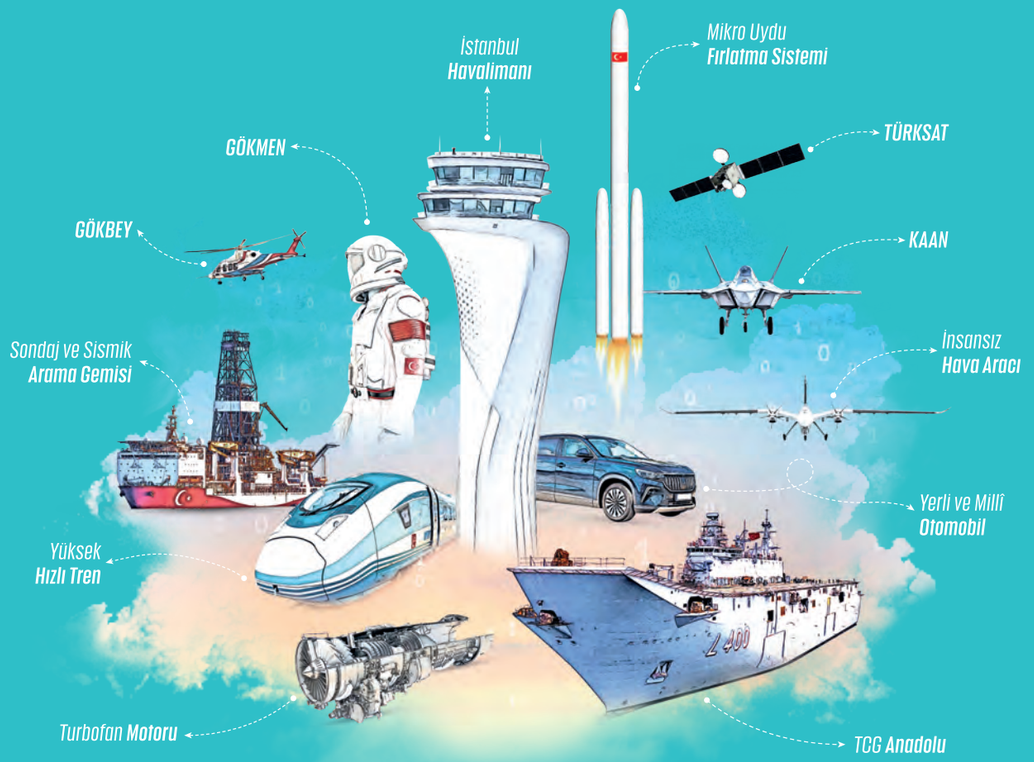
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN 978-975-11-6918-1

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI
PROSESTE AKIŞ VE KONTROL
11 DERS MATERYALİ

