

# OTOMATİK KONTROL VE ÖLÇME TEKNİKLERİ

**Kamil GÜRSEL**

Fizik Mühendisi

Elimko Elektronik İmalat ve Kontrol Ltd. Şti.  
8. Cadde 68. Sokak No:16 Emek - ANKARA  
Tel:(0312) 212 64 50 (Pbx) • Fax:(0312) 212 41 43  
E-mail:elimko@elimko.com.tr • web:www.elimko.com.tr,

*Anahtar sözcükler: Otomatik Kontrol, Ölçme Teknikleri*

## ABSTRACT

The automatic control and measuring techniques are the most important subjects in industrial establishments.

The exact meaning of the automatic control is the measuring of one or more than one parameters in the same systems and these measured parameters should be kept stable at the constant values according to the requirements. So there are different types of control forms like ( On-off ) , ( proportional ) P, (proportional+integral ) P+I, (proportional+derivative) P+D, ( proportional+integral+derivative ) P+I+D are used in industrial automation systems. In this paper, above mentioned control forms are presented in details.

## 1. GİRİŞ

Otomatik kontrol artık bugün, giderek büyük önem kazanan bir konu haline gelmiştir. En basit bir endüstriyel sistemden, en karmaşık endüstriyel sisteme kadar otomatik kontrol kavramı en yaygın bir biçimde ve teknolojinin tüm olanaklarını kullanarak

yayılmaktadır. Fiziksel ve kimyasal herhangi bir değişkenin (variable) kontrol edilmesi ön görülen her proteste otomatik kontrol söz konusudur.

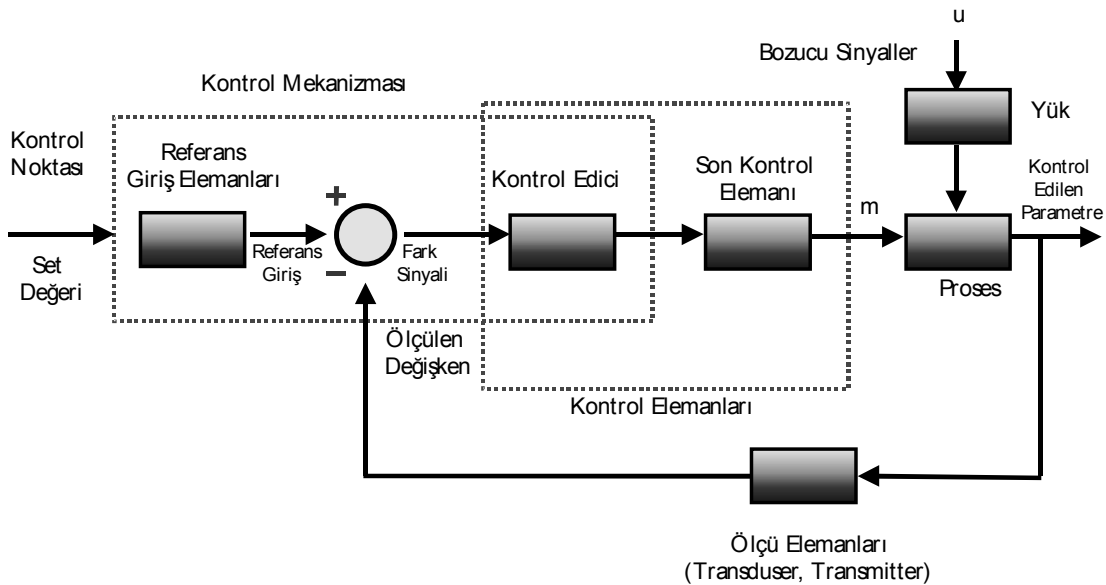
## 2. OTOMATİK KONTROL

Otomatik kontrol, bir sistemde bir veya birden fazla parametrenin ölçülmesi ve bu ölçülen parametrenin

Şekil-1 Proses Kontrol Döngüsü

arzu edilen bir değerde, amaca uygun bir şekilde sabit tutulmasını sağlamaktır. Ölçülen değer set değerinden uzaklaştıkça set değerine yaklaştırılacak şekilde regüle edilir.

