

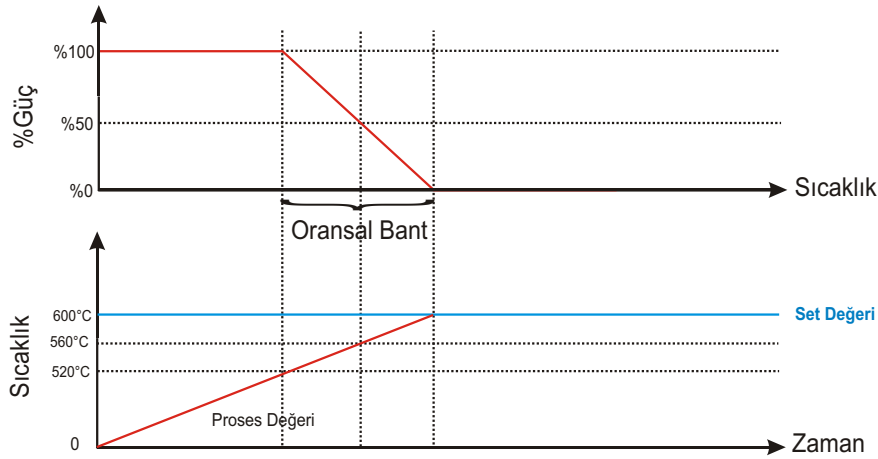
PID Kontrol Formu

PID kontrol formu endüstride sıkça kullanılan bir proses kontrol yöntemidir. PID kontrol algoritmasının çalışma fonksiyonu, kontrol edilen prosteden belirli aralıklarla geri besleme almak ve alınan geri besleme sonucunda prostese ait kontrol çıkışını düzeltmesidir. PID ile çalışan cihazlar hassasiyeti ve adaptasyonu yüksek cihazlar olup, bir çok uygulamada güvenle kullanılabilir. PID'yi oluşturan kontrol fonksiyonları; Proportional (oransal), Integral (integral) ve Derivative (türevsel)'dir

P

Oransal Kontrol (Proportional Control)

Oransal kontrolde cihaz, çıkış sinyalini prostesinin talep ettiği enerji doğrultusunda otomatik olarak ayarlar. Bu sistemde talep edilen enerji ile verilen enerji arasında bir oran vardır.



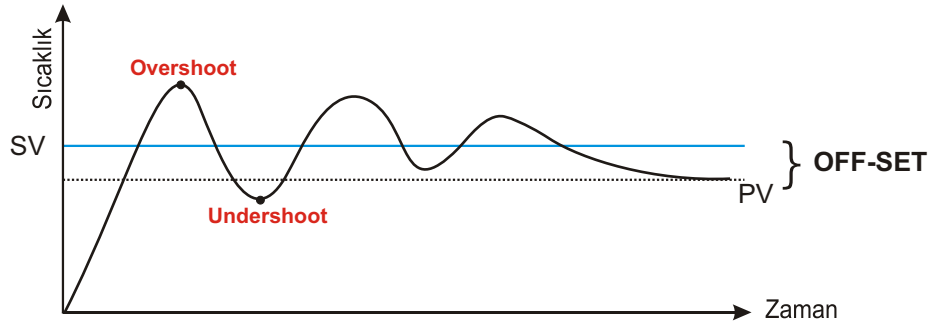
Oransal band, EMKO cihazlarında tam skalanın % 'si cinsinden girilir ve oluşan bu band SET değerinin altında yer alır.