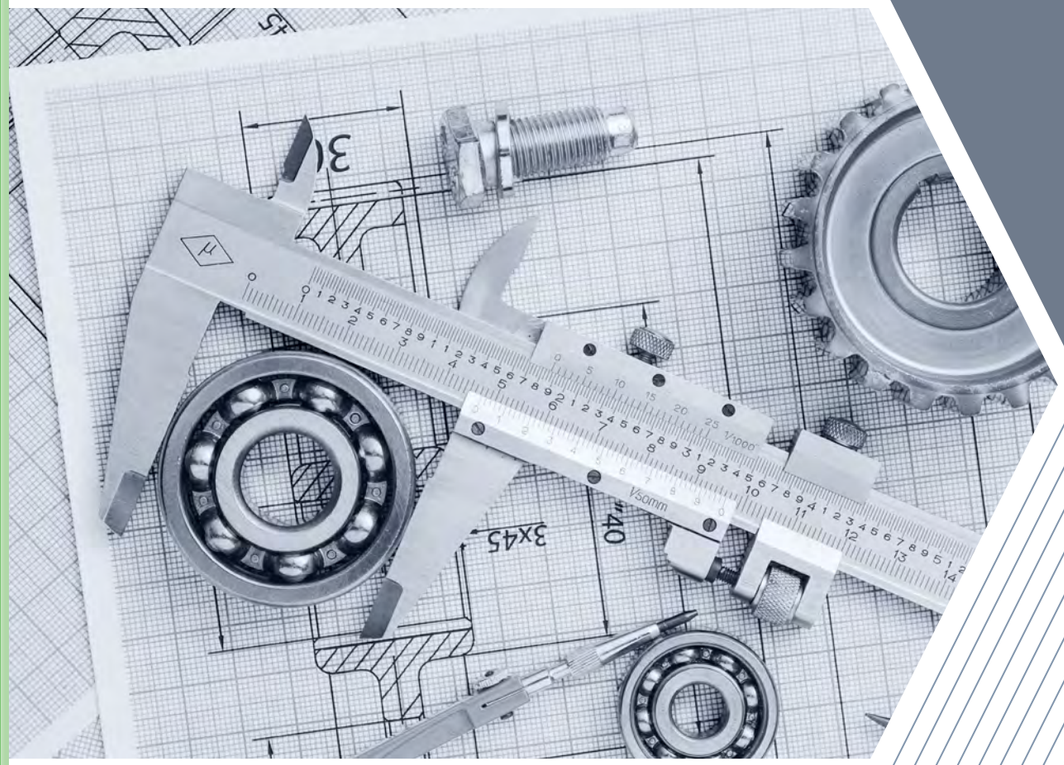
MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PROSESTE AKIŞ VE KONTROL

11

DERS MATERYALİ



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PROSESTE AKIŞ VE KONTROL

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Betül KOÇOĞLU

Zerrin TAŞKIN

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 8636
KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ ..... : 2528

