

# EGE ÜNİVERSİTESİ

## EGE MYO

---

MEKATRONİK PROGRAMI

# SENSÖRLER VE DÖNÜŐTÜRÜCÜLER

---

SÜREÇ KONTROL

# Süreç Kontrol

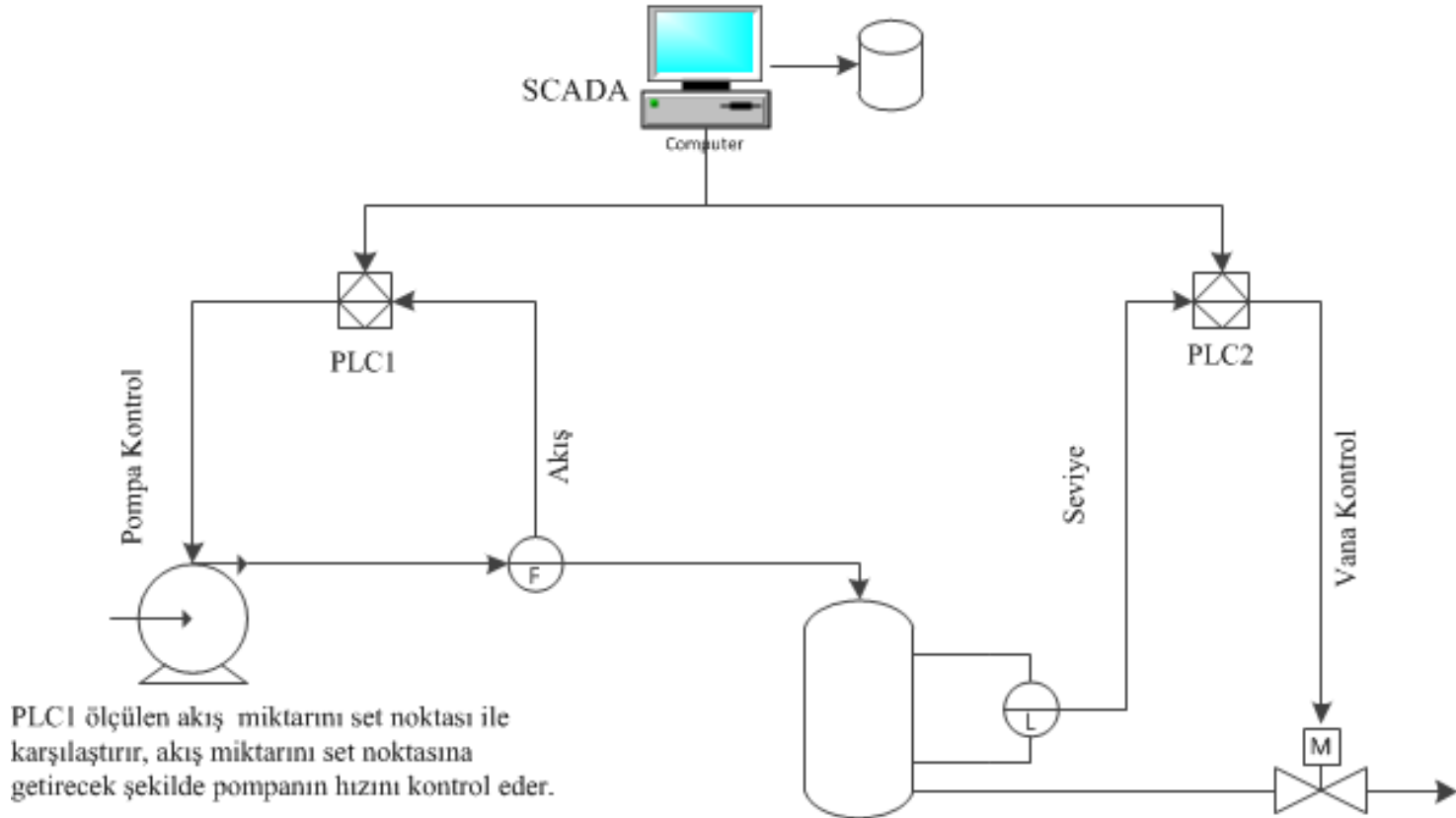
- Süreç kontrolle ilişkili işlemler her zaman doğada var olmuştur. “Doğal” süreç kontrolünü yaşayan bir organizma için önemli bazı iç fiziksel özellikleri düzenleyen işlem olarak tanımlayabiliriz. Doğal düzenleme örnekleri olarak vücut sıcaklığı, kan basıncı ve kalp atış ritmi gösterilebilir.
- Eski insanlar yaşamlarını sürdürürebilmek için dış çevrelerindeki bazı parametreleri düzenleme gereksinimi duydular. Bu düzenleme “yapay” süreç kontrolü olarak tanımlanabilir. Bu tip süreç kontrolde parametrelerin gözlenmesi, istenen değerle karşılaştırılması ve parametrenin istenen değere mümkün olduğu kadar yaklaştırılması gerekir.

