

# MİKRODENETLEYİCİ TABANLI BİR SÜT SOĞUTMA TANKININ SOĞUTMA KONTROLÜ

Saadettin AKSOY<sup>1</sup>

Aydın MÜHÜRÇÜ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Elektrik- Elektronik Bölümü  
Mühendislik Fakültesi

<sup>1,2</sup>Sakarya Üniversitesi, 54080, Adapazarı, SAKARYA

<sup>1</sup>e-posta: saksoy@sakarya.edu.tr

<sup>2</sup>e-posta: amuhurcu@sakarya.edu.tr

Anahtar sözcükler: Mikrodenetleyici, PIC, PTC sensör, On-off kontrol, Histeresiz

## ABSTRACT

*This paper presents a microcontroller-based device that automatically controls the cooling degree of a 1 ton tank which contains milk. A PTC sensor is used in order to measure the temperature of the milk. As the time constant of the tank is huge, an on-off control algorithm is used. Both simulation and experimental results showed that the designed and realized device can be used successfully to control of the milk cooling system .*

## 1. GİRİŞ

Mandıralarda sonradan kullanılmak üzere çiftliklerden toplanan sıcak süt, soğutma tanklarında +4°C civarında muhafaza edilmektedir. Söz konusu soğutma tankına farklı zamanlarda olmak üzere sürekli olarak +20°C ile +30°C arasında süt ilave edildiğinden tankın içindeki +4°C civarındaki soğutulmuş olan sütün sıcaklığı her bir yeni karışım sonucunda artmaktadır. Dolayısıyla söz konusu süt soğutma tanklarının sürekli olarak soğutma kontrolü zorunlu olmaktadır.

Bu çalışmada 1 tonluk bir süt soğutma tankının sıcaklığını istenen bir set değeri civarında ayarlayan sayısal tabanlı bir sıcaklık kontrol cihazı tasarlanıp gerçekleştirilmiştir.

Şekil-1’de görüldüğü gibi soğutma sistemi; tank, karıştırma ve soğutma (buzdolabı sistemi) olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Sütün depolandığı tank paslanmaz çelik malzemesinden silindirik bir biçimde imal edilmiştir. Tankın içindeki sütün sıcaklığı 24 saatte +1°C artmaktadır. İki kanada sahip olan karıştırma ünitesi 750W’lık bir asenkron motor ile tahrik edilmektedir. Karıştırma işlemi sütün homojen olarak soğutulmasını sağlamaktadır. Soğutma sistemi ise soğutmayı sağlayıcı bir adet

ekovat ve soğutma gazının akışını kontrol eden gaz valfi içermektedir. Gerçekleştirilen sıcaklık kontrol cihazı, tankın içindeki süt soğukluğunu ayarlanan set değerinde sabit tutulacak şekilde karıştırma ve soğutma ünitesini istenen çalışma koşullarında kontrol etmektedir.

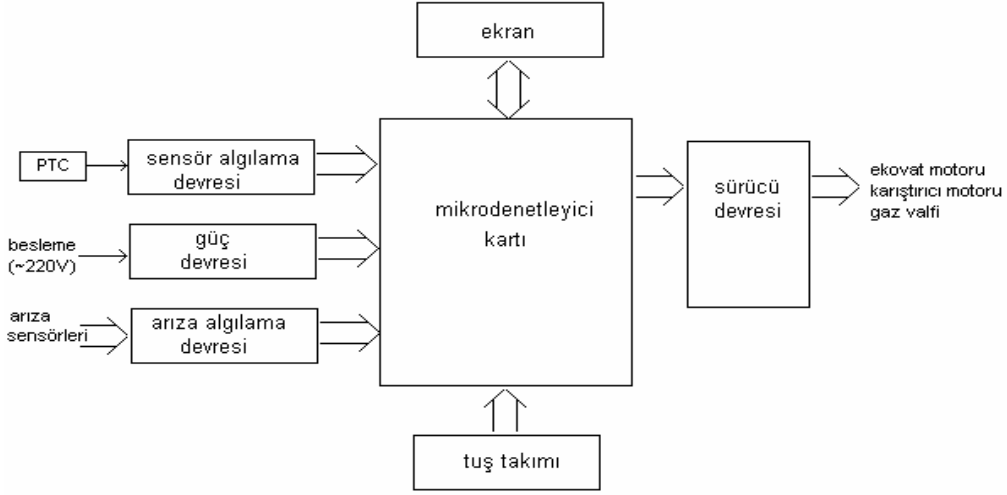


Şekil-1. 1 tonluk süt tankı görünüşü.

