçekleştirilebilir. Ayrıca, seramik üretiminde pişirme işlemi önemli bir aşamadır. Seramik pişirilirken fırın sıcaklığının denetimi yapılmalı, pişme süresi iyi seçilmeli ve soğutma iyi yapılmalıdır. Sıcaklığın, sürenin ve soğutmanın denetimi yapılması ile iyi bir ürün elde edilebilir. Bu denetimlerin iyi yapılmadığı durumlarda seramik ürünlerinde bozulmalar, çatlama ve matlık gibi problemler meydana gelmektedir. Bu problemlerin çıkması da ürünün iskarta çıkmasına neden olur ve maliyeti artırır.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile sıcaklık bölgelerinin izlenmesi ve sıcaklığın istenilen aralıkta tutulabilmesi, pişme süresinin ayarlanabilmesi, fırında fan mevcut ise soğutmanın istenildiği gibi yapılabilmesi ile pişirilecek olan ürünlerin daha nitelikli olarak çıkmasını sağlamaktadır.

EKLER

EK-1 . MAX6675 datasheet

19-2235; Rev 1; 3/02

MAXIM**Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)****General Description**

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

Features

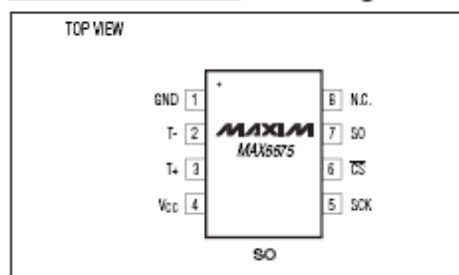
- ◆ Direct Digital Conversion of Type -K Thermocouple Output
- ◆ Cold-Junction Compensation
- ◆ Simple SPI-Compatible Serial Interface
- ◆ 12-Bit, 0.25°C Resolution
- ◆ Open Thermocouple Detection

MAX6675**Ordering Information**

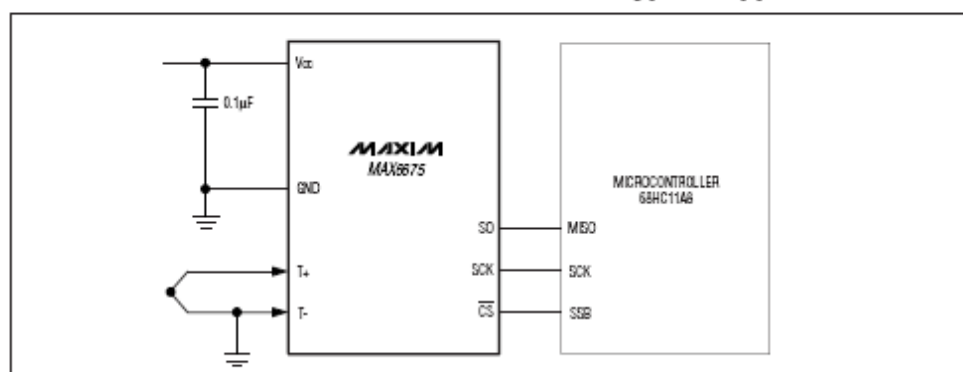
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675ISA	-20°C to +85°C	8 SO

Applications

Industrial
Appliances
HVAC
Automotive

Pin Configuration

SPI is a trademark of Motorola, Inc.

Typical Application Circuit**MAXIM**

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

EK-1 (Devam) MAX6675 datasheet

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V_{CC} to GND) -0.3V to +6V
 SO, SCK, CS, T-, T+ to GND -0.3V to V_{CC} + 0.3V
 SO Current 50mA
 ESD Protection (Human Body Model) ±2000V
 Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 8-Pin SO (derate 5.68mW/°C above +70°C) 471mW
 Operating Temperature Range -20°C to +85°C

Storage Temperature Range -65°C to +150°C
 Junction Temperature +150°C
 SO Package
 Vapor Phase (60s) +215°C
 Infrared (15s) +220°C
 Lead Temperature (soldering, 10s) +300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only; and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, T_A = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Error		THERMOCOUPLE = +700°C, T _A = +25°C (Note 2)	V _{CC} = +3.3V	-5	+5	LSB
			V _{CC} = +5V	-6	+6	
		THERMOCOUPLE = 0°C to +700°C, T _A = +25°C (Note 2)	V _{CC} = +3.3V	-8	+8	
			V _{CC} = +5V	-9	+9	
		THERMOCOUPLE = +700°C to +1024°C, T _A = +25°C (Note 2)	V _{CC} = +3.3V	-17	+17	
			V _{CC} = +5V	-19	+19	
Thermocouple Conversion Constant				10.25		µV/LSB
Cold-Junction Compensation Error		T _A = -20°C to +85°C (Note 2)	V _{CC} = +3.3V	-3.0	+3.0	°C
			V _{CC} = +5V	-3.0	+3.0	
Resolution				0.25		°C
Thermocouple Input Impedance				60		kΩ
Supply Voltage	V _{CC}			3.0	5.5	V
Supply Current	I _{CC}			0.7	1.5	mA
Power-On Reset Threshold		V _{CC} rising		1	2	2.5
Power-On Reset Hysteresis				50		mV
Conversion Time		(Note 2)		0.17	0.22	s
SERIAL INTERFACE						
Input Low Voltage	V _{IL}				0.3 x V _{CC}	V
Input High Voltage	V _{IH}				0.7 x V _{CC}	V
Input Leakage Current	I _{LEAK}	V _{IN} = GND or V _{CC}			±5	µA
Input Capacitance	C _{IN}				5	pF