# Süreç Kontrolün Tanımı

- Endüstride üretilen son ürünün belirli tanımlanmış özelliklerinin bulunması gerekmektedir. Ürünün istenen özellikleri taşımasını sağlamak amacıyla bu koşullar ve işlemlerin doğruluğunun kontrol edilmesine **süreç kontrol** denir.

# Bir süreç kontrol örneği

SCADA sistemi ölçülen akış ve seviye bilgisini okur ve PLC'lere set noktasını gönderir.



Şekil 1 Seviye ve akış kontrol sistemi

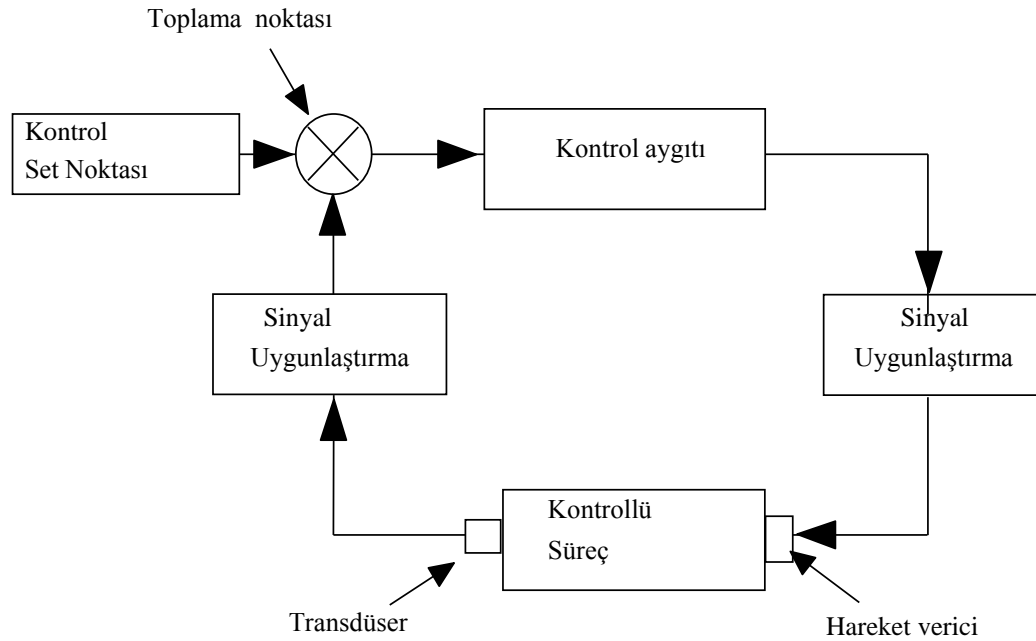
# Bir süreç kontrol örneği

- Şekil-1'deki kontrol sisteminde birer seviye ve akış transmitteri, kontrol aygıtı ve kontrol vanası tank içindeki sıvı seviyesini kontrol etmek için kullanılmıştır.
- Bu kontrol sisteminin amacı akışkan seviyesini tankın tabanından belirli bir yükseklikte tutmaktır. Herhangi bir değişkenin denetimindeki ilk basamak bu değişkenin ölçülmesidir. Otomatik kontrol sistemindeki **transdüser** değişkeni ölçer ve ölçümü bir elektrik işaretine çevirir. Bir süreci denetlemek için istenen sonucu da bilmemiz gerekir. Bu **kontrol set noktası**dır; örneğin, tanktaki seviye ayarı. Seviye kontrol aygıtı ölçümü değerlendirir, istenen set noktası ile karşılaştırır ve bir seri düzeltici çıkış üretir. Vana çıkış borusundaki akışkanın debisini kontrol eder.

