



**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**MEKATRONİK LABORATUVARI – I**

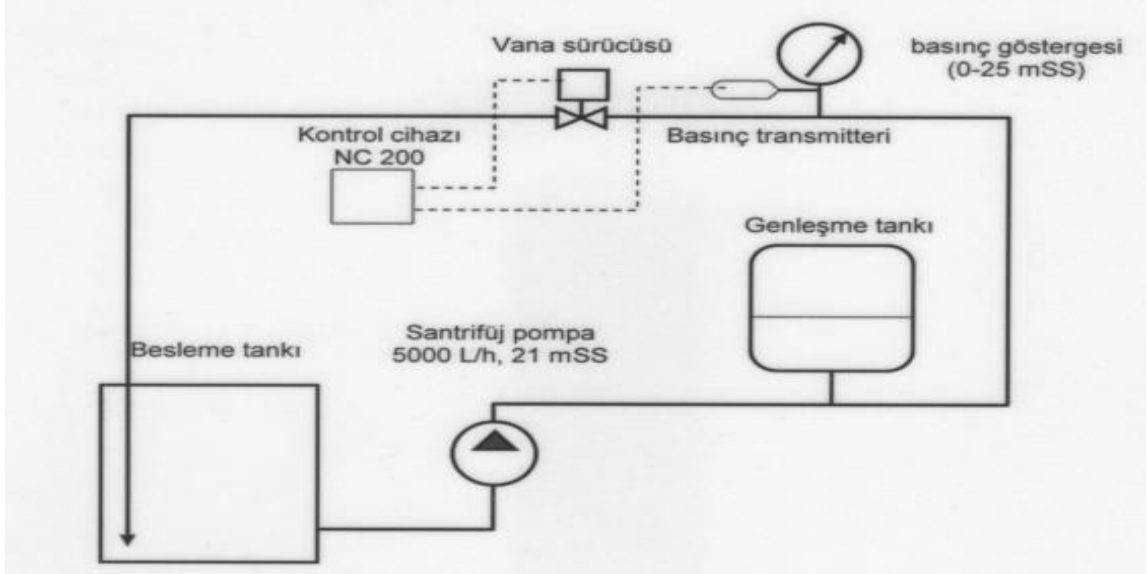
**BASINÇ, AKIŞ VE SEVİYE KONTROL DENEYLERİ**

