

**MİKRODENETLEYİCİ KONTROLLU
DİŞ PROTEZİ PİŞİRME FIRINI**

Metin KAPIDERE

76726

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK - BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

76126

Ağustos 1998

ANKARA

Metin KAPIDERE tarafından hazırlanan MİKRODENETLEYİCİ KONTROLLU DIŞ PROTEZİ PİŞİRME FIRINI adlı bu tezin, Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

inaciler

Doç. Dr.
Inan GÜLEF
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Elektronik - Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

: Y. Doç. Dr. Ömer Faruk BAY

Ömer Faruk Bay

Üye

: Doç. Dr. Inan GÜLER

inaciler

Üye

: Y. Doç. Dr. Yılmaz SAVAS

Yılmaz Savas

Üye

Üye

Bu tez Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

B. Atasoy

**MİKRODENETLEYİCİ KONTROLLU
DİŞ PROTEZİ PİŞİRME FIRINI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Metin KAPIDERE

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ağustos 1998**

ÖZET

Bu çalışmada, diş protezi pişirmede kullanılan, Mikrodenetleyici kontrollu fırın gerçekleştirilmiştir. Fırının kontrolünü sağlayan, kontrol kartı tasarlanmıştır. Sistemin kontrolünde 8 bitlik PIC16C64 Mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Bu elemanı programlamak için, MPASM dili kullanılmıştır. Sistemde yük olarak; ısıtıcı, kompresör ve valf kontrol edilmiştir. Basınç sabit olup, tuşlardan girilen, zaman ve sıcaklık değerine göre fırın otomatik olarak, çalışmaktadır. Protatip geliştirmeden önce çeşitli sıcaklık kontrol sistemleri incelenmiştir. Her yönüyle en uygun sistemin tasarlanmasına dikkat edilmiştir.

Bilim Kodu : 225.10.01
Anahtar Kelimeler : 16C64 mikrodenetleyici, Diş Protezi, Kontrol Kartı
Sayfa Adedi : 66
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. İnan GÜLER

**THE CONTROL OF DENTAL PROSTHESIS CURING
OVEN WITH MICROCONTROLLER
(M.Sc. Thesis)**

Metin KAPIDERE

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
August 1998**

ABSTRACT

In this study, dental prosthesis curing for automated control of oven is designed using microcontroller system. The PIC16C64 8-bit microcontroller chip is used in the system. The programming language is MPASM. In the automatic oven; heater, compressor and valve is controlled. Some research work is carried out about various heat control and timing techniques and circuits before designing process of the prototype system. Curing oven is fully automatically operated, only timing and temperature information is entered from keyboard while pressure is kept constant at a suitable level.

Science code : 225.10.01
Key Words : 16C64 microcontroller, Dental Prosthesis, Control Card
Page number : 66
Adviser : Doç.Dr. İnan GÜLER

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımnda daima yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanım sayın Doç.Dr.İnan GÜLER ' e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca yardımları dokunan, değerli hocalarıma ve kıymetli çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. TASARLANAN SİSTEM.....	4
2.1. Mikrodenetleyici Kontrollü Diş Protezi Pişirme Fırını.....	5
2.1.1. Diş protezi pişirme fırınının çalışması.....	6
2.1.2. Kontrol kartı kısımları.....	8
2.1.2.1. Güç kaynağı	10
2.1.2.2. Clock (saat)	11
2.1.2.3. Çok dijital yedi segment display.....	12
2.1.2.4. LM335 IC (Entegre devre) sıcaklık algılayıcı.....	13
2.1.2.5. ADC804 analog / dijital dönüştürücü.....	15
2.1.2.6. Opto - izolatör (kuplör).....	18
2.1.2.7. Triyak.....	19
2.1.2.8. Klavye.....	19
2.1.2.9. Kompresörün durmasını algılayan devre.....	20
2.1.2.10. Mikrodenetleyici.....	20

3. SİSTEMİN YAZILIMI.....	22
3.1. Diş Protezi Pişirme Fırını Kontrol Sisteminin MPASM Yazılımı...	22
3.1.1. Programa ait akış şeması.....	22
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	25
KAYNAKLAR.....	32
EKLER.....	34
ÖZGEÇMİŞ.....	66



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge		Sayfa
Çizelge 2.1.	8-bit mantıksal gösterim	16
Çizelge 4.1.	Sıcaklık sensörü ölçümleri	27
Çizelge 4.2.	A/D dönüştürücü ölçümleri.....	28



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Buhar ile polimerizasyon sistemleri.....	4
Şekil 2.2. Diş protezi pişirme fırınında, mikrodenetleyici ile kontrol edilen kısımların blok diyagramı.....	5
Şekil 2.3. Mikrodenetleyicili kontrol kartı ve kontrol edilen tüm elemanların blok diyagramı.....	6
Şekil2.4. Protez fırınının ön paneli ve klavyesi.....	7
Şekil 2.5. Kontrol kartı devre şeması.....	9
Şekil2.6. Güç kaynağı katları.....	10
Şekil 2.7. Kristal osilatör.....	11
Şekil 2.8. Çok dijitali displeyler.....	12
Şekil 2.9. Çıkış gerilimi ve sıcaklığın tam orantılı algılandığı devre...	13
Şekil 2.10. LM335 gerilim çıkışlı, IC sıcaklık algılayıcısının tipik uygulaması.....	14
Şekil 2.11. Termostat ve mikrodenetleyici ile yapılan kontrol sisteminin zaman - sıcaklık diyagramı.....	15
Şekil 2.12. ADC804 ve sıcaklık sensörünün devre şeması.....	17
Şekil 2.13. Opto - izolatör MOC3020 ve triyağın bağlantı devresi.....	18
Şekil 3.1. Programa ait akış şeması.....	24
Şekil 4.1. Diş protez fırını ve sıcaklık ölçümü yapılan aletler.....	26
Şekil 4.2. Sıcaklık sensöründen ölçülen sıcaklık ile fırının gerçekte olması istenilen sıcaklığı.....	27
Şekil 4.3. A/D dönüştürücüden ölçülen sıcaklık ile fırının gerçekte olması istenilen sıcaklığı.....	28

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Açıklama

Mhz	MegaHertz
DC	Doğru akım
ΔT	Sıcaklık farkı
Ω	Ohm direnç birimi
μA	Mikro amper
mA	Mili amper
q	Elektrik yükü
ns	Nano saniye

Kısaltmalar

IC	Entegre devre
UV	Ultra viole (güneşin zararlı ışığı)
LCD	Likid kristal display
RD	Okuma
WR	Yazma
RAM	Rastgele erişimli bellek
ROM	Yalnızca okunabilen bellek
A/D	Analog / dijital dönüştürücü
ADC	Analog / dijital dönüştürücü
kT	Sıcaklık sabiti (Boltzman)
Z	Sıfır
C	Elde
OTP	Bir defa programlanabilir

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, diş protezi pişirmede kullanılan mikrodenetleyici kontrollu fırın gerçekleştirilmiştir. Diş hekimliği laboratuvarlarında kullanılan diş protezi pişirme fırınlarına ekstomat, yapılan pişirme işlemine de polimerizasyon denilmektedir. Diş materyali belirli basınç ve sıcaklık altında pişirilerek diş protezi elde edilir. Pişirme işlemi 4 veya 6 atmosfer sabit basınçta, 50 °C - 120 °C sıcaklıkta ve 10 dk - 60 dk zamanda yapılır. Bu tez kapsamında fırını kontrol eden karta kısaca kontrol kartı denmektedir.

Piyasada kullanılan bu fırınların kontrol kartlarında; sıcaklık analog, zaman ise sayısal kontrol tekniği kullanılarak yapılmaktadır. Piyasada kullanılan sistemlerin dezavantajları; çok karmaşık yapıya sahip olması, tam güvenilir olmaması, maliyetinin yüksek olması ve çok yer kaplamasıdır. Bu kontrol kartları bir çok devre elemanından meydana geldiği için, oldukça karmaşık ve kaba bir yapıya sahiptir. Kontrol devresi tek bir plakete sığmadığından, iki veya üç plakete montajı yapılmıştır. Fırına montajı yapıldığında, çok yer kaplamakta ve maliyeti fazla olmaktadır. Kristal osilatör kullanılmadığı için zamanlama hataları meydana gelebilmektedir. Sıcaklığın analog olarak kontrol edilmesinden ve kullanılan sıcaklık sensörünün doğrusal olmamasından dolayı ayarlanan sıcaklıkla fırın sıcaklığı farklı olmaktadır. Bu şekilde yapılan pişirme işlemi diş protezinin özelliğini bozmaktadır. Diğer taraftan kompresör, ısıtıcı ve valf gibi yükler rölelerle kontrol edilmektedir. Röleler gürültülü çalışmakta ve kontaklarında mekanik arızalar meydana gelmektedir. Bu nedenlerden dolayı yeni bir kontrol kartı tasarımına ihtiyaç duyulmuştur.

Bu tezde mikrodenetleyici kontrollu sistemlerin avantajları göz önüne alınarak, yeni bir kontrol kartı tasarlanmış, mevcut sistemlerle karşılaştırması yapılmış

ve doğruluğu bilinen sistemlerle kalibrasyonu yapılmıştır. Tasarlanan sistemin temel avantajları; basit bir yapıya sahip olması, güvenilir olması, düşük maliyetli olması ve az yer kaplamasıdır. Kristal osilatörlü bir sistem olduğundan zamanlama hatası azdır. Sıcaklık sayısal olarak kontrol edilir. Fırının sıcaklığı ile ayarlanan sıcaklık arasındaki fark az olmaktadır. Böylece diş protezi istenilen kıvamda pişirilmiş olur. Yeni kontrol kartında çok az devre elemanı kullanıldığından tek bir plakete montajı yapılmıştır. Eleman sayısının az olması hem maliyeti düşürmekte hemde sistemin gürültüsünü azaltmaktadır.

Bu çalışmada tasarlanan elektronik kart ile ilgili veriler 2. Bölümde incelenmiş ve çalışması ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Tasarımda sıcaklık ve zamanlamayla ilgili hatalar en alt seviyeye çekilmiştir. Sıcaklık ölçümünde kullanılan, çeşitli sensörler incelenmiş ve ölçülecek sıcaklık aralığında kullanılabilecek özelliklere sahip sensör seçilmiştir. Ayrıca kontrol kartının en önemli elemanı olan mikrodenetleyicinin seçiminde de kullanım şartları göz önüne alınarak tercih yapılmıştır. Bu kontrol kartında kompresör, ısıtıcı ve valf gibi yükler triyak ile kontrol edilmiştir. Böylece sistem, röleli kontrol sistemlerinden daha güvenilir hale getirilmiştir.

Mikrodenetleyicinin sistemi kontrol edebilmesi için geliştirilen yazılım 3. Bölümde ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Kontrol kartında bulunan klavye ile zaman ve sıcaklık değerleri girilir. Bu değerler RAM adreslerine kaydedilir. Sıcaklık ve zamanın her basamağı bir tuşla tanıtıldığından, ayarlama işleminde zamandan tasarruf sağlanır. Fırın, pişirme işlemini bu sayısal değerlere göre yapar. Yazılım yapılırken, yanlış kullanımlardan dolayı meydana gelebilecek tehlikeli durumlar düşünülmüş ve bazı önlemler alınmıştır. Sıcaklık değerini girmeden fırın çalıştırılmak istenirse, sadece valf açılarak, kullanıcının sinyalle uyarılması sağlanır. Tasarlanan sistemde en fazla 199°C sıcaklık değeri

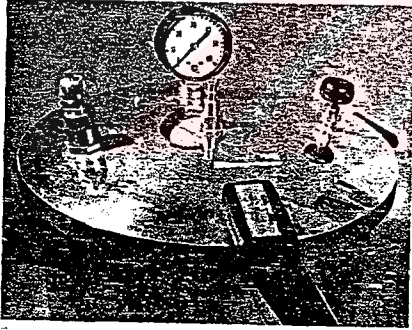
girilebilmekte, bu yüzden aşırı sıcaklıktan dolayı fırın kazanının patlaması önlenmektedir. Mikrodenetleyicinin programlanmasında, MPASM yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılımda; basınç, zaman ve sıcaklık kontrolü için gerekli, alt programlar bulunmaktadır.

4. Bölümde sonuçlar irdelenmiş, tasarlanan sistemde fırının olması istenilen sıcaklığı ile A/D dönüştürücü ve sıcaklık sensörünün gösterdiği sıcaklıklar ölçülmüştür. Bu sıcaklıkların zamana göre değişim grafikleri verilmiştir. Ayrıca tasarlanan kontrol kartında yapılabilecek değişiklikler önerilmiştir.

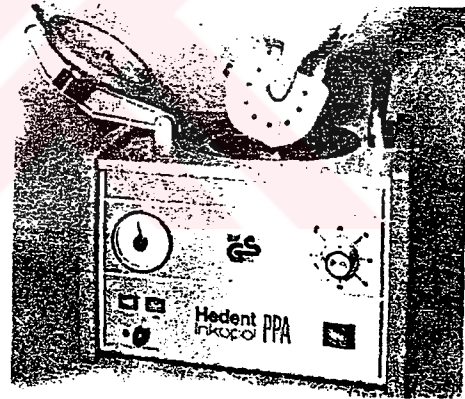


2. TASARLANAN SİSTEM

Diş hekimliği laboratuvarlarında mufla denilen alçı kalıplar içine akrilik reçine (rezin) doldurulur. Yumuşak akrilik kitlesinin sertleşmesi gerekmektedir. Akrilik reçinenin sertleşmesine polimerizasyon adı verilmiştir. Polimerizasyonun diğer tanımı; bir maddenin iki veya daha çok molekülünün, yeni bir bileşik yapmak üzere kimyasal olarak birleşmesi demektir. Polimerizasyon çeşitli şekillerde gerçekleştirilir. Bunlardan birisi de, buhar ile polimerizasyondur. Bu yöntemin en basit hali, düdüklü tencere ile yapılan pişirme işlemidir. Fakat günümüzde bu yöntem fazla kullanılmamaktadır (Şekil 2.1). En fazla ekstromat adı verilen elektrikli fırınlar, buhar ile polimerizasyon işleminde kullanılır [1-3].



(a)



(b)

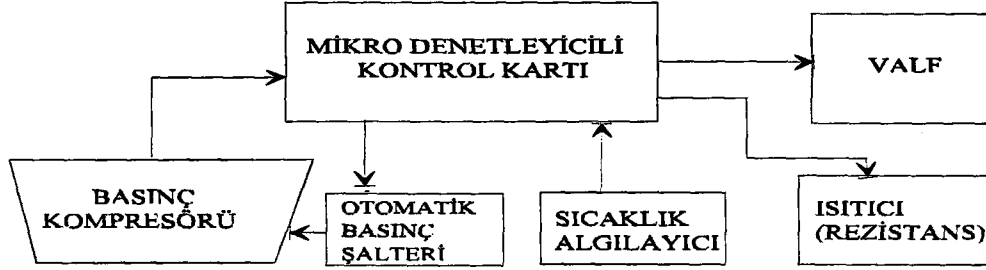
Şekil 2.1. Buhar ile polimerizasyon sistemleri

(a) Düdüklü tencere ile polimerizasyon

(b) Ekstromat ile polimerizasyon

Şu anda diş laboratuvarlarında kullanılmakta olan ekstromatların kontrol kartları, bu çalışma ile yenilenmiştir. Giriş bölümünde bahsedilen dezavantajlar, dikkate alınarak, mikrodenetleyicili yeni bir kontrol kartı

tasarlanmıştır. Şekil 2.2' de mikrodenetleyicili kontrol kartı ile bu kartın kontrolünü yaptığı elemanların blok diyagramı görülmektedir. Kontrol işleminin tamamı mikrodenetleyici tarafından sağlanmaktadır.