# Tanımlar

- Bir kontrol sistemindeki herhangi bir noktada ölçülen değişken ve süreç set noktası bir araya getirilip karşılaştırılmalıdır. Bu noktaya *toplama noktası* denir. Karşılaştırmanın sonucu bir *hata işareti* üretilir. Hata işareti basit bir aç-kapa işareti olabilir veya gerekli düzeltme miktarını belirtir. Hata işareti süreci kontrol set noktasına daha yakınlaştıracak şekilde ayarlama yapma kararını veren *kontrol aygıtı*nın girişine uygulanır.
- Süreç kontroldeki son basamakta değişkeni kontrol set noktasına daha yaklaştıracak ayarlama işi yapılır. *Hareket verici* sistemin kalanının denetlediği işi gerçekleştirir. Seviye transdüseri kontrol vanasına bir kapat işareti gönderdiğinde, vana kapanarak sıvı seviyesini artırır. Bu örnekte, kontrol vanası aracılığıyla sıvı seviyesi ayarlanmaktadır. Bu *işlemlenen değişken*dir: Seviye kontrol set noktasına ulaştığında yapılan ölçme sonucu kontrol aygıtı kapat işaretini göndermeyi durduracak ve vananın belirli oranda açılmasını sağlayacaktır.

# Süreç Kontrol Sisteminin Elemanları

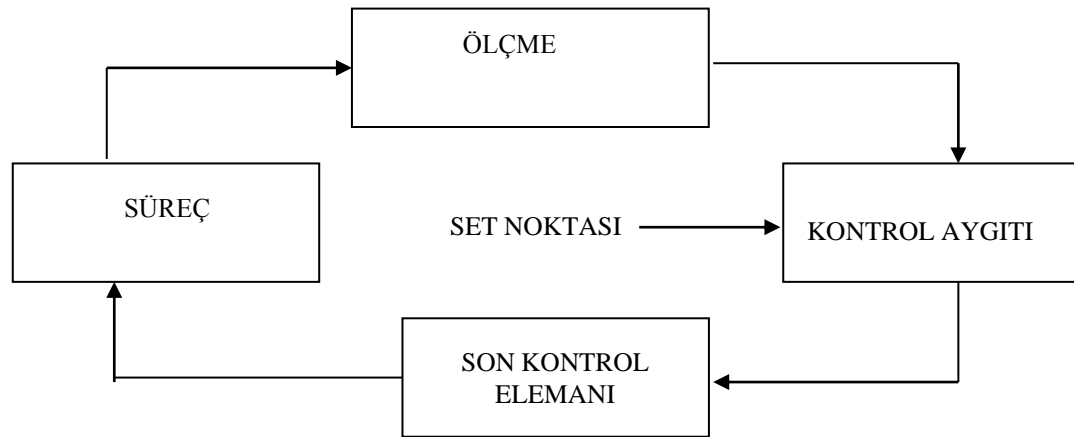


Şekil 2 Kapalı çevrim süreç kontrol sistemi blok şeması



# Süreç Kontrol Sisteminin Elemanları

- Bir süreç kontrol sisteminde dört ana eleman bulunmaktadır: **süreç**, **ölçme**, **değerlendirme** ve **kontrol**. Şekil-3'teki gibi bir blok şema ile de kontrol döngüsündeki elemanlar gösterilebilir.



Şekil 3 Süreç kontrol sistemi elemanları

# Süreç Kontrol Sistemi Elemanları: Tanımlar

- **Süreç**

- Endüstride **süreç** sözcüğü bir ürünün üretilmesi ya da geliştirilmesini sağlayan bir seri işlem olarak tanımlanır.
- Şekil-1'deki örnekte, akışkan seviyesine göre kontrol edilecek süreç tanka giren ve çıkan sıvı miktarları gibi değişkenleri içerir.
- Kimya endüstrisinde, örneğin benzin gibi bir son ürünü elde etmek için yapılan işlemlere **süreç** denilmektedir.
- Gıda endüstrisinde, yenilebilir ürünlerin elde edilmesi amacıyla hammaddenin alınarak işlenmesi işlemleri de **süreç** olarak adlandırılmaktadır.