EK-1 (Devam) MAX6675 datasheet

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, T_A = -20°C to +65°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

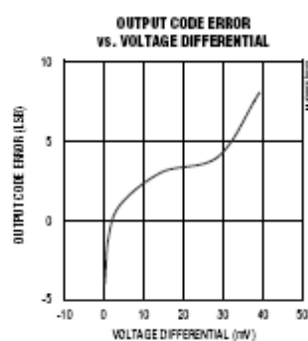
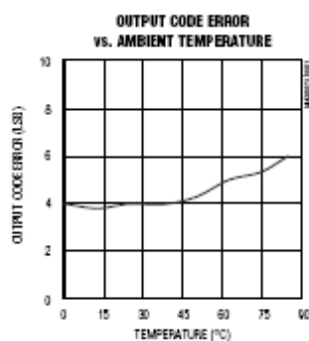
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output High Voltage	V _{OH}	I _{SOURCE} = 1.6mA	V _{CC} - 0.4			V
Output Low Voltage	V _{OL}	I _{SINK} = 1.6mA			0.4	V
TIMING						
Serial Clock Frequency	f _{SCL}				4.3	MHz
SCK Pulse High Width	t _{CH}		100			ns
SCK Pulse Low Width	t _{CL}		100			ns
CSB Fall to SCK Rise	t _{CSF}	C _L = 10pF	100			ns
CSB Fall to Output Enable	t _{DF}	C _L = 10pF			100	ns
CSB Rise to Output Disable	t _{DR}	C _L = 10pF			100	ns
SCK Fall to Output Data Valid	t _{DO}	C _L = 10pF			100	ns

Note 1: All specifications are 100% tested at T_A = +25°C. Specification limits over temperature (T_A = T_{MIN} to T_{MAX}) are guaranteed by design and characterization, not production tested.

Note 2: Guaranteed by design. Not production tested.

Typical Operating Characteristics

(V_{CC} = +3.3V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)



EK-1 (Devam) MAX6675 datasheet

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	GND	Ground
2	T-	Alumel Lead of Type-K Thermocouple. Should be connected to ground externally.
3	T+	Chromel Lead of Type-K Thermocouple
4	VCC	Positive Supply. Bypass with a 0.1µF capacitor to GND.
5	SCK	Serial Clock Input
6	$\overline{CS}$	Chip Select. Set $\overline{CS}$ low to enable the serial interface.
7	SO	Serial Data Output
8	N.C.	No Connection

Detailed Description

The MAX6675 is a sophisticated thermocouple-to-digital converter with a built-in 12-bit analog-to-digital converter (ADC). The MAX6675 also contains cold-junction compensation sensing and correction, a digital controller, an SPI-compatible interface, and associated control logic.

The MAX6675 is designed to work in conjunction with an external microcontroller (µC) or other intelligence in thermostatic, process-control, or monitoring applications.

Temperature Conversion

The MAX6675 includes signal-conditioning hardware to convert the thermocouple's signal into a voltage compatible with the input channels of the ADC. The T+ and T- inputs connect to internal circuitry that reduces the introduction of noise errors from the thermocouple wires.

Before converting the thermoelectric voltages into equivalent temperature values, it is necessary to compensate for the difference between the thermocouple cold-junction side (MAX6675 ambient temperature) and a 0°C virtual reference. For a type-K thermocouple, the voltage changes by 41µV/°C, which approximates the thermocouple characteristic with the following linear equation:

$$V_{OUT} = (41\mu V / ^\circ C) \times (T_R - T_{AMB})$$

Where:

V_{OUT} is the thermocouple output voltage (µV).

T_R is the temperature of the remote thermocouple junction (°C).

T_{AMB} is the ambient temperature (°C).

Cold-Junction Compensation

The function of the thermocouple is to sense a difference in temperature between two ends of the thermocouple wires. The thermocouple's hot junction can be read from 0°C to +1023.75°C. The cold end (ambient temperature of the board on which the MAX6675 is mounted) can only range from -20°C to +85°C. While the temperature at the cold end fluctuates, the MAX6675 continues to accurately sense the temperature difference at the opposite end.

The MAX6675 senses and corrects for the changes in the ambient temperature with cold-junction compensation. The device converts the ambient temperature reading into a voltage using a temperature-sensing diode. To make the actual thermocouple temperature measurement, the MAX6675 measures the voltage from the thermocouple's output and from the sensing diode. The device's internal circuitry passes the diode's voltage (sensing ambient temperature) and thermocouple voltage (sensing remote temperature minus ambient temperature) to the conversion function stored in the ADC to calculate the thermocouple's hot-junction temperature.

Optimal performance from the MAX6675 is achieved when the thermocouple cold junction and the MAX6675 are at the same temperature. Avoid placing heat-generating devices or components near the MAX6675 because this may produce cold-junction-related errors.

Digitization

The ADC adds the cold-junction diode measurement with the amplified thermocouple voltage and reads out the 12-bit result onto the SO pin. A sequence of all zeros means the thermocouple reading is 0°C. A sequence of all ones means the thermocouple reading is +1023.75°C.