Şekil 1' de genel olarak, bir proses kontrol döngüsü blok şema halinde modelleştirilmiştir. Şekilde kullanılan şematik bloklar ve tanımlar proses kontrol da en yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu "kontrol döngüde" ölçülen ve kontrol edilen değer, proses değişkenlerinden herhangi birisi olabilir. Örneğin sıcaklık, basınç, hız, debi, v.b. gibi.



### 3. OTOMATİK KONTROL FORMLARI

Otomatik kontrol döngüsünde, kontrol edici bloğun yerine yerleştirilecek herhangi bir kontrol cihazı set değeri etrafında çalışması gereken hassasiyette sistemi kontrol etmelidir. Prosesin gerektirdiği

hassasiyette çalışacak, hatayı gereken oranda minimuma indirecek çeşitli kontrol formları vardır.

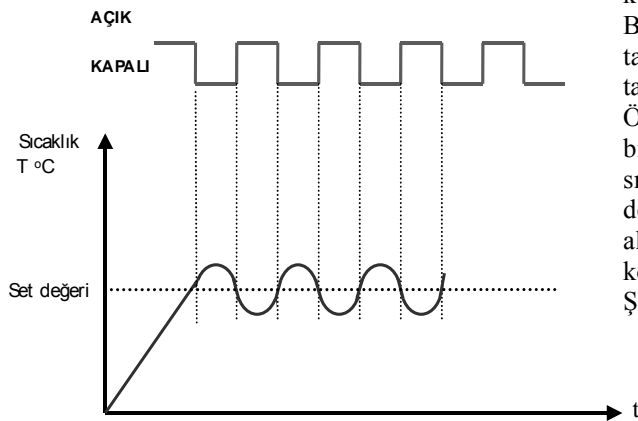
Bunlar :

- 1) Açık-Kapalı Kontrol (On-Off)
- 2) Oransal Kontrol (Proportional ) P
- 3) Oransal + Integral Kontrol (Proportional + Integral) P+I
- 4) Oransal + Türevsel Kontrol (Proportional + Derivative) P+D
- 5) Oransal + Integral + Türevsel kontrol (Proportional+Integral+Derivative) P+I+D formlarıdır.

#### **Açık-Kapalı Kontrol (On-Off Control)**

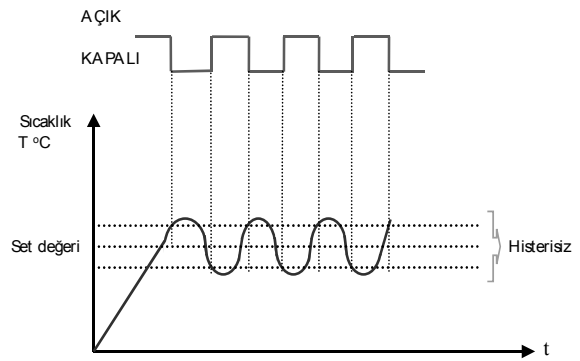
Açık-Kapalı kontrol cihazı set değeri üstünde veya altında ayar değişkenini açar veya kapar. Kontrol cihazının çıkışı iki konumdadır; ya tamamen açık ya da tamamen kapalıdır. Örneğin ayar değişkeni elektrik enerjisi olan bir sistemde kontrol cihazı, set değerinin altında elektrik enerjisini sisteme tamamen verir, set değerinin üstünde ise tamamen keser, veya tam tersi düşünülebilir.

Açık-Kapalı kontrol da kontrol altında tutulan değişken, örneğin sıcaklık, sürekli salınım halindedir. Set değerinin etrafında salınır. Bu salınım da tepeden tepeye değişim ve salınım sıklığı, proses karakteristiklerine bağlıdır. Şekil-2’de açık-kapalı kontrol cihazıyla kontrol edilen bir sistemin, sıcaklık-zaman eğrisi görülmektedir.