# Süreç Kontrol Sistemi Elemanları: Tanımlar

- **Ölçme**

- Bir süreçteki dinamik değişkeni kontrol edebilmek için değişken hakkında bilgiye gerek vardır. Genelde ölçüm, değişkenin elektriksel gerilim ya da akım gibi analog işarete dönüştürülmesi anlamına gelir.

- **Değerlendirme**

- Süreç kontrolde değerlendirme aşamasında ölçüm incelenir ve yapılması gereken düzeltici hareket belirlenir. Döngünün bu kısmına **kontrol aygıtı** adı verilir.
- Değerlendirme, ölçüm ve set noktasının karşılaştırılması ve denetlenen değişkeni set noktasına getirmek için gerekli işleme karar verilmesinden oluşmaktadır. Bu, süreç kontrol döngüsünün temelidir.

# Süreç Kontrol Sistemi Elemanları: Tanımlar

- **Son Kontrol Elemanı**

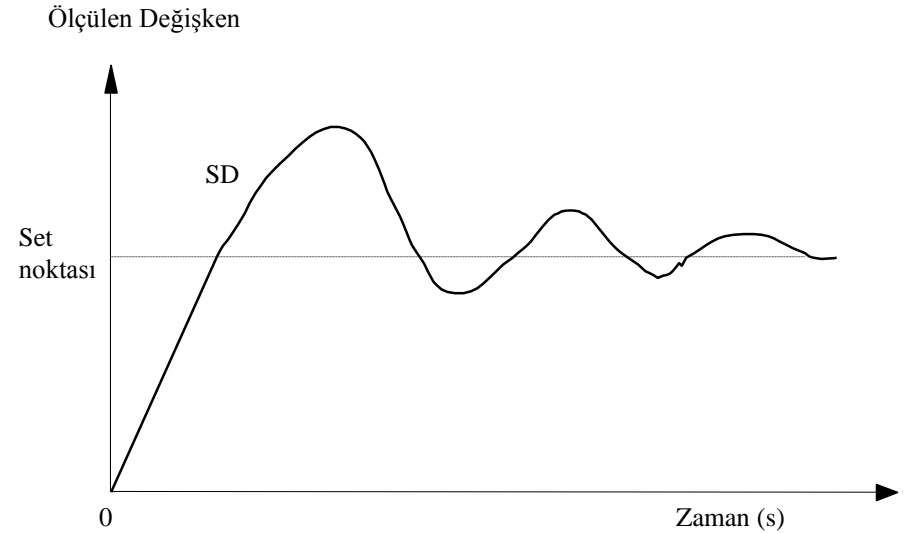
- Bir süreç kontrol döngüsündeki son eleman sürece doğrudan etki eden bir aygıttır. Bu eleman kontrol aygıtından aldığı girişi sürece etkiyecek oransal bir işleme dönüştürür. İşlem endüstrisinde çoğu durumda bu son kontrol elemanı süreçteki akışkan debisini ayarlayan bir kontrol vanasıdır.

# Bir Kontrol Sisteminin Temel Gereksinimleri

- Bir kontrol sisteminin başlıca gereksinimi oldukça kararlı olmasıdır. Yanıt hızı yüksek olmalı ve bu yanıt uygun bir sönümlenme özelliği göstermelidir. Bir kontrol sistemi sistem hatasını ya sıfırlamalı ya da sıfıra yakın bir değere düşürebilmelidir.

