

## SERAMİK ve ÇİNİ FIRIN SICAKLIĞININ MİKROKONTROLCÜ (HPC) İLE DENETİMİ

Hamdi Melih SARAĞLU

Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya Meslek Yüksekokulu, Kütahya  
e-mail: saraoglu@dumlupinar.edu.tr

### ÖZET

Seramik teknolojisinde (980°C - 1040°C) seramik ve çini ürünlerinin pişirilmesi için kullanılan fırınlar genellikle manual kontrollü olarak çalıştırılmaktadır. Seramik ve çini ürünlerinin pişirilmesinde fırın bacasını belli aralıklarla açıp kapama, fırını belli sürelerde aktif, belli sürelerde pasif ve şoklama yapma gibi birtakım yardımcı işlevler gerekmektedir. Bu da fırınla ilgili bir görevlinin sürekli olarak ilgisine ve becerisine bağlıdır. Eğer fırın görevlisi gereken aktiviteleri yerinde ve muntazam bir şekilde yapmazsa mamulün kalitesi de aynı oranda düşecektir.

Tanımlanan fırın aktivitesinin hassas bir şekilde yapılması ve kaliteli mamuller elde edilmesi için mikrokontrollü sistemlerden yararlanılabilmektedir. Bu çalışmada seramik ve çini fırınların kontrolleri 16 bitlik HPC (High Performance Controller) kartı ile sağlanabilir.

Anahtar kelimeler: Mikrokontrolcü (HPC), fırın sıcaklık denetimi

### ABSTRACT

#### CONTROL OF CERAMIC AND PORCELAIN FURNACE TEMPERATURE WITH MICROCONTROLLER

Furnaces using for cooking ceramic and porcelain products are generally worked with manual controlled. There are important details cooking of ceramic and porcelain products; opening and closing of furnace chimney in obvious periods, having the furnace on or off or shocking in different periods. To apply above specifications, there must be charged person who is experienced and skillful in his job. If the furnace charged person doesn't do regularly and appropriately desired activities, quality of the products will decrease in the same ratio.

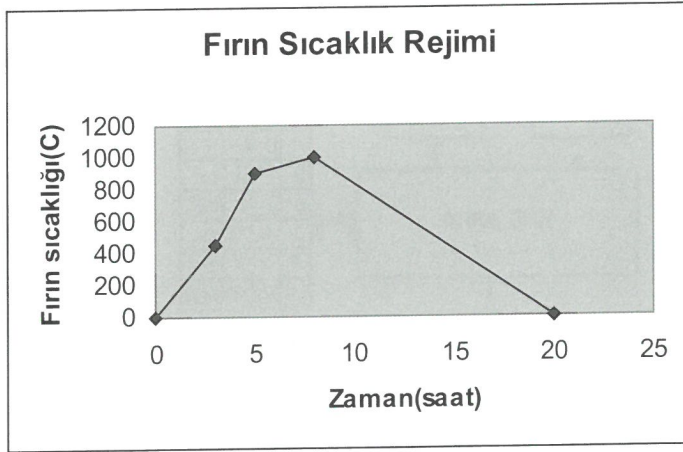
The microcontrolled systems can be used for the applicability of the desired furnace activity in the sensitive manner and to obtain the qualified products. In this study, control of ceramic and porcelain furnace are done with 16 bit HPC(High Performance Controller) card.

Keywords: Microcontroller (HPC), furnace temperature control

## GİRİŞ

Kaliteli bir mamül için seramik ve çini fırınlarının sıcaklık kontrolü mutlaka yapılmalıdır. Bu işlemi yapabilmek için seramik ve çini fırın sıcaklık rejimlerinin bilinmesi gerekmektedir. Gerçekleştirilecek faaliyetler bu bilgiler dahilinde programlanıp uygulamaya sokulabilecektir.

