

## 2. Oransal (P) kontrol (Proportional kontrol) (Devam)

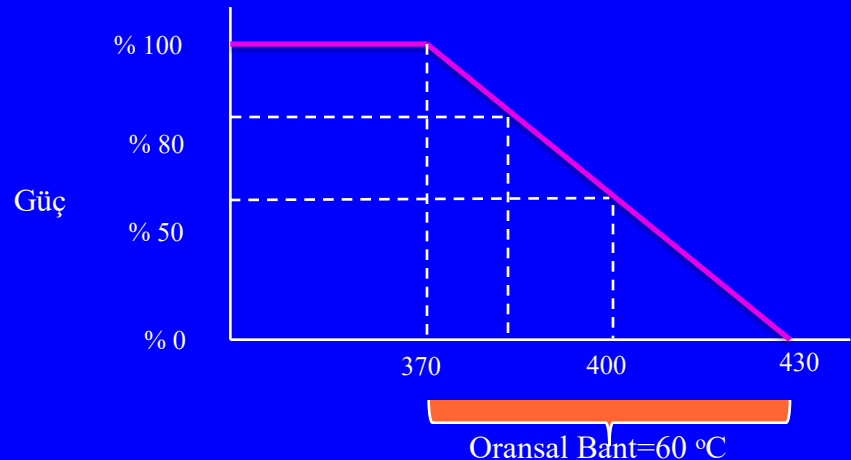
---

Prosesin talep ettiği enerjiyi, sürekli olarak ayar değişkenini ayarlayarak veren kontrol sistemine P kontrol denilmektedir. Isıtma işleminin ilgili bir proseste eğer ölçülen sıcaklık, bir hata meydana getirir şekilde istenen sıcaklık değerinden sapıyorsa, kontrol edici sapmanın büyüklüğü ile orantılı olarak ısı girişini değiştirmektedir.

Gereksinim duyulan enerji ile sunulan enerji arasında bir denge vardır. Elektrik enerjisi kullanılarak ısıtma yapılan bir proseste, P kontrol cihazı ısıtıcının elektrik enerjisini, prosesin sıcaklığını set edilen değerde tutabilecek kadar, prosesin gereksinim duyduğu kadar vermektedir. Enerjinin %0'dan, %100'e kadar ayarlanabildiği, P kontrol yapılabilen sıcaklık aralığına "Oransal Bant" adı verilmektedir.

## 2. Oransal (P) kontrol (Proportional kontrol) *(Devam)*

Genel olarak oransal bant cihazın tam skala değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanmakta ve set değeri etrafında eşit olarak yayılmaktadır. Şekilde görülen 1200 °C'lik skalası olan bir cihazda %5'lik bir oransal bant  $0.05 \times 1200 \text{ °C} = 60 \text{ °C}$ 'lik bir sıcaklık aralığına karşılık gelmektedir. Bu 60 C'lik aralığın 30 °C'si set değerinin, üzerinde, 30 °C'si set değerinin altında yer almakta ve bu kontrol cihazı 60 °C'lik aralıkta P kontrol yapmaktadır. Set değeri ile sistemin oturduğu ve sabit kaldığı değer arasındaki farka "offset" denilmektedir.