EK-2 MOC3021 datasheet

MOC3020 THRU MOC3023 OPTOCOUPERS/OPTOISOLATORS

SOES025 - OCTOBER 1985 - REVISED OCTOBER 1985

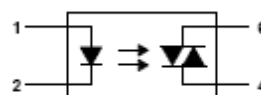
- 250 V Phototriac Driver Output
- Gallium-Arsenide-Diode Infrared Source and Optically-Coupled Silicon Triac Driver (Bilateral Switch)
- UL Recognized ... File Number E65085
- High Isolation ... 7500 V Peak
- Output Driver Designed for 220 V ac
- Standard 6-Terminal Plastic DIP
- Directly Interchangeable with Motorola MOC3020, MOC3021, MOC3022, and MOC3023
- Direct Replacements for:
 - TRW Opton OPI3020, OPI3021, OPI3022, and OPI3023;
 - General Instrument MCP3020, MCP3021, and MCP3022;
 - General Electric GE3020, GE3021, GE3022, and GE3023

MOC3020 - MOC3023 ... PACKAGE (TOP VIEW)



† Do not connect this terminal
NC - No Internal connection

logic diagram



absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)†

Input-to-output peak voltage, 5 s maximum duration, 60 Hz (see Note 1)	7.5 kV
Input diode reverse voltage	3 V
Input diode forward current, continuous	50 mA
Output repetitive peak off-state voltage	400 V
Output on-state current, total rms value (50-60 Hz, full sine wave): $T_A = 25^\circ\text{C}$	100 mA
$T_A = 70^\circ\text{C}$	50 mA
Output driver nonrepetitive peak on-state current ($t_W = 10$ ms, duty cycle = 10%, see Figure 7)	1.2 A
Continuous power dissipation at (or below) 25°C free-air temperature:	
Infrared-emitting diode (see Note 2)	100 mW
Phototriac (see Note 3)	300 mW
Total device (see Note 4)	330 mW
Operating junction temperature range, T_J	-40°C to 100°C
Storage temperature range, T_{stg}	-40°C to 150°C
Lead temperature 1,6 (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES:
1. Input-to-output peak voltage is the internal device dielectric breakdown rating.
 2. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 1.33 mW/°C.
 3. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 4 mW/°C.
 4. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 4.4 mW/°C.

EK-2 (Devam) MOC3021 datasheet

MOC3020 THRU MOC3023
OPTOCOUPERS/OPTOISOLATORS

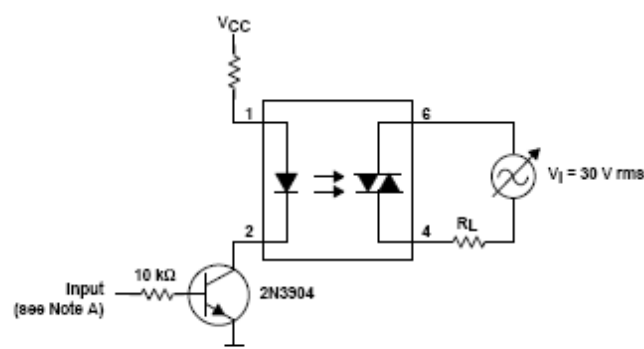
SCES025 – OCTOBER 1985 – REVISED OCTOBER 1995

electrical characteristics at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_R	Static reverse current	$V_R = 3 \text{ V}$		0.05	100	μA
V_F	Static forward voltage	$I_F = 10 \text{ mA}$		1.2	1.5	V
$I_{(DRM)}$	Repetitive off-state current, either direction	$V_{(DRM)} = 400 \text{ V}$, See Note 5		10	100	nA
dv/dt	Critical rate of rise of off-state voltage	See Figure 1		100		V/ μs
$dv/dt(c)$	Critical rate of rise of commutating voltage	$I_O = 15 \text{ mA}$, See Figure 1		0.15		V/ μs
I_{FT}	Input trigger current, either direction	MOC3020		15	30	mA
		MOC3021		8	15	
		MOC3022		5	10	
		MOC3023		3	5	
V_{TM}	Peak on-state voltage, either direction	$I_{TM} = 100 \text{ mA}$		1.4	3	V
I_H	Holding current, either direction			100		μA

NOTE 5: Test voltage must be applied at a rate no higher than 12 V/ μs .

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTE A: The critical rate of rise of off-state voltage, dv/dt , is measured with the input at 0 V. The frequency of V_{IN} is increased until the phototriac turns on. This frequency is then used to calculate the dv/dt according to the formula:

$$dv/dt = 2 \sqrt{2\pi f V_{IN}}$$

The critical rate of rise of commutating voltage, $dv/dt(c)$, is measured by applying occasional 5-V pulses to the input and increasing the frequency of V_{IN} until the phototriac stays on (latches) after the input pulse has ceased. With no further input pulses, the frequency of V_{IN} is then gradually decreased until the phototriac turns off. The frequency at which turn-off occurs may then be used to calculate the $dv/dt(c)$ according to the formula shown above.

Figure 1. Critical Rate of Rise Test Circuit

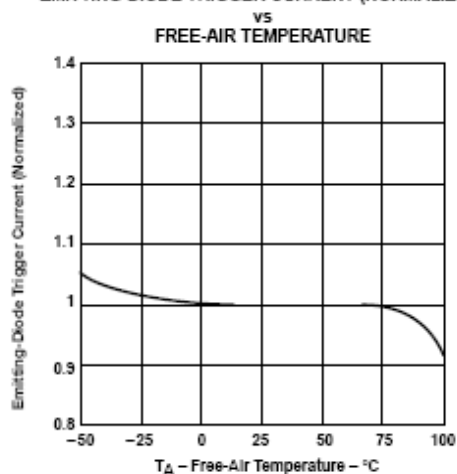
EK-2 (Devam) MOC3021 datasheet

MOC3020 THRU MOC3023
OPTOCOUPERS/OPTOISOLATORS

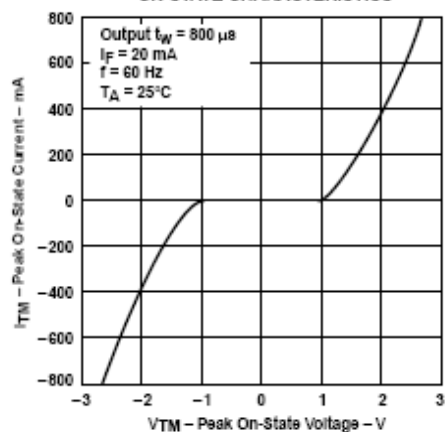
SOES025 - OCTOBER 1986 - REVISED OCTOBER 1995