Seramik ve çini pişiriminde fırın sıcaklık rejimi denetimi uzmanlar tarafından şu şekilde özetlenmektedir (Şekil 1): Mamüldeki tanecikler arasındaki suyun atılabilmesi için fırın sıcaklığı oda sıcaklığından  $450^{\circ}\text{C}$ 'ye üç saat sürede lineer artırılmalıdır. Bu esnada fırın bacasının açık olması gerekmektedir. Fırın sıcaklığı  $450^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaştığında baca kapatılır. Bu durumda iken iki saat içinde fırın sıcaklığı  $900^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkarılmalıdır. Fırın sıcaklığı  $900^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaştığında fırın bacası tekrar açılır ve fırındaki gazın atılması sağlanır. Bu esnada özellikle sırlı pişirmede şoklamaya ihtiyaç vardır. Şoklama işlemi üç saat süreyle fırın sıcaklığı  $1000^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşınca kadar baca açık olarak gerçekleştirilmektedir. Fırın sıcaklığı  $1000^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşınca 20 saat süreyle soğumaya bırakılır. Böylece, pişirme işlemi tamamlanmış olur.

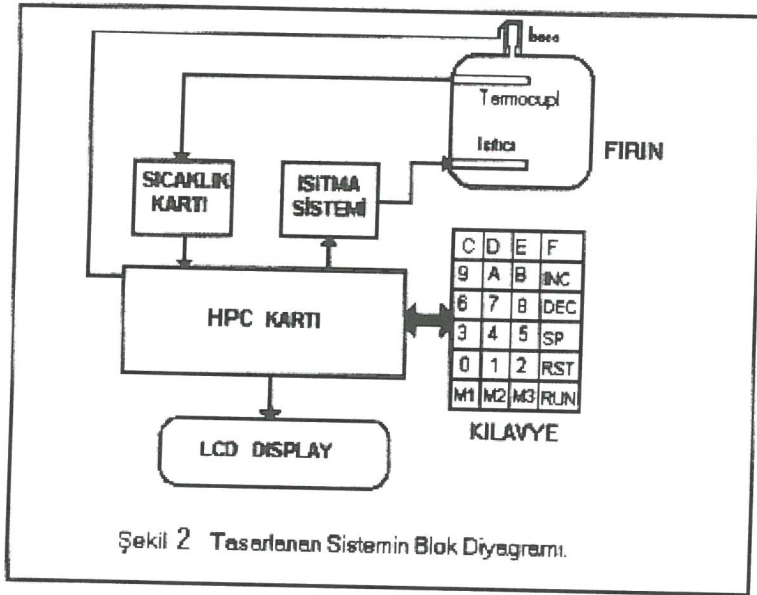


Şekil 2. Fırın sıcaklığının zamanla değişim grafiği.

Kaliteli ürünler elde edebilmek için fırın rejiminin çok dikkatli bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir. Fırın rejiminin manual denetimi ancak uzman kişiler tarafından yapıldığında ideal verim elde edilebilecektir. Uzman kişilerin piyasada kolaylıkla bulunamayışları ve istihdam zorluğu nedeniyle bunların yerlerini tutan elektronik sistemler geliştirilebilecektir. Uzman kişinin deneyimlerinin mikrokontrolcüye aktarılması ile fırın rejimi, uzman kişi olmaksızın sağlanabilecek ve kaliteli ürünler elde edilebilecektir.

Mikrokontrolcü kartı ile fırın arasındaki sıcaklık iletimini sağlamak için termokupl kullanılmıştır. Termokupl, fırındaki sıcaklık değerini elektriksel büyüklüklere çevirmekte ve bu sinyaller mikrokontrolcü kartının işleyebileceği seviyelere, sıcaklık kartı tarafından dönüştürülmektedir (Korürek M.,1988).