# Bir Kontrol Sisteminin Temel Gereksinimleri

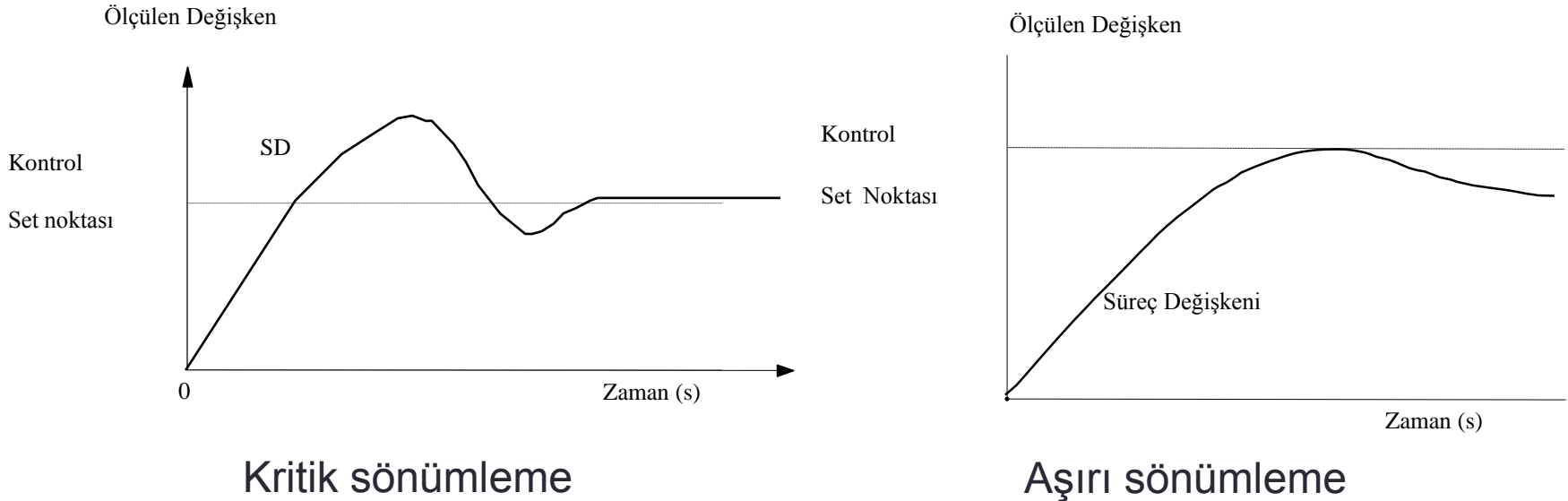
- Şekil-4'teki az sönümlü yanıt eğrisi bir sistemin kontrollü değişkendeki değişime verdiği yanıtı göstermektedir. Sistemdeki değişimle değişimin düzeltilmesi arasındaki zamana *yanıt süresi* denir. Set noktası ve gerçek sistem arasındaki fark *sürekli durum hatası*dır.



Şekil 4 Devirli yanıt eğrisi

# Sistem Yanıt Eğrileri

- Şekil 5'te farklı derecelerde sönülmeye sahip sistemlerin yanıt eğrileri bulunmaktadır. Kritik sönümlü sistem yanıtı doğruluk ve yanıt süresi arasında en iyi uyuşmayı sağlar. Aşırı sönümlü sistem yanıtı doğruluktaki çok az kazanç için çok yavaştır; ancak aşmanın kabul edilemez olduğu yerlerde kullanılabilir.



Şekil 5 Kritik ve aşırı sönümlenmeli yanıt eğrileri

# Kontrol Sistemine ilişkin Terimler

- **Sistem Hatası**

- Sistem hatası, kontrollü değişken set noktası değeri ve süreç değişkeni arasındaki farkın ölçüsüdür ve
- $e(t) = SD(t) - SN(t)$  eşitliğiyle ifade edilir.