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Editör
Prof. Dr. Recep ÖZEN

Dil Uzmanı
Mehtap İŞYAR

Program Geliştirme Uzmanı
Erkan AKGÜN

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Kezban Saliha PEHLİVAN

Rehberlik Uzmanı
Gülşen YALIN

Görsel Tasarım Uzmanı
Feyza GÜRSOY
Murat KORLAELÇİ

ISBN: 978-975-11-6918-1

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

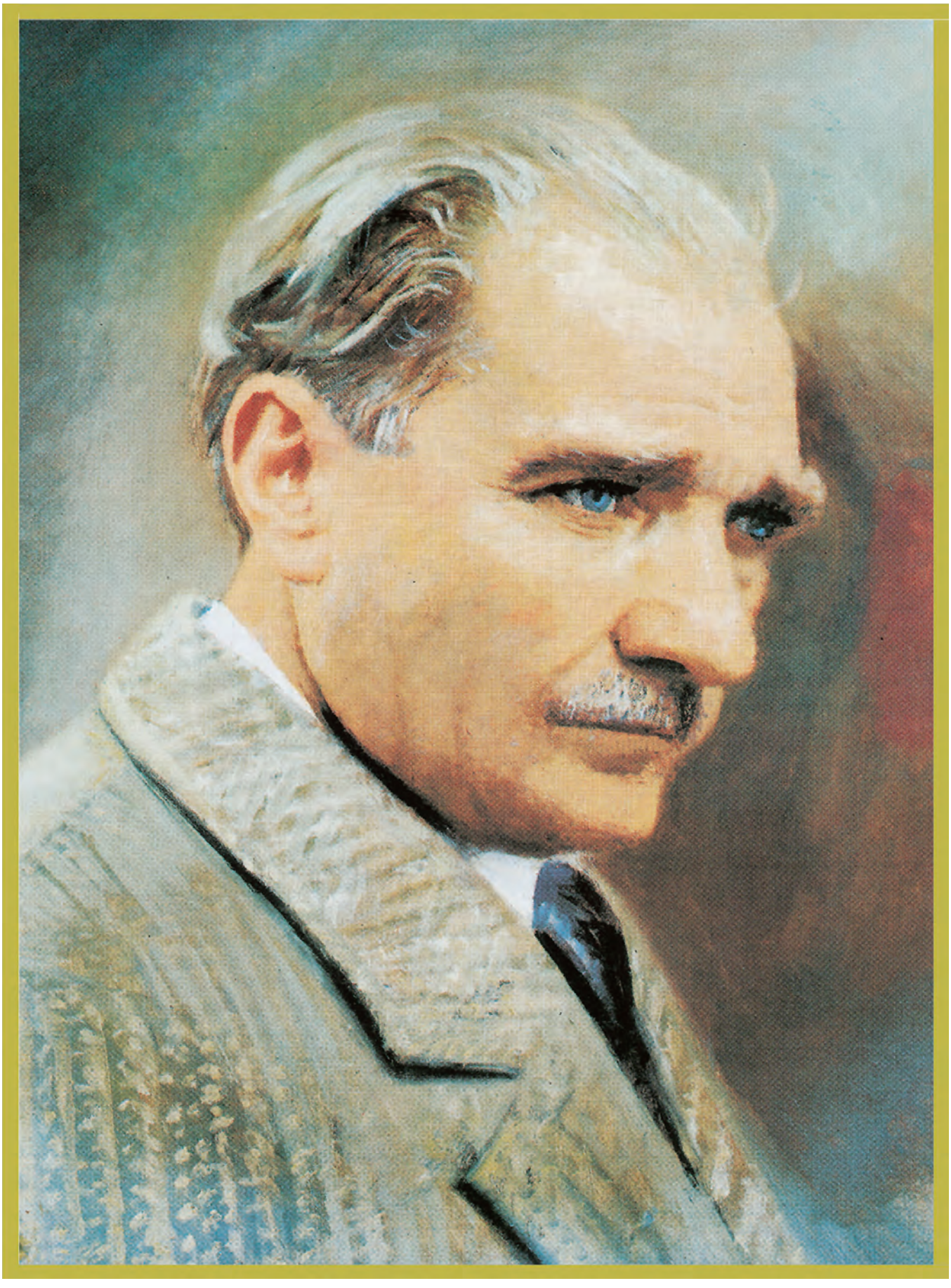
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

Ders Materyalinin Tanıtımı 14



1. ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL TEKNİK RESİM 19
1.1.1. Teknik Resim Araç Gereci 20
1.1.2. Teknik Resimde Kullanılan Standart Çizim Araç ve Gereçleri 20
Okuma Parçası 21
1. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 22
1.2.2. Yazılar ve Çizgiler 23
1.2.2. Standart Yazı Çeşitleri ve Özellikleri 23
2. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 24
1.2.3. Standart Çizgi Çeşitleri ve Özellikleri 25
3. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 26
1.3.1. Temel Geometrik Çizimler 27
1.3.2. Doğru Üzerinde Dikme ve Bölme İşlemleri 27
4. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 29
1.3.3. Çokgen ve Elips Çizimi 30
5. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 33
1.4.1. İzdüşüm ve Görünüş Çıkarma 34
1.4.2. İzdüşüm 34
1.4.2.1. Merkezi İzdüşüm Metodu 34
1.4.2.2. Paralel İzdüşüm Metodu 34
1.4.3. Perspektiften Görünüş Çıkarma 35
6. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 36
1.5.1. Ölçekler ve Ölçülendirme 37
1.5.2. Teknik Resimde Kullanılan Ölçekler 37
1.5.3. Teknik Resimde Ölçülendirmenin Önemi ve Yapılışı 38
7. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 40
8. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 41
Ölçme ve Değerlendirme 42



2. ÖĞRENME BİRİMİ

2. ÖĞRENME BİRİMİ

PROSES AKIŞ ŞEMASI 45
2.1.1. Proses Akış Şemasındaki Şekil, Sembol ve İşaretler 46
2.1.2. Proses Akış Şeması 46
2.1.3. Proses Akış Diyagramları 47
2.1.4. Proses Akış Şemasındaki Semboller ve Çizim Kuralları 48
1. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 51