Söz konusu sayısal tabanlı sıcaklık kontrol cihazı donanım ve yazılım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.

## 2. DONANIM

Tasarlanan mikrodenetleyici tabanlı sıcaklık kontrol cihazı şekil 2’de görüldüğü gibi sensör algılama devresi (transducer), güç devresi, arıza algılama devresi, mikrodenetleyici kartı ve sürücü devresi olmak üzere 5 ana kısımdan oluşmaktadır.



Şekil-2. Sıcaklık kontrol cihazının blok gösterimi.

## 2.1 Sensör Algılama Devresi

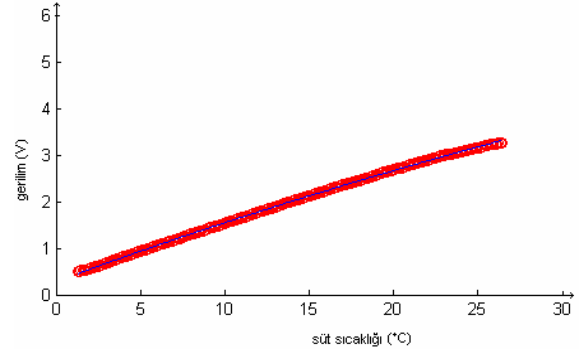
Tankın içindeki sütün sıcaklığını algılayabilmek için metal kılıf içerisine yerleştirilmiş olan endüstriyel amaçlı bir PTC sensörü kullanılmıştır [1]. Şekil 3'deki algılama devresi kullanılarak, PTC sensöründeki sıcaklık ile orantılı direnç değişimi gerilime dönüştürülmektedir. Sensör, tankın dış yüzeyine monte edildiğinden dolayı sıcaklık gerilim karakteristiği tankın dış yüzeyinin ısı geçiş direncini de içermektedir. Kalibrasyon için öncelikle tankın içine 40 °C civarında sıcak su doldurulmuştur. Daha sonra soğutma sistemi sürekli çalıştırılarak 0.5°C lik adımlarla suyun içine daldırılan PT100 sensörü ile suyun gerçek sıcaklığı ve bu sıcaklık değerine karşılık gelen sensör algılama devresi çıkış gerilimi ölçülmüştür. Bu işleme 3°C ye kadar devam edilmiştir.

Şekil 4'de deneysel yolla ölçülen sıcaklık-gerilim dataları kullanılarak eğri uydurma (Curve fitting) yöntemi [2] ile elde edilen sıcaklık gerilim eğrisi görülmektedir. Burada yatay eksen tankın içindeki sütün sıcaklığını, düşey eksen ise sensör algılama devresinin çıkış gerilimini göstermektedir.

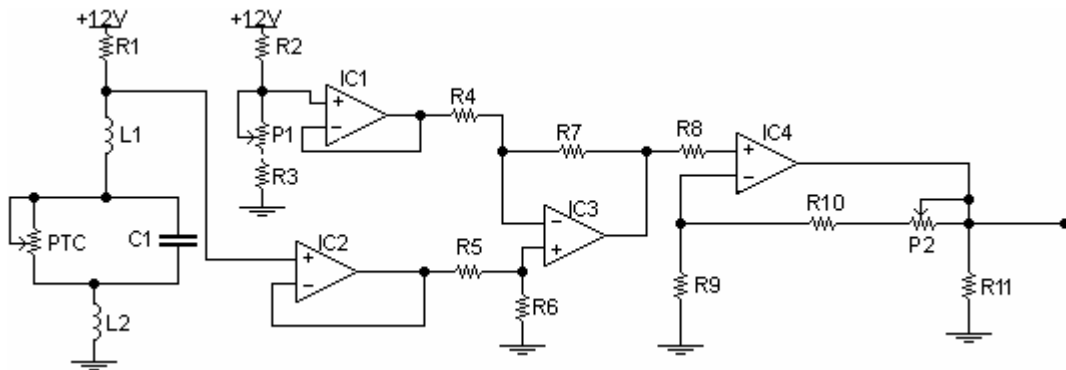
Söz konusu bu datalar kullanılarak bellekte sıcaklık-gerilim değerlerine ilişkin hazır data tablosu oluşturulmuştur.

## 2.2 Güç Devresi

220V AC şebeke gerilimi ile beslenen güç devresinde kontrol cihazı için gerekli +5V, 12V, 16V'luk DC gerilimler üretilmektedir.