**DENEY SORUMLUSU**

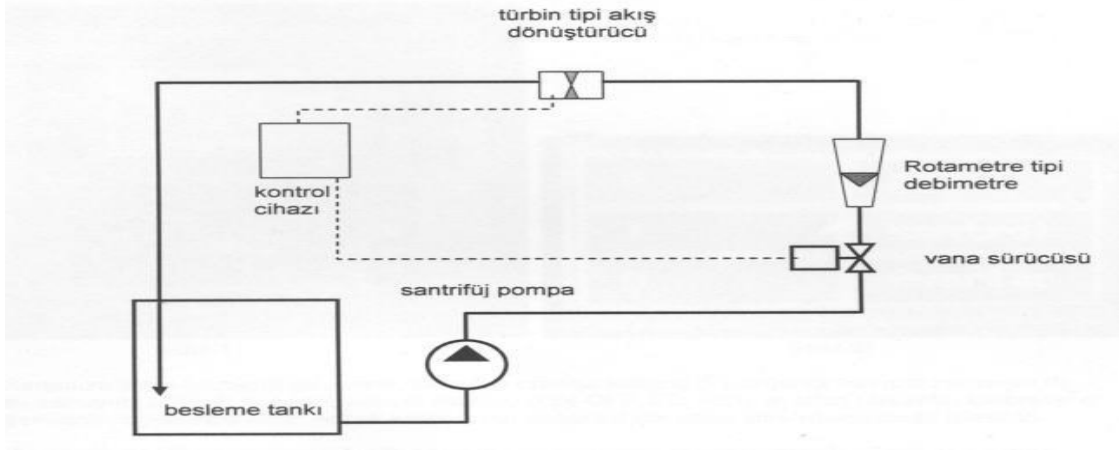
**Arş. Gör. Mustafa Yusuf YILDIRIM**

**ŞUBAT 2023  
KAYSERİ**

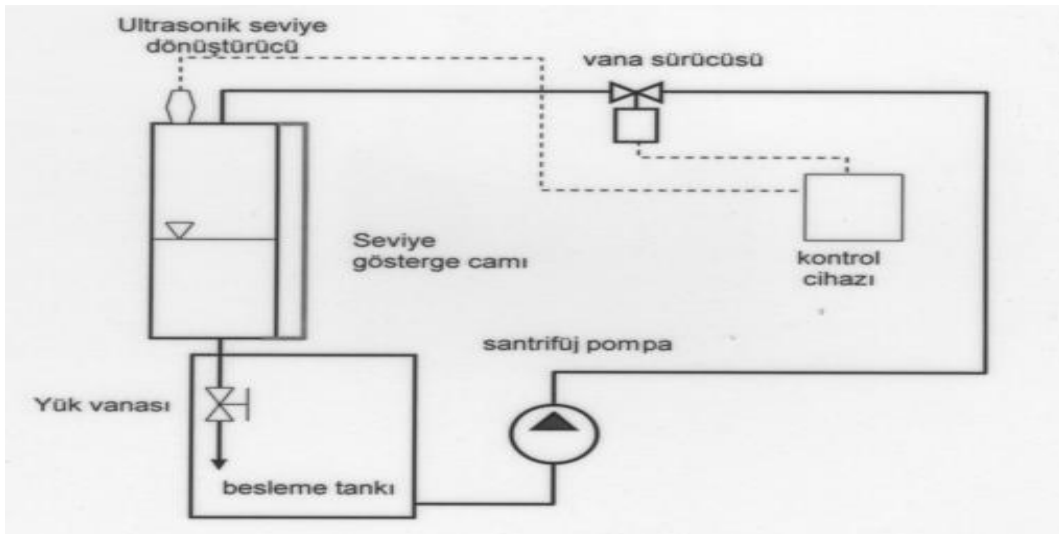
### A) KN-780 BASINÇ KONTROL EĞİTİM SETİ ŞEMASI



### B) KN-780 AKIŞ KONTROL EĞİTİM SETİ ŞEMASI



### C) KN-790 SEVİYE KONTROL EĞİTİM ŞEMASI

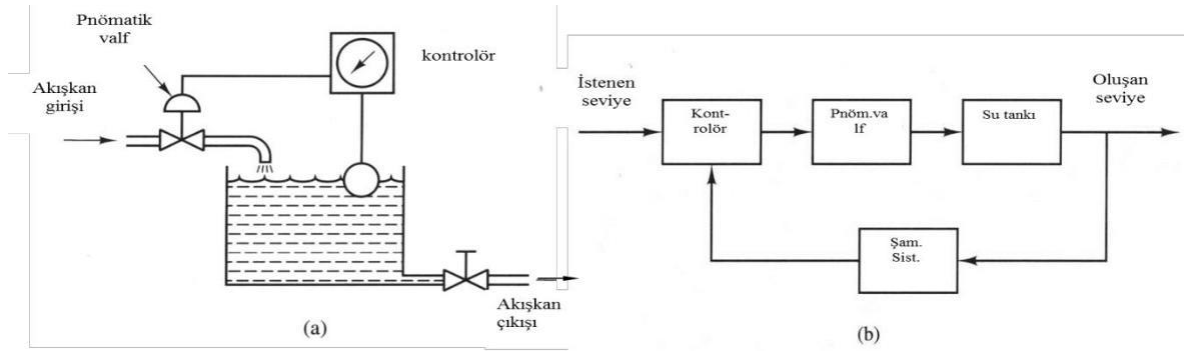


## 1. GİRİŞ

Kontrol, ayarlamak, düzenlemek veya kumanda etmek manasına gelir. Herhangi bir işlemin belirli şartlarda gerçekleşmesini sağlar. Kontrol, doğal ve yapay kontrol olmak üzere ikiye ayrılabilir. Doğal kontrol kendiliğinden gerçekleşen olayları kapsarken, yapay kontrol ise insan katkısı ile gerçekleştirilen kontroldür.

**1.1. Elle (Manuel) Kontrol:** İnsanın bir kontrol elemanı gibi doğrudan kontrol olayına katılmasıyla gerçekleştirilen kontrol uygulamasıdır. Örneğin, bir depoda sabit sıvı seviye kontrolünde; sıvı seviyesinin gözlenmesi, belirlenen seviyeye göre giriş veya çıkış vanalarına kumanda edilmesi insan tarafından gerçekleştirilir.

**1.2. Otomatik Kontrol:** Bu kontrol türü ise, insanın dolaylı katkısı ile teknolojik elemanlar yardımıyla yapılan kontroldür. Bir sistemde kontrol etkinliklerinin doğrudan insan katkısı olmaksızın önceden belirlenen bir amaca göre gerçekleştirilmesi ve yönlendirilmesidir.