TYPICAL CHARACTERISTICS

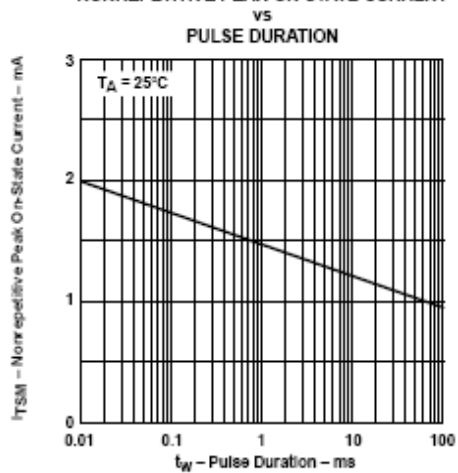
EMITTING-DIODE TRIGGER CURRENT (NORMALIZED)



ON-STATE CHARACTERISTICS



NONREPETITIVE PEAK ON-STATE CURRENT



EK-2 (Devam) MOC3021 datasheet

MOC3020 THRU MOC3023
OPTOCOUPLEDERS/OPTOISOLATORS

SOE9025 - OCTOBER 1995 - REVISED OCTOBER 1995

APPLICATIONS INFORMATION

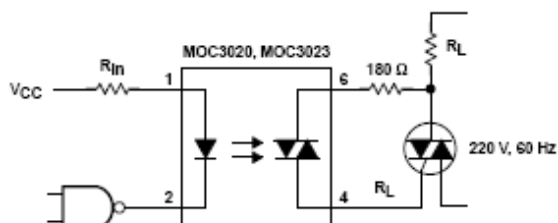


Figure 5. Resistive Load

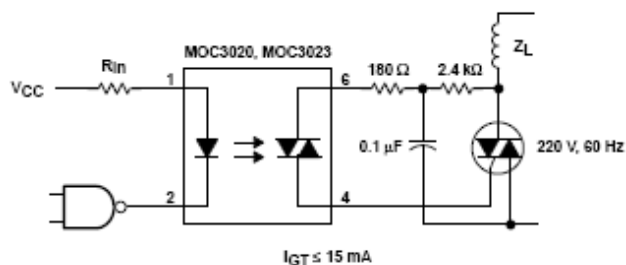


Figure 6. Inductive Load With Sensitive-Gate Triac

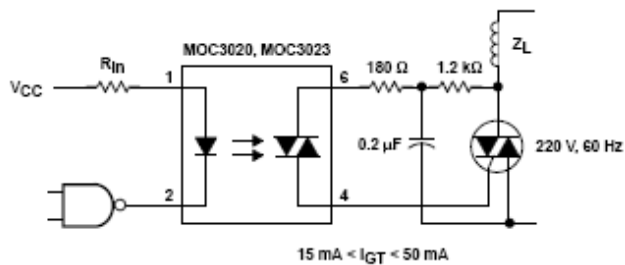


Figure 7. Inductive Load With Nonsensitive-Gate Triac

EK-3 LM2575 datasheet



LM2575

52kHz Simple 1A Buck Regulator

General Description

The LM2575 series of monolithic integrated circuits provide all the active functions for a step-down (buck) switching regulator. Fixed versions are available with a 3.3V, 5V, 12V, fixed output. Adjustable versions have an output voltage range from 1.23V to 37V. Both versions are capable of driving a 1A load with excellent line and load regulation.

These regulators are simple to use because they require a minimum number of external components and include internal frequency compensation and a fixed-frequency oscillator.

The LM2575 series offers a high efficiency replacement for popular three-terminal adjustable linear regulators. It substantially reduces the size of the heat sink, and in many cases no heat sink is required.

A standard series of inductors available from several different manufacturers are ideal for use with the LM2575 series. This feature greatly simplifies the design of switch-mode power supplies.

The feedback voltage is guaranteed to $\pm 2\%$ tolerance for adjustable versions, and the output voltage is guaranteed to $\pm 3\%$ for fixed versions, within specified input voltages and output load conditions. The oscillator frequency is guaranteed to $\pm 10\%$. External shutdown is included, featuring less than 200 μ A standby current. The output switch includes cycle-by-cycle current limiting and thermal shutdown for full protection under fault conditions.

Data sheets and support documentation can be found on Micrel's web site at www.micrel.com.