Şekil-4. PTC devresine ait sıcaklık-gerilim eğrisi



Şekil-3. Sensör algılama devresi (transducer).

## 2.3 Arıza Algılama Devresi

Çalışma esnasında tankın üst kapağının açılması, soğutma için kullanılan gaz basıncının düşmesi ve ekovat motorunun devre dışı kalması gibi istenmeyen durumlar arıza algılama devresi üzerinden algılanarak arıza kodu olarak ekranda gösterilmektedir.

## 2.4 Sürücü devresi

Mikrodenetleyici kartından elde edilen kontrol Sinyallerinin ekovat, karıştırıcı motoru gibi son Kontrol elemanlarına aktarıldığı devredir. Sürücü elemanları olarak ULN2003 ve role kullanılmıştır.

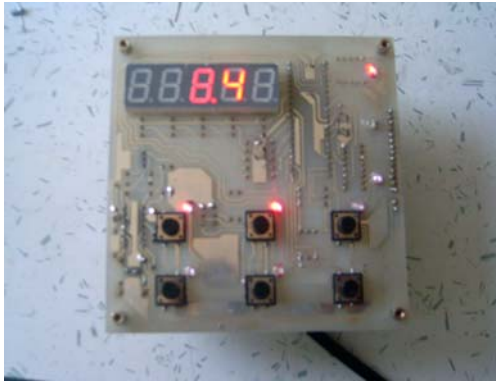
## 2.5 Tuş Takımı ve Ekran

Tuş takımı 6 adet mikroswitch; ekran ise 5 adet 7 parçalı lcd gösterge elemanı içermektedir.

Tuş takımı ve ekran kullanılarak sistemin on-off kontrolü ile birlikte, sıcaklık set değeri, histeresiz aralığı ve diğer çalışma koşulları girilmektedir.

## 2.6 Mikrodenetleyici Kartı

Sistemin kontrol algoritmasının çalıştırıldığı PIC18F452 mikrodenetleyicisini ve çevre birimlerini içermektedir [3]. Şekil 5'de erçekleştirilen cihaza ilişkin güç ve kontrol kartlarının fotoğrafları görülmektedir.



(a) Kontrol kartının önden görünüşü

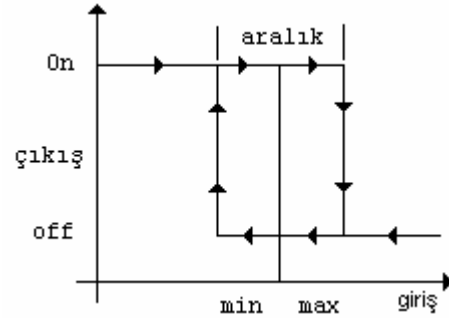


(b) Güç ve algılama kartının görünüşü

Şekil-5. Sıcaklık kontrol kartları

## 3. SICAKLIK KONTROL ALGORİTMASI

Tankın ısınma ve soğuma zaman sabiti yeterince yüksek olduğundan süt sıcaklığının kontrolü için on-off kontrol algoritmasının kullanılması ön görülmüştür. Şekil 6'dan da görüldüğü gibi tankın içindeki süt sıcaklığını belirli bir sıcaklık bandı içinde tutulabilmesi için histeresizli on-off kontrol uygulanmıştır. Gerek sıcaklık set değeri, gerekse histeresiz alt ve üst sınırları tuş takımı yardımı ile sisteme girilmektedir.