Şekil-2 Sıcaklık-Zaman Eğrisi

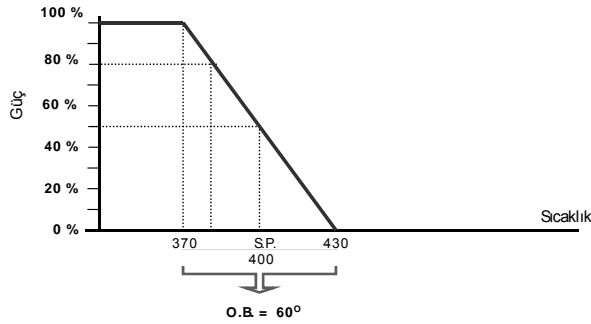
Pratikte, endüstriyel sistemlerde bu tip ideal bir açık-kapalı kontrol sistemi kullanılmaz. Prosesdeki bozucu faktörler ve elektriksel gürültü nedeniyle, set değeri geçişleri bu şekilde tek noktada olacak olursa sistem osülasyona geçer ve devamlı set değeri etrafında sık aralıklı açma, kapama yapar. Özellikle bu durum son kontrol elemanlarının çok kısa sürede tahrip olmasına sebep olur. Bu durumu önlemek için set değeri geçişlerinde “histerisiz” ya da “sabit bant” oluşturulur. Şekil-3’de histerisiz ya da sabit bantlı açık-kapalı kontrol eğrisi görülmektedir.



Şekil-3 Kontrol Eğrisi

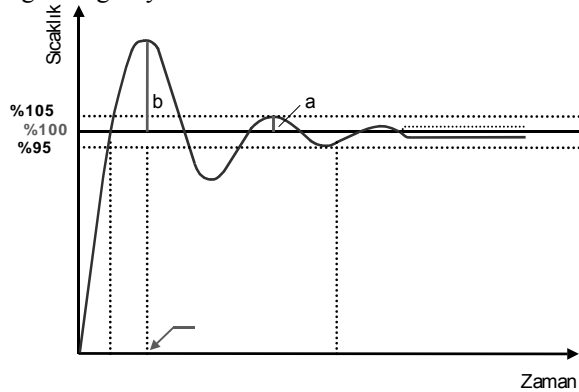
#### **Oransal Kontrol (Proportional Control)**

Oransal kontrolde kontrol cihazı prosesin talep ettiği enerjiyi, sürekli olarak ayar değişkenini ayarlayarak verir. Gereksinim duyulan enerji ile sunulan enerji arasında bir denge vardır. Elektrik enerjisi kullanılarak ısıtma yapılan bir proseste, oransal kontrol cihazı ısıtıcının elektrik enerjisini, prosesin sıcaklığını set edilen değerde tutabilecek kadar, prosesin gereksinim duyduğu kadar verir. Enerjinin %0’dan, %100’e kadar ayarlanabildiği, oransal kontrol yapılabilen sıcaklık aralığına ORANSAL BAND denir. Genel olarak oranlar band, cihazının tam skala (span) değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır ve set değeri etrafında eşit olarak yayılır. Örneğin, 1200 °C’ lik skalası olan bir cihazda %5’ lik bir oransal band demek;  $0.05 \times 1200^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C}$ ’ lik bir sıcaklık aralığıdır. Bu  $60^\circ\text{C}$ ’ lik aralığın  $30^\circ\text{C}$ ’ si set değerinin üzerinde,  $30^\circ\text{C}$ ’ si set değerinin altında yer alır ve bu kontrol cihazı  $60^\circ\text{C}$ ’ lik aralıkta oransal kontrol yapar. Oransal kontrol cihazı transfer eğrisi Şekil-4’de görülmektedir:



Şekil-4 Transfer Eğrisi

Fark değeri oransal kontrol devresinden geçerek uygun çıkış formuna gelir. Fark değeri sıfır olduğu anda oransal çıkış %50'dir. Yani, set değerinde çalışıyor demektir. %50'lik çıkışı koruyup prosesi tam set değerinde tutmak zordur. Denge durumuna gelinceye kadar sıcaklık değişimi olması, hatta sıcaklık değeri ile set değeri arasında belli bir fark kalması oransal kontrolün en belirgin özelliğidir. Set değeri ile sistemin oturduğu ve sabit kaldığı sıcaklık arasındaki farka OFFSET denir. Offset'i azaltmak için oransal band küçültülebilir. Ancak, daha önce de belirtildiği gibi oransal band küçüldükçe, açık-kapalı kontrole yaklaşıldığı için set değeri etrafında salınımlar artabilir. Geniş oransal bandda da offset'in büyük olacağı düşünülerek prosese en uygun oransal bandın seçilmesi gerekir. Şekil-5'de en genel anlamda, oransal kontrol edilen bir sistemdeki sıcaklık eğrisini görüyoruz.