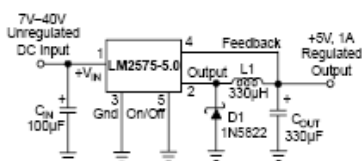
Features

- 3.3V, 5V, 12V, and adjustable output versions
- Voltage over specified line and load conditions:
 - Fixed version: $\pm 3\%$ max. output voltage
 - Adjustable version: $\pm 2\%$ max. feedback voltage
- Guaranteed 1A output current
- Wide input voltage range
 - 4V to 40V
- Wide output voltage range
 - 1.23V to 37V
- Requires only 4 external components
- 52kHz fixed frequency internal oscillator
- Low power standby mode IQ typically <200 μ A
- 80% efficiency (adjustable version typically >80%)
- Uses readily available standard inductors
- Thermal shutdown and current limit protection
- 100% electrical thermal limit burn-in

Applications

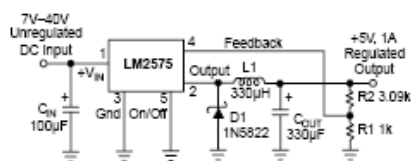
- Simple high-efficiency step-down (buck) regulator
- Efficient pre-regulator for linear regulators
- On-card switching regulators
- Positive to negative converter (inverting Buck-Boost)
- Isolated flyback converter using minimum number of external components
- Negative boost converter

Typical Applications



Note: Pin numbers are for TO-220 Package

Fixed Regulation in Typical Application



Note: Pin numbers are for TO-220 Package

$$V_{OUT} = 1.23 \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

Adjustable Regulation in Fixed Output Application

EK-3 (Devam) LM2575 datasheet

Micrel, Inc.

LM2575

Ordering Information

Part Number		Temperature Range	Package
Standard	Pb-Free / RoHS Compliant		
LM2575BN*	Contact Factory	-40° to +85°C	16-Pin Plastic DIP
LM2575-3.3BN	Contact Factory	-40° to +85°C	16-Pin Plastic DIP
LM2575-5.0BN	LM2575-5.0YN	-40° to +85°C	16-Pin Plastic DIP
LM2575-12BN	Contact Factory	-40° to +85°C	16-Pin Plastic DIP
LM2575BWM*	LM2575YWM*	-40° to +85°C	24-Pin Wide SOIC
LM2575-3.3BWM	LM2575-3.3YWM	-40° to +85°C	24-Pin Wide SOIC
LM2575-5.0BWM	LM2575-5.0YWM	-40° to +85°C	24-Pin Wide SOIC
LM2575-12BWM	LM2575-12YWM	-40° to +85°C	24-Pin Wide SOIC
LM2575BT*†	LM2575WT**	-40° to +85°C	5-Pin TO-220
LM2575-3.3BT†	LM2575-3.3WT**	-40° to +85°C	5-Pin TO-220
LM2575-5.0BT†	LM2575-5.0WT**	-40° to +85°C	5-Pin TO-220
LM2575-12BT†	LM2575-12WT**	-40° to +85°C	5-Pin TO-220
LM2575BU*	LM2575WU**	-40° to +85°C	5-Pin TO-263
LM2575-3.3BU	LM2575-3.3WU**	-40° to +85°C	5-Pin TO-263
LM2575-5.0BU	LM2575-5.0WU**	-40° to +85°C	5-Pin TO-263
LM2575-12BU	LM2575-12WU**	-40° to +85°C	5-Pin TO-263

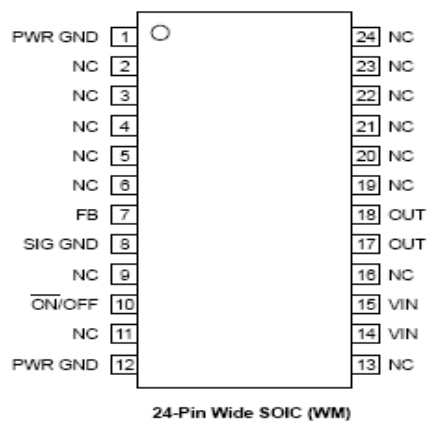
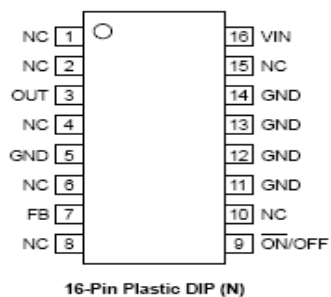
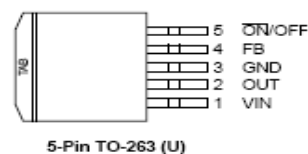
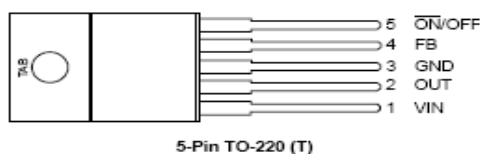
Notes:

* Adjustable output regulators.

** RoHS compliant with "high-melting solder" exemption.

† Contact factory for bent or staggered leads option.

Pin Configuration



EK-3 (Devam) LM2575 datasheet

Micrel, Inc.

LM2575

Absolute Maximum Ratings⁽¹⁾

Maximum Supply Voltage (V_{IN})	45V
ON/OFF Pin Input Voltage	$-0.3V \leq V \leq +40V$
Output Voltage to Ground (Steady State)	-1V
Power Dissipation	Internally Limited
Maximum Junction Temperature	150°C
Lead Temperature (soldering, 10 sec.)	260°C
Storage Temperature (T_s)	-65°C to +150°C
Minimum ESD Rating	
C = 100pF, R = 1.5k Ω	2kV
FB Pin	1kV

Operating Ratings

Supply Voltage (V_{IN})	40V
Junction Temperature Range (T_j)	-40°C $\leq T_j \leq$ +125°C

Electrical Characteristics

Specifications with standard typeface are for $T_j = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over full Operating Temperature Range. Unless otherwise specified, $V_{IN} = 12V$, and $I_{LOAD} = 200mA$.