Örneğin; LOL (alt limit): 0°C , UPL (üst limit): 800°C için,

Çalışma skalası = UPL - LOL = 800 - 0 = 800°C

aralığında bulunan bir cihaza %10'luk bir oransal band girildiğinde,

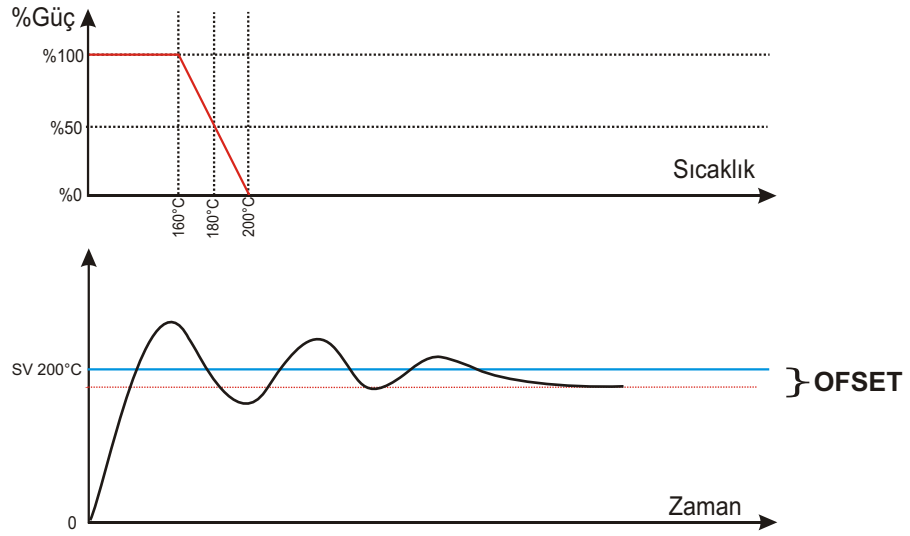
Band genişliği = [Çalışma skalası] x [(%) girilen band genişliği] = 800 x 10/100 = 80°C'lik bir sıcaklık bandı oluşur, yukarıdaki örnek grafikte bu 80°C'lik bandın içindeki proses değerinin değişimi daha net gözlenmektedir. Proses, oransal bandın tam ortasında iken cihaz sisteme %50 güç verir ve gücü oransal olarak %0'a kadar indirir. Sıcaklıkta bu orantıda değişir.



Oransal kontrol sistemlerinde ölçülen değer öncelikle set noktasının üstüne çıkar ve bir kaç kez SET noktası üzerinde salınım yaptıktan sonra, SET değerinin altında bir noktaya yerleşir. SET noktasındaki bu kaymaya off-set denir. Oransal bandın seçiminde kullanıcının sistemini tanıması önemlidir, yukarıdaki dar oransal banda sahip sistemde proses değerinin SET değeri üzerinde oluşturduğu aşırı yükselme (overshoot) veya aşırı düşüş (undershoot) görülmektedir, bu hassas sistemler için istenmeyen bir durumdur.

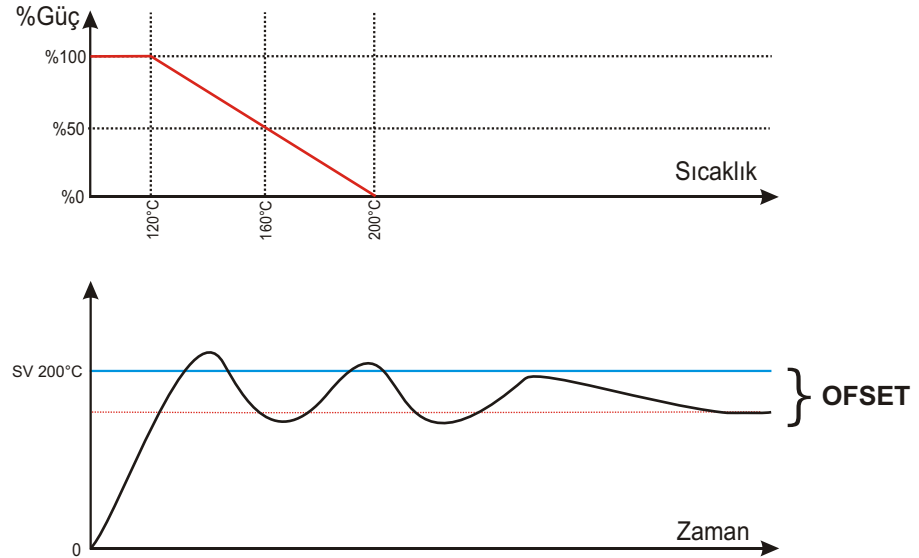
Dar ve Geniş Oransal Band Örnekleri

Oransal band eğrileri sisteme ve girilen değerlere göre farklılık gösterir, genel olarak geniş ve dar oransal band arasındaki farklar aşağıdaki örnek eğri grafiklerinde gösterilmiştir.