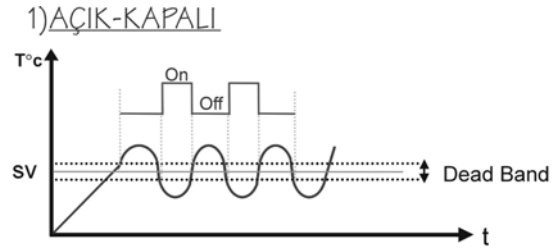
Şekil-4 Oransal Kontrol Eğrisi

### Oransal + Integral Kontrol

Oransal kontrolde oluşan offset, manuel veya otomatik olarak kaldırılabilir. Şekil 23'de 200 °C'de seçilmiş olan set değerinde, kontrol edici transfer eğrisi sola doğru kaydırılıp, proses transfer eğrisi ile tam 200 °C üzerinde kesiştirilebilirse offset kalkacaktır. Bu işlem manuel de, otomatik olarak da yapılabilir.

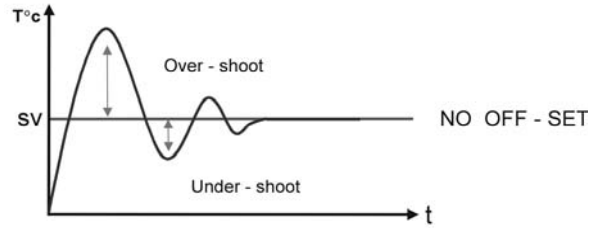
Otomatik resetleme için kontrol cihazı elektronik integratör devresi kullanılır. Ölçülen değer ile set edilen değer arasındaki fark sinyalinin zamana göre

integrali alınır. Bu integral değeri, fark değeri ile toplanır ve oransal band kaydırılmış olur.



Şekil-5 Açık-Kapalı Kontrol Eğrisi

### 3) ORANSAL+İNTEGRAL (P+I) (PI)



Şekil-7 Oransal + İntegral Kontrol Eğrisi

Bu şekilde sisteme verilen enerji otomatik olarak artırılır veya azaltılır, ve proses sıcaklığı set değerine oturtulur. İntegratör devresi, gerekli enerji değişikliğine, set değeri ile ölçülen değer arasında fark kalmayınca kadar devam eder. Fark sinyali sıfır olduğu anda artık integratör devresinin integralini alacağı bir sinyal söz konusu değildir. Herhangi bir şekilde bazı değişiklikler olup, sıcaklık değeri set değerinden uzaklaşacak olursa tekrar fark sinyali oluşur ve integratör devresi gerekli düzeltici etkiyi gösterir.

### Oransal + Türevsel Kontrol

Oransal kontrolde oluşan offset, oransal+türevsel kontrol ile de kaldırılabilir. Sıcaklık değişimlerinin hızlı olduğu proseslerde oransal bandı aşağı veya yukarı kaydırmak için türevsel etkiden yararlanılabilir. Kaydırma hızı sıcaklığın değişim hızına oranlıdır.

Oransal+Türevsel kontrolde set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyali elektronik türev devresine gider. Türevi alınan fark sinyali tekrar fark sinyali ile toplanır ve oransal devreden geçer. Bu şekilde düzeltme yapılmış olur.

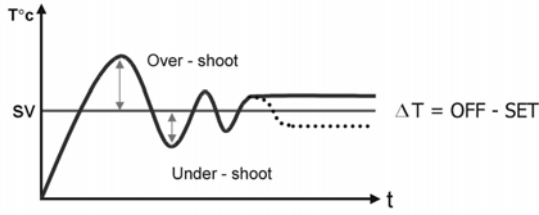
Türevsel etki oransal band içine girmeden başladığı için düzeltici etkisi hemen başlar. Bu yüzden sistemde ilk başlatma aşamasında aşırı overshoot olması önlenir. Diğer bir deyişle türevsel etki overshoot' ları azaltır.