2.2.1. Proses Akış Şemasındaki Kodlama Sistemi 52
2. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 54

2.3.1. Proses Akış Şeması Çizme 55
2.3.2. Sembol ve Kodlar Kullanılarak Şema Çizme 55
3. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 57

Ölçme ve Değerlendirme 58



3. ÖĞRENME BİRİMİ

3. ÖĞRENME BİRİMİ

SAHADA VERİ KONTROLÜ 61

3.1.1. Borulama Kontrolü 62
3.1.2. Borulama Kontrolü Yapma 62
3.1.3. Şema Üzerindeki Hatlar ve Özellikleri 63
1. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 65
2. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 66

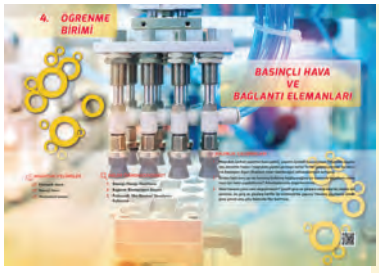
3.2.1. Enstrüman Kontrolü 67
3.2.2. Otomatik Kontrol Sistemleri 67
3.2.3. Enstrümanların Şema Üzerinde Gösterilişi 69
3. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 70
4. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 71

3.3.1. Proses Akış Şemasındaki Borulama Sistematiği 72
3.3.2. Hatlar ve Enstrümanların Bağlanması 72
5. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 74

3.4.1. Veri Kontrolü İşlemleri 75
3.4.2. Çizim ile Sistem Arasındaki Uyumun Önemi 76
6. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 77

3.5.1. Üretim Proseslerinin Kontrol Akış Şemaları 78
3.5.2. Farklı Ürünlerin Proses Akış Şemaları 79
7. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 80
8. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 81

Ölçme ve Değerlendirme 82



4. ÖĞRENME BİRİMİ

4. ÖĞRENME BİRİMİ

BASINÇLI HAVA VE BAĞLANTI ELEMANLARI 85

4.1.1. Pnömatik Sistemde Basınçlı Hava 86

4.1.2. Pnömatik Sistemin Özellikleri ve Kullanım Yerleri 86

4.1.3. Pnömatik Sistemde Kullanılan Semboller ve Devre Çizim Kuralları 87

4.1.4. Basınçlı Hava Üretimi 90

1. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 91

2. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 92

4.2.1. Pnömatik Sistemde Bağlantı Elemanları 93

4.2.2. Bağlantı Elemanı Çeşitleri ve Özellikleri 93

3. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 94

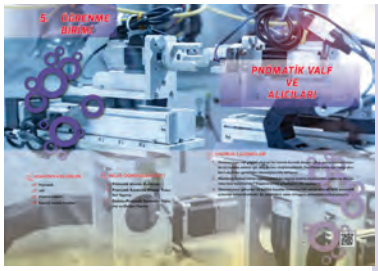
4.3.1. Pnömatik Yön Kontrol Vanaları 95

4.3.2. Yön Kontrol Vanasının Seçimi 95

4. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 98

5. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 100

Ölçme ve Değerlendirme 101



5. ÖĞRENME BİRİMİ

5. ÖĞRENME BİRİMİ

PNÖMATİK VALF VE ALICILARI 103
5.1.1. Pnömatik Alıcıları Kullanma 104
5.1.2. Pnömatik Alıcı Çeşitleri ve Özellikleri 104
5.1.3. Silindir Çeşitleri ve Sembolleri 105
5.1.4. Motorlar 107
5.1.5. Akümülatörler 108
1. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 109

5.2.1. Pnömatik Kontrolle Madde Transferi 110
5.2.2. Pnömatik Sistemlerde Madde Taşınması ve Akış Şeması 110
2. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 112

5.3.1. Elektro-Pnömatik Kontrolle Yükleme ve Dolum 113
5.3.2. Elektro-Pnömatik Sistemin Özellikleri 113
5.3.3. Elektro-Pnömatik Devre Sembolleri ve Çizim Kuralları 114
3. Teknik Resim Uygulama Yaprağı 116