Dar Oransal Bant

Yukarıdaki grafikte, %10 'luk bir oransal band kullanılmıştır. Çalışma skalası 400°C olan cihazın oransal bandı set değerinin altında 40°C 'lik bir alan oluşturmuştur. Bu band'da küçük oranda sıcaklık artışı yapmak için büyük oranda enerji vermek gerekir. Aşağıdaki grafikte ise yine çalışma skalası 400°C olan cihaz için oransal band % 20 'ten hesaplanmıştır bu band ise set değerinin altında 80°C 'lik bir alan oluşturur. Geniş oransal band'da ise küçük oranda enerji artışı büyük oranda sıcaklık artışını sebep olur.



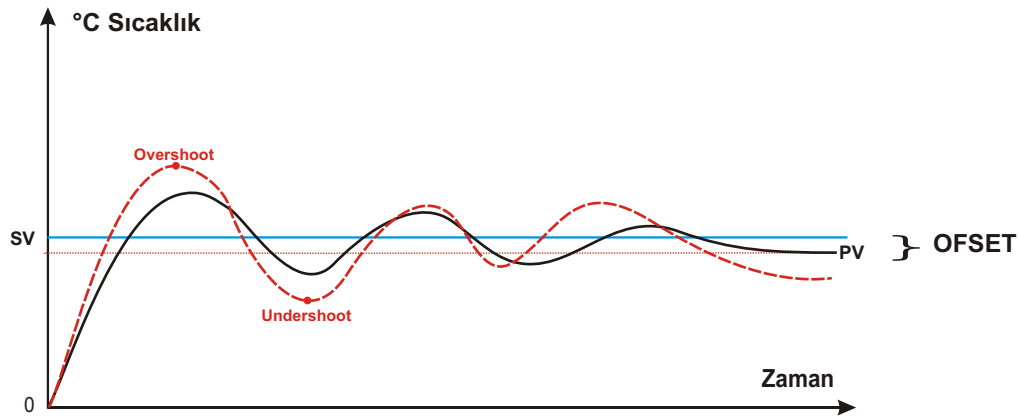
Geniş Oransal Bant

Bu örnek grafiklerde görüldüğü üzere geniş oransal band'da off-set dar oransal banda göre daha fazladır fakat burada, Overshoot ve Undershoot etkiside azaltılmıştır. Dikkat edilmesi gereken bir önemli hususta oransal bandın giderek daraltılıp sıfırlandığında cihazın ON-OFF kontrol formatı şeklinde çalışmaya başlamasıdır.

PD

Oransal-Türevsel Kontrol (Proportional Derivative)

Oransal kontrolde, türevseliğin eklenmesi ile "OFF-SET" olarak nitelendirdiğimiz set noktasından kayma bir miktar azalır ama esas nedeni sistemdeki aşırı yükselme (**overshoot**) veya aşırı düşüşü (**undershoot**) azaltmasıdır. Oransal-Türevsel kontrolün çalışmasını basitçe anlatmak gerekirse; Set değeri ile ölçülen değer arasındaki farkın türevini alınır (yani uygulamanın reaksiyon hızı ölçülmüş olur) ve prosesin cevabına göre çıkış'ın sinyali ayarlanarak (oransal çıkışın azaltılması veya artırılması) aşırı yükselmeler ve aşırı düşüşler engellenmiş olur. Bu sistemin en önemli özelliği türevin düzeltici etkisini hızlı bir şekilde göstermesidir. Derivative (türevsel etki) kısa proses cevap zamanı olan sistemlerde (akış, basınç v.b.) Kullanılamaz. Derivative (türevsel etki), bu tür sistemlerde doğasında olan salınıma ilave salınım yaratır.