Symbol	Parameter	Condition	Typ	LM2575 Limit (Note 2)	Units (Limits)
SYSTEM PARAMETERS, ADJUSTABLE REGULATORS (Note 3) Test Circuit Figure 1					
V_{OUT}	Feedback Voltage	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 0.2A$ $V_{OUT} = 5V$	1.230	1.217 1.243	V V(min) V(max)
	Feedback Voltage LM2575	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A, 8V \leq V_{IN} \leq 40V$ $V_{OUT} = 5V$	1.230	1.193/1.180 1.267/1.280	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 1A, V_{OUT} = 5V$	82		%
SYSTEM PARAMETERS, 3.3V REGULATORS (Note 3) Test Circuit Figure 1					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 0.2A$ $V_{OUT} = 3.3V$	3.3	3.234 3.366	V V(min) V(max)
	Output Voltage LM2575-3.3	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A, 8V \leq V_{IN} \leq 40V$ $V_{OUT} = 3.3V$	3.3	3.168/3.135 3.432/3.465	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 1A$	75		%
SYSTEM PARAMETERS, 5V REGULATORS (Note 3) Test Circuit Figure 1					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 0.2A$ $V_{OUT} = 5V$	5.0	4.900 5.100	V V(min) V(max)
	Output Voltage LM2575-5.0	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A, 8V \leq V_{IN} \leq 40V$ $V_{OUT} = 5V$	5.0	4.800/4.750 5.200/5.250	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 1A$	82		%
SYSTEM PARAMETERS, 12V REGULATORS (Note 3) Test Circuit Figure 1					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 25V, I_{LOAD} = 0.2A$ $V_{OUT} = 12V$	12	11.780 12.240	V V(min) V(max)
	Output Voltage LM2575-12	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A, 15V \leq V_{IN} \leq 40V$ $V_{OUT} = 12V$	12	11.520/11.400 12.480/12.600	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 25V, I_{LOAD} = 1A$	88		%

EK-3 (Devam) LM2575 datasheet

Micrel, Inc.

LM2575

Symbol	Parameter	Condition	Typ	LM2575 Limit (Note 2)	Units (Limits)
DEVICE PARAMETERS, ADJUSTABLE REGULATOR					
I _B	Feedback Bias Current	V _{OUT} = 5V	50	100/500	nA
DEVICE PARAMETERS, FIXED and ADJUSTABLE REGULATORS					
f _o	Oscillator Frequency		52	47/42 58/63	kHz kHz(min) kHz(max)
V _{SAT}	Saturation Voltage	I _{OUT} = 1A (Note 4)	0.9	1.2/1.4	V V(max)
DC	Max Duty Cycle (ON)	(Note 5)	98	93	% %(max)
I _{CL}	Current Limit	Peak Current, t _{ON} ≤ 3μs (Note 4)	2.2	1.7/1.3 3.0/3.2	A A(min) A(max)
I _L	Output Leakage Current	V _{IN} = 40V, (Note 6), Output = 0V Output = -1V Output = -1V (Note 6)	75	2 30	mA(max) mA mA(max)
I _Q	Quiescent Current	(Note 6)	5	10	mA mA(max)
I _{STBY}	Standby Quiescent Current	ON/OFF Pin = 5V (OFF)	50	200	μA μA(max)
θ _{JA}	Thermal Resistance	T Package, Junction to Ambient (Note 7)	65		°C/W
θ _{JA}		T Package, Junction to Ambient (Note 8)	45		
θ _{JC}		T Package, Junction to Case	2		
θ _{JA}		N Package, Junction to Ambient (Note 9)	85		
θ _{JA}		WM Package, Junction to Ambient (Note 9)	100		
ON/OFF CONTROL, FIXED and ADJUSTABLE REGULATORS Test Circuit Figure 1					
V _{IH}	ON/OFF Pin Logic	V _{OUT} = 0V	1.4	2.2/2.4	V(min)
V _{IL}	Input Level	V _{OUT} = 5V	1.2	1.0/0.8	V(max)
I _{IH}	ON/OFF Pin Logic Current	ON /OFF Pin = 5V (OFF)	4	30	μA μA(max)
I _{IL}		ON /OFF Pin = 0V (ON)	0.01	10	μA μA(max)

Notes:

1. Absolute Maximum Rating indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is intended to be functional, but do not guarantee specific performance limits. For guaranteed specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics.
2. All limits guaranteed at room temperature (standard type face) and at **temperature extremes (bold type face)**. All room temperature limits are 100% production tested. All limits at **temperature extreme** are guaranteed via testing.
3. External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors can affect switching regulator system performance. When the LM2575/LM1575 is used as shown in Figure 1 test circuit, system performance will be shown in system parameters section of Electrical Characteristics.
4. Output (pin 2) sourcing current. No diode, inductor or capacitor connected to output.
5. Feedback (pin 4) removed from output and connected to 0V.
6. Feedback (pin 4) removed from output and connected to 12V to force the output transistor OFF.
7. Junction to ambient thermal resistance (no external heat sink) for the 5-pin TO-220 package mounted vertically, with 1/2" leads in a socket, or on PC board with minimum copper area.
8. Junction to ambient thermal resistance (no external heat sink) for the 5-pin TO-220 package mounted vertically, with 1/4" leads soldered to PC board containing approximately 4 square inches of copper area surrounding the leads.
9. Junction to ambient thermal resistance with approximately 1 square inch of pc board copper surrounding the leads. Additional copper will lower thermal resistance further.