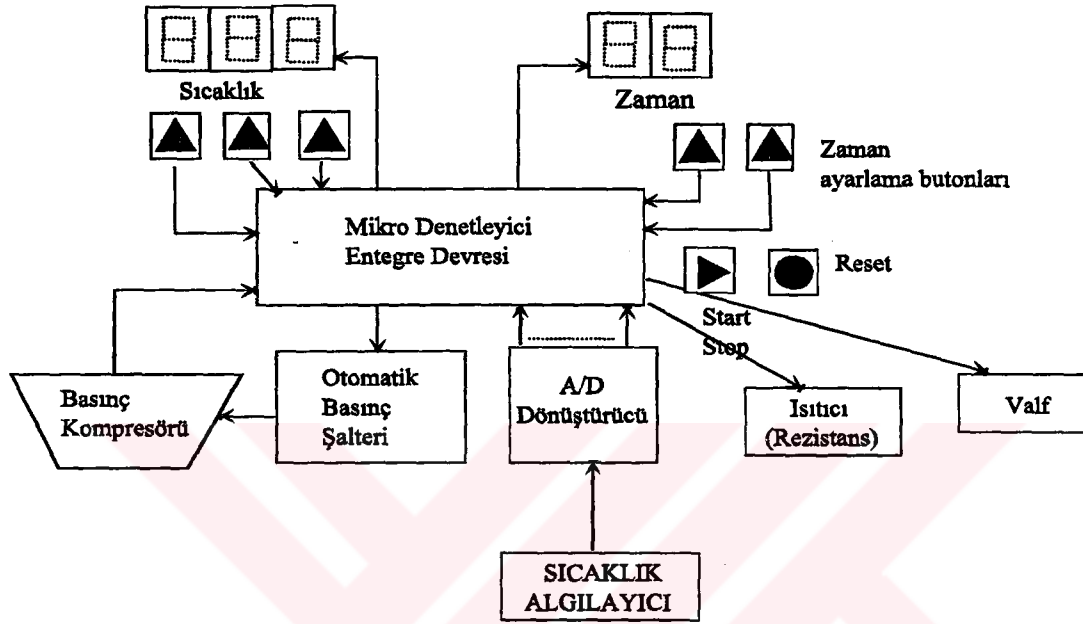


Şekil 2.2. Diş protezi pişirme fırınında, mikro denetleyici ile kontrol edilen kısımların blok diyagramı

2.1. Mikrodenetleyici Kontrollü Diş Protezi Pişirme Fırını

Isı kontrol sistemleri içinde en güvenilir kontrol sistemlerinden birisi de mikrodenetleyicili olanlardır. Bu tür sistemlerde kontrol işlemini mikroişlemci yapar. Mikroişlemci; mikrodenetleyici içinde bulunan katlardan biridir. Mikroişlemcinin içinde bulunan aritmetik mantık ünitesi ayarlanan sıcaklık ile ölçülen sıcaklığın sayısal değerlerini karşılaştırır. Bu sistemlerde istenilen sıcaklık değeri tuşlarla girilir. Şekil 2.3' de görüldüğü gibi ayarlanan sıcaklığın değeri displaylerden görülür. Mikrodenetleyicinin giriş - çıkış yapabilen portları vasıtasıyla sıcaklık sensöründen gelen sayısal sıcaklık bilgisi kontrol kartına girilir. Belirlenen sıcaklık değerine göre ısıtıcı devreye alınır yada devre dışı bırakılır. Sistemin güvenilir olmasının yanında, basitliği ve az yer kaplaması da avantajdır. Maliyeti sayısal sistemlerden daha azdır. Ayrıca

mikrodenetleyicinin yazılımı değiştirilerek, hassas sıcaklık kontrolu yapılabilir.



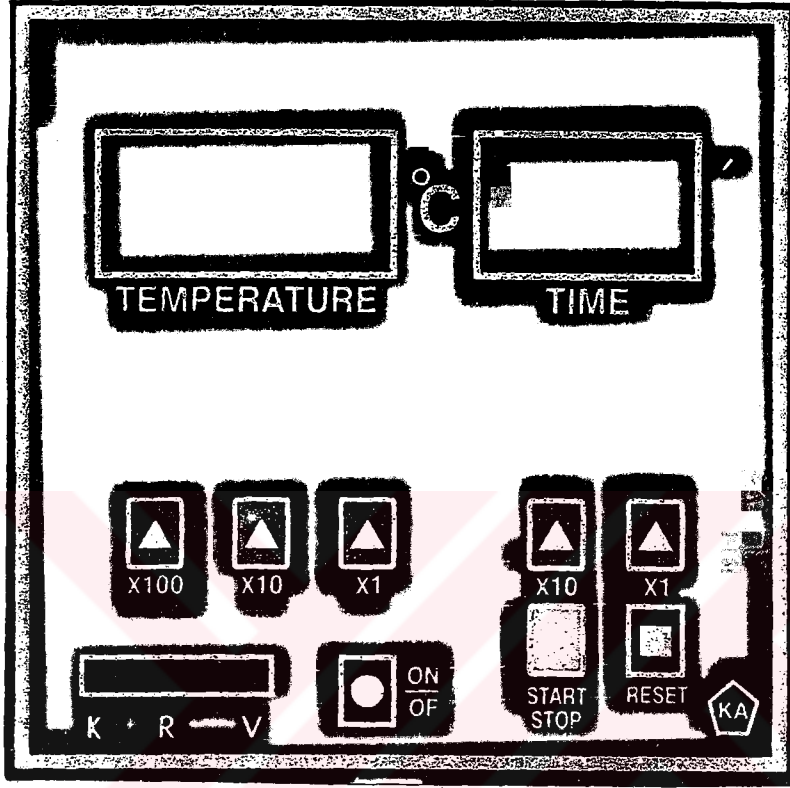
Şekil 2.3. Mikrodenetleyicili kontrol kartı ve kontrol edilen tüm elemanların blok diyagramı

Kontrol kartı ile zaman da kontrol edilmektedir. Protezin pişirilmek istendiği süre klavyede bulunan tuşlarla ayarlanır.

2.1.1. Diş protezi pişirme fırınının çalışması

Fırının çalışması şu şekilde olur; diş protezi pişirme fırın kazanına önce su konur. Daha sonra diş protezleri konarak, kapağı kapatılır. Kazanın gövdesi ve kapağı yüksek basınca dayanıklı çelik malzemeden yapılmıştır. Pişirilmek

istenilen protezin kaç derecede ve ne kadar zaman pişirilmek istendiği fırının ön panelinde bulunan klavyeden girilir (Şekil 2.4). START tuşuna basınca sistem çalışır. İlk önce kompresör devreye girer. Kompresör 4 veya 6 atmosfer



Şekil 2.4. Protez fırınının ön paneli ve klavyesi

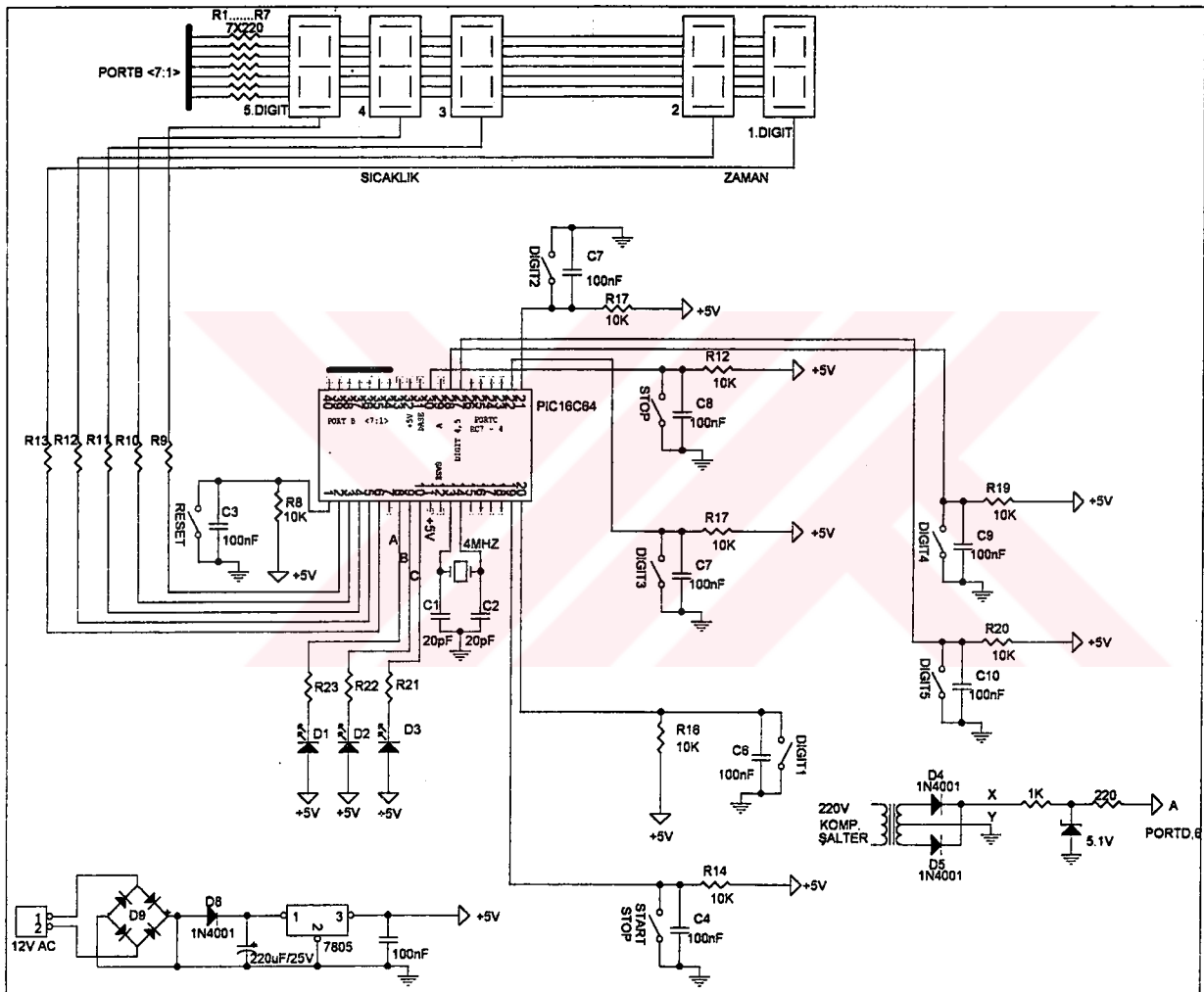
havayı kazana verdikten sonra, otomatik basınç şalteri kompresörün enerjisini keser. Kompresör durduktan sonra, ısıtıcı devreye girer. Isıtıcı, kazanın içinde bulunan su ve protezin sıcaklığını klavyeden ayarlanan sıcaklık değerine getirdikten sonra devre dışı olur. Bu anda klavyeden girilen zaman, geriye doğru saymaya başlar. Zaman sıfır olmadan fırının sıcaklığı, istenilen sıcaklık değerinin altına düşerse, ısıtıcı tekrar devreye girer. Isıtıcı, kazanın ısınımasını ayarlanan değere getirdikten sonra durur. Bu arada zaman geriye doğru saymaktadır. Isıtıcı bu şekilde defalarca devreye girip, çıkabilir. Zaman sıfır olunca, ısıtıcı kapanır ve valf açılır. Fırının içinde bulunan hava ve su karışımı boşaltım kabına boşalır. Kazanın içindeki hava basıncı sıfıra inince,

klavyeden RESET tuşuna basılarak valf kapatılır. Diş protezi fırından alınarak, pişirme işlemi bitirilmiş olur. İstenirse bir çok defa pişirme yapılabilir. Kontrol kartı bahsedilen işlemleri yapabilecek şekilde tasarlanmıştır.

2.1.2. Kontrol kartı kısımları

Mikrodenetleyiciler devre tasarımı için kullanıldıklarında bazı basit destekleyici devreler gerektirirler. Örneğin; güç kaynağı hem mikrodenetleyici, hemde ona ait diğer devreler için gerekli olan gerilimi, yeterli akım seviyesinde sağlamak için kullanılır. Clock (saat) devresine; zamanlama sinyallerini üretmek için ihtiyaç duyulabilir. Şekil 2.5' te kontrol kartının devre şeması verilmiştir.

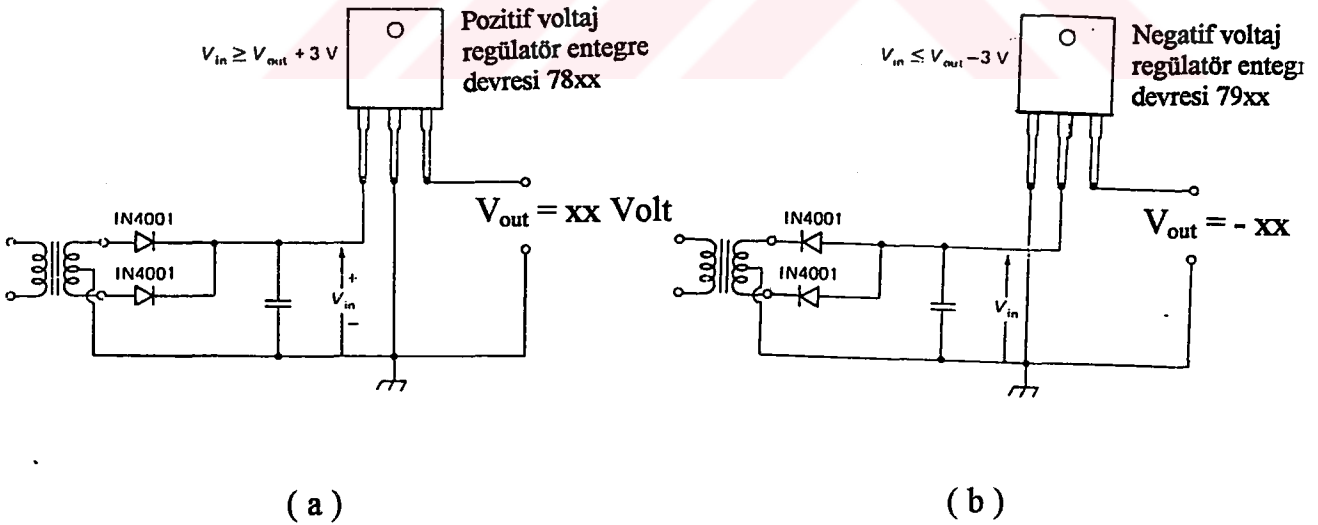
Bu bölümde mikrodenetleyicili kontrol kartı tasarımında gerekli olan temel devreler ayrıntılarıyla açıklanacak ve değişik devre elemanlarının mikrodenetleyici ile devre oluşturması amacıyla nasıl bağlanacağını anlatılacaktır.