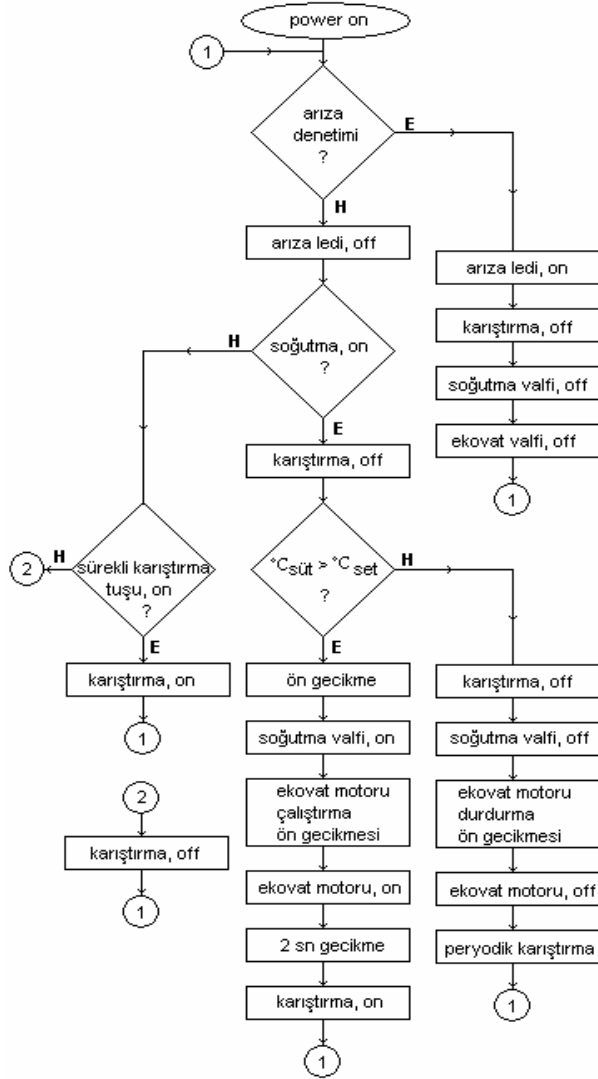
Şekil-6. Histeresizli On-Off kontrol karakteristiği

## 4. YAZILIM

Şekil 7'da sistem yazılımına ilişkin program akış diyagramı verilmiştir. Akış diyagramından da görüldüğü gibi, arıza girişleri ve gerçek süt sıcaklık değeri giriş büyüklükleri olarak kullanılmaktadır.

Sıcaklık set değeri, histeresiz alt ve üst sınırları ve bazı zamanlama değerlerine ilişkin değişken parametreleri ise tuş takımı yardımı ile değiştirilebilmektedir. Kontrol algoritmasının çıkışları ise arıza ledi, soğutma valfi, karıştırma motoru ve ekovat motorunun On-Off kontrolüne ilişkin çıkış büyüklükleridir.

Şekil 6'daki program akış diyagramından bağımsız olarak, sürekli olarak tankın içindeki sütün gerçek sıcaklık değeri cihaz ekranından gösterilmektedir. Bu amaçla sıcaklık algılama devresi (transducer) çıkışından elde edilen gerilim değeri PIC18F452 mikrodenetleyici içerisinde bulunan 10 bitlik ADC modülü üzerinden sayısallaştırılarak belleğe kaydedilir. Örnekleme aralığı 5ms olarak seçilmiştir. Ölçüm hatalarının minimum tutabilmek için 50 adet ölçümün kullanıldığı aktif filtreleme kullanılmıştır.



Şekil-7. Süt soğutma sisteminin yazılım algoritmasına ilişkin genel program akış diyagramı.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada 1 tonluk bir süt soğutma tankının sıcaklık kontrolüne ilişkin sayısal tabanlı bir sıcaklık kontrol cihazı tasarlanıp gerçekleştirilmiştir. Süt sıcaklığının ölçümü için PT100 sensörü kullanılabilir. Ancak daha ekonomik olduğundan PTC sensörü seçilmiştir.

Tankın soğutma kontrolü için PI algoritması kullanılması durumunda sürekli durum hataları ortadan kaldırılabilir. Ancak bu durumda program yazılımının karmaşıklaşacağı aşikardır. Oysaki süt soğutma işleminde belirli bir sıcaklık bandına müsaade edildiğinden on-off kontrol yeterli olmaktadır.

Gerçekleştirilen kontrol cihazı değişik kapasiteli soğutma tankları için de kullanılabilir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmayı üniversite sanayi işbirliği projesi kapsamında destekleyen ve çalışmaların kendi tesislerinde gerçekleştirilmesine imkan veren KROMEL MAKİNA A.Ş ye teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

- [1] E.A. Parr, Industrial Control Handbook Volume 1 Transducers, Industrial Pres , 1987, New York.
- [2] U. Arifoğlu, C. Kubat, MATLAB ve Mühendislik uygulamaları, Alfa Yayınları, Ekim 2002, İstanbul.
- [3] Martin P. Bates, PIC Microcontrollers : An Introduction to Microelectronics, 2. baskı (Temmuz 26, 2004), ISBN: 0750662670
- [4] Dr. Taner Arslan, Dr. Rifat Çölkesen, Lojik Devre Tasarımı, Papatya yayıncılık, Mayıs 2001, İstanbul.
- [5] Charles L. Philips, H. Troy, Digital Control System Analysis and Design, Prentice-Hall Inc. 1984, USA.