## 2. Oransal + Integral (PI) kontrol (Proportional and Integral kontrol)

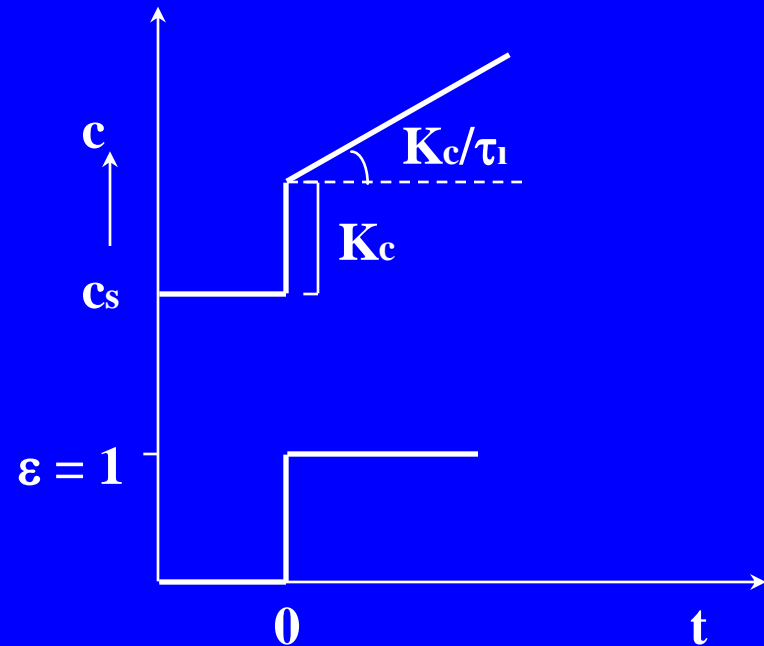
$$c(t) = K_c \varepsilon(t) + \frac{K_c}{\tau_I} \int_0^t \varepsilon(t) dt + c_s$$

İntegral zaman sabiti

$$C(t) = K_c \varepsilon(t) + \frac{K_c}{\tau_I} \int_0^t \varepsilon(t) dt$$

Laplace dönüşümü:

$$G_c(s) = K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_I s} \right)$$



## 2. Oransal + Integral (PI) kontrol (Proportional and Integral kontrol) *(Devam)*

---

Endüstride P kontrol sırasında oluşan »offset« değerinin kabul edilemediği uygulamalar da bulunmaktadır. Bu duruma çözüm bulmak için proses mühendisleri P kontrole farklı bir kontrol modu eklemişlerdir. P kontrole integral devresinin eklenmesi ile oluşan kontrol sisteminde, ölçülen değer ile set değeri arasındaki farklılık toplanmaktadır. Aradaki fark devam ettiği sürece kontrol elemanının çıktısı değişmektedir.

Bu şekilde sisteme verilen enerji otomatik olarak arttırılmakta veya azaltılmakta ve bu sayede proses büyüklüğü set değerine oturtulmaktadır. İntegratör devresi gerekli enerji değişikliğine, set değeri ile ölçülen değer arasında fark kalmayınca kadar devam etmektedir. Fark sinyali sıfır olduğu anda artık integratör devresinin integralini alacağı bir sinyal söz konusu olmamaktadır. Herhangi bir şekilde bazı değişiklikler olup, sıcaklık değeri set değerinden uzaklaşacak olursa tekrar fark sinyali oluşmakta ve integratör devresi gerekli düzeltici etkiyi göstermektedir .

## 2. Oransal + Integral (PI) kontrol (Proportional and Integral kontrol) *(Devam)*

---

PI kontrol cihazlarındaki integral terimi, yukarıda da belirtildiği gibi hata değeri sıfır oluncaya kadar çıktının sürekli olarak değişmesine neden olmaktadır. Bununla birlikte pratikte hatalar kolaylıkla ortadan kaldırılamamaktadır. Böyle olunca da müdahale gecikmekte ve sonucunda integral teriminin küçük hata değerleri yerine çok daha büyük değerlerle uğraşmasını gerekli kılmaktadır. Hata değerinin büyümesi kontrol hareketi doyuma ulaşıncaya kadar devam etmektedir

## 2. Oransal + Integral (PI) kontrol (Proportional and Integral kontrol) *(Devam)*

---

PI kontrolun en belirgin özelliği, sistem çıktısının, ilk başlatmada set değerini geçerek, önemli bir miktar yükselme («overshoot», aşırı sıçrama) yapmasıdır. Set değeri etrafında bir iki salınım yaptıktan sonra set değerine oturmaktadır

### 3. Oransal + Integral + Türevsel (PID) kontrol (Proportional and Integral and Derivative kontrol)

---

$$C(t) = K_c \varepsilon(t) + \frac{K_c}{\tau_I} \int_0^t \varepsilon(t) dt + \underbrace{K_c \tau_D}_{\text{RATE}} \frac{d\varepsilon}{dt}$$

Laplace dönüşümü:

$$G_c(s) = K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_I s} + \tau_D s \right)$$