Şekil 2.5. Kontrol kartı devre şeması

2.1.2.1. Güç kaynağı

Mikrodenetleyiciler bir veya daha fazla güç kaynağı gerilimine ihtiyaç gösterirler. Bu gerilimler normalde kendi anma değerlerinin %5 değeri içerisinde tutulmalıdır. Mikrodenetleyici güç kaynağı tasarımı pozitif gerilimler için 78XX, negatif gerilimler için 79XX üç uçlu yarı iletken gerilim düzenleyicilerinin kullanılmasıyla büyük oranda kolaylaşmıştır. Pozitif ve negatif kaynaklı bu devrelerin devre diyagramları Şekil 2.6' da gösterilmiştir. Devrede kullanılan kondansatörün her durumda V_{in} ve V_{out} arasındaki gerilim farkını en az 3 volt değerinde tutacak şekilde, büyük kapasiteli olmalıdır. Genellikle binler seviyesindeki mikro farad değerlerinde kapasiteler kullanılır. Bu çalışmada kondansatör 1000 μ F olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.6. Güç kaynağı katları

(a) Pozitif gerilim kaynağı

(b) Negatif gerilim kaynağı

Üç uçlu gerilim regülatörlerinin diyagramında, regülatörlerin direnç üzerindeki güç kayıplarına dikkat edilmelidir. Bu tip bir regülatör genellikle mekanik olarak soğutucuya tutturulur, güç kaybı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

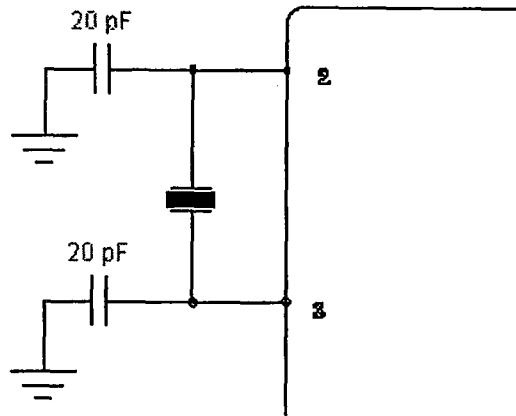
$$P_{\text{kayıp}} = [V_{\text{out}} - V_{\text{in}}] \cdot I_{\text{yük}} \quad (2.1.)$$

Burada güç kaybı watt , gerilim volt, akım ise amper cinsindedir.

Bazı mikrodnetleyiciler gerilim regülatör kaynağına ihtiyaç duyulmadan doğrudan pillerle çalıştırılabilir. Özellikle CMOS' lar pille çalışma için elverişlidir. Bu mikrodnetleyiciler genellikle düşük besleme akımı ve yüksek toleranslı gerilim gerektirir [4].

2.1.2.2. Clock (Saat)

Mikrodnetleyici saat sinyalleri üreten dahili osilatöre sahiptir. Bu mikrodnetleyiciler sadece harici pasif zamanlama elemanları gerektirir. PIC16CXX ailesi mikrodnetleyiciler dahili osilatöre sahiptir. Şekil 2.7' de görüldüğü gibi quartz kristal ve 2 kondansatör harici olarak bağlanmıştır. İstenen işlem hızına bağlı olarak 4 MHz' lik kristal seçilmiştir. Saat sinyalinin kendisi mikrodnetleyici içerisinde dahili olarak üretilir [4-6].

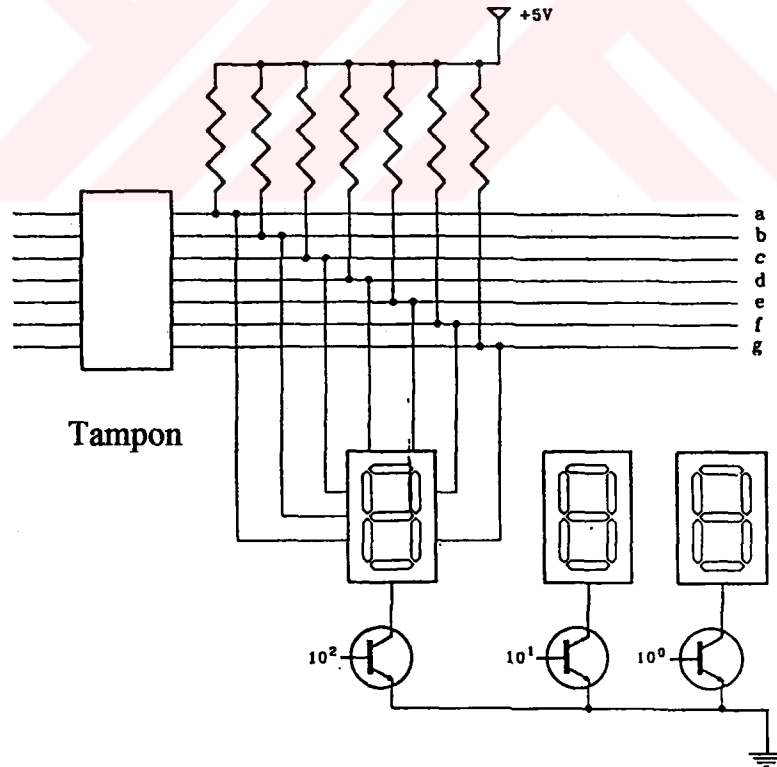


Şekil 2.7. Kristal osilatör

2.1.2.3. Çok dijital yedi segment display

Beş dijital bir sayıyı göstermek için, ayrı hatlardan displayler sürülür.

Alternatif bir yaklaşım; daha az donanım gerektiren çoklayıcı, anahtar ve display kullanarak yapılır. Bu işlemde hızlı anahtarlama ile LED'lerin titremesi görülmemelidir. Mikrodenetleyicinin giriş-çıkış portu kullanılarak, segmentleri ortak bağlanan 8 adet display sürülebilir. Şekil 2.8' de gösterildiği gibi, her displayin ortak katodu ayrıdır. Bu yöntemle bütün displaylere aynı dijital verisi gönderilir. Ortak katodunun bağlı olduğu transistör iletimde olan, displayin LED' i yanar. Her bir displayde 100 Hz ' den daha büyük frekanslarda ışık titremesi olmadığı görülecektir [6, 7].



Şekil 2.8. Çok dijital displayler

2.1.2.4. LM 335 IC (Entegre devre) sıcaklık algılayıcıları

Şekil 2.9' da sıcaklık ve gerilimin, tam orantılı çıkış verdiği temel sıcaklık algılamada kullanılan devre gösterilmiştir. Bu devrede,

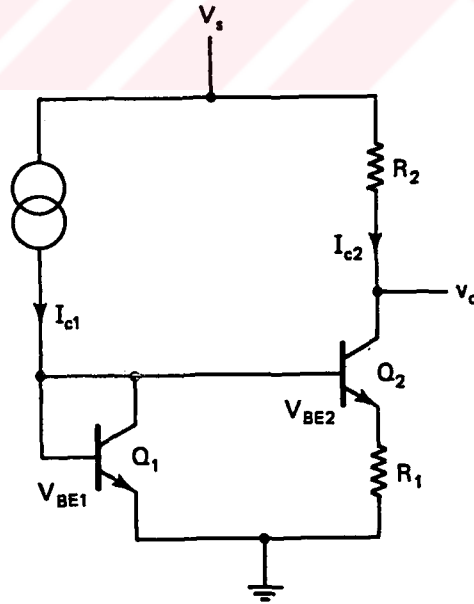
$$\frac{I_{c1}}{I_{c2}} = \frac{I_{E1}}{I_{E2}} = \frac{\exp(qV_{BE1}/kT)}{\exp(V_{BE2}/kT)} \quad (2.2)$$

$$V_{BE1} - V_{BE2} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_{c1}}{I_{c2}}\right) \quad (2.3)$$

$$V_{BE1} = V_{BE2} + I_{c2} \cdot R_1 \quad (2.4)$$

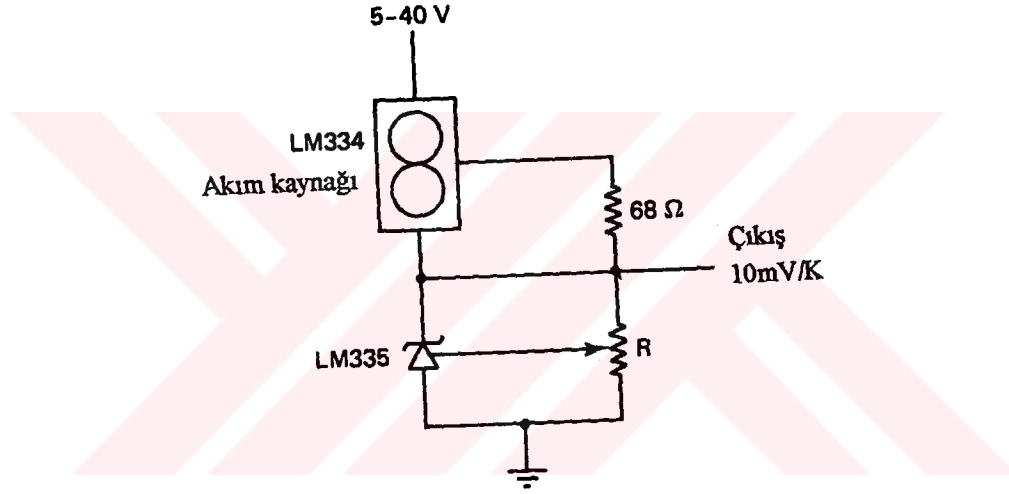
$$R_1 I_{c2} = V_{BE1} - V_{BE2} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_{c1}}{I_{c2}}\right) \quad (2.5)$$

ifadeleri yazılabilir. Bu ifadelerden çıkış geriliminin sıcaklıkla değiştiği görülmektedir.



Şekil 2.9. Çıkış gerilimi ve sıcaklığın tam orantılı algılandığı devre

LM135, LM235 ve LM335 gibi entegre devre sıcaklık algılayıcılarıyla gerilim algılanır. Sıcaklık, gerilim oranı $+10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$ ve akım oranı $400 \mu\text{A}$ ile 5 mA arasında değişir. Dinamik empedansı 1Ω ' dan daha küçüktür. LM 135, 100°C 'nin üstünde en fazla $1,5^\circ\text{C}$ hata yapar. LM 335 daha ucuzdur ve en fazla 2°C hata yapar. LM 334 ile yapılan sıcaklık algılama devresi Şekil 2.10' da gösterilmiştir. Bu devrede LM335, zener diyot olarak kullanılmıştır. Sıcaklık LM334 entegre devresi ile algılanır. Potansiyometre ile doğru ölçüm için ayar yapılır.

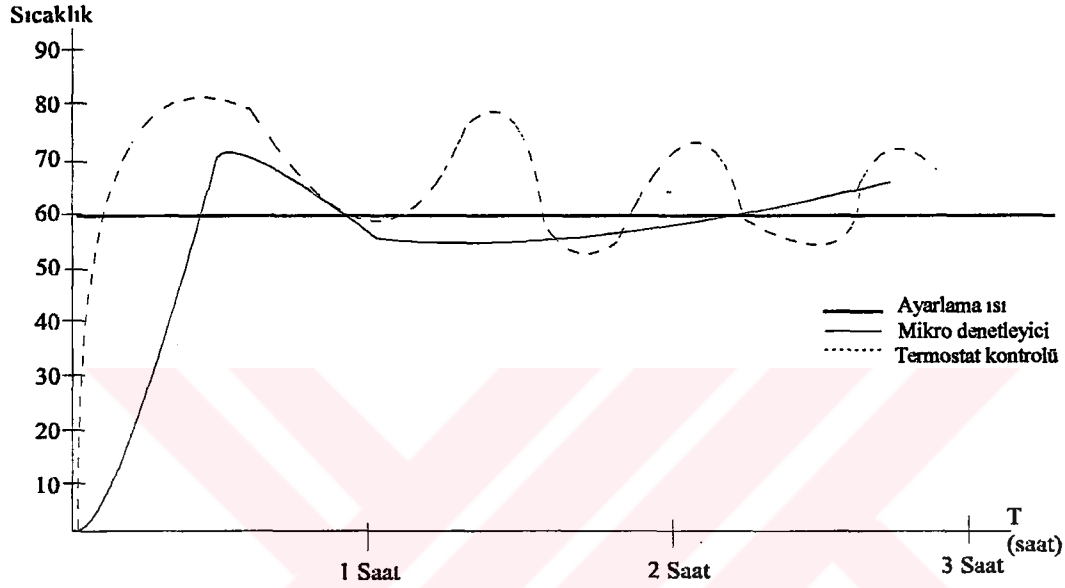


Şekil 2.10. LM335 gerilim çıkışlı, IC sıcaklık algılayıcısının tipik uygulaması.

LM335 sıcaklık algılayıcısı olarak kullanıldığında -55°C 'den 125°C 'ye kadar ölçüm yapabilir ve duyarlılığı $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ dir. Çıkış gerilimi 298°K ' de $2,98$ voltur. LM335 $\pm 1^\circ\text{K}$ ' den daha iyi doğrusallığa sahip zener diyottur.

Sıcaklık kontrol sistemlerinde kullanılan sıcaklık algılayıcıları ve kontrol devreleri çok önemlidir. Mikrodenetleyicili ve termostatlı sıcaklık kontrol sistemi kıyaslanacak olursa, aralarındaki sıcaklık kontrol farkı görülebilir.

Şekil 2.11. 'de görüldüğü gibi ayarlanan sıcaklık ile termostat kontrollü sistemin sıcaklık farkı $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sıcaklık farkı 1 saatten sonra $\Delta T=15^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürüyor. Mikrodenetleyicili sistemde $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$ maksimum değerdir. İlerleyen zaman içinde bu fark $\Delta T=0^{\circ}\text{C}$ oluyor [8-12].