### Oransal + Integral + Türevsel Kontrol

Kontrolü güç, karmaşık sistemlerde oransal kontrol veya oransal+türevsel, oransal+integral kontrolün yeterli olmadığı proseslerde oransal+integral+türevsel kontrol tercih edilmelidir. Kısaca bu kontrolü tanımlayacak olursak; oransal kontrolde oluşan offset,

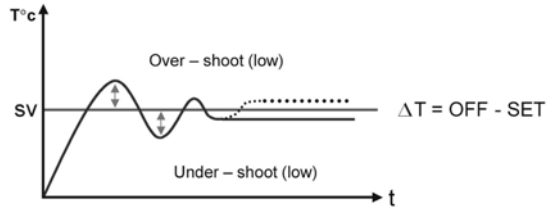
oransal+integral kontrolle giderilir. Ancak, meydana gelen overshoot'lar bu kontrole türevsel etkinin de eklenmesi ile minimum seviye indirilir veya tamamen kaldırılır.

## 2) ORANSAL (P)



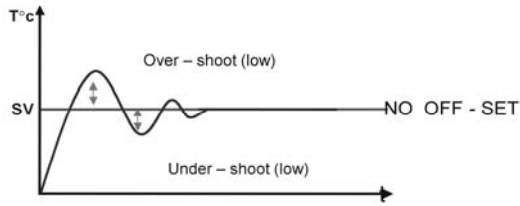
Şekil-6 Oransal Kontrol Eğrisi

## 4) ORANSAL+TÜREVSEL (P + D) (PD)



Şekil-7 Oransal + Türevsel Kontrol Eğrisi

## 5) ORANSAL+İNTEGRAL+TÜREVSEL (P + I + D) (PID)



Şekil-7 Oransal + İntegral + Türevsel Kontrol Eğrisi

## 4. SONUÇ

Bir sistemin otomatik kontrolünde kontrol cihazını seçerken göz önüne alınması gereken iki faktörden birisi proses için ne kadar kontrol hassasiyeti gerekli olduğu, diğeri ise prosesin kontrol edilebilirlik güçlüğüdür. Seçimi yapılacak kontrol cihazının gerekli hassasiyeti sağlaması şartıyla ayarlamalarının kolay olması, işletmeye gereksiz yük getirmemesi ve ekonomik olması gerekir.

Bazı proseslerde en iyi kontrol cihazı kullanılsa dahi beklenen elde edilmeyebilir. Böyle durumlarda prosesin dizaynında hata aramak gerekir. Örneğin iyi bir ısı tasarımı yapılmış bir processte daha sabit bir kontrol imkanı olacak, karmaşıklıktan uzak ve seçilebilir kontrol cihazları içinde en ucuzu ile en iyi kontrol yapılabilecektir.

Üniversal kontrol cihazlarının kullanıma başlanması ile birlikte, işletmelerde her türlü proses şartlarında kontrol işlemi sağlayabilecek ekipmanların önemi artmıştır. Bu tür ekipmanların tüm fonksiyonlarının kullanıcı tarafından programlanabilme özelliği kullanıcıya büyük kolaylıklar getirmektedir.

## KAYNAK

Elimko Genel Kataloğu Baskı 2005

## Kamil Gürsel / ÖZGEÇMİŞ

11.12.1962 tarihinde İzmir/Ödemiş'de doğmuştur. İlk - orta -lise öğrenimini Ödemiş'te tamamlayan Gürsel daha sonra Hacettepe Üniversitesi Fizik Mühendisliği bölümünü 1989 yılında bitirmiştir. Yaklaşık 15 yıldır otomatik kontrol konusunda faaliyet gösteren Elimko Ltd. Şti'nde Satış ve Pazarlama Müdürü çalışmaktadır. Otomatik kontrol,ölçme ve kontrol teknikleri ,ISO 9000- Kalibrasyon konularında yurtiçi ve yurtdışı çeşitli eğitimlere katılmış ve aynı konularla ilgili yurtiçinde çeşitli organizasyonlarda eğitmen olarak görev almaktadır. Evli ve iki çocuk sahibi olup İngilizce bilmektedir.