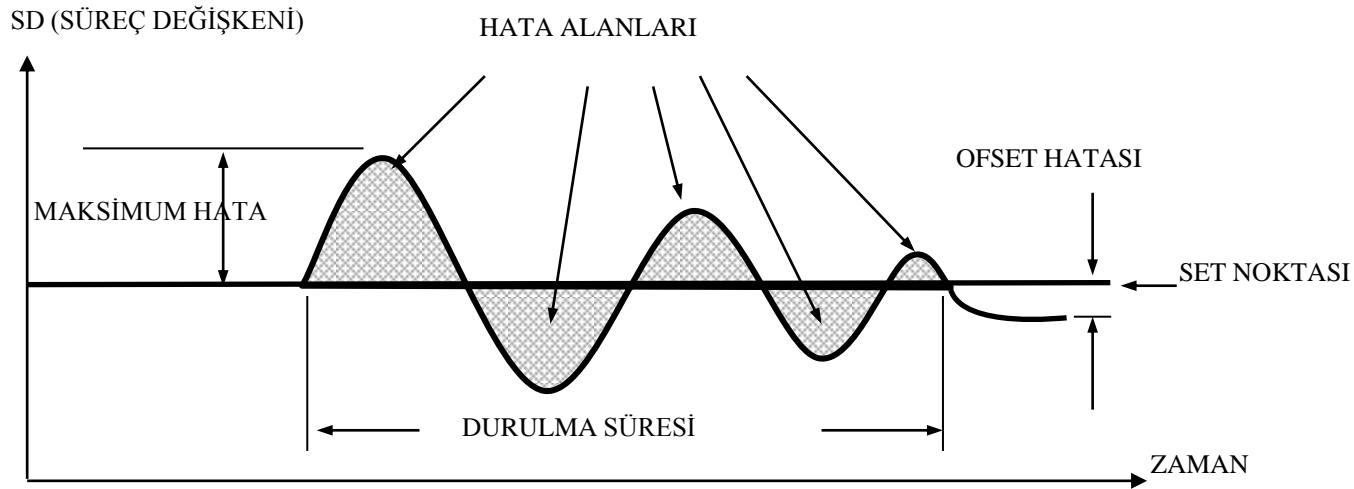
- **Sistem Yanıtı**

- *Sistem yanıtı*, bir kontrol döngüsünün kontrol edilen süreç değişkeninde bir değişikliğe neden olan bozucu değişkenden kurtulma yeteneğidir. Sistem yanıtı *az sönümlü*, *aşırı sönümlü* ve *kritik sönümlü* olmak üzere üç genel özellik göstermektedir.



# Kontrol Döngüsü Tasarım Kriterleri

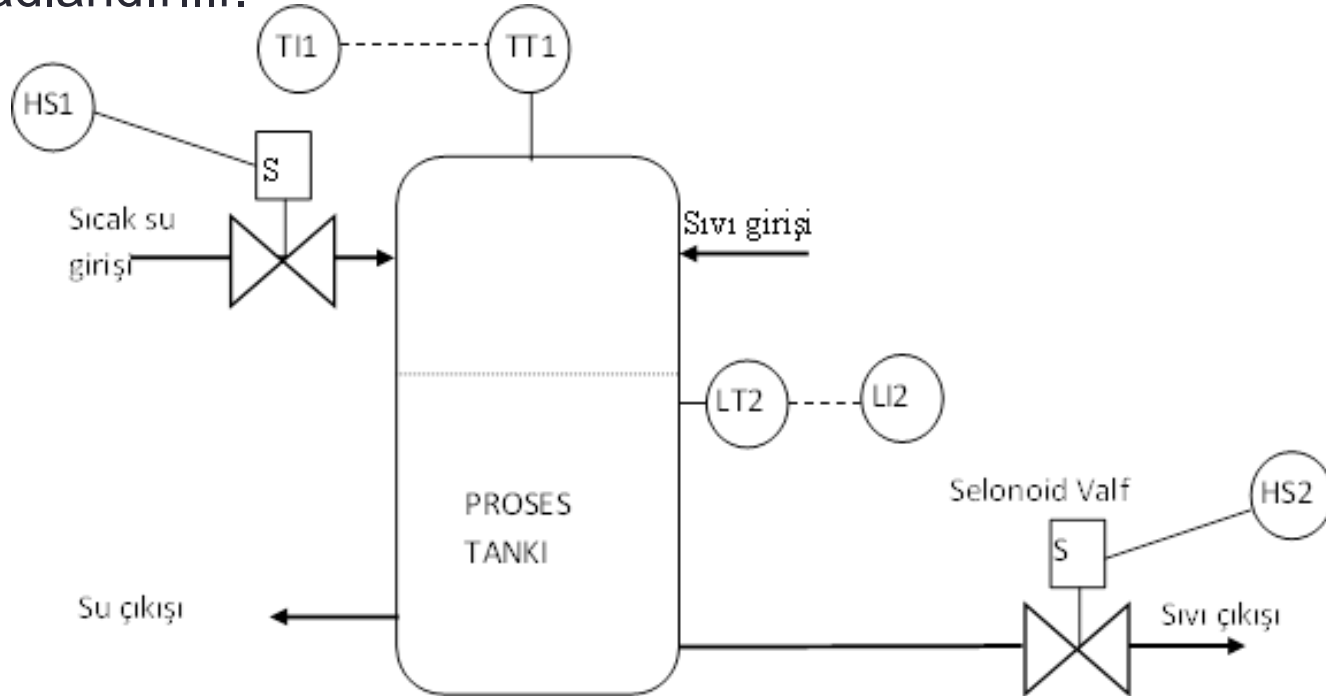
- Bir süreç kontrol döngüsünde giriş değişimine verilen yanıtın değerlendirilmesinde yararlanılan çok sayıda kriter bulunmaktadır. En çok kullanılan kriterler durulma süresi, maksimum hata, kalıcı durum (offset) hatası ve hata alanıdır. Bu kriterler Şekil-6'da gösterilmektedir.