Şekil 2.11. Termostat ve Mikrodenetleyici ile yapılan kontrol sisteminin zaman - sıcaklık diyagramı

2.1.2.5. ADC804 analog / dijital dönüştürücü

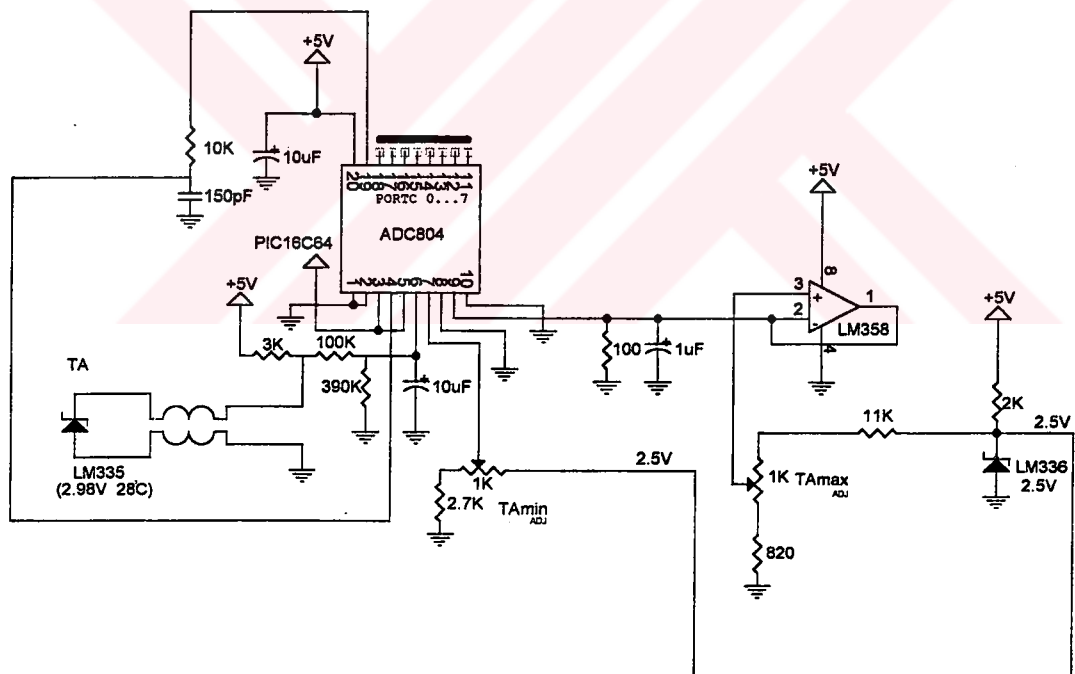
LM335 sıcaklık algılayıcısı tarafından ortamın sıcaklığı alınıp, gerilime dönüştürülür. Dönüştürülen bu gerilim A/D dönüştürücünün analog girişine gönderilir. Dönüştürücü çıkışında bu gerilimin dijital karşılığını alır. A/D çıkışındaki dijital sinyal mikrodenetleyiciye gönderilerek, ortamın sıcaklığı ölçülür. Burada kullanılan A/D dönüştürücü 8-bitlidir. Bu bize 255 farklı durumun gözlenebileceğini gösterir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. 8- bit mantıksal gösterim

b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	b ₀	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	N	N	N	N	N	N	N	N
0	1	1	1	1	1	1	1	127
1	0	0	0	0	0	0	0	128
N	N	N	N	N	N	N	N	N
1	1	1	1	1	1	1	1	255

Sıcaklık algılayıcı olarak LM335 kullanılmış olup, bunun çıkışı 10mV/°K olmaktadır. $1^{\circ}\text{C} = -273+1^{\circ}\text{K}$ olduğundan 0 °K noktası 273 den başlatılarak, çıkışta 0°C gözlenmiş olur. $V_{in(-)}$ girişine minimum giriş voltajı olarak -1.27+2.73=1.46 V girilmiş ve sıcaklık algılayıcımız $V_{in(+)}$ girişine bağlanmıştır. A/D dönüştürücünün analog giriş gerilimi $V_{in(+)} - V_{in(-)}$ dir. LM335 sıcaklık algılayıcısının çıkışı ve A/D dönüştürücünün analog gerilim girişleri kalibre edildikten sonra, A/D dönüştürücü dijital çıkışları b₀, b₁, b₂, b₃, b₄, b₅, b₆, b₇ olarak alınır. Elde edilen dijital sıcaklık değeri, mikrodenetleyicinin PORTC girişine bağlanır. A/D dönüştürücünün $\overline{\text{CS}}$, $\overline{\text{RD}}$, $\overline{\text{WR}}$ girişleri mikrodenetleyiciye bağlanarak, A/D dönüşüm mikrodenetleyici ile kontrol edilir.

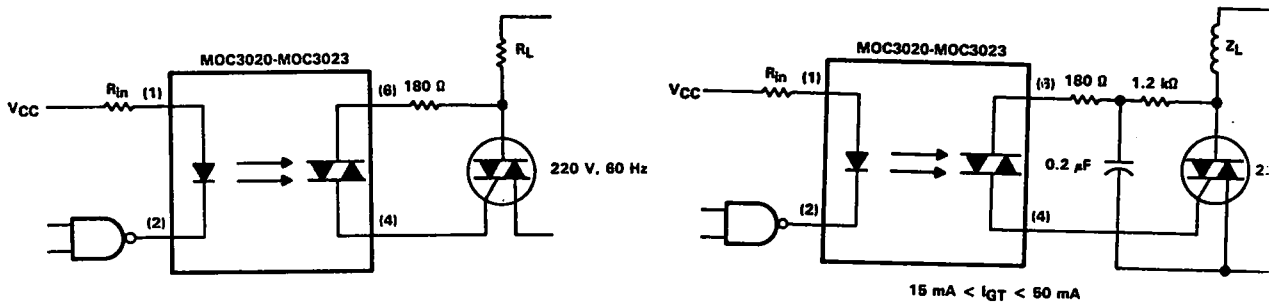
Daha kararlı bir çalışma için LM308 işlemsel yükselteci kullanılmıştır. Referans gerilimi ayarı LM308'in 3. bacağına bağlı olan değişken dirençlerle yapılır. ADC 804 Dönüştürücü ve sıcaklık sensörünün devre şeması Şekil 2.12' de gösterilmiştir [7-13].



Şekil 2.12. ADC 804 ve sıcaklık sensörünün devre şeması

2.1.2.6. Opto - İzolatör (koplör)

Opto - izolatörler, optik izolatörler olarak da isimlendirilirler. Opto - koplör öncelikle kaynak ve yük arasındaki elektriki izolasyonunda kullanılan bir elemandır. Opto - izolatör çıkışındaki foto - sensör eleman ve girişindeki bir LED' den ibarettir. Aralarında elektriki bağlantı yoktur. Farklılık, kullanılan foto - sensör elemana göredir. Genel amaçlı akım uygulamaları için yüksek akım kazançlı darlington transistörü olan opto - koplörler seçilmelidir. Şekil 2.13' te triyak çıkışlı AC güç anahtarlama uygulamalarında tercih edilen, opto - koplörün çalışması için LED ' i ileri yönde polarlamadirmek gerekir. Bu durumda LED ışık yayar ve foto - sensör (diyak) ışığı sezerek iletme geçer ve dış yükü enerjilendirir. Uygulamada çıkış arabirimine bağlanan tüm yükler için MOC3020 kullanılmıştır. Böylece dış kontrol birimi ile mikrodenetleyici portu arasında izolasyon sağlanmıştır [11,14].



Şekil 2.13. Opto - izolatör MOC3020 ve triyağın bağlantı devresi

2.1.2.7. Triyak

Tasarlanan kontrol kartında, triyak olarak, BTA12 kullanılmıştır. Bu triyak en fazla 12A akıma ve 600V gerilime kadar dayanabilir. Triyak bir alternatif akım anahtarıdır. Alternatif akımı her iki yönde geçirir. Kapı' dan uygulanan doğru akım, sinüsoidal veya kısa süreli değişik dalga şekilli akımlarla tetiklenebilir. Alternans değişirken, gerilimin sıfır anında triyak yalıtkan duruma geçer. Triyakin devamlı iletimde tutulması; ya devamlı tetikleme ile veya en az her alternansın başında bir kez tetiklemeyle sağlanır. Tetiklemenin durması ile triyak akımı kesilir. Triyak iç devresi, ters paralel bağlı iki tristördür. Bir alternans anında birisi, diğer alternans anında diğeri, iletken olur. Yük devresinin akımı MT1, (Anot1) ile MT2 (Anot2) terminalleri arasında akar. Bu uçlara esas devre terminali denir. Kapı ise küçük akımlarla triyağın tetiklenmesini sağlayan kontrol ucudur. Kapı bölgesi o şekilde düzenlenmiştir ki, katot' la kapı arasında her iki yönde akım geçebilir ve tetikleme çeşitli modlarla sağlanabilir [11,14].

2.1.2.8. Klavye

Kontrol kartında, her displayin altında birer tuş bulunmaktadır. Bu tuşlarla zaman kolaylıkla ayarlanabilmektedir. Sayısal sistemlerde sıcaklığı 100 °C ' ye ayarlayabilmek için, 100 defa tuşa basmak gerekmektedir. Fakat bahsedilen sistemde, sadece bir defa tuşa dokunarak, sıcaklığı 100 °C' ye ayarlayabiliriz. Bu sayede zamandan tasarruf sağlanmış olur. Sıcaklık ve zaman ayarlama tuşlarının dışında klavyede alt kısımda iki tane daha tuş bulunmaktadır. Bu tuşlardan biri START - STOP tuşudur. Fırını çalıştırıp, durdurmaya yarar. İkinci tuş RESET tuşudur. Sistemin resetlenmesini, displaylerin sıfırlanmasını sağlar. Klavyede birde açma / kapama (on / off) anahtarı bulunmaktadır. Bu

anahtar, kontrol kartı ' na enerji verip, kesmeye yaramaktadır. Klavyenin de bulunduğu kontrol paneli Şekil 2.4' te gösterilmişti. Klavye' nin alt kısmında valf, ısıtıcı ve kompresörden hangisinin çalıştığını göstermek için konmuş üç tane LED diyot vardır. Hangi yükün çalıştığını buradan anlamak mümkündür. Fırının tüm kontrolü bu klavyeden yapılır.

2.1.2.9. Kompresörün durmasını algılayan devre

Kompresörün durmasını algılayan devre, aslında 5.1 voltluk DC güç kaynağıdır. Bu güç kaynağında bulunan transformatörün primeri, kompresörün besleme ucuna bağlanır. Kompresör yeterli basınçta havayı bastıktan sonra, otomatik basınç şalteri ile enerjisi kesilir. Dolayısıyla, PORTD, 6 nolu port ucu sayısal olarak sıfır (0) olur. Mikrodenetleyici bu sayede kompresörün durduğunu algılamış olur. Bahsedilen devrede en önemli eleman, zener diyottur. Kompresör çalışırken üzerinde 5.1 volt gerilim düşürerek, sayısal olarak bir (1) değerini mikrodenetleyiciye iletir. Bu şekilde kompresörün çalışması algılanmış olur. Bu katın devre şeması Şekil 2.5' te gösterilmişti.

2.1.2.10. Mikrodenetleyici

Mikrodenetleyici kontrol kartının beynidir. Tüm kontrol işlemleri, zamanlama, displaylerin sürülmesi, klavyeden ve ADC' den gelen bilgilerin okunması, yüklerin kontrolü (kompresör, valf, ısıtıcı) hepsi bu elemanla yapılmaktadır. Mikrodenetleyici olarak PIC16C64 kullanılmıştır. PIC16C64 mikrodenetleyici 128 bayt RAM, 2K ROM hafızaya sahiptir. 33 tane giriş - çıkış yapabilen bacağı vardır. İçinde 3 tane zamanlayıcısı vardır. Bu özelliklerinden dolayı, mikrodenetleyici olarak PIC16C64 kullanılmasına karar verilmiştir. En önemli

tercih sebebi 33 tane giriş - çıkış yapabilen bacağı olmasıdır. Sıcaklık ölçme, displayleri sürme, kayyeden bilgi girme ve yük kontrolleri için bu mikrodenetleyici bacalarına ihtiyaç vardır. PIC mikrodenetleyicileri, tek bir makina veya sistemi kontrol etmek için uygun donanıma, hafızaya ve yazılım desteğine sahiptir. Kompleks sistemler genelde, bilgisayarlarla kontrol edilirler. Mikrodenetleyici ile ilgili katalog bilgisi Ek-1 Bölümünde verilmiştir.



3. SİSTEMİN YAZILIMI

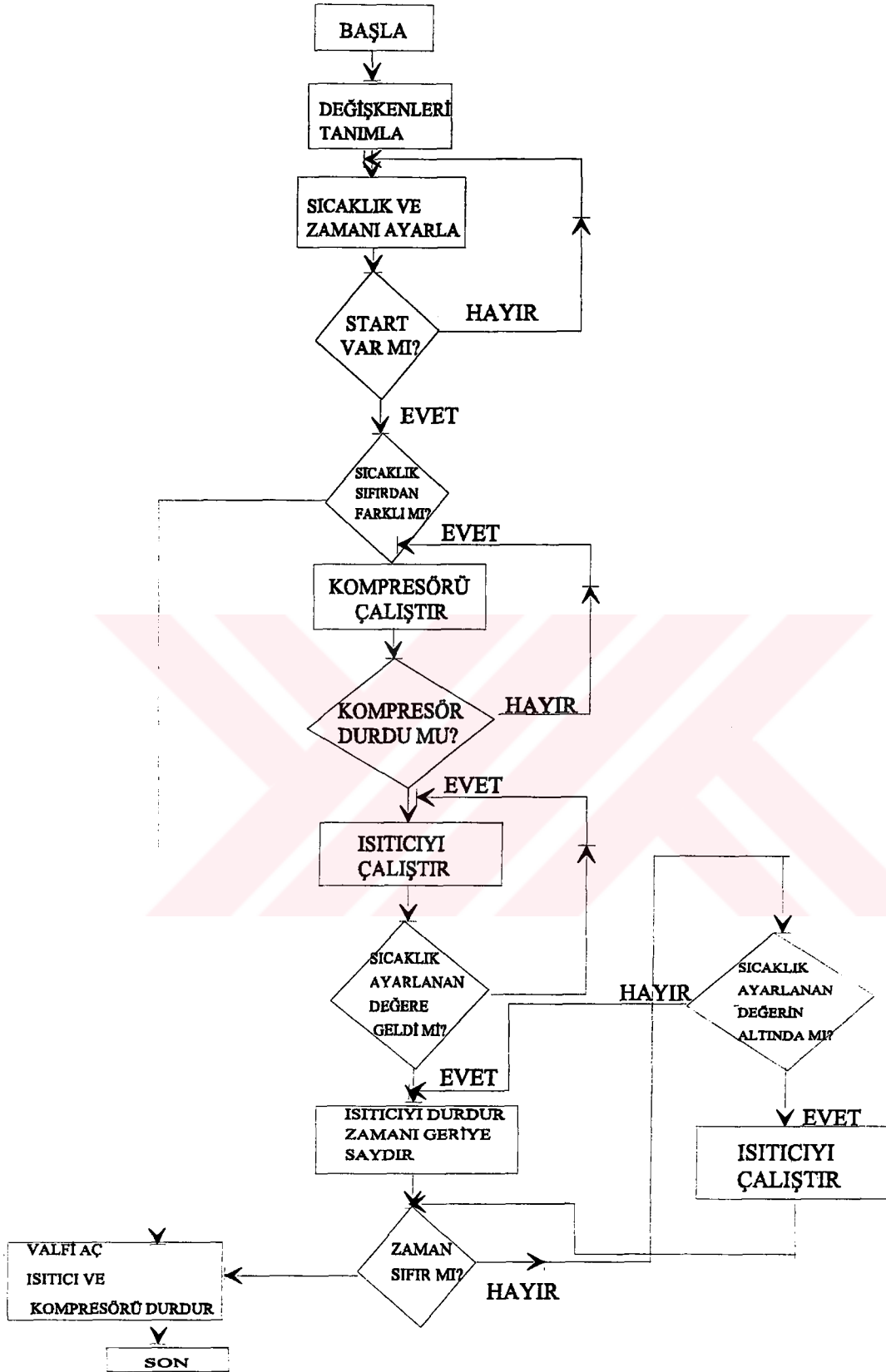
3.1. Diş Protezi Pişirme Fırını Kontrol Sisteminin MPASM yazılımı

PIC16C64 mikrodenetleyicisini programlamak için kendi MPASM assembly programlama dili kullanılır. Bu programlama dili ile sadece, PIC ailesinde bulunan, 12CXXX, 16CXXX, 17CXXX ve 14XXX mikrodenetleyicileri programlanabilir. Bilgisayarlarda DOS veya WINDOWS ortamında çalışabilmektedir. Diğer assembly dillerinden farklı olarak, W akümülatörü ifade eder. Bu dilde anahtar komut seti; dosya yazıcı f, adres biti b, gidecek yer seçimi d, veri - etiket alanı k ve istenmeyen yer x harflerinden oluşmuştur. Komut setinde; sadece 35 komut bulunmaktadır. Komut sayısının az olması nedeniyle, MPASM dili kolaylıkla öğrenilebilir. Yazılımın esnek olması nedeniyle, 16C64 için yazılan program ile PIC ailesinin diğer üyeleri de programlanabilir. Yazılımı fazla değiştirmeden, elemanlar için dönüşüm yapılabilir. Fakat diğer mikrodenetleyicileri programlamada kullanılamaz. Tekrar program yazmak gerekmektedir. Ayrıca bu elemanların ROM hafıza kapasiteleri az olduğundan, büyük programları harici hafıza kullanarak, çalıştırabilir. Bu da ek masraf gerektirir. Genelde fazla yazılım gerektirmeyen yerlerde kullanımı idealdir [15].

