

# Endüstriyel Pnömatik ve Elektropnömatik Sistemler

---

Salih KORUCU · Gürcan SAMTAŞ



Doç. Dr. Salih KORUCU - Doç. Dr. Gürcan SAMTAŞ

## ENDÜSTRİYEL PNÖMATİK VE ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER

ISBN 978-625-6810-02-0

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2023, PEGEM AKADEMI

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. AŞ'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayinevidir**. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

I. Baskı: Eylül 2023, Ankara

Yayın-Proje: Şehriban Türüldür  
Dizgi-Grafik Tasarım: Tuğba Kaplan  
Kapak Tasarımı: Pegem Akademi

Baskı: Sonçağ Yayıncılık Matbaacılık Reklam San Tic. Ltd. Şti.  
İstanbul Cad. İstanbul Çarşısı 48/48 İskitler/Ankara  
Tel: (0312) 341 36 67

Yayıncı Sertifika No: 51818  
Matbaa Sertifika No: 47865

### İletişim

Macun Mah. 204. Cad. No: 141/A-33 Yenimahalle/ANKARA  
Yayınevi: 0312 430 67 50  
Dağıtım: 0312 434 54 24  
Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60  
İnternet: [www.pegem.net](http://www.pegem.net)  
E-ileti: [pegem@pegem.net](mailto:pegem@pegem.net)  
WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

## YAZARLAR HAKKINDA

### **Doç. Dr. Salih KORUCU**

Ankara (Gazi) Yüksek Teknik Öğretmen Okulu 1980 yılı mezunu. 1980-1987 Merzifon EML'de Tesviye bölümünde Teknik Öğretmenlik. 8 ay Dünya Bankası Projesi kapsamında, İngiltere'de Hidrolik-Pnömatik Sistemleri eğitimi (1987-1988). MEB merkez teşkilatı projeler dairesinde, Dünya Bankası Yaygın Eğitim projesinde uzmanlık (1988-1991). 6 ay Amerika'da program ve eğitim materyallerini geliştirme eğitimi (1990-1991). Yüksek lisans (1996) ve Doktora eğitimini (2017) Gazi Üniversitesi'nde tamamladı. Doçentlik ünvanını 2022'de aldı. Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği bölümünde öğretim üyesi olarak 1991 yılından itibaren çalışmaktadır. Alanıyla ilgili çok sayıda yayın ve bildiriye sahip olmakla birlikte, TÜBİTAK ve BAB projelerinde yöneticilik yapmıştır.

ORCID No: 0000-0002-4391-0771

### **Doç. Dr. Gürcan SAMTAŞ**

Ankara Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi 2000 yılı mezunu. Yüksek lisans (2003) ve Doktora eğitimini (2009) Gazi Üniversitesi'nde tamamladı. 2010 yılında Düzce Üniversitesi Cumayeri MYO'da yardımcı doçent olarak görevine başladı. 2012 yılında doktor öğretim üyesi olarak Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü görevine atandı. Doçentlik ünvanını 2020'de aldı. Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği bölümünde öğretim üyesi olarak 2012 yılından itibaren çalışmaktadır. Alanıyla ilgili çok sayıda yayın ve bildiriye sahip olmakla birlikte, BAB projelerinde yöneticilik yapmıştır.