Şekil 2’de blok diyagramı verilen sistem, endüstride kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. 16 Bitlik HPC kartı, esnek yazılım desteği sayesinde her türlü uygulamayı başarıyla gerçekleştirebilir. Fırın içerisine yerleştirilen termokupl, sıcaklık değerlerini elektrik sinyallerine çevirmektedir. Daha hassas sıcaklık ölçümlerinin yapılabilmesi için fırın içerisine değişik noktalara termokupllar seri olarak bağlanmalıdır (Korürek M.,1988). Sıcaklık kartı, düşük seviyede olan elektrik sinyallerini HPC kartı üzerinde bulunan ADC (Analog Digital Converter)’nin değerlendirebileceği seviyelere çıkartılmasını sağlar. HPC kartına yazılımla yüklenen program sayesinde termokupldan gelen değerlerin arzu edilen sürelerdeki sıcaklık değerlerinde olup olmadığı karşılaştırılır ve fırın ısıtma sistemi denetlenerek fırın sıcaklığı kontrol edilmektedir. Bu sayede kaliteli seramik ve çini mamulleri elde edilebilmekle birlikte fırın çalışmasında istihdam edilen işgücü kaybı da engellenmiş olmaktadır.



## 16 BİT HPC KARTI

Bu çalışmada, mikrokontrolcü olarak HPC serisinden HPC46003 elemanı kullanılmıştır. HPC üzerinde bulunan 52 hatlık giriş/çıkış portlarının esnek yapısı ve çoklu görev yeteneğine sahip olması, tüm portların kullanımına imkan tanımaktadır (HPC 16083/16043/16003 User's Manual, 1997). HPC, aynı anda 16 bit giriş/çıkış işlemi yapabilmektedir. Bu özellik HPC'nin hızını ve aktivitesini oldukça artırmaktadır (Microcontrollers Databook, 1988). HPC elemanındaki 19 bitlik A portu adres/data bus'ı olarak kullanılmış ve HPC'ye dışarıdan giriş/çıkış işlemleri iki adet 8255'in paralel olarak bu porta bağlanmasıyla sağlanmıştır. Böylece PC'den veya ilgili yerlerden (printer,sensör v.b.) gelen 16 bitlik bilginin aynı anda kullanımı sağlanmıştır. HPC'deki B portu ise 8 bitlik düşük seviyeli porttur. Bu porta iki adet 8155 bağlanarak 8'er bitlik giriş/çıkış, ayrıca

ADC bağlantısıyla da sekiz kanaldan analog bilgilerin alınması sağlanmıştır. B portunun sekiz bitlik yüksek seviyeli portu ise kontrol sinyalleri için kullanılmıştır (Saraoğlu H.M., 1995).

Sistem, yazılım destekli olarak çalışmalıdır. Bu nedenle yapılması istenen uygulamaların yazılımı hazırlanarak birçok alanda etkili bir şekilde kullanılabilir. Bu çerçevede seramik ve çini fırınlarının sıcaklığını kontrol etmek için bir program hazırlanmıştır. Bu program, PC'de Pascal dilinde oluşturulmuş ve editörden RS-232C seri haberleşmeyle gönderilen bilgiler mikrokontrolcüye UART bölümünden alınmaktadır (Embedded Controllers Databook-HPC App., 1992). Editör programı, HPC'nin makine dilinde derlenmiş kodlarını göndermektedir. Gönderilen bilgiler kart üzerinde bulunan hafızaya yazılmaktadır (Saraoğlu H.M., 1995).

HPC, hafıza bölgesini kullandığı ölçüde güç harcamaktadır. HPC, 20 Mhz'de sadece 47 mA akım çekmektedir. Bu akım değeri, daha düşük hızlarda daha da azalmaktadır. HPC komut kümesi, yüksek performanslı 16-bitlik mikroişlimci olarak adresleme modunu desteklemektedir.

HPC elemanları, esnek komut seti ile maksimum performansta çalışabilmektedir. Tipik bir mikroişlimcinin aksine, HPC komut kümesi, maksimum kod verimi için oluşturulmuştur. Çünkü, ROM bölgesi, chip üzerinde bulunmaktadır. HPC komut çevirimi 40 Mhz'de sadece 50 ns dir. Bununla birlikte, HPC 16 bit modda çalışırken çarpma veya bölme işlemi 4 mikrosaniyeden az sürmektedir (Embedded Controllers Databook-HPC Family, 1992). HPC kontrolcüsünün yerine gerirdiği fonksiyonları diğer mevcut 16-bit mikroişlimcilerle yerine getirmek için iki kat fazla hafıza bölgesine ihtiyaç duyulmaktadır (Uffenbeck J., 1985).