3.1.1 Pograma ait akış şeması

Diş protezi pişirme fırını kontrol etmek için kullanılan, PIC16C64 mikro denetleyicisinin kendi yazılımı olan, MPASM dili ile program yazılmıştır. Programın çalışması şu şekildedir; ilk önce klavyeden sıcaklık ve zaman değerlerinin girilip, girilmediği kontrol edilir. Değer girilmeden, START tuşuna basılmışsa, güvenlik amacıyla valf açılır. Sıcaklık ve zaman değeri

girilmişse, START butonuna basılıp, basılmadığı kontrol edilir. Start varsa, ilk önce kompresör çalıştırılır. Kompresör durması kontrol edilir. Eğer kompresör durmuşsa, ısıtıcı çalıştırılır. Isıtıcı, fırını ayarlanan ısıya getirdikten sonra, durur. Zaman geriye doğru saydırılır. Zaman sıfır olana kadar devamlı fırın kazanının ısısı, kontrol edilir. Eğer ayarlanan ısının altına düşerse, ısıtıcı tekrar devreye girer ve sıcaklığı ayarlanan değere getirerek, durur. Zaman sıfır olunca, valf açılarak, program başa döner. RESET butonu ile displayler resetlenerek, tüm yük enerjileri kesilir. Kompresör, valf ve ısıtıcı durdurulur. Programın akış şeması Şekil 3.1' de gösterilmiştir. Akış şeması alt programlarıyla beraber, genel olarak verilmiştir. Mikrodenetleyicinin, PORTE bacakları lojik 1 (5 volt) veya lojik 0 (0,5 volt) yapılarak; kompresör, ısıtıcı ve valf kontrol edilir. Kontrol edilen yükler Ek-2' de ayrıntılı olarak verilmiştir. PORTD ile klavye bilgileri girilir. PORTC ile sıcaklığın dijital değeri girilir. PORTB ile displayler sürülür. PORTB ve PORTC 8 bit paralel port olarak kullanılmıştır. Dijital değeri, yedi segmentli displayde görebilmek için, yazılımla kod dönüşüm yapılır. PORTA displaylerin ortak katotlarını kontrol etmek için kullanılmıştır. Displaylerin tümüne sayılar seri gelmektedir. Ortak katotlarla her display kendi sayısını seçer. Bu düzenleme yazılımla yapılmıştır. Displaylerin seri bağlanması ile porttan tasarruf sağlanmış olur. Mikrodenetleyici MPASM yazılımı Ek-3' te verilmiştir.



Şekil 3.1. Programa ait akış şeması

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

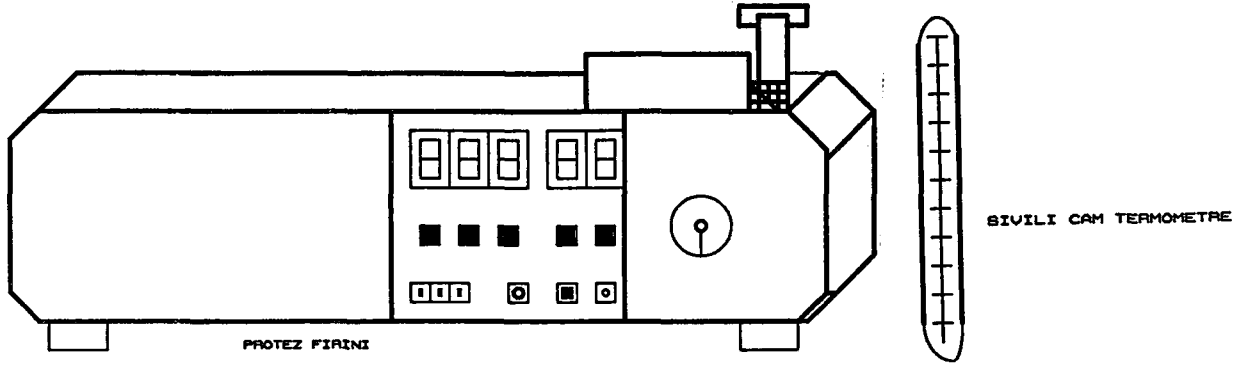
Mikrodenetleyici kontrollü diş protezi pişirme fırınının tasarımı yapıldıktan sonra, sıcaklık kalibrasyonu yapılmıştır. Yapılan kalibrasyonun doğruluğu, sıcaklık ölçümleriyle test edilmiştir.

Diş protezlerinin en fazla 120°C' de pişirildiği bilinmektedir. Bundan dolayı toleranslarda göz ününe alınarak, 128°C' ye kadar pişirme yapabilecek şekilde fırın kalibrasyonu yapılmıştır. Hassas kalibrasyon yapabilmek için, üç ayrı termometreden yararlanılmıştır. Bu termometreler; klasik civalı termometre, sıcaklık sensörü termocupl olan ve sıcaklık sensörü zener diyot olan dijital termometrelerdir. Şekil 4.1' de diş protez fırını ve termometreler gösterilmiştir. Diş protezinin pişirilmesinde, sıcaklık kontrolü çok önemlidir. Protezin pişirilme ısısının az yada çok olması protezi, sert veya yumuşak yapabilir. Diş Protezinin çok sert olması, kolay kırılmasına sebep olur. Yumuşak olması, kullanım bakımından uygun değildir.

Mikrodenetleyici kontrollü diş protezi pişirme fırınında, çeşitli sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 4.1' de sıcaklık sensörü uçlarında ölçülen, sıcaklık değerleri gösterilmiştir. Çizelge 4.2' de A/D dönüştürücünün çıkışında yapılan ölçümler gösterilmiştir. Bu ölçümlerle fırının olması istenilen sıcaklığı (gerçek sıcaklık) ile sıcaklık sensörü ve A/D dönüştürücüden ölçülen sıcaklıklar ayrıca standart sapmaları bulunmuştur. Ölçülen sıcaklık farkları Şekil 4.2 ve Şekil 4.3' de grafiklerle gösterilmiştir.

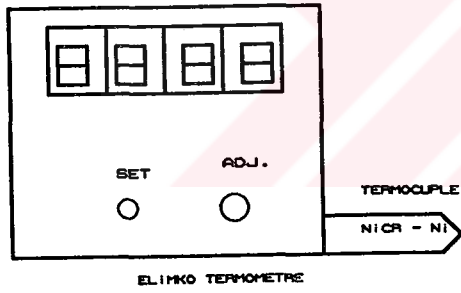
$$\sigma (\text{Standart Sapma}) = 25,59 \quad (\text{Çizelge 4.1' den})$$

$$\sigma (\text{Standart Sapma}) = 25,43 \quad (\text{Çizelge 4.2' den})$$

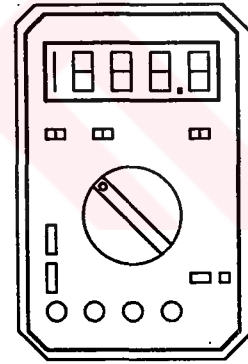


(a)

(b)



(c)



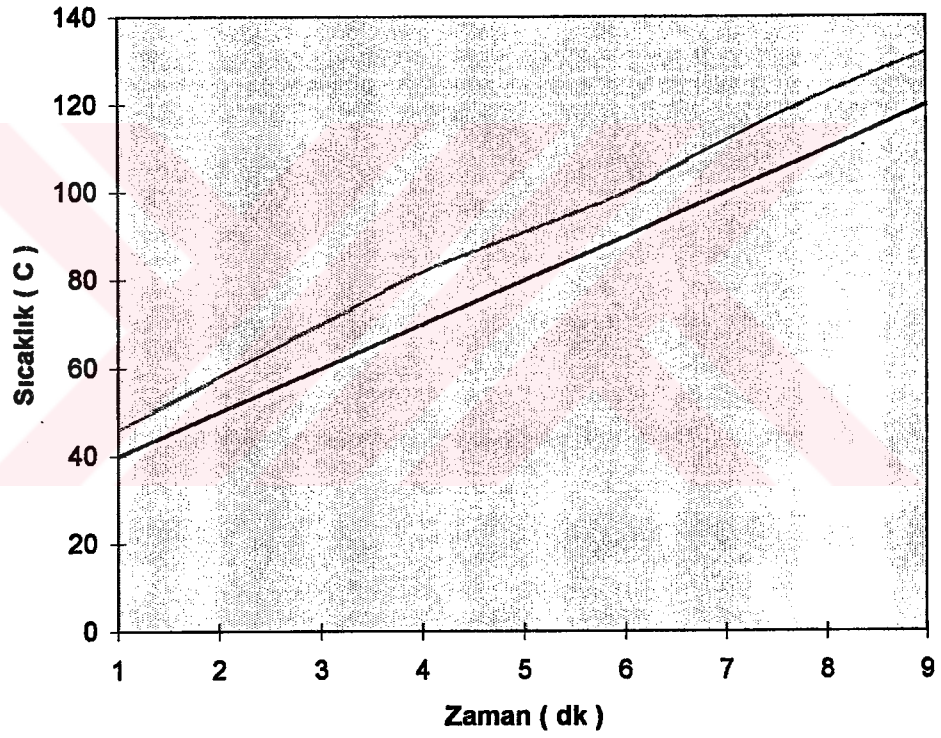
(d)

Şekil 4.1. Diş protez fırını ve sıcaklık ölçümü yapılan, aletler

- (a) Diş protez fırını (ekstromat)
- (b) Sıcaklık ölçümü yapılan sıvılı cam termometre
- (c) Elimko dijital termometre (termocuple sensörlü)
- (d) Tes dijital termometre (Entegre devre sensörlü)

Çizelge 4.1. Sıcaklık sensörü ölçümleri

Gerçek Sıcaklık (°C)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Sensörden Okunan Sıcaklık	45	57	70	82	91	101	113	123	132

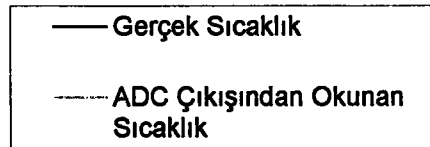
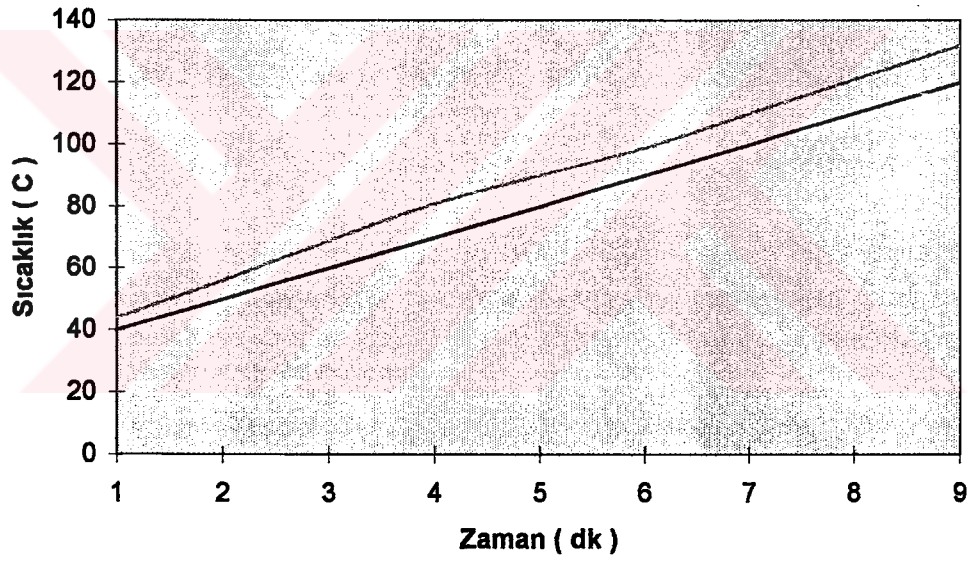


— Gerçek Sıcaklık
— Sensörden Okunan Sıcaklık

Şekil 4.2. Sıcaklık sensöründen ölçülen sıcaklık ile fırının gerçekte olması istenilen sıcaklığı

Çizelge 4.2. A/D Dönüştürücü ölçümleri

Gerçek Sıcaklık (°C)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
ADC Çıkışından Okunan Sıcaklık	44	56	69	81	90	99	110	121	132



Şekil 4.3. A/D dönüştürücüden ölçülen sıcaklık ile fırının gerçekte olması istenilen sıcaklığı

Diş protezi pişirme fırınında, kontrol edilen diğer değişken de zamandır.

Protezin pişirilme süresi çok önemlidir. Bundan dolayı, zamanlama hata oranının az olması gerekmektedir. Kontrol kartında, zamanlama hatası olmaması için, kristal osilatör kullanılmıştır. Mikrodenetleyiciye harici olarak bağlanan, 4 MHz' lik kristal ve 22 pF' lık kondansatörler, mikrodenetleyicinin kendi içinde 4 MHz' lik saat sinyali üretmesini sağlarlar. Zamanlama bu saat sinyalinin bölünmesiyle sağlandığından, yapılan 1 saatlik ölçümlerde göz ile görülebilecek, zamanlama hatasına rastlanmamıştır. Bundan dolayı zamanlama hatasının 1 saatlik çalışmada, 1 saniyenin altında olduğu söylenebilir. Piyasadaki kontrol kartlarında, ucuz olması nedeniyle RC osilatör kullanılmaktadır. RC osilatörlerle tam zamanlama sağlanamamaktadır. Sıcaklık gibi dış etkenlerden çalışması etkilenmektedir.