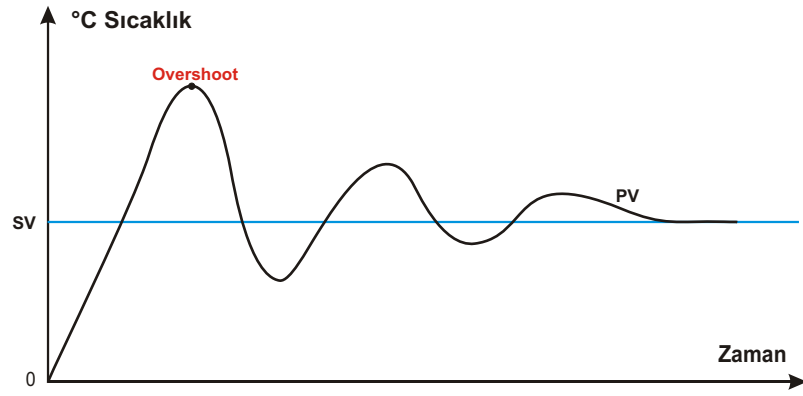


Grafikte de görüldüğü üzere Türevin düzeltici etkisi ile "overshoot" - "undershoot" etkisi azaltmıştır. Grafik planında bulunan (---) işaretli reaksiyon eğrisi Oransal kontrolü (P) gösterirken, (—) işaretli reaksiyon eğrisi ise PD'yi (Oransal-Türevsel kontrol) göstermektedir. Burda türevin oransal band'a etkisi dolayısıyla overshoot - undershoot etkisinin azalması ve OFF-SET değerinin düşmesi grafikte açıkça görülmektedir.

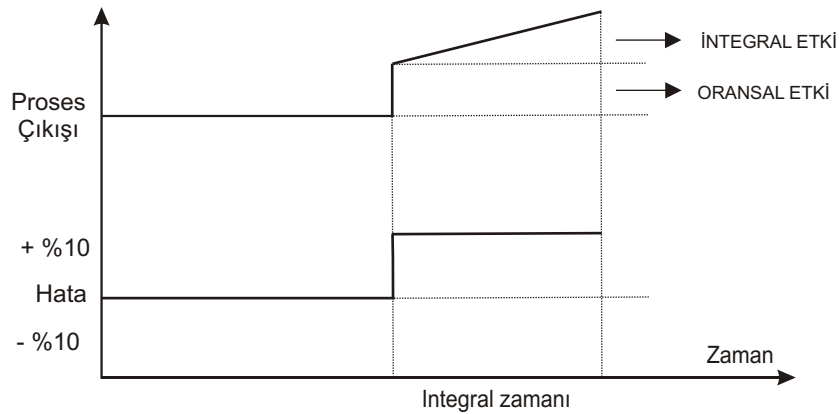
PI

Oransal-İntegral Kontrol (Proportional Integral)

Oransal kontrolde karşımıza çıkan ofset (set değerinden kayma), P değerine I (integral)'inde eklenmesiyle ortadan kaldırılmış olur. İntegral (I), buradaki off-set değerini çok düşük seviyelere, hatta sıfıra indirir. Bu kontrol biçiminde ölçülen değer ile istenilen değer arasındaki fark sinyalinin zamana göre integrali alınır, bu değer fark değeri üzerine eklenerek oransal band kaydırılmış ve proses değeri istenilen değere oturtulmuş olur.



PI (oransal-integral) kontrolde, sisteme verilen enerji integral algoritması sayesinde ihtiyaca göre sürekli artırılıp azaltılarak off-set ortadan kaldırılır. (P) Oransal-integral kontrolde dikkat edilmesi gereken en önemli özellik, ilk başlama anında proses değerinin set noktası üzerine önemli bir miktar çıkmasıdır " overshoot". Ardından set değerinin etrafında bir kaç kez salınım yaptıktan sonra istenilen değere ulaşılır. Sürekli ve uzun süreli proseslerde örneğin fırın gibi yada Off- set arzu edilmeyen durumlarda (PI) oransal-integral kontrol formu kullanılabilir.



PI (oransal-integral) algoritmasını başka bir grafikte anlatmak gerekirse; Integral, set değeri ve proses değeri arasındaki farkı, oransal bandı, önceden tanımlanmış zamana bağlı olarak kaydırarak, otomatik olarak yok eder. Set değeri ve proses değeri eşitlenene kadar, integral değeri, zamana ve set değeri proses değeri farkına bağlı olarak değişerek, proses çıkışının değiştirilmesini sağlar.

$$\text{Kontrol çıkışı} = \text{hata} \cdot 100 / \text{bp} + 1 / \text{TI} \int \text{hata} \, dt$$

Integral zamanının küçük girilmesi çıkışın kısa sürelerde çık hızı değişmesine yol açar, dolayısıyla proses değeri set değeri etrafında salınım yapabilir.

Integral zamanının büyük girilmesi ise çok yavaş bir integral etkisine sebep olur, set değeri ve proses değerinin birbirine eşitlenmemesi sonucuna yol açabilir.