## TERMOKUPL

Sıcaklık ölçümleri endüstride giderek artan oranda önemli bir konu haline gelmiştir. Sıcaklık tamamen fizik ile ilgili temel bir konudur. Çok çeşitli fiziksel özellikleri etkileyen bir parametre olması nedeniyle ölçülmesi gereken önemli bir değişkendir. Sıcaklık ölçümü için çok çeşitli yöntemler vardır. Termokuplar bunlar içerisinde elektronik dünyasının en çok kullandığı sensörlerdendir. Termokuplarla  $-200^{\circ}\text{C}$ 'den  $2320^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ölçüm yapılabilmektedir (Korürek M.,1988).

Termokupl, iki farklı alaşımın ucunun kaynaklanması ile oluşturulan basit bir sıcaklık ölçü elemanıdır. Kaynak noktası sıcak nokta, diğer açık iki uç soğuk nokta (veya 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 (Elimko) . Termokuplun sıcak ve soğuk noktaları arasındaki sıcaklık dağılımı nasıl olursa olsun üretilen gerilim, sıcak ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkına oranlıdır.

Termokuplar endüstride sıcaklık ölçümlerinde çok geniş uygulamalarda kullanılmaktadır. Termokupl aslında iki farklı metal veya alaşım tel olmasına rağmen genelde prosese çıplak olarak daldırılmaz. Çeşitli mekanik darbeler, fiziksel ve kimyasal aşındırıcı özellikler göz

önüne alınarak belli özel koruyucu kılıflar içerisinde kullanılır. İki farklı eleman teli farklı kutuplarda oldukları için birbirlerinden izolatör yardımıyla izole edilir. İzolatörlerin seçiminde yine ortam şartlarının, sıcaklık sınırlarının önemi büyüktür. Gerek eleman tellerinin gerekse koruyucu tüplerin cinsleri termokupların ömürlerine doğrudan etki etmektedir (Elimko). Termokupl uygulamalarında dış koruyucu kılıfların önemi büyüktür. Eleman tellerinin proses içinde mekanik darbeler, kimyasal ve fiziksel aşınmalara karşı belli bir ömre sahip ve dayanıklı olmaları için ortam şartlarına göre çeşitli kılıflar kullanılır. (Elimko). Termokupl eleman tel uçları kaynaklı ve izolatörlü olarak bu kılıflar içine monte edilir. Genel olarak 1200°C'ye kadar metal, 1200°C'nin üzerinde seramik koruyucu kılıflar kullanılır. Bazı özel uygulamalarda 1200°C'nin altında seramik kılıflar kullanıldığı gibi 1200°C'nin biraz üstüne kadar olan uygulamalarda da özel alaşımlı metal kılıflar kullanılabilir. Çalışmamızda metal koruyucu kılıf kullanılmıştır.

Termokuplardan alınan bilgilerin kontrol ve kumanda panolarına kayıpsız aktarılabilmesi için kompensasyon kabloları kullanılmıştır. Kompensasyon kabloları fırın ile mikrokontrolcü sistem arasında meydana gelebilecek gürültü ve bozucu etkileri engellemektedir. Bu sayede hassas bir değerlendirme yapılabilir. Kompensasyon kabloları, kullanılan termokupl eleman teli cinsine bağlı olarak değişmektedir.

## **SICAKLIK KARTI ve ISITMA SİSTEMİ**

Termokuplun normal (sadece termokupl çıkışı olarak) çıkışındaki gerilim 0-50 mV arasında değişmektedir. Yaklaşık olarak her 1°C'da 39-40-41 uV arasında gerilim artımına sebep olur. Bu gerilim seviyelerinin ise ADC tarafından değerlendirilmesi çok zordur. Bu nedenle gerilim seviyesinin 5 volt'a çıkarılması zorunludur (bu çalışmada kullanılan ADC'nin max ve min analog giriş seviyeleri 0-5 volt olduğu için sinyalin 0-5 V arasına çıkarılması zorunlu hale gelmiştir). Bu işlevi yerine getirebilmek için bir ara devre yükselticisinin dizaynı yapılmıştır.