Diş protezi pişirme fırınına kontrol etmek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, en önemli üç sonuç; tasarlanan kontrol kartında ilk defa mikrodenetleyici kullanılmış olması, kontrol kartının benzerlerinden çok küçük olması ve piyasada bulunan kontrol sistemlerinden, her yönüyle güvenilir olmasıdır.

Ekstromat ismiyle bilinen cihazların kontrol kartları yarı mekaniktir. Sıcaklık veya zaman değerleri potansiyometre ve komütatör ile girilmektedir. Yükleri rölelerle kontrol etmektedirler. Halen kullanılmakta olan, en gelişmiş kontrol kartının tasarımı, sayısal tasarım tekniği ile yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada ise, 8 bitlik PIC16C64 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Yükler opto - izolatörlerle kontrol edilmiştir. Teknolojik olarak üstün bir sistem meydana getirilmiştir.

Benzer sistemler bir çok devre elemanlı ve çok katlı yapıya sahip olduklarından fazla yer kaplamaktadırlar. Tasarımı gerçekleştirilen sistemde, çok az devre elemanı kullanılmış, tek bir karta montaj yapılmıştır. Kontrol kartının baskılı devresi Ek-4' de gösterilmiştir.

Tasarlanan sistemin mikrodenetleyici kontrollu olması nedeniyle, hatalar minimum seviyeye çekilebilmiştir. Kullanılan sıcaklık sensörünün doğrusal yapıya sahip olmasına, elemanların toleranslarına ve zamanlamanın tam olmasına dikkat edilmiştir.

Kontrol kartında kompresörün ve valfin meydana getirdikleri manyetik alandan dolayı ufak aksaklıklar meydana gelmiştir. Bu hatalar ekranlama ve topraklama ile giderilmiştir. Gerek bu manyetik alan, gerekse şebeke gürültülerinin mikrodenetleyiciyi etkilememesi için, klavyede bulunan butonlar izole edilmiştir.

İstenirse kendi içinde A/D dönüştürücüye sahip olan, PIC16C74 mikrodenetleyicisi kullanılabilir. PIC16C74 içinde 8 adet A/D Dönüştürücü bulunduğu; nem, ağırlık ve ışık şiddeti gibi toplam 8 değişken kontrol edilebilir.

Yedi segmentli display yerine, LCD gösterge konabilir. LCD göstergeyi sürmek için, LCD sürücü devresi kullanmak gerekmektedir. Kontrol kartı biraz büyümekle birlikte, enerjiden tasarruf sağlanmış olur.

Sıcaklık sensörü olarak, doğrusallığı daha iyi sensör kullanılabilir. Doğrusallığı iyi olan sıcaklık sensörü kullanmakla, sıcaklık ölçüm hatası azaltılabilir.

A/D Dönüştürücü olarak, doğrusallığı daha iyi dönüştürücü kullanılabilir. Daha doğru sıcaklık ölçümü yapılmış olur.

Fakat kontrol kartın yapılabilecek bu değişikliklerin, maliyet artıracığı, kartın ebatlarını büyüteceği bilinmelidir



KAYNAKLAR

1. Martinelli, N., 1975, Dental laboratory technology, **The C. V. Mosby Company**, s 172-173, Saint Lois.
2. Zaimođlu, A., Can, G., Ersoy, e. ve Aksu, Levent.,1993, Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi, **Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Yayın No:17**, s 165-194, Ankara.
3. Çalikkocaođlu, S., 1993, Tam Protezler, **İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Yayın No:81**, s 162-164, İstanbul.
4. Garland, H., 1979, Introduction Microprocessor System Design, **McGraw Hill**.
5. Microchip, 1996/1997, **PIC 16/17 Microcontroller Data Book**.
6. Microchip, 1994/1995, **Embedded Control Handbook**.
7. Cavenor, M. and Arnold J., 1988, Mikrocomputer interfacing. An experimental approach using the Z 80, **Prentice Hall**.
8. Douglas V., 1983, Microprocessors and Dijital Systems, **Macmillan/Mc Graw- Hill**, Ohio.
9. Güler, F. N., 1986, **A-D, D-A Çevirici ile -40°C ve 100°C arasında çalışan bir Dijital Termometre tasarımı ve yapımı**, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans, Ankara.
- 10. National Semiconductor 1998, **Datasheets and Application Notes CD**.
11. Kıray V., 1997, Oda içi sıcaklık ve hava kalitesinin mikrodenetleyici ve Bulanık Mantıkla Kontrolü, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**, Ankara.
12. Willis, J. T. and Webster G. John.,1988, Interfacing Sensors to the IBM PC, **Prentice Hall**.
13. Kularatna, N., 1996, Modern electronic test and measuring instruments, **IEE Elektrical Measurement Series 10**
14. Texas Instruments 1985, **Data book**.

15. Microchip, 1996, **MPASM Assembler User' s Guide.**
16. Kurem, E., 1991, **Amonyaklı ve Feonlu Soğutma Tesislerinin Mukayesesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, Bursa.**
17. Şenses A., 1998, **Elektrikli Ev Aletleri Dersi Notları, Gazi Üniversitesi T.E.F. Elektrik Eğitimi Bölümü, Ankara.**
18. Manly H. P., 1948, **Drake's Refrigeration Servis Manuel, Frederec J. Drake Company.**



PIC16C6X- 8 bit CMOS Mikrodenetleyicisi

PIC16C6X mikrodenetleyicilerin ortak özellikleri;

- Yüksek performanslı CPU.
- Sadece 35 kelimelik komut seti
- Tüm komutlar tek saykıl (200 ns)program dallanma komutları 2 saykıl.
- Çalışma hızı= DC- 20 MHz saat girişi

DC- 200 ns komut saykılı

- Kesme imkanı
- 8 düzey derinlikte donanım stok.
- Direkt, endirekt ve göreceli adresleme modları
- Açılışta Reset
- Açılış zamanlayıcısı (RWRT) ve osilatör başlangıç zamanlayıcısı (OST)
- Bekçi zamanlayıcısı (WDT), güvenilir çalışma için dahili RC asilatörüyle beraber.
- Programlanabilir kod koruması.
- Enerji tasarrufu sağlayan uyku (Sleep) modu.
- Seçilebilir osilatör seçenekleri
- Düşük güç harcamaları, yüksek hızlı CMOS, EPROM/ROM teknolojisi
- Tamamlanmış statik tasarım.
- Geniş işletme gerilimi aralığı = 2.5-6.0 V
- Ticari, endüstriyel ve otomotiv sıcaklık aralıkları.

Düşük güç harcaması.

< 2mA & 5V, 4MHz

15 µA tipik & 3V, 32 KHZ

<1µA tipik uyku akımı.

PIC 16C6X Çevresel Birim özellikleri

- Timer 0 = 8 bit zamanlayıcı / sayıcı (ön bölücülü/ prescaler)

- Timer 1 = 16 bit zamanlayıcı / sayıcı (ön bölücülü TMR1 uyku anında harici kristal veya clock kullanılarak azaltabilir).
- Timer 2 = 8 bit periyot keydedicisi prescaler ve postscaler'le birlikte zamanlayıcı / sayıcı.
- Yakala/Karşılaştırm / PWM modülleri
- Yakalayıcı = 16 bit, max. çözünürlük 12.5 ns.
- Karşılaştırmacı = 16 bit, max. çözünürlük 200 ns.
max. PWM çöz. 10 bit.
- Senkronize Seri Port (SSP), SPI ve I² C ile birlikte
- Senkronize ve asenkronize alıcı verici (USART / SCI)
- Paralel Slave Port (PSP) 8 bit genişlik, harici \overline{RD} , \overline{WD} , \overline{CS} kontrolleri
- BOR devresi içi Brown-out detektörü

Genel tanımlar

PIC16CXX ucuz, yüksek performanslı, CMOS ve tamamen statik 8 bit mikrodenetleyici ailesidir.

Bütün PIC16/17 mikrodenetleyicileri ileri bir RISC mimarisine sahiptir. PIC16CXX mikrodenetleyici ailesi geliştirilmiş çekirdek özelliklerine sahiptir, 8 düzeyli stok ve çoklu dahili ve harici kesme kaynakları bunlardan bazılarıdır. Harvard mimarisinin ayrık komut ve veri yolu yapısı sayesinde 14 bitlik komut kelimesi ve ayrık 8 bit genişliğinde veri kelimesi mümkün olmaktadır. İki aşamalı komut sırası program dallanma komutları (iki döngü gerektirir) hariç, tüm komutların tek bir döngüde işletilmesini sağlar. Toplam 35 komut vardır. Ek olarak geniş bir kaydedici seti sayesinde bazı mimari yenilikler sağlanarak yüksek bir performans elde edilmiştir.

PIC16CXX mikrodenetleyicileri 2:1 oranında kod sıkıştırması ve 4:1 oranında hız gelişmesi sınıfındaki diğer 8 bit mikrodenetleyicilere göre üstünlük sağlar.

PIC16C64/64A/R64 elemanları 128 byt'lık RAM'e ve 33 I/O pinime sahiptir. Buna ek olarak çevresel birim özelliği vardır. Bunların içinde üç adet zamanlayıcı / sayıcı, bir adet Tutucu / Karşılaştırıcı / PWM modülü ve bir seri port mevcuttur. Senkroniye seriport 3 hatlı bir Seri Çevresel Arabirim (SPI) veya 2 hatlı Entegreler arası (I²C) veriyolu şeklinde ayarlanabilir. Ayrıca 8 bitlik parallel slave portta mevcuttur. PIC16C6X ailesindeki elemanlar harici elemanları azaltmayı sağlayan dolayısıyla fiyatı ve güç harcamasını azaltan, sistem güvenilirliğini artıran özelliklere sahiptir. 4 osilatör seçeneği mevcuttur; tek pin kullanılan RC asilatörü ucuz bir çözümdür, LP osilatör güç harcamasını en aza indirir, XT standart kristalli asilatör ve HS yüksek frekanslı kristallerde kullanılır. "Sleep" Uyku fonksiyonu (güç kapatımı) modu enerji tasarrufu sağlar. Kullanıcı çipi "Uyku" modundan çeşitli dahili ve harici kesmeleri veya reseti kullanarak çıkarılabilir.

Yüksek güvenilirliğe sahip bir bekçi zamanlayıcısı (Watchdog timer) çipin üzerinde yer alan bir RC osilatör ile çalışır ve yazılımdan kaynaklanan kilitlemeleri önler.

UV ile silinebilen CERDIP paketindeki tipler yazılım geliştirmek için uygunken, uygun fiyatlı OTP (bir defa programlanabilen) tipler çeşitli miktarlarda imalat için uygundur.

PIC16C6X ailesindeki elemanlar, yüksek hızlı otomotiv ve cihaz kontrolundan, düşük güçlü uzak algılayıcılar, klavyeler ve telekomünikasyon (haberleşme) işlemcilerine kadar uzanan bir alandaki uygulamalar için uygundur. ERPOM teknolojisi sayesinde uygulama programının kodlarını (verici kodları, motor hızları, alıcı frekansı vs.) değiştirmek oldukça kolay ve

hızlıdır. Yer darlığının sözkonusu olduğu yerlerde küçük hacimli paketleri sayesinde bu mikrodenetleyici serisini kullanmak mümkündür.

Düşük fiyat, düşük güç harcaması, yüksek performans, kullanım kolaylığı ve I/O esnekliği gibi özellikleri PIC16C6X'i mikrodenetleyicilerin daha önce ki kullanılmadığı alanlarda bile kullanılabilir yapmaktadır. (Ör. zamanlayıcılar, seri iletişim, yakalama ve karşılaştırma, PWM fonksiyonları ve yardımcı işlemci uygulamaları).

Ailesiyle Uyumluluk

PIC16C5X ailesi ile tanışık olanlar, bunun PIC16C5X mimarisinin gelişmiş bir şekli olduğunu göreceklerdir. PIC16C5X için yazılmış program kodu kolaylıkla PIC16CXX ailesinden bir elemana aktarılabilir.

Yazım Desteği

PIC16CXX ailesi, tam özellikli bir makro assembler, bir yazılım simülatörü, bir devre içi emülatör, bir düşük fiyatlı geliştirme programlayıcısı ve bir tam özellikli programlayıcı ile desteklenmektedir. Bir " C " dönüştürücüsü ve bulanık mantık destek araçları da mevcuttur.

PIC16CXX Eleman Çeşitleri

Çeşitli frekans aralıkları ve paket seçenekleri mevcuttur. Uygulamalara ve üretim isteklerine bağlı olarak, bu katalogun sonundaki PIC16CXX' ün tanıma

sistemi bölümündeki bilgilere bakarak uygun eleman seçeneği belirlenebilir. Tercih yaparken, doğru eleman numarasını belirtmek için 4 eleman tipi eleman numarasında şöyle belirtir.

1. PIC16C64'deki C, bu elemanlar EPROM tipinde hafızaya sahiptir ve standart gerilim aralığında çalışır.
2. PIC16LC64'deki LC, bu elemanlar, EPROM tipi hafızaya sahiptirler ve genişletilmiş gerilim aralığında çalışır.
3. PIC16CR64'deki CR, bu elemanlar ROM tipi hafızaya sahiptirler ve standart gerilim aralığında çalışır.
4. PIC16LCR64'deki LCR, bu elemanlar ROM tipi hafızaya sahiptirler ve genişletilmiş gerilim aralığında çalışır.

UV (ultra viole) Silinebilir Elemanlar

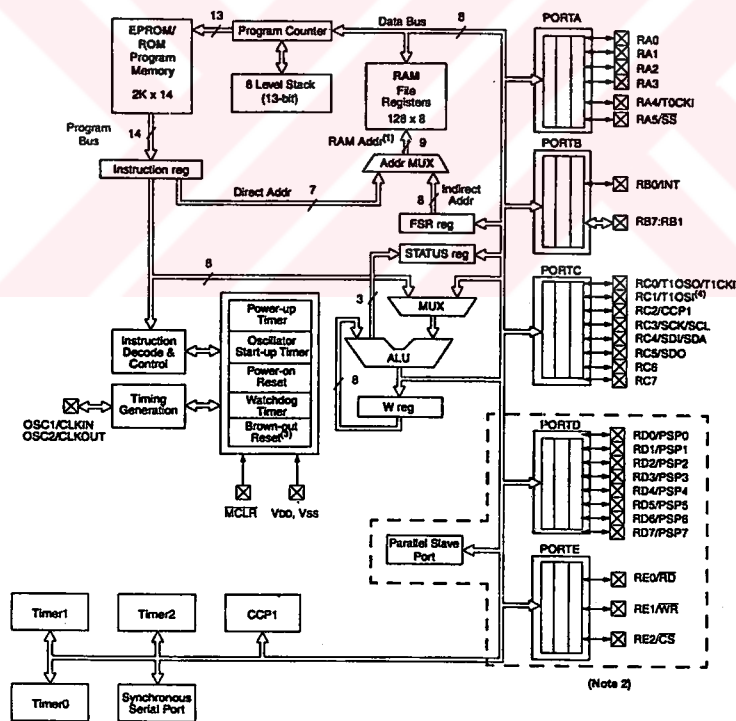
UV silinebilir elemanlar, CERDIP paketi içerisindedirler ve prototip geliştirmede ve pilot programlarda kullanılmaya elverişlidirler.