ORCID No: 0000-0002-4111-7059

## ÖN SÖZ

30 yıldır üniversitelerin hidrolik-pnömatik laboratuvarlarında lisans dersleri ile birlikte alanla ilgili mesleki kurslarla, sektördeki mühendislere ve çalışanlara ders ve kurs veren yazarların, bilgi birikimi ve tecrübelerini ders anlatır gibi aktardıkları bu kitapta, teorik ve bol uygulamalı farklı yöntemlere ve konulara yer verilmiştir. Mesleki konularda sanayiden gelen sektör elemanlarının istekleri, ihtiyaçları ve bilgileri de karşılıklı iletişimlerle tespit yapılarak, kitabın hazırlanması esnasında sektörel ihtiyaçlara cevap ve katkı verilmeye çalışılmıştır. Kolay anlaşılabilir bir dille yazılmasından dolayı bu kitabın, üniversitelerin mühendislik fakültelerinin hidrolik-pnömatik müfredatlarında, meslek yüksek okullarında ve meslek liselerinde yardımcı ders kitabı olarak kullanılması amaçlanmıştır. Elektrik-Elektronik mühendislik öğrenci ve mezunları da ihtiyaç duydukları elektropnömatik konularına ve uygulama bilgilerine ulaşabileceklerdir. Ayrıca güncel teknolojilere uygun elemanların kullanıldığı ve farklı yöntemler kullanılarak verilen devre şemalı uygulamalı örneklerle; farklı sektörlerde halen aktif çalışan mühendislere ve alanla ilgili teknik elemanlara proje tasarımı, bakım ve onarımında çok yararlı olacağını düşünmekteyiz.

Yazarların öğretim üyeliği yaptığı üniversitelerin fakülte laboratuvarlarında kullanılan eğitim setleri, yazılım ve ekipmanlar FESTO A.Ş.'ye ait olduğundan, verilen bilgilerin daha iyi anlaşılabilir olması amacıyla elemanların kitaptaki şekil ve resimleri aynı firmanın katalog ve kaynaklarından faydalanılarak kullanılmıştır. İş (konum) planları ile birlikte verilen örnek pnömatik ve elektrik devre şemaları FESTO A.Ş.'ye ait Fluidsim simülasyon programında test edilerek çalışır olduğu gözlemlenmiştir.

Kitabımızın bahse söz konusu hedef kitlelerimize faydalı olması dileğiyle.

Doç. Dr. Salih KORUCU  
Doç. Dr. Gürcan SAMTAŞ

# İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....iv

## 1. BÖLÜM PNÖMATİK

Giriş.....	1
Temel Fiziksel Bilgiler.....	6
Debinin, Hava Hızı ve Alan İlişkisi .....	9
Basınçlı Havanın Hazırlanması .....	10
Havanın Sıkıştırılması .....	11
Kompresörler.....	12
Hava Tankı .....	16
Pnömatik Sistemlerde Hava-Basınç Hesaplamaları .....	17
Hava Tankı Hesabı .....	17
Hacimsel Debi ve Özgül Hava Kütlesi Hesabı.....	21
Pnömatik Hatlarda Basınç Kaybı (Basınç düşümü) .....	23
Basınç Kayıpları için Maliyet Analizi .....	29
Boru İç Çapı Hesabı.....	30
Silindirlerde Hava Tüketimi Hesabı .....	32
Havanın Nem Miktarının Tespiti .....	35
Sıkıştırılmış Kuru Hava .....	35
Sıkıştırılmış Yağsız Hava .....	37
Havanın Kurutulması (Kurutucular) .....	37
Soğutarak Kurutma Sistemi .....	38
Fiziksel Kurutma .....	38
Kimyasal Kurutma .....	39
Havanın Şartlandırılması (Şartlandırıcı) .....	40
Havanın Temizlenmesi (Filtreler).....	42
Hava Basıncının Düzenlenmesi (Basınç regülatörü) .....	45
Havanın Yağlanması (Yağlayıcı).....	46
Basınçlı Havanın Dağıtılması .....	47
Pnömatikte Semboller .....	51
Pnömatikte İş Elemanları (Alıcılar) .....	58
Tek Etkili Silindirler .....	58
Çift Etkili Silindirler.....	59
Yastıklamalı Silindirler .....	59
Tandem Silindirler .....	60