EK-4 BTA4160B datasheet



BTA40 and BTA/BTB41 Series

STANDARD

40A TRIACs

MAIN FEATURES:

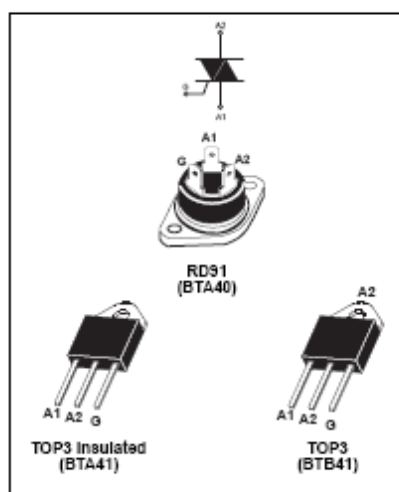
Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	40	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600 and 800	V
$I_{GT}(Q_1)$	50	mA

DESCRIPTION

Available in high power packages, the BTA/BTB40-41 series is suitable for general purpose AC power switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, water heaters, induction motor starting circuits, welding equipment... or for phase control operation in high power motor speed controllers, soft start circuits...

Thanks to their clip assembly technique, they provide a superior performance in surge current handling capabilities.

By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at 2500 V RMS) complying with UL standards (File ref.: E81734).



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	40	A
	RD91	$T_c = 80^\circ\text{C}$	
	TOP3	$T_c = 95^\circ\text{C}$	
	TOP3 Ins.	$T_c = 95^\circ\text{C}$	
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, T_J initial = 25°C)	420	A
	$F = 60\text{ Hz}$	$t = 16.7\text{ ms}$	
	$F = 50\text{ Hz}$	$t = 20\text{ ms}$	
I^2t	I^2t Value for fusing	880	A^2s
	$t_p = 10\text{ ms}$		
di/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, $t_r \leq 100\text{ ns}$	50	A/ μs
	$F = 120\text{ Hz}$	$T_J = 125^\circ\text{C}$	
V_{DRM}/V_{RRM}	Non repetitive surge peak off-state voltage	$V_{DRM}/V_{RRM} + 100$	V
	$t_p = 10\text{ ms}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	
I_{GM}	Peak gate current	8	A
	$t_p = 20\text{ }\mu\text{s}$	$T_J = 125^\circ\text{C}$	
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation	1	W
	$T_J = 125^\circ\text{C}$		
T_{stg}	Storage junction temperature range	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
T_J	Operating junction temperature range	-40 to +125	$^\circ\text{C}$

September 2003 - Ed: 5

1/6

EK-4 (Devam) BTA4160B datasheet

BTA40 and BTA/BTB41 Series

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_J = 25°C, unless otherwise specified)

Symbol	Test Conditions	Quadrant		Value	Unit
I _{GT} (1)	V _D = 12 V R _L = 33 Ω	I - II - III IV	MAX.	50 100	mA
V _{GT}		ALL	MAX.	1.3	V
V _{GD}	V _D = V _{DRM} R _L = 3.3 kΩ T _J = 125°C	ALL	MIN.	0.2	V
I _H (2)	I _T = 500 mA		MAX.	80	mA
I _L	I _G = 1.2 I _{GT}	I - III - IV II	MAX.	70 150	mA
dV/dt (2)			MIN.	500	V/μs
(dI/dt) _c (2)	(dI/dt) _c = 20 A/ms T _J = 125°C		MIN.	10	V/μs

STATIC CHARACTERISTICS

Symbol	Test Conditions			Value	Unit	
V _{TM} (2)	I _{TM} = 60 A	t _p = 380 μs	T _J = 25°C	MAX.	1.55	V
V _{th} (2)	Threshold voltage		T _J = 125°C	MAX.	0.85	V
R _d (2)	Dynamic resistance		T _J = 125°C	MAX.	10	mΩ
I _{DRM}	V _{DRM} = V _{RRM}		T _J = 25°C	MAX.	5	μA
I _{RRM}			T _J = 125°C		5	mA

Note 1: minimum IGT is guaranteed at 5% of IGT max.

Note 2: for both polarities of A2 referenced to A1

THERMAL RESISTANCES

Symbol	Parameter		Value	Unit
R _{th(j-c)}	Junction to case (AC)	RD91 (insulated) TOP3	0.9	°C/W
		TOP3 insulated	0.6	
R _{th(j-a)}	Junction to ambient	TOP3	50	°C/W
		TOP3 insulated		

PRODUCT SELECTOR

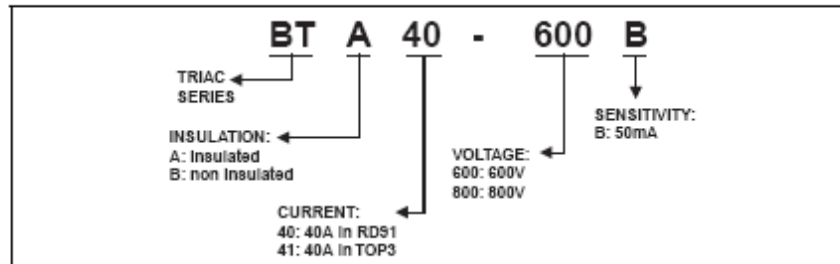
Part Number	Voltage (xxx)		Sensitivity	Type	Package
	600 V	800 V			
BTA40-xxxB	X	X	50 mA	Standard	RD91
BTA/BTB41-xxxB	X	X	50 mA	Standard	TOP3

BTB: Non Insulated TOP3 package

EK-4 (Devam) BTA4160B datasheet

BTA40 and BTA/BTB41 Series

ORDERING INFORMATION



OTHER INFORMATION

Part Number	Marking	Weight	Base quantity	Packing mode
BTA40-xxxB	BTA40xxxB	20.0 g	25	Bulk
BTA/BTB41-xxxB	BTA/BTB41xxxB	4.5 g	120	Bulk

Note: xxx= voltage

Fig. 1: Maximum power dissipation versus RMS on-state current (full cycle).