Şekil 1. Otomatik olarak kontrol edilen bir depo-vana sistemi ve blok diyagramı

Otomatik kontrol sistemleri, sistemde oluşabilecek olumsuzlukları gidermede yardımcı olduğu gibi, sistemin işletme şartlarını düzelterek verimliliğini de arttırabilir. Otomatik kontrol, istenen fiziksel değerlerin sabit ve kararlı olarak alınabilmesini bozucu etkilere tam ve gecikmesiz olarak cevap verebilmeyi amaçlar.

## 2. KONTROL ORGANLARI

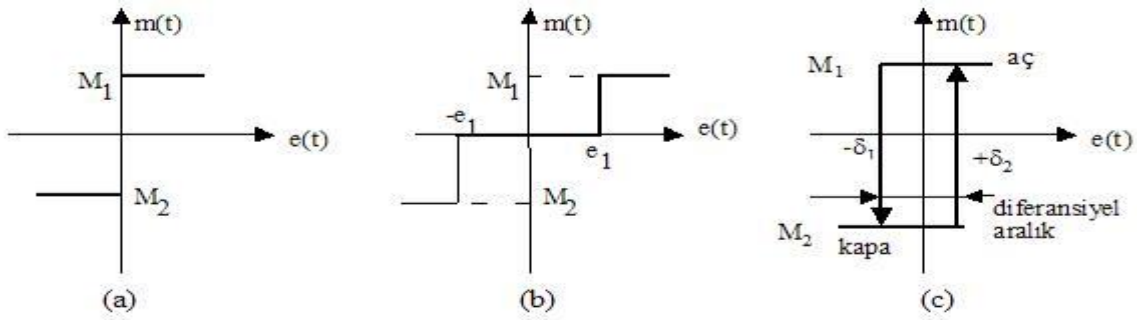
Kontrol organları, giriş büyüklüğü olan hataya ve kendi dinamik davranışını tanımlayan transfer fonksiyonuna bağlı olarak bir kontrol etkisi üretirler ve bu etki, kumanda sinyali şeklinde son kontrol elemanına gönderilir. Fiziksel olarak, örneğin; bir vana açılır-kapanır veya bir elektrik motorunun çalışması gibi bir hareket sağlanır, böylece kontrol edilen sistem girişinde hatayı küçültecek değişme meydana gelir. Hatanın belirlenmesi için referans değer ile ölçülen kontrol büyüklüğünün karşılaştırılması gerekir.

Endüstriyel kontrol organlarında kontrol etkilerinin sağlanması için elektrik, hidrolik, pnömomatik gibi enerji kaynaklarından yararlanılmaktadır. Deney sistemimizde de bulunan ikili ve sürekli çalışan kontrol organı tipleri mevcuttur. Deneysel sistemimizde On-Off (iki konumlu

) kontrol, elle kontrol, P, PI, PD, PID kontrol sistemi mevcuttur. Çeşitli kontrol parametrelerine göre sistemin kararlılığı ve verdiği cevabı analiz edilerek en uygun kontrol parametreleri belirlenmeye çalışılmalıdır.

## 2.1. İkili Kontrol Organları

Bu tip kontrol organı sadece belirli iki konumda devrede bulunur. Yani, açık (devrede) ya da kapalı (devre dışı) şeklinde tanımlanır. Aç-kapa kontrol etkisi kullanan kesikli çalışan kontrol organları, basit yapılı ve düşük maliyetli olmaları nedeniyle günlük yaşantımızın bir parçası olan çeşitli cihaz veya sistemlerde ve endüstride yaygın olarak kullanılır.



Şekil 2. İkili kontrol sistemi

Şekil 2-a'da verilen, girişi hata sinyali  $e(t)$  ve çıkışı kumanda sinyali  $m(t)$  olan grafiği ele alalım. İki konumlu kontrolde, kumanda sinyali, hata sinyalinin pozitif veya negatif olmasına bağlı olarak ya  $M_1$  maksimum değerde ya da  $M_2$  minimum değerde kalır. Buna göre,  $e(t) > 0$  için  $m(t) = M_1$  ve  $e(t) < 0$  için  $m(t) = M_2$ 'dir. Burada  $M_1$  ve  $M_2$  sabitler olup, minimum değer olan  $M_2$  sıfır ya da negatif değerlidir.