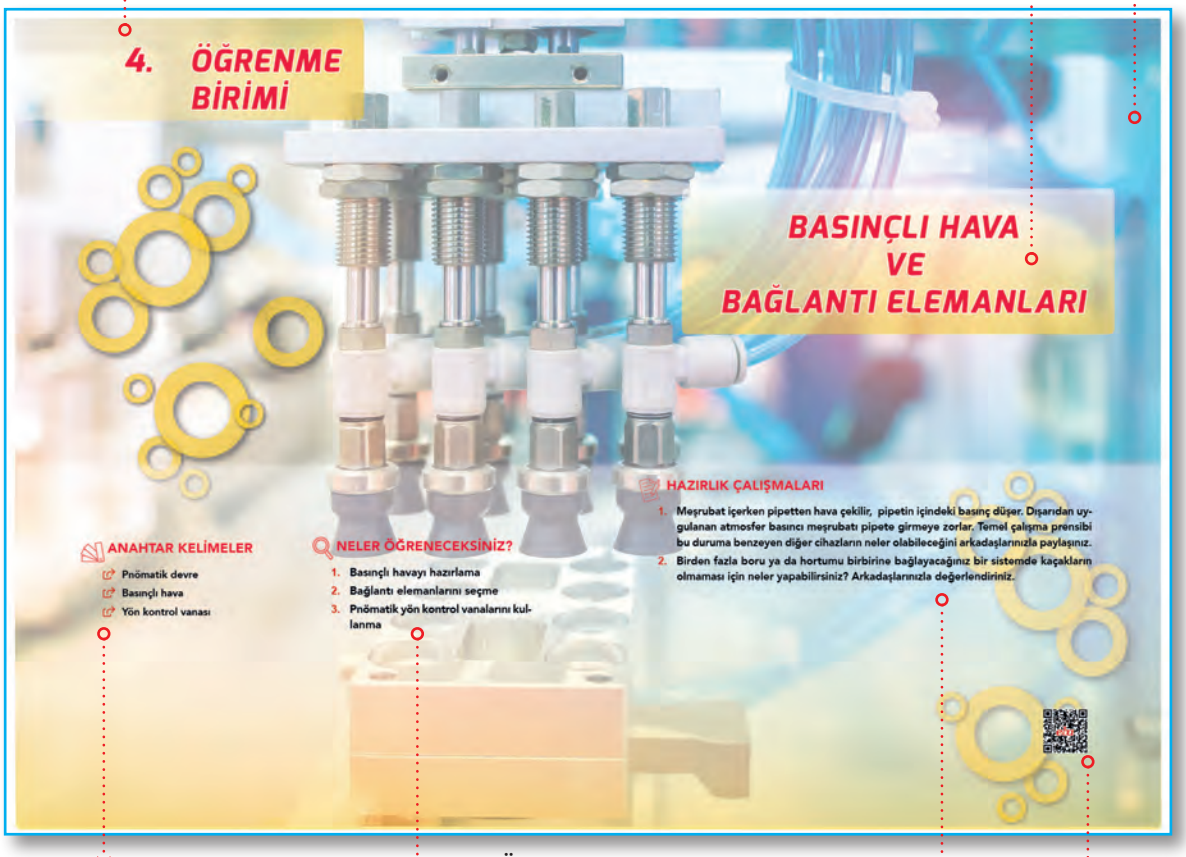
Ölçme ve Değerlendirme 117
Cevap Anahtarı 118
Sözlük 119
Kaynakça 123
Kitapta Kullanılan Birimler 124

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarası verilmiştir. Her öğrenme biriminin konu içeriğini simgeleyen görseller kullanılmıştır. Tanıtım iki sayfadan oluşmaktadır.

Öğrenme birimi içeriğini ifade eden görselin yer aldığı bölümdür.

Öğrenme biriminin adının yer aldığı bölümdür. Her öğrenme birimi için farklı renkler kullanılmıştır.