Çift Piston Kollu Silindirler .....	60
Döner Silindir .....	61
Yarı Döner Tahrikli Silindir .....	61
Kolsuz Silindirler .....	62
Bant Silindirleri .....	62
Sızdırmazlık Bandı Silindiri .....	62
Manyetik Kaplinli Silindir .....	62
Pnömatik Motorlar .....	63
Pnömatik Motor Çeşitleri .....	63
Pnömatik Motorların Özellikleri .....	63
Taşıma Teknolojisi .....	64
Döner/Doğrusal Tahrik Ünitesi .....	64
Pnömatik Tutucular .....	65
Vantuzlar .....	66
Vakum Jeneratörleri .....	66
Pnömatik Kaslar .....	67
Silindirlerde Kuvvet .....	68
Piston Hızı .....	71
Piston Hızının Diyagram ile Bulunması .....	71
Piston Hızının Formülle Hesaplanması .....	72
Yön Kontrol Valfleri .....	73
Popet (oturturmalı) Tipi valfler .....	78
Sürgülü Tip Valfler .....	78
3/2, Mil Kumandalı Yön Kontrol Valfi .....	79
3/2, Makaralı Yön Kontrol Valfi .....	79
3/2, Mafsal Makaralı Yön Kontrol Valfi .....	80
3/2, Pnömatik (Hava) Uyarılı Yön Kontrol Valfi .....	80
3/2, Manyetik Anahtarlamalı Yön Kontrol Valfi (Manyetik Temassız Algılayıcı) .....	81
4/3, Orta (Merkez) Pozisyonu Kapalı Yön Kontrol Valfi .....	81
5/2, Çift Pnömatik (hava) Uyarılı, Yön Kontrol Valfi .....	82
5/2, Tek Pnömatik (Hava) Uyarılı, Yaylı, Yön Kontrol Valfi .....	82
5/3, Pnömatik Valfler .....	83
Basınç Kontrol Valfleri .....	83
Basınç Regülatörü .....	85
Basınç Tahliye Valfi .....	85
Basınç Şalteri .....	85
Fonksiyon Valfleri .....	86
Çek Valfler (Geri dönüşsüz valfler) .....	86
VEYA Valfi .....	87

VE Valfi.....	87
Açma Kapama Valfi .....	88
Kısma (Kısıcı)Valfi.....	88
Hız Kontrol Valfi .....	89
Çabuk Egzoz Valfi .....	89
Zaman Geciktirme (Ayar) Valfleri .....	90
Hava Depolu Zaman Ayar Valfi.....	90
Hava Deposuz Zaman Ayar Valfi.....	91
Pnömatik Sayıcı Valfler .....	92
Devre Tasarımı ve Çizimi.....	93
Harf Kullanarak Elemanların Tanımlanması .....	94
Rakam Kullanarak Elemanların Tanımlanması .....	94
Temel Pnömatik Devreler .....	95
Tek Etkili Yay Geri Dönüslü Silindir Kontrolü .....	95
Çift Etkili Silindir Kontrolü.....	96
Fonksiyon Valfleri ile Devre Tasarımları .....	97
Hız Kontrol Valfi ile Devre Tasarımı.....	97
VEYA Valfi (Mantık Valfleri) ile Devre Tasarımı .....	102
VE Valfi (Mantık Valfleri) ile Devre Tasarımı.....	103
Basınç Kontrol Valfleri ile Devre Tasarımı.....	105
Sayıcı Valfler ile Devre Tasarımı .....	107
Zaman Geciktirme Valfleri ile Devre Tasarımı.....	109
Çabuk Boşaltma Valfi ile Devre Tasarımı.....	112
Pnömatik Sistemlerde Sinyal Çeşitleri.....	113
Bir Kontrol Problemini Çözmek.....	115
Problem Tanım Koşullarının Oluşturulması.....	115
Pnömatik Devrelerde Hata Emniyeti, Acil ve Ara Durdurma Sistemleri.....	174
Acil Durdurma .....	174
Acil Durdurma Örnek Tasarımları.....	174
Silindirleri Ara Konumlarda Durdurma ve Sabitleme.....	179
Ani Durdurma Çözümleri .....	181
Endüstriyel Pnömatik Sistem Uygulama Örnekleri.....	185
Örnek 1: Menteşe Parçalarını Delme ve Raybalama .....	185
Örnek 2: Pnömatik Testere .....	188
Örnek 3: Frezeleme Sistemi .....	190
Örnek 4: Perçinleme Makinesi .....	192
Örnek 5: Bükme ve Delme Makinası.....	194
Örnek 6: Kibrit Kutusu Doldurma Sistemi.....	196