Şekil 2-c'de gösterilen diferansiyel aralık, devre açılmadan önce hata sinyalinin içinde değişmesi gereken ara konumdur. Bu aralık, aktif hata sinyalinin sıfır değerinin biraz ötesine geçmesine kadar kontrol organının çıkış büyüklüğünün yani  $m(t)$ 'nin mevcut değerinin korunmasını sağlar. Bazen, diferansiyel aralık, istenmeyen sürtünme veya kayıpların bir sonucudur. Açma-kapama mekanizmasının sık olarak çalışmasını önlemek amacıyla özellikle diferansiyel aralık oluşturulur.

## 2.2. Sürekli Kontrol Organları

Endüstriyel kontrol organlarında, aşağıdaki çeşitli kontrol etkilerinin tek başına ya da birlikte kullanımlarını görebiliriz:

- Orantı etki,
- İntegral etki,
- Diferansiyel etki.

### 2.2.1 Orantı Etki (P Etki)

Orantı etkide, sırasıyla zaman ve frekans uzayı olmak üzere Formül (1) ve (2)'de görüldüğü gibi, kontrol organının girişi olan hata bir sabit sayı ile çarpılarak çıkış elde edilir.

$$m(t) = K \cdot e(t) \quad (1)$$

$$M(s) = K \cdot E(s) \quad (2)$$

Orantı etkisi ise Formül (3)'teki gibidir.

$$K = \frac{E(s)}{M(s)} \quad (3)$$

### 2.2.2 İntegral Etki (I Etki)

İntegral etki, giriş değeri olan hatanın integralini alır. Sırasıyla zaman ve frekans uzayı olmak üzere Formül (4) ve (5)'te gösterilmektedir.

$$m(t) = \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) \cdot dt \quad (4)$$

$$M(s) = \frac{1}{T_i s} \cdot E(s) \quad (5)$$

Burada,  $T_i$  integral zaman adını alır ve zaman boyutundadır. Kontrol elemanının çıkış büyüklüğü, giriş hatası ile orantılı bir hızla değişir.  $e(t)$  iki katına çıktığında,  $m(t)$  değeri de iki kat hızla değişir.

### 2.2.3. Diferansiyel Etki (D Etki)

Diferansiyel etki hatanın türevini alır. Sırasıyla zaman ve frekans uzayı olmak üzere Formül (6) ve (7)'te gösterilmektedir.

$$m(t) = T_d \frac{dm(t)}{dt} \quad (6)$$

$$M(s) = T_d \cdot s \cdot E(s) \quad (7)$$

Diferansiyel etki, sabit hata üzerinde herhangi bir etkiye sahip değildir. Bu nedenle hata değişmeye başladığı an devreye girer ve bu nedenle de "önceden sezgi" şeklinde adlandırılır. Yapılacak olan kontrol uygulamalarında tüm bu etkiler, tek başına kullanılabildiği gibi üç etkinin (P, I, D) bir arada kullanıldığı PID kontrol uygulamaları yapılarak en etkili kontrol parametreleri seçilebilir.

### **3. BASINÇ, AKIŞ VE SEVİYE KONTROL DENEYLERİNİN YAPILIŞI**

**A) Deney No:** 1

**B) Deneyin Adı:** Su Basıncı, Seviyesi ve Akış Debisinin Elle (Manuel) Kontrolü

**C) Deneyin Amacı:** Tanktaki su basıncı, seviyesi ve akış debisinin, elle (manuel) nasıl kontrol edildiğinin anlaşılması, ayar değerinin nasıl değiştirilebileceğinin anlaşılması.

**D) Deneyin Yapılışı**

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Sigortayı 1 konumuna getirip anahtar yardımıyla pompayı çalıştırın.
- 3) Oransal vana sürücüsü üzerindeki ayar düğmesini kontrol kalemiyle elle kumanda konumuna getirin.
- 4) Set değerini önce elle basınç kontrolü için 10 mSS, akış kontrolü için 1000 L/h, seviye kontrolü için 20 cm değerlerine ayarlamaya çalışın.
- 5) Kontrolün süreç değişkenlerinin verilen set değerlerine ulaşip ulaşmadığını kontrol ediniz.
- 6) Set değerini bu defa elle basınç kontrol için 20 mSS, akış kontrol için 2000 L/h, seviye kontrol için 30 cm değerlerine ayarlamaya çalışın.
- 7) Gerçek değişkenlerinin istenen değerlerine ulaşip ulaşmadığını kontrol edin.
- 8) Başka bir deneye geçmeyecek iseniz pompa ve sistemi durdurun.