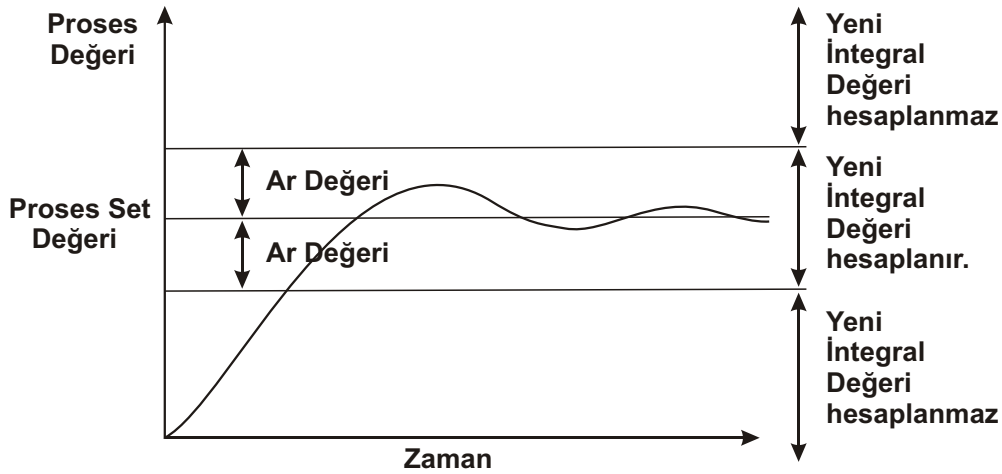
Integral zamanı proses cevap zamanının yaklaşık 5 katı kadar büyük olmalıdır. (Proses cevap zamanı, prosese yeni bir proses çıkışı uygulandığında proses kararlı hale gelinceye kadar geçen süredir.)

EMKO cihazlarında bulunan ANTI-RESET WINDUP (Ar) parametresi ise, I (integral) 'in hesaplanmasında operatör tarafından manual girilerek yada otomatik modda ($\sigma t.Rr$) çalıştırılarak sistemin kullanıcının belirlediği skalada integral değerinin hesaplanmasını sağlar, böylece sistemi tam skala içindeki hesaplanan gereksiz integral değerinden'de arındırır, bunun sonucu olarak proseste meydana gelebilecek overshoot ve undershoot etkiside azalmış olur

ANTI-RESET WINDUP = **Ar parametresi** ($\sigma t.Rr$, 0-SKALA ÜST NOKTA) ;

PID ve PI'li çalışma sırasında eğer proses değeri Ar parametresi '0-Skala Üst Nokta' arasında girilirse , girilen bu değer Anti-Reset Windup değeri olarak kullanılır. Eğer Ar Parametresi $\sigma t.Rr$ girilirse ; Ar parametresi , Isıtma PID 'deki Isıtma Oransal Band, Soğutma PID 'deki Soğutma Oransal Band değerlerini kullanılır.

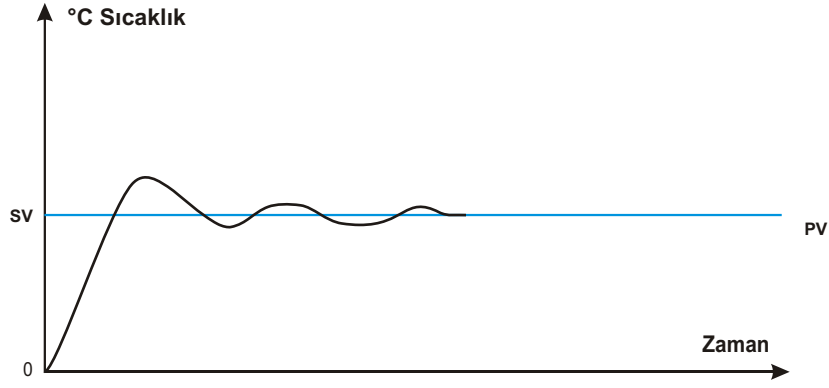
Proses set değeri - Ar <= okunan değer <= Proses set değeri + Ar sınırları içinde ise integral değeri hesaplaması yapılır. Eğer sınırların dışında ise integral hesaplaması yapılamaz ve en son hesaplanan integral değeri kullanılır.