Isıtma sistemi ise fırınların sürekli olarak aktif veya pasif hale getirilmesi nedeniyle önemi büyüktür. Isıtma sistem kontrolü kontaktör veya triaklarla gerçekleştirilebilir. Kullanılan fırının gücü ısıtma sistem kontrolünde oldukça önemlidir. Bu nedenle kullanılan elemanların sınır değer tayini titizlikle yapılmalıdır. Kullanılan seramik ve çini fırının gücü 50 KW ve sistemde sıcaklık denetimi alternatif bir kıyıcı ile yapılırsa denetim elemanı bir TRIAC olmalıdır.

## **SONUÇLAR**

Sistemde termokupl olarak NiCr-Ni (NikelKrom-Nikel) seçilmiştir. Genel olarak NiCr-Ni termokuplun hassas olduğu sıcaklık aralığı -200°C ile 1200°C dereceleri arasında olmakla beraber termokuplu oluşturmada kullanılan tel çaplarının da sıcaklık ölçüm aralığı üzerinde büyük etkisi vardır. Tel çapları arttıkça hassas sıcaklık bölgesi büyümekte; tel çapı azaldıkça da hassas sıcaklık bölgesi küçülmektedir. Gerçekleştirilen uygulamada 0.5 mm çaplı teller kullanılmıştır. Fırın içi izolasyon için kılıf, metal mantolu seramik izolatör

seçilmiştir. Termokupl tarafından elde edilen mV değerlerinin panoya kadar kayıpsız olarak ulaştırılabilmesi için kompanzasyon kabloları kullanılmıştır.

Gerçekleştirilen sistem genel amaçlı bir sıcaklık ölçme ve sıcaklık denetim sistemi olarak kullanılabilir. Bunun için ölçülecek sıcaklığın değerine göre bir dönüştürücünün seçilerek uygun bir sıcaklık kartıyla ADC girişine bağlanması gerekmektedir.

Sıcaklık kontrol sisteminin duyarlılığı  $-+4$  °C olarak değişmektedir. Daha duyarlı bir sistem oluşturmak için yüksek bitli ADC'lere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, daha hassas bir kontrol yapabilmek için termokullar fırın içerisinde seri olarak bağlanmalıdır. Seri bağlamada termokupl sayısı arttıkça hassasiyet de o oranda artacaktır (Saraoğlu H.M., 1995).

16 bitlik HPC kartı üzerinde bulunan iki adet 8255 48 giriş/çıkışa ve iki adet 8155 de 44 giriş/çıkışa sahiptir. Ayrıca, 8 adet ilave çıkışla birlikte kartın 100 çıkışı ve 92 girişi bulunmaktadır. Bu kadar çok giriş/çıkış sayesinde birden fazla fırın kontrolü, yazılımdaki değişikliklerle kolaylıkla gerçekleştirilebilir (Saraoğlu H.M., 1995).

## KAYNAKLAR

Elimko, Termocuplar, bölüm 4.

Embedded Controllers Databook, 1992, HPC Family, National Semiconductor, 4-1/4-194p.

Embedded Controllers Databook, 1992, HPC Applications, National Semiconductor, 5-1/5-422 p.

HPC 16083/16043/16003 User's Manual, 1997, National Semiconductor.

Korürek M., 1988, Tıp Elektroniklerinde Kullanılan Kuvvetlendiriciler ve Dönüştürücüler, s. 83-87.

Microcontrollers Databook, 1988, National Semiconductor, section 4-5-6.

Uffenbeck J., 1985, Microcomputers and Microprocessors, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.

Saraoğlu H.M., 1995, 16 Bitlik HPC Kartı ile Sıcaklık Ölçümü, D.P.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.