**A) Deney No: 2**

**B) Deneyin Adı:** Su Basıncı, Seviyesi ve Akış Debisinin İki Konumlu (On-Off) Kontrolü

**C) Deneyin Amacı:** Su basıncı, seviyesi ve akış debisinin iki konumlu olarak nasıl kontrol edildiğini, üst sınır, alt sınır ve diferansiyel gibi değişkenlerin nasıl kullanıldığını kavramak.

**D) Deneyin Yapılışı**

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Sigortayı 1 konumuna getirip anahtar yardımıyla pompayı çalıştırın.
- 3) Oransal vana sürücüsü üzerindeki ayar düğmesini kontrol kalemiyle otomatik (A) konumuna getirin.
- 4) Kontrol cihazının ayarlar kısmına girip KONTROL tuşuna basın.
- 5) Bu konumdan ON-OFF kontrol formunu seçin.
- 6) Diferansiyel değerini basınç kontrol için 4mSS, set ayar değerini 15 mSS olarak Akış kontrolünde diferansiyel değerini 100 L/h, set değerini 2000 L/h olarak, seviye kontrolünde diferansiyel değerini 5cm, set değerini 15 cm olarak seçin.
- 7) Sistemin kararlı hale gelmesi için belirli bir süre bekleyin (2-4 dakika).
- 8) Tablo değerlerini kaydedip gerçek sapma değerlerini (diferansiyeli) hesaplayın.

**Tablo 1.** Deney No 2 Tablosu

Ölçülen Özellik	Ölçüm Sayısı			
	1	2	3	4
Üst Sınır				
Alt Sınır				
Diferansiyel				

**A) Deney No: 3**

**B) Deneyin Adı:** Su Basıncı, Seviyesi ve Akış Debisinin Oransal (P) Kontrolü

**C) Deneyin Amacı:** Su basıncı, seviyesi ve akış debisinin istenen değere daha hassas ayarlanması oransal kontrol ile mümkün olur. Bu deneyde oransal kontrol kavramlarının anlaşılması sağlanacaktır.

**D) Deneyin Yapılışı**

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Sigortayı 1 konumuna getirip anahtar yardımıyla pompayı çalıştırın.
- 3) Kontrol menüsünden (PID) kontrol formunu seçin.
- 4) Oransal kazanç değerini (P) %50 olarak ayarlayın. İntegral ve türev zamanlarını sıfır (0) olarak girin.
- 5) Set değerini basınç kontrol için 10, 15, 20 mSS, akış kontrol için 1000, 1500, 2000 L/h, seviye kontrol için 10, 15, 20 cm değerlerine ayarlayınız.
- 6) Ölçülen değerler (SP) ile gerçek değerler (PV) arasındaki değişimleri izleyin.
- 7) Farklı oransal kazanç değerlerinde (%70 ve %90) bu deneyleri tekrarlayın.

**Tablo 2.** Deney No 3 Tablosu

Ölçülen Özellik	Ölçüm Sayısı		
	1	2	3
Set Değeri (SP)			
Gerçek Değer (PV)			
Oransal Kazanç ( $K_p$ )	50	70	90
İntegral Zamanı	0	0	0
Türev Zamanı	0	0	0

$$V_p = K_p e + V_0$$

$V_p$  = Kontrol Çıkışı

$K_p$  = Oransal Kazanç

$e$  = Hata Sinyali veya Sapma

$V_0$  = Sapma Ayar Parametresi



**A) Deney No: 4**

**B) Deneyin Adı:** Su Basıncı, Seviyesi ve Akış Debisinin Oransal ve İntegral (PI) Kontrolü

**C) Deneyin Amacı:** Oransal kontroldeki hata sinyaline niçin integral zamanının eklendiğini ve set değerinde neden daha kararlı bir değişimin gözleendiğini anlamak.

**D) Deneyin Yapılışı**

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Sigortayı açarak pompayı çalıştırın.
- 3) Kontrol menüsünden (PID) kontrol formunu seçerek oransal kazancı %50'ye, integral zamanını 5 sn değerine getirin.
- 4) Türev zamanını sıfır (0) değerine getirin.
- 5) Ayar menüsünden set değerlerini uygun bir değere ayarlayın.
- 6) Sistemin reaksiyon zamanını ve gerçek değışkendeki sapmaların değışimini gözleyin.
- 7) İntegral zamanını bu defa 10 ve 15 sn'ye ayarlayarak değışmeleri gözleyin.
- 8) Bu deneyi farklı oransal kazanç değerlerinde tekrarlayabilirsiniz.