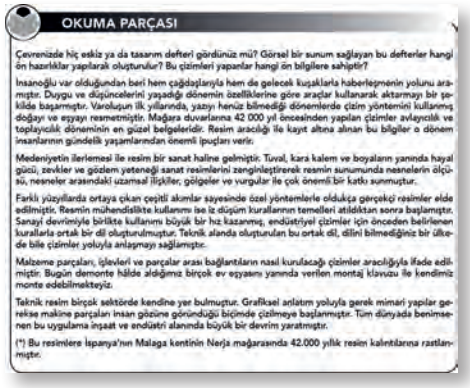


Öğrenme birimi içeriğindeki bölüm başlıkları bulunmaktadır.

Öğrenme birimindeki kritik noktalara dikkat çekmek amacıyla hazırlık çalışmaları bulunmaktadır.”

Öğrenme biriminde hedeflenen kazanımları gösterir.

Öğrenme biriminin karekodunu gösterir.


OKUMA PARÇASI

Çevrenizde hiç eskiz ya da tasarım defteri gördünüz mü? Görsel bir sunum sağlayan bu defterler hangi ön hazırlıklar yapılarak oluşturulur? Bu çizimleri yapanlar hangi ön bilgilere sahiptir?

İnsanoğlu var olduğundan beri hem çağdaşlarıyla hem de gelecek kuşaklarla haberleşmenin yolunu aramıştır. Duygu ve düşüncelerini yaşadığı dönemin özelliklerine göre araçlar kullanarak aktarmayı bir şekilde başarmıştır. Varoluşun ilk yıllarında, yazı henüz bilmediği dönemlerde çizim yöntemini kullanmış doğayı ve eşyayı resmetmiştir. Mağara duvarlarına 42 000 yıl öncesinden yapılan çizimler avlayıcılık ve toplayıcılık döneminin en güzel belgeleridir. Resim aracılığı ile kayıt altına alınan bu bilgiler o dönem insanlarının gündelik yaşamlarından önemli ipuçları verir.

Medeniyetin ilerlemesi ile resim bir sanat haline gelmiştir. Tuval, kara kalem ve boyaların yanında hayal gücü, zevkler ve gözlem yeteneği sanat resimlerini zenginleştirerek resmin sunumunda nesnelerin ölçüsü, nesneler arasındaki uzamsal ilişkiler, gölgeler ve vurgular ile çok önemli bir katkı sunmuştur.

Farklı yüzyıllarda ortaya çıkan çeşitli akımlar sayesinde özel yöntemlerle oldukça gerçekçi resimler elde edilmiştir. Resmin mühendislikte kullanımı ise iz düşüm kurallarının temelleri atıldıktan sonra başlamıştır. Sanayi devrimiyle birlikte kullanımı büyük bir hız kazanmış, endüstriyel çizimler için önceden belirlenen kurallarla ortak bir dil oluşturulmuştur. Teknik alanda oluşturulan bu ortak dil, dilini bilmediğiniz bir ülkede bile çizimler yoluyla anlaşmayı sağlamıştır.

Malzeme parçaları, işlevleri ve parçalar arası bağlantıların nasıl kurulacağı çizimler aracılığıyla ifade edilmiştir. Bugün demonte hâlde aldığımız birçok ev eşyasını yanında verilen montaj kılavuzu ile kendimiz monte edebilmekteyiz.