Şekil 6 Denetim döngüsü tasarım kriterleri

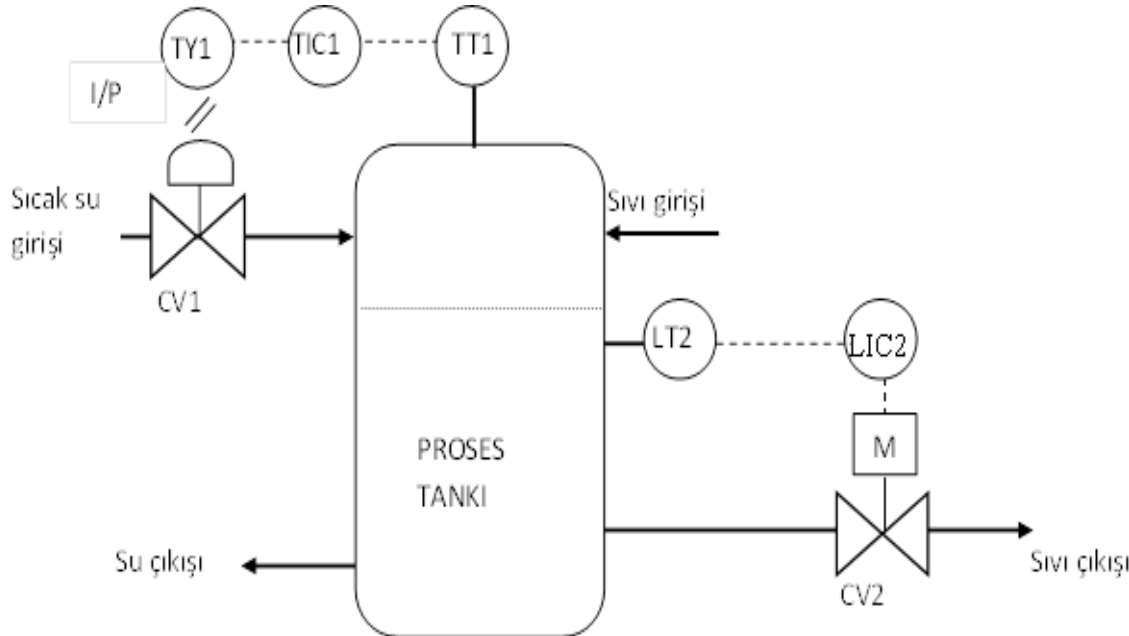
# İki Nokta Kontrol

- Aşağıdaki kontrol sisteminde elektriksel selonoid valflerin kullanıldığı bir sistem görülmektedir. Selonoid valfleri ortak bir yerden işletebilmek için iki adet manüel HS1 ve HS2 anahtarını monte edebiliriz. Selonoid valflerin iki konumu vardır: tam açık (%100) ya da tam kapalı (%0). Bu kontrol modu iki konumlu ya da aç-kapa kontrol olarak adlandırılır.