## 2. BÖLÜM

### ELEKTROPNÖMATİK

Elektropnömatiğe Giriş .....	199
Sinyal Çeşitleri .....	200
Kontrolörler .....	201
Pnömatik ve Elektropnömatik Kontrol Sistemleri.....	201
Elektropnömatik Sistemlerin Avantajları.....	202
Elektropnömatik Sistemlerin Dezavantajları.....	203
Elektropnömatik Sistemlerin Uygulama Alanları.....	203
Temel Elektriksel Prensipler .....	204
Doğru Akım ve Alternatif Akım.....	204
Ohm Kanunu .....	205
Elektrik Gücü.....	205
Selenoid Bobinin Çalışma Prensibi.....	206
Elektrikli Kapasitörün Çalışma Prensibi.....	207
Diyot'un Çalışma Prensibi .....	208
Elektrik Devresindeki Ölçümler .....	209
Elektropnömatik Sistemlerde Bileşenler .....	213
Güç Kaynağı Ünitesi .....	213
Selenoid Kumandalı Yön Kontrol Valfleri.....	214
Basma Düğmeleri (Butonları) ve Kontaklar .....	218
Normalde açık kontaklar .....	219
Normalde kapalı kontak.....	219
Değiştirme (Geçiş) anahtarları.....	220
Konum ve Basınç Algılama Sensörleri .....	220
Sınır Anahtarları .....	220
Yakınlık (Yaklaşım) Sensörleri .....	221
Basınç Sensörleri.....	225
Röleler.....	227
Bir Rölenin Yapısı.....	227
Röle Uygulamaları .....	228
Artık mıknatıslanma rölesi.....	228
Zaman Rölesi .....	229
Kontaktörler.....	230
Minyatür Kontrolörler .....	231
Elektropnömatik Kontrol Sistemleri ile İlgili Güvenlik Önlemleri .....	232
Tehlikeler ve Koruyucu Önlemler.....	232
Elektrik Akımının İnsan Vücudu Üzerindeki Etkisi .....	233
Elektrik Akımı ile Oluşan Kazalara Karşı Koruyucu Önlemler.....	234



Kontrol Paneli ve Göstergeleri.....	234
Elektrikli Ekipmanların Çevre Etkilerine Karşı Korunması .....	237
Elektropnömatik Sistemlerde Semboller.....	240
Elektropnömatik Sistemleri İşletime Alma ve Arıza Tespiti.....	248
Sistemi İşletime Alma .....	248
Sistemlerin Test Çalışmalarına Alınması .....	249
Sistematik Arıza Arama.....	249
Arıza Belirtilerinin İncelenmesi.....	249
Arıza Tespiti .....	249
Arıza Giderme .....	249
Elektropnömatik Sistemlerde Bakım.....	250
Elektropnömatik Sistemlerin Tasarımı.....	251
Tasarım Aşamaları .....	251
Pnömatik Devre Tasarımı ve Özellikleri .....	251
Elektrik Devre Tasarımı ve Özellikleri .....	251
Pnömatik ve Elektrik Devre Şeması Örneği.....	251
İşaret (Sinyal) Silmeli Kontrol Devre Tasarımı .....	253
Termik Rölesi ile Sıcaklığa Bağlı Kontrol Devre Tasarımı.....	262
Basınç Rölesi ile Basınca Bağlı Kontrol Devre Tasarımı.....	264
Zaman Rölesi ile Devre Tasarımı .....	265
Basınç Anahtarı ve Temassız Algılayıcı Elemanlarıyla İlgili Devre Tasarımı .....	266
Sınır Koşullu Sıralı Kontrol Devre Tasarımları .....	268
Sınır Koşulları Çeşitleri.....	268
Sınır Koşullarının Kullanıldığı Giriş Devre Tasarımı .....	269
Endüstriyel Elektropnömatik Sistem Uygulama Örnekleri.....	270
<b>Kaynaklar .....</b>	<b>279</b>