UV silinebilir elemanlar silinebilir ve istenilen konfigürasyon moduna programlanabilirler. Microchip' in PICSTART ve PRO MATE programlayıcılarını PIC16C6X' i destekler. Üçüncü parti programlayıcılar da mevcuttur.

OTP elemanlar, plastik pakete konulmuştur ve kullanıcının bir kez programlamasına izin verirler. Program hafızasının yanısıra, konfigürasyon bitleri de programlanmalıdır.

	Clock			Memory		Peripherals					Features			
	Maximum Frequency of Operation (MHz)	EPROM	ROM	Data Memory (bytes)	Timer Module(s)	Capture/Compare/PWM Modules	Serial Port(s) (SPI/I ² C, USART)	Parallel Slave Port	Interrupt Sources	I/O Pins	Voltage Range (Volts)	In-Circuit Serial Programming	Brown-out Reset	Packages
PIC16C62	20	2K	—	128	TMR0, TMR1, TMR2	1	SPI/I ² C	—	7	22	3.0-6.0	Yes	—	28-pin SDIP, SOIC, SSOP
PIC16C62A ⁽¹⁾	20	2K	—	128	TMR0, TMR1, TMR2	1	SPI/I ² C	—	7	22	2.5-6.0	Yes	Yes	28-pin SDIP, SOIC, SSOP
PIC16CR62 ⁽¹⁾	20	—	2K	128	TMR0, TMR1, TMR2	1	SPI/I ² C	—	7	22	2.5-6.0	Yes	Yes	28-pin SDIP, SOIC, SSOP
PIC16C63	20	4K	—	192	TMR0, TMR1, TMR2	2	SPI/I ² C, USART	—	10	22	2.5-6.0	Yes	Yes	28-pin SDIP, SOIC
PIC16CR63 ⁽¹⁾	20	—	4K	192	TMR0, TMR1, TMR2	2	SPI/I ² C, USART	—	10	22	2.5-6.0	Yes	Yes	28-pin SDIP, SOIC
PIC16C64	20	2K	—	128	TMR0, TMR1, TMR2	1	SPI/I ² C	Yes	8	33	3.0-6.0	Yes	—	40-pin DIP; 44-pin PLCC, MQFP
PIC16C64A ⁽¹⁾	20	2K	—	128	TMR0, TMR1, TMR2	1	SPI/I ² C	Yes	8	33	2.5-6.0	Yes	Yes	40-pin DIP; 44-pin PLCC, MQFP, TQFP
PIC16CR64 ⁽¹⁾	20	—	2K	128	TMR0, TMR1, TMR2	1	SPI/I ² C	Yes	8	33	2.5-6.0	Yes	Yes	40-pin DIP; 44-pin PLCC, MQFP, TQFP
PIC16C65	20	4K	—	192	TMR0, TMR1, TMR2	2	SPI/I ² C, USART	Yes	11	33	3.0-6.0	Yes	—	40-pin DIP; 44-pin PLCC, MQFP
PIC16C65A ⁽¹⁾	20	4K	—	192	TMR0, TMR1, TMR2	2	SPI/I ² C, USART	Yes	11	33	2.5-6.0	Yes	Yes	40-pin DIP; 44-pin PLCC, MQFP, TQFP
PIC16CR65 ⁽¹⁾	20	—	4K	192	TMR0, TMR1, TMR2	2	SPI/I ² C, USART	Yes	11	33	2.5-6.0	Yes	Yes	40-pin DIP; 44-pin PLCC, MQFP, TQFP

16C6X Ailesi ve Elemanları



PIC16C64'ün blok diyagramı

Seri Numaralı QTP (SQTP) Elemanlar

Microchip, benzersiz bir programlama hizmeti ile kullanma tanımlı alanı farklı seri numaraları ile programlamaktadır. Seri numaraları, rastgele, sahte rastgele veya ardışık olabilir.

Seri numaralı programlama, her elemanın kendine özgü parola, giriş kodu veya ID numarası olarak kullanabileceği bir numaraya sahip olmasını sağlar.

ROM elemanlar, program hafıza alanında seri numara bilgisine izin vermezler. Kullanıcı bu bilgiyi veri program hafızasına koyabilir.

Salt Okunur Bellekli (ROM Elemanlar); Microchip maskelenmiş ROM tiplerini büyük miktarlardaki üretimler için sunmaktadır. Böylece fiyat indirimi ve kullanmaya hazır ürünler sağlanır.

Mimari Yapı

PIC16CXX ailesinin yüksek performansı, RISC işlemcilerde de bulunan mimari özelliklerinden kaynaklanmaktadır. PIC16CXX, program ve verinin farklı hafızalardan farklı veriyolları kullanılarak işlendiği Harvard mimarisini kullanmaktadır. Bu geleneksel Von Neumann mimarisinde aynı hafıza ve veriyolu üzerinden program ve verinin işlenmesine göre iyileştirilmiş bir band genişliği sağlar. Aynı zamanda program ve veri yollarının ayrılması ile komutların 8 bit genişlikten farklı bir uzunluğa sahip olmaları sağlanmıştır. 14 bitlik komut kelime uzunluğu, tüm komutların tek kelime ile işlenmesine imkan sağlar. 14 bitlik program hafızası erişim yolu 14 bitlik komutu tek bir

saykilda getirir. İki aşamalı komut tamponu getirme ve işletmenin aynı saykilda birbirini takip etmesini sağlar. Böylece program dallanma komutları hariç tüm komutlar tek bir saykilda işletilir. (200 ns & 20 MHz) . PIC16C61 1K x14 program hafızası adresler. PIC16C621 62A/R62/64/64A/R64 2Kx14 program hafızası adreslerler. PIC16C63/65/65A elemanları 4Kx14 program hafızası adreslerler. Tüm program hafızası dahilidir. PIC16CXX, kaydedicilerini veya veri hafızasını direkt veya endirekt adresleyebilir Program sayacı dahil tüm özel fonksiyon kaydedicileri veri hafızası içerisinde yer alırlar. PIC16CXX ortogonal (simetrik) komut setine sahiptir ve böylece herhangi bir işlem, herhangi bir adresleme modu kullanılarak herhangi bir kaydedici üzerinde yapılabilir. Bu simetrik yapı ve özel durumların eksikliği PIC16CXX'in programlanmasını basit ama etkili kılar, dolayısıyla öğrenmesi kolaydır.

PIC16CXX elemanı 8 bitlik bir ALU' ya ve çalışma kaydedicisine (working register, W) sahiptir. ALU, genel amaçlı bir aritmetik işlemci ünitesidir. Çalışma kaydedecisi ile herhangi bir kaydedici arasında aritmetik ve lojik işlemleri yapar.

ALU, 8 bit genişliğindedir ve toplama, çıkarma, kaydırma ve lojik işlemleri gerçekleştirebilir. Aksi belirtilmedikçe, aritmetik işlemler 2' nin tümleyeni şeklinde yapılır. İki işlemin (operand) bulunduğu komutlarda genelde bir operand working W kaydedicisi iken , diğeri de herhangi bir kaydedici veya hazır sabit olabilir. Tek operand' lı işlemlerde, operand ya W kaydedicisidir ya da bir dosya kaydedicidir.

W kaydedicisi ALU'da işlemler için kullanılan 8 bitlik bir çalışma kaydedicisidir ve adreslenemez.

İşletilen komuta bağı olarak ALU, STATUS kaydedicisindeki Carry (C), Digit Carry (DC) ve Zero (Z) bitlerini etkileyebilir. C ve DC bitleri borrow ve digit borrow çıkış bitleri olarak çıkartma işleminde kullanılırlar. SUBLW ve SUBWF komutlarıyla ilgili örnekler verilebilir. [5]



EK - 2

Diş protezi fırınında kontrol edilen yükler

Isıtıcı

Isıtıcı olarak telden sarılan, 2000W gücünde bir ısıtıcı kullanılmıştır. Pişirme işleminin süresi kısa tutulmak isteniyorsa daha güçlü ısıtıcılarda kullanılabilir. Isıtıcı, su ısıtmada kullanılan tipte yapılmıştır. Sistemin ilk çalışma zamanlarında, ısıtıcı bir süre en yüksek güçte çalışmaktadır. Isıtıcının enerjisi kesilince, bir süre daha su ve protezin bulunduğu kazana , ısı vermeye devam etmektedir.

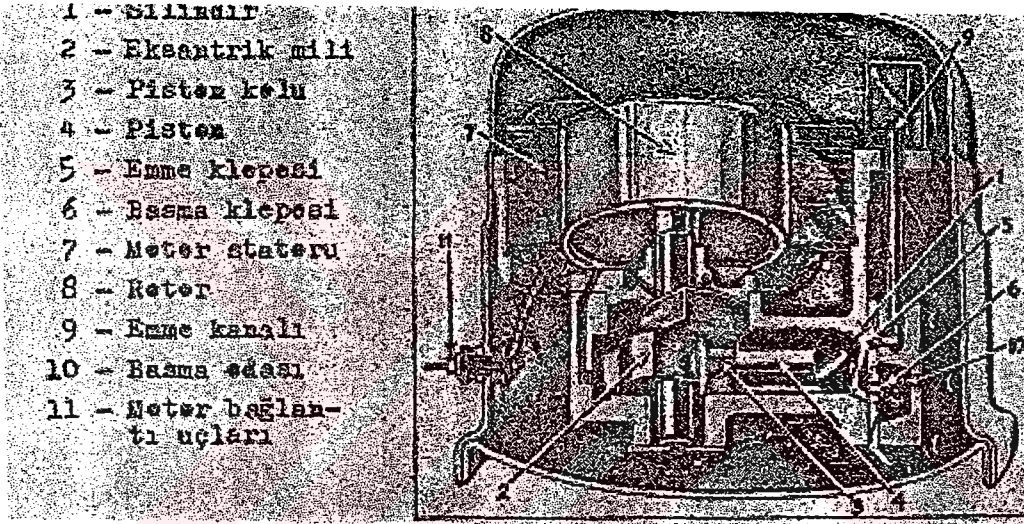
Otomatik Basınç Şalteri

Tamamen mekanik bir sistemdir. Şalterin içinde bulunan yaylar ile basınç algılanır. Ayarlanan AÇMA - KAPAMA basıncına göre kompresörü çalıştırır veya durdurur. Bir kazanın basıncı 4 ile 6 atmosfer arasında olsun isteniyorsa, otomatik basınç şalteri üzerinde bulunan iki vida ile basınç aralığı ayarlanır. Bu ayarlamayla otomatik basınç şalteri; kompresörü 6 atmosfere kadar çalıştırıp durdurur. Kazanın basıncı 4 atmosferin altına düştüğü zaman, kompresörü tekrar devreye sokar. Kompresör 6 atmosfere kadar çalışıp, tekrar durur.

Pistonlu kapalı tip (hermetik) kompresör

Açık tip kompresörler ile kapalı tip kompresörler arasında belirgin bir fark vardır. Açık tip kompresör hareketini kayış ve kasnaklar arıcılığı ile elektrik motorundan alır. Kapalı tip kompresör ise hareketini direk olarak bağlı olduğu elektrik motorundan alır.

Hermetik tip komple olarak DOM denilen çelik bir kutu içinde bulunur. Kutu kapağı kaynakla kapatılmıştır. Ayrıca , kutudan çıkan alçak basınç , yüksek basınç boruları ile servis için kullanılacak boru gümüş kaynağı ile birleştirilmiştir. Dom içindeki motor - kompresör grubu şu parçalardan oluşur.



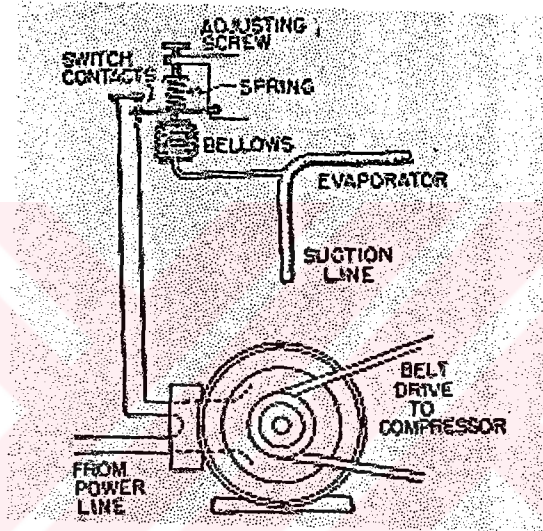
Hermetik Kompresör

Piston dom içine yatık, eksantrik mili ise dik konumda çalışır. Piston hareketini eksantrik milinin sonuna bağlı olan rotordan alır.

Hermetik kompresörün bütün parçaları devamlı olarak yağ içinde bulunur. Krank milinin alt kısmındaki santrifüj tulumba , bütün parçaların yağlanmasını sağlar.

Soğutma alanında kullanılan , hermetik kompresörlerin dört çeşiti vardır.

1. Bütün bağlantılar kaynaklı olup , kompresör üzerinde servis valfi yoktur.
2. Bütün bağlantılar civata ile yapılmış olup , servis valfi yoktur.
3. Bütün bağlantılar kaynaklıdır ve servis valfi vardır.
4. Bütün bağlantılar civata ile yapılmıştır ve servis valfi vardır.



Valf ve Kompresör Düzenegi

Selenoid valf

Elektrik ile açılıp - kapanan valftir. İçerisinde bulunan bobine 220V. gerilim uygulandığı zaman açılan, gerilim kesildiğinde kapanan bir yapıya sahiptir. Diş protezi pişirme işlemi bittiği zaman, valf enerjilendirilir. Bu sayede yüksek basınçlı hava ve su fırının kazanından boşaltılır [16-18].

EK - 3

```

*****
;
*
;* Diş Protezi Pişirme Fırını Kontrolü İçin Tasarlanan Program
;*
*****
;
*
;* PORTD,0 = Başla, Dur. ( Start, Stop )
;* PORTD,7 = Sistemin Çalıştığını Gösterir.
;* PORTD,1 = Digit1 'i artır. ( Increment )
;* PORTD,2 = Digit2 " . "
;* PORTD,3 = Digit3 " . "
;* PORTD,4 = Digit4 " . "
;* PORTD,5 = Digit5 " . "
;* PORTD,6 = Kompresör durdumu kontrol et.( Çalışıp, durmuşmu ? )
;*
;* PORTE,0 = Kompresör çalış-dur,
;* PORTE,1 = Isıtıcı çalış-dur,
;* PORTE,2 = Valfi aç-kapa,sinyal uyarısını aç-kapa.
;*
;* PORTC 0-7 = ADC çıkışına bağlanır. ( 8-bit )
;*
;* PORTA 0-4 = Ortak katot bağlantısı için,
;* PORTA,5 = Kullanılmıyor.
;*
;* PORTB 1-7 = Display sürümü için, ( 7 segment 220 ohm ile bağlı.)
;* PORTB,0 = Kullanılmıyor.
;*
;*
;* Tasarlanan fırının kontrol panelinde 5 displey , butonlar
;* kompresör, ısıtıcı ve valf için 3 adet led diyot bulunmaktadır.