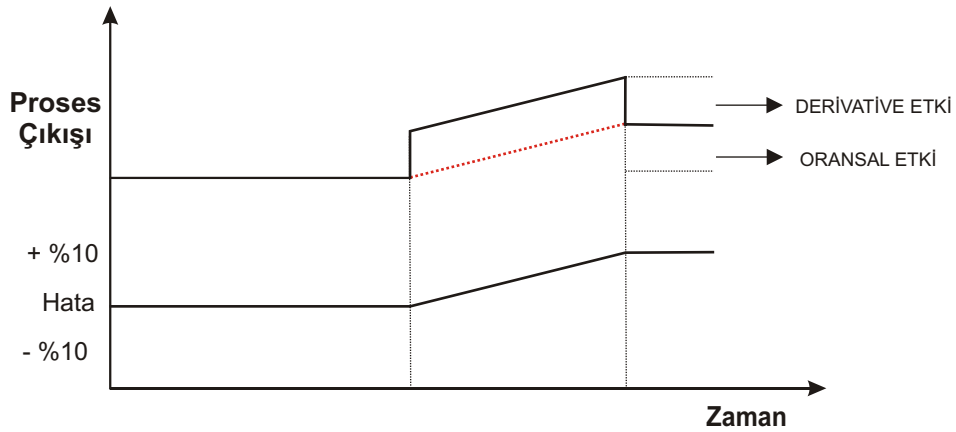
PID

Oransal-İntegral-Türevsel Kontrol
(Proportional Integral Derivative)

Oransal (P), Oransal-Türevsel (PD), Oransal-İntegral (PI) kontrolünün yeterli gelmediği karmaşık ve hassas proseslerde Oransal-İntegral-Türevsel (**PID**) kontrol formu devreye girer. Kısaca bu sistemi anlatmak gerekirse; Oransal kontrolden kaynaklanan off-set'i integral kontrol ile kaldırmış oluruz, oransal-integral'in meydana getirdiği overshoot'u ise türevsel kontrolle minimuma indirmiş oluruz. Böylece sistemimizin off-set'i gidermiş ve overshoot etkisi minimuma indirilmiş olur.



PID parametrelerinin ayarlanması bu sistemin stabil ve doğru çalışması için önemlidir. Bu ayarlara bağlı olarak yukarıda ki kontrol eğrisi değişebilir. EMKO elektronik tarafında üretilen PID tabanlı cihazların ayarlanması için P-I-D parametrelerinin çok iyi hesaplanması gerekir, bu yüzden EMKO cihazlarında otomatik algoritmalar-fonksiyonlar bulunur. Bu parametreler cihazın içinde " **Self Tune** " kendi kendine ayar ve " **Auto Tune** " otomatik ayar olarak bulunur, bu iki sistem ile ilgili daha fazla bilgi için Self Tune - Auto Tune çalışma biçimi adlı bilgilendirme notunda bulabilirsiniz.



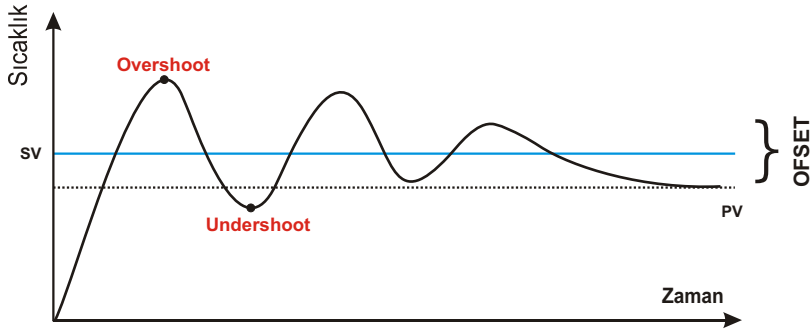
PID (oransal-integral-derivative) algortimasını başka bir grafikte anlatmak gerekirse; Sisteme derivative fonksiyonuda eklenmiştir, derivative genellikle uzun proses cevap zamanı olan sistemlerde kullanılır. Kontrol fonksiyonu proses değerindeki değişim oranını ölçer ve prosesin değişim oranındaki farklılığa bağlı olarak proses çıkışına müdahale eder.

$$\text{Kontrol çıkışı} = \text{hata} \cdot 100/bp + 1/TI \int \text{hata} dt + TD \text{hata} d/dt$$

Yukarıdaki şekilde derivative'in oransal kontrolle etkisi görülmektedir. Kesik çizgili kısım hataya göre oransal kontrol çıkışının değişimini göstermektedir. Düz çizgili kısım oransal kontrol ile beraber derivative etkiyi göstermektedir. Kontrol çıkışı aniden yükselmekte, rampa ile beraber yükselmekte ve hata sabit hale geldiğinde sadece oransal kontrol etkisi kalmaktadır.