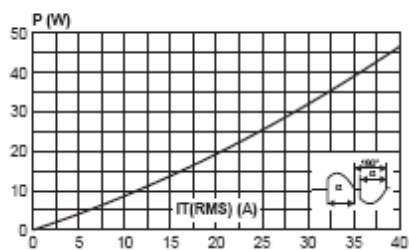
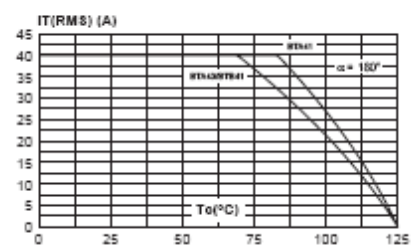


Fig. 2: RMS on-state current versus case temperature (full cycle).



EK-4 (Devam) BTA4160B datasheet

BTA40 and BTA/BTB41 Series

Fig. 3: Relative variation of thermal impedance versus pulse duration.

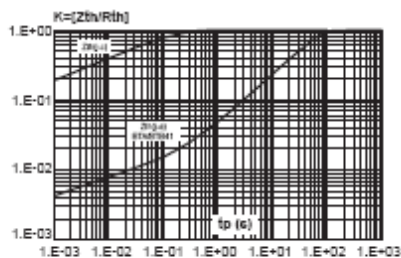


Fig. 5: Surge peak on-state current versus number of cycles.

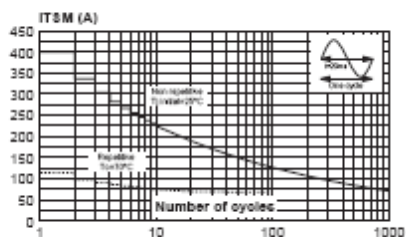


Fig. 7: Relative variation of gate trigger current, holding current and latching current versus junction temperature (typical values).

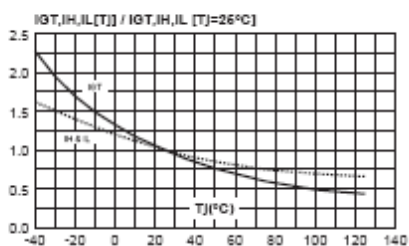
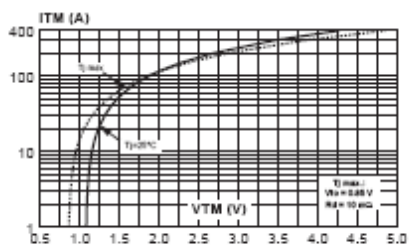
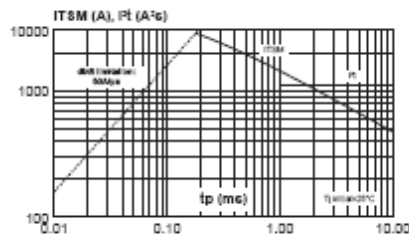
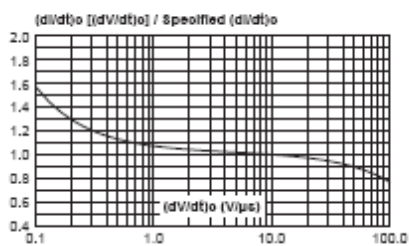


Fig. 4: On-state characteristics (maximum values).

Fig. 6: Non-repetitive surge peak on-state current for a sinusoidal pulse with width $t_p < 10$ ms, and corresponding value of I^2t .Fig. 8: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus $(dV/dt)_c$ (typical values).

EK-5. K Tipi Termokupl gerilim değerleri

[°C]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.000	0.397	0.798	1.203	1.612	2.023	2.437	2.851	3.267	3.682	4.096
100	4.096	4.509	4.920	5.328	5.735	6.138	6.540	6.941	7.340	7.739	8.139
200	8.139	8.539	8.940	9.343	9.747	10.153	10.561	10.971	11.382	11.795	12.209
300	12.209	12.624	13.040	13.457	13.875	14.293	14.713	15.133	15.554	15.975	16.397
400	16.397	16.820	17.243	17.667	18.091	18.516	18.941	19.366	19.792	20.218	20.644
500	20.644	21.071	21.497	21.924	22.350	22.776	23.203	23.629	24.055	24.480	24.906
600	24.906	25.330	25.755	26.179	26.602	27.025	27.447	27.869	28.290	28.710	29.129
700	29.129	29.548	29.965	30.382	30.798	31.214	31.628	32.041	32.453	32.865	33.275
800	33.275	33.685	34.093	34.501	34.908	35.313	35.718	36.121	36.524	36.925	37.326
900	37.326	37.726	38.124	38.522	38.918	39.314	39.708	40.102	40.494	40.885	41.276
1000	41.276	41.665	42.053	42.440	42.826	43.211	43.595	43.978	44.359	44.740	45.119
1100	45.119	45.497	45.873	46.2491	46.623	46.996	47.367	47.737	48.105	48.473	48.839

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BULUT, Selami
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 09.08.1980 Çankırı
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (505) 502 33 71
 e-mail : selamibulut@selcuk.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Elektrik Öğrt.	2002
Lise	Devrek Çok Programlı Lise	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-	Selçuk Üniv. Kulu MYO	Öğretim Görevlisi
2005-2007	Selçuk Üniv. Kulu MYO	Misafir Öğr. Elm.
2003-2004	Mercan Bilgisayar ve Güv. Sist.	Teknik Personel

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Kitap okumak , Futbol, Web Tasarım