```

```

;* Butonlar dokunmatik olup , sıcaklık ve zaman değerleri buradan
;* girilir. Ayrıca, START-STOP ve RESET butonları bulunmaktadır.
;* Start ve Stop işlemleri tek butondan yapılmaktadır.

```

```

;*

```

```

;*

```

```

;*

```

```

;*

```

```

;*

```

```

;*

```

```

;*

```

Programı Hazırlayan : **Metin KAPIDERE - 1998**

```

*****

```

```

*

```

```

;*

```

```

LIST P=16C64

```

```

;*

```

```

#include <P16C64.INC>

```

```

;*

```

```

*****

```

```

*

```

```

;

```

```

ZERO      equ  H'7E'
ONE       equ  H'0C'
TWO       equ  H'B6'
THREE     equ  H'9E'
FOUR      equ  H'CC'
FIVE      equ  H'DA'
SIX       equ  H'FA'
SEVEN     equ  H'0E'
EIGHT     equ  H'FE'
NINE      equ  H'DE'

```

```

;

```

```

;
MINUTE    equ    H'0030'
DELAY    equ    H'0020'
TMP       equ    H'0021'
DELAY2    equ    H'0022'
DELAY3    equ    H'0023'
DIGIT1    equ    H'0024'
DIGIT2    equ    H'0025'
DIGIT3    equ    H'0026'
DIGIT4    equ    H'0027'
DIGIT5    equ    H'0028'
MSB       equ    H'0029'
LSB       equ    H'002A'
YÜZLER    equ    H'002B'
ONLAR     equ    H'002C'
HTEMP     equ    H'002D'
LTEMP     equ    H'002E'
FLIP      equ    H'002F'

```

```
.*
;
```

```
*****
```

```
*
```

```
.*
;
```

```

    org    00H
    goto   START
    org    05H

```

```
;
```

```
;
```

```
;
```

```
START
```

```
    clrw
```

```
    bsf   STATUS,RP0
```

```

movlw H'00'
movwf TRISA^80H
movwf TRISB^80H
movwf TRISE^80H
movlw H'FF'
movwf TRISC^80H
movlw H'7F'
movwf TRISD^80H
movlw H'0F'
movwf OPTION_REG^80H
bcf STATUS,RP0
movlw H'FF'
movwf PORTE
movlw H'80'
movwf PORTD
movlw .0
movwf DIGIT1
movwf DIGIT2
movwf DIGIT3
movwf DIGIT4
movwf DIGIT5
movlw .33
movwf DELAY2
movlw .121
movwf DELAY3
goto TAM
;
;*****
;
;*
;* D3MS Alt programı 3*5 = 15 msn gecikme sağlar.
;*
;
```

```
*****  
;  
*  
;  
TAM  
    clrw  
    call WRITEDISP  
    call CSWON  
;  
-----  
;  
TAM0  
    clrw  
    call WRITEDISP  
    call TIME1  
;  
-----  
;  
TAM1  
    clrw  
    call WRITEDISP  
    call WORK  
;  
*****  
;  
*  
;  
CSWON  
    btfsc PORTD,0  
    goto TMP_HES  
    goto CSW  
;  
-----
```

;

CSW

btfsc PORTD,1

goto IDIGIT1

btfsc PORTD,2

goto IDIGIT2

btfsc PORTD,3

goto IDIGIT3

btfsc PORTD,4

goto IDIGIT4

btfsc PORTD,5

goto IDIGIT5

goto TAM

;

;-----

;

IDIGIT1

incf DIGIT1,1

DEB1

btfss PORTD,1

goto DEB1

goto CSWON

;

;-----

;

IDIGIT2

incf DIGIT2,1

DEB2

btfss PORTD,2

goto DEB2

goto CSWON

;

;-----

;

IDIGIT3

incf DIGIT3,1

DEB3

btfss PORTD,3

goto DEB3

goto CSWON

;

;-----

;

IDIGIT4

incf DIGIT4,1

DEB4

btfss PORTD,4

goto DEB4

goto CSWON

;

;-----

;

IDIGIT5

movf DIGIT5,0

btfss STATUS,Z

goto DB5

incf DIGIT5,1

DEB5

btfss PORTD,5

goto DEB5

goto CSWON

;

DB5

```

btfss PORTD,5
goto DB5
movlw .0
movwf DIGIT5
goto CSWON

```

;

*

.* Çalışma Alt Programları

.*

*

;

WORK

```

btfss PORTD,0
goto WORK5
btfss PORTD,6
goto WORK1
movlw H'FE'
movwf PORTE
goto TAM1

```

;

;

;

WORK1

```

btfss PORTD,0
goto WORK5
movlw .5
subwf TMP,W
subwf PORTC,W

```

```
    btfsc STATUS,C
    goto HOUR
    movlw H'FD'
    movwfPORTE
    goto TAM1
;
;-----
;
;
HOUR
    movlw H'00'
    movwfPORTD
    goto WORK3
;
;-----
;
;
WORK2
    btfss PORTD,0
    goto WORK5
    movf TMP,W
    subwf PORTC,W
    btfsc STATUS,C
    goto WORK3
    movlw H'FD'
    movwfPORTE
    goto WORK4
;
;-----
;
;
WORK3
    btfss PORTD,0
    goto WORK5
```

```

    movlw H'FF'
    movwfPORTE
    goto  WORK4
;
;-----
;
WORK4
    btfss PORTD,0
    goto  WORK5
    goto  TAM0
;
;*****
;
;*
;*      Delay Rutinleri
;*
;*****
;
;
D3MS
    movlw .4
    movwfMSB
    goto  D1
;
D1
    movlw 0xF9
    movwfLSB
D2
    decfsz LSB,F
    goto  D2
    decfsz MSB,F
    goto  D1

```

```

;
;
;
;
*****
;
*
;

```

WORK5

```

    btfss PORTD,0
    goto WORK5
    movlw H'80'
    movwf PORTD
    movlw H'FB'
    movwf PORTE
    goto TAM
;
*****
;
*
;*      (TIMER) Zamanlama Alt Programları
;*
;
*****
;
*
;

```

TIME1

```

    btfss PORTD,0
    goto WORK5
    decfsz DELAY2,1
    goto TAM0
    movlw .33
    movwf DELAY2
;-----
;
;

```

TIME2

```

    decfsz DELAY3,1
    goto   WORK2
    movlw .121
    movwf DELAY3

```

```

;-----
;

```

TIME3

```

    movf  DIGIT1,0
    btfsc STATUS,Z
    goto  HES
    decfsz DIGIT1,1
    goto  WORK2
    movf  DIGIT2,0
    btfsc STATUS,Z
    goto  WORK5
    goto  WORK2

```

```

;-----

```

HES

```

    movf  DIGIT2,0
    btfsc STATUS,Z
    goto  WORK5
    decf  DIGIT2,1
    bcf   STATUS,C
    bcf   STATUS,Z
    movlw D'9'
    movwf DIGIT1
    goto  WORK2

```

```

;

```

```

.*****
;

```

```

*
```

```

;*          5 DIGITLİ DISPLAY SÜRME RUTİNİ
;* DIGIT5,DIGIT4,DIGIT3,DIGIT2,DIGIT1, DEĞİŞKENLERİNİ KULLANIR.

```

```

.*
;
*****
;
*

```

```
;
```

WRITEDISP

```

    movlw B'11101111'
    movwf PORTA
    movf  DIGIT1,0
    call  RETURN_CODE
    movwf PORTB
    call  D3MS

```

```
;
```

```

    movlw B'11110111'
    movwf PORTA
    movf  DIGIT2,0
    call  RETURN_CODE
    movwf PORTB
    call  D3MS

```

```
;
```

```

    movlw B'11111011'
    movwf PORTA
    movf  DIGIT3,0
    call  RETURN_CODE
    movwf PORTB
    call  D3MS

```

```
;
```

```

    movlw B'11111101'
    movwf PORTA

```

```

    movf  DIGIT4,0
    call  RETURN_CODE
    movwf PORTB
    call  D3MS
;-----
    movlw B'11111110'
    movwf PORTA
    movf  DIGIT5,0
    call  RETURN_CODE
    movwf PORTB
    call  D3MS
;
    return
;
;*****
;
;* Digit3-4-5'i TMP değişkeni içine dönüşüm yaparak, atmak
;
;* gerekmektedir.
;*
;
;*          100*Digit5 + 10*Digit4 + Digit3 = TMP
;*
;*****
;
;
TMP_HES
    btfs  PORTD,0
    goto  TMP_HES
    movf  DIGIT5,0
    movwf YÜZLER

```

```
        goto  YÜZ
;-----
TMP_HES1
        addwf DIGIT3,0
        movwf TMP
;
        movf  DIGIT4,0
        movwf ONLAR
        goto  ON
;-----
TMP_HES2
        addwf TMP,0
        movwf TMP
        movf  TMP,0
        btfsc STATUS,Z
        goto  WORK5
        movlw H'FE'
        movwf PORTE
        sleep
        goto  WORK
;
;-----
;
ON
        bcf   STATUS,C
        rlf   ONLAR,W
        movwf HTEMP
;
        bsf   STATUS,C
        rlf   ONLAR,F
        bsf   STATUS,C
```

```
    rlf  ONLAR,F
    bsf  STATUS,C
    rlf  ONLAR,F
;
    movf HTEMP,W
    addwf ONLAR,W
    goto TMP_HES2
```

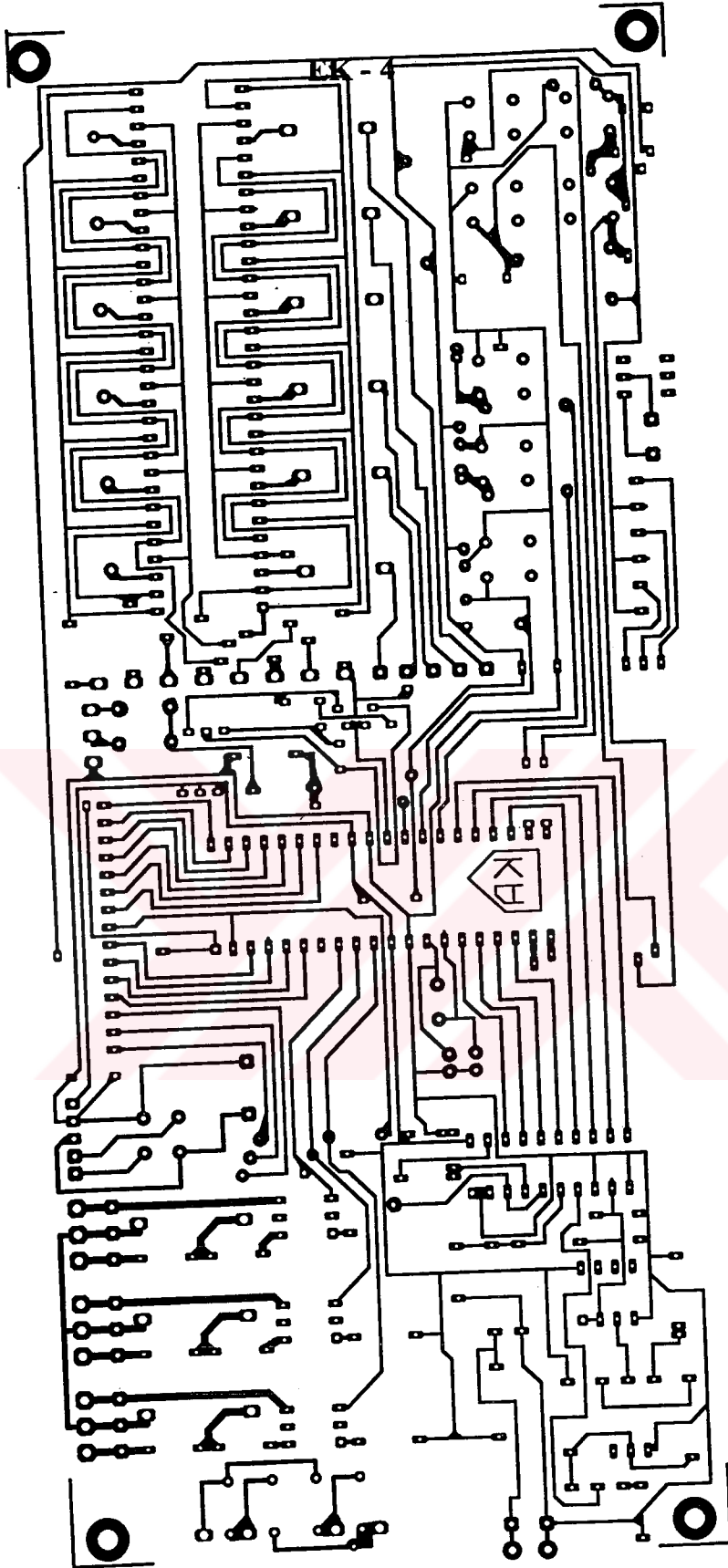
```
;
```

```
;
```

YÜZ

```
    bsf  STATUS,C
    rlf  YÜZLER,0
    movwf LTEMP
;
    bsf  STATUS,C
    rlf  YÜZLER,1
    bsf  STATUS,C
    rlf  YÜZLER,1
    bsf  STATUS,C
    rlf  YÜZLER,1
;
    movf LTEMP,0
    addwf YÜZLER,0
    movwf YÜZLER
;
    bsf  STATUS,C
    rlf  YÜZLER,0
    movwf LTEMP
;
    bsf  STATUS,C
```

```
    rlf  YÜZLER,1
    bsf  STATUS,C
    rlf  YÜZLER,1
    bsf  STATUS,C
    rlf  YÜZLER,1
;
    movf  LTEMP,0
    addwf YÜZLER,0
    goto  TMP_HES1
;
*****
;
*
;
RETURN_CODE
;
    addwf PCL,1
    retlw ZERO
    retlw ONE
    retlw TWO
    retlw THREE
    retlw FOUR
    retlw FIVE
    retlw SIX
    retlw SEVEN
    retlw EIGHT
    retlw NINE
    retlw ZERO
;-----
FINISH
    goto  START
    end
```



Kontrol kartı Baskılı Devresi

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Malatya‘ da doğdu. İlkokulu Malatya‘ da Ortaokulu Kırşehir‘ de ve Liseyi de Adana‘ da tamamladı. 1994 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik - Bilgisayar Eğitimi Bölümünden mezun oldu. Bir yıl mezun olduğu Adana Seyhan Endüstri Meslek Lisesinde öğretmenlik yaptıktan sonra, mezun olduğu Fakülte’ de araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen bu görevde bulunmaktadır.