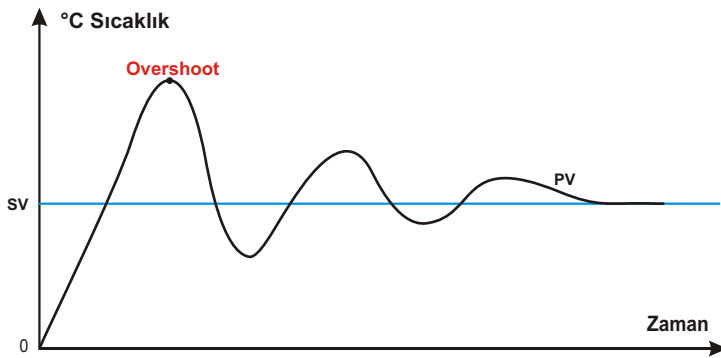
Esas olarak oransal bandı ani olarak kaydırmak suretiyle, hata farkının değişimine bir "fren" etkisi yaratmak amacı taşımaktadır. Hata değişmiyorsa, derivative etkisi yoktur. Derivative zamanı yaklaşık olarak integral zamanın 1/4'ü oranında kullanılmaktadır.

P-I-D Grafikleri



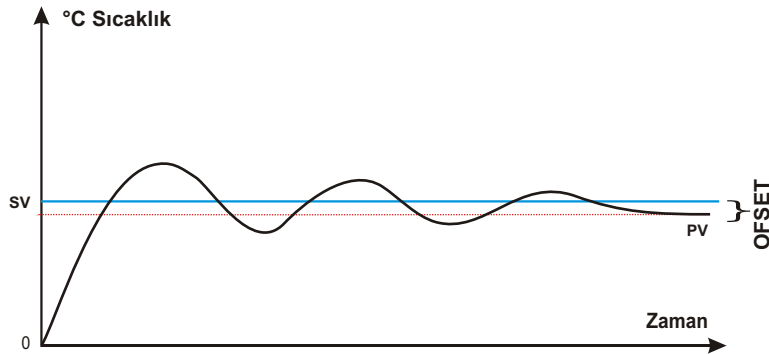
P ORANSAL

Oransal kontrolde sistem bir miktar off-set ile overshoot-undershoot etkisi altındadır.



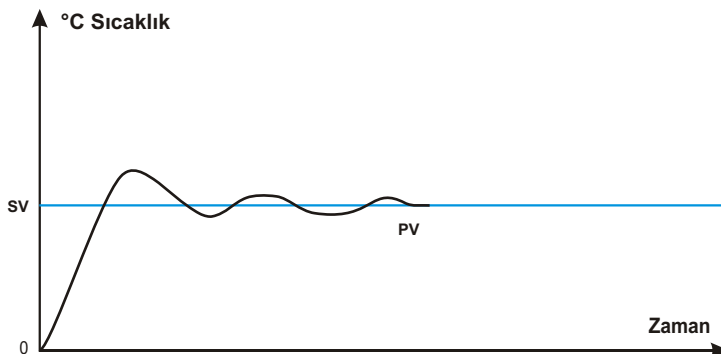
PI ORANSAL-İNTEGRAL

Oransal kontrolden kaynaklanan Off-set, İntegralin etkisi ile giderilmiş sistemde overshoot etkisi devam etmektedir. Bu kontrol sistemi sürekli tip yada uzun süreli proseslerde kullanılır



PD ORANSAL-TÜREVSEL

Oransal kontrolün overshoot etkisi türevsel parametrelerin kullanılması ile kaldırılmış, sistemde bir miktar ofset kalmıştır. Bu sistemin özelliği hızlı tepki vemesidir.



PID ORANSAL-İNTEGRAL-TÜREVSEL

Oransal İntegral Türevsel (PID) kontrolde sistemin off-set'i giderilmiş ve overshoot - undershoot etkisi minumuma indirilmiştir.