**Tablo 3.** Deney No 4 Tablosu

Ölçülen Özellik	Ölçüm Sayısı		
	1	2	3
Set Değeri (SP)			
Gerçek Değeri (PV)			
Oransal Kazanç ( $K_p$ )	50	50	50
İntegral Zamanı	5	10	15
Türev Zamanı	0	0	0

$$V_p = K_p e + K_i \int e. dt + V_0$$

$V_p$  = Kontrol Çıkışı,

$K_p$  = Oransal Kazanç

$K_i$  = İntegral Kazancı

$t$  = Zaman

$e$  = Hata Sinyali veya Sapma

$V_0$  = Sapma Ayar Parametresi

**A) Deney No: 5**

**B) Deneyin Adı:** Su Basıncı, Seviyesi ve Akış Debisinin Oransal ve Türevsel (PD) Kontrolü

**C) Deneyin Amacı:** Oransal kontroldeki hata sinyaline niçin türev zamanının eklendiğini kavramak.

**D) Deneyin Yapılışı**

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Sigortayı açarak pompayı çalıştırın.
- 3) Kontrol menüsünden (PID) kontrol formunu seçerek oransal kazancı %50'ye, türev zamanını 5 s değerine getirin.
- 4) İntegral zamanını sıfır (0) değerine getirin.
- 5) Ayar menüsünden set değerlerini uygun bir değere ayarlayın.
- 6) Sistemin reaksiyon zamanını ve gerçek değişkendeki sapmaların değişimini gözleyin.
- 7) Türev zamanını bu defa 10 ve 15 sn'ye ayarlayarak değişimleri gözleyin.
- 8) Bu deneyi farklı oransal kazanç değerlerinde tekrarlayabilirsiniz.

**Tablo 4.** Deney No 5 Tablosu

Ölçülen Özellik	Ölçüm Sayısı		
	1	2	3
Set Değeri (SP)			
Gerçek Değer (PV)			
Oransal Kazanç ( $K_p$ )	50	50	50
İntegral Zamanı	0	0	0
Türev Zamanı	5	10	15

$$V_p = K_p e + K_d \frac{de}{dt} + V_0$$

$V_p$  = Kontrol Çıkışı,

$K_p$  = Oransal Kazanç

$K_d$  = Türev Kazancı

$t$  = Zaman

$e$  = Hata Sinyali veya Sapma

$V_0$  = Sapma Ayar Parametresi

**A) Deney No: 6**

**B) Deneyin Adı:** Su Basıncı, Seviyesi ve Akış Devisinin Oransal, İntegral ve Türevsel (PID) Kontrolü

**C) Deneyin Amacı:** Oransal kontroldeki hata sinyaline ( $e$ ), niçin integral ve türev zamanının birlikte eklendiğini kavramak.

**D) Deneyin Yapılışı**

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Sigortayı açarak pompayı çalıştırın.
- 3) Kontrol menüsünden (PID) kontrol formunu seçerek oransal kazancı %50'ye, integral zamanını 5 s değerine, türev zamanını ,se 5 değerine getirin.
- 5) Ayar menüsünden set değerlerini uygun bir değere ayarlayın.
- 6) Sistemin reaksiyon zamanını ve gerçek değişkenindeki sapmaları izleyin.
- 7) İntegral ve türev zamanını 10 ve 15 s'ye getirerek reaksiyon eğrisinin ve sapmaların değişimini gözleyin.
- 8) Bu deneyi farklı oransal kazanç değerlerinde tekrarlayabilirsiniz.

**Tablo 4.** Deney No 5 Tablosu

Ölçülen Özellik	Ölçüm Sayısı		
	1	2	3
Set Değeri (SP)			
Gerçek Değer (PV)			
Oransal Kazanç ( $K_p$ )	50	50	50
İntegral Zamanı	5	10	15
Türev Zamanı	5	10	15

$$V_p = K_p e + K_i \int e. dt + K_d \frac{de}{dt} + V_0$$

$V_p$  = Kontrol Çıkışı,

$K_p$  = Oransal Kazanç

$K_i$  = İntegral Kazancı

$K_d$  = Türev Kazancı

$t$  = Zaman

$e$  = Hata Sinyali veya Sapma

$V_0$  = Sapma Ayar Parametresi