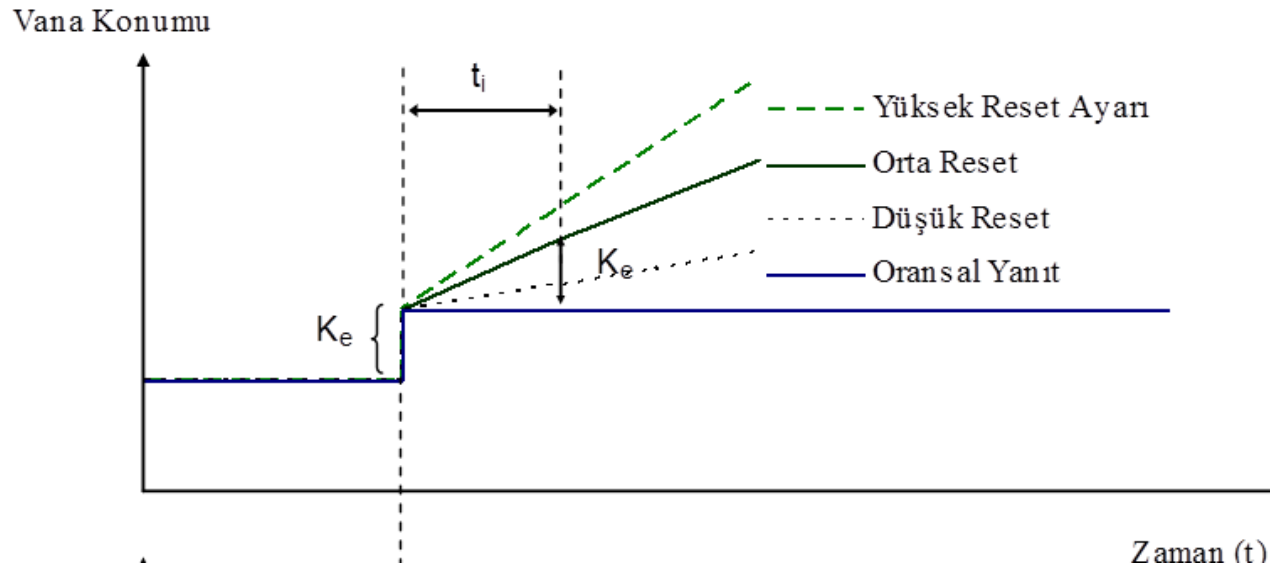
# Oransal Kontrol

- Prosesi enerji girişi ve çıkışı arasındaki denge olarak tanımlarsak, AÇIK ve KAPALI arasında ani değişimler yerine daha kararlı su akışını sağlayabildiğimizde daha düzgün bir kontrol sağlayabiliriz. Tanka giren ve çıkan her bir besleme sıvısı akış miktarı için çıkış sıvı sıcaklığını set noktasında tutacak ideal bir giriş su debisi vardır. *Kontrol moduna* iki değişiklik uygulamamız gerekecektir: ortalama çalışma koşullarında, süreç değişkenini set noktasında tutabilecek kararlı bir sıcak su akışını saptamak ve ortalama akış miktarını sağlayacak vana konumu belirlemek. Bu **oransal kontrol** kavramıdır; yani hata miktarındaki değişim ile orantılı düzeltici vana hareketinin yapılmasıdır.



# Oransal + İntegral Kontrol

- Oransal kontroldeki manüel reset ayarının operatör yerine kontrol aygıtı tarafından otomatik olarak yapıldığını varsayalım. Bu, süreç değişimlerinden kaynaklanan sürekli durum hatasını giderecektir. Bunun için vana hata sıfır olmadığı sürece belirli bir hızda hareket ettirilir. Böylece kontrol vanası için doğru konum bulunabilir.
- Bu eklenen kontrol moduna **otomatik reset (integral kontrol)** denilmektedir. Kalıcı durum hatasını giderdiğinden dolayı oransal kontrol ile beraber kullanılmaktadır.



# Oransal + Türevsel Kontrol

- Türevsel kontrol PID kontrolde üçüncü kontrol modudur. Türevsel kontrol süreç değişkeninin (veya hata sinyalinin) değişim hızına yanıt verir. Türevsel kontrol parametresinin doğru ayarlanması ile yavaş değişen süreç değişkeninin sistemdeki bir değişime daha hızlı yanıt vermesi sağlanır. Bu kontrol modu da oransal kontrol modu ile birlikte kullanılır ve **rate (türevsel) kontrol** olarak da adlandırılır.