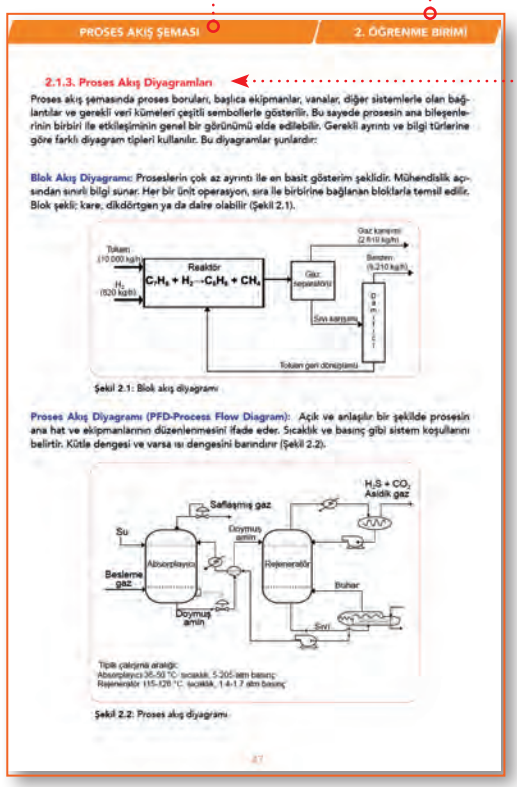
Teknik resim birçok sektörde kendine yer bulmuştur. Grafiksel anlatım yoluyla gerek mimari yapılar gerekse makine parçaları insan gözüne göründüğü biçimde çizilmeye başlanmıştır. Tüm dünyada benimsenen bu uygulama inşaat ve endüstri alanında büyük bir devrim yaratmıştır.

(*) Bu resimlere İspanya'nın Malaga kentinin Nerja mağarasında 42.000 yıllık resim kalıntılarına rastlanmıştır.

Çok yönlü bilgiler ve sayısal verilerle yeni bir bakış açısı kazandırır ve farklı bir öğrenme deneyimi sunar.

Öğrenme biriminin adı yer almaktadır.

Öğrenme biriminin numarası yer almaktadır.


PROSES AKIŞ ŞEMASI 2. ÖĞRENME BİRİMİ

2.1.3. Proses Akış Diyagramları

Proses akış şemasında proses boruları, başlıca ekipmanlar, vanalar, diğer sistemlerle olan bağlantılar ve gerekli veri kümeleri çeşitli sembollerle gösterilir. Bu sayede prosesin ana bileşenlerinin birbiri ile etkileşiminin genel bir görünümü elde edilebilir. Gerekli ayrıntı ve bilgi türlerine göre farklı diyagram tipleri kullanılır. Bu diyagramlar şunlardır:

Blok Akış Diyagramı: Proseslerin çok az ayrıntı ile en basit gösterim şeklidir. Mühendislik açısından sınırlı bilgi sunar. Her bir ünit operasyon, sıra ile birbirine bağlanan bloklarla temsil edilir. Blok şekli: kare, dikdörtgen ya da daire olabilir (Şekil 2.1).

Şekil 2.1: Blok akış diyagramı

Proses Akış Diyagramı (PFD-Process Flow Diagram): Açık ve anlaşılır bir şekilde prosesin ana hat ve ekipmanlarının düzenlenmesini ifade eder. Sıcaklık ve basınç gibi sistem koşullarını belirtir. Kütle dengesi ve varsa ısı dengesini barındırır (Şekil 2.2).

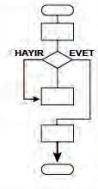
Şekil 2.2: Proses akış diyagramı

Konu başlığını ve numarasını gösterir. Numaralandırma; konu ve alt konu başlıkları şeklindedir.

Laboratuvar çalışmalarına yardımcı fikirler oluşturmak amacıyla konuları öğrenmeyi kolaylaştıran etkinliklere yer verilmiştir.

ETKİNLİK

Kendinize bir amaç tanımlayınız. Örneğin toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını iyileştirmek. Amacınıza ulaşmak için görevlerinizi kronolojik olarak sıralayınız. Süreç adımlarını hedeflediğiniz sonuca ulaştıracak bir akış şeması oluşturunuz (Yandaki akış şemasından faydalanabilirsiniz. Başlangıç ve bitiş için oval, adımlar için dikdörtgen, karar aşaması için baklava şeklini kullanınız.).



Öğrenme biriminde alıştırma çalışmalarına yer verilmiştir. Bu çalışma ile dikkat çekici sorular oluşturularak öğrenmeyi kolaylaştırmak amaçlanmıştır.

ALIŞTIRMA

Bir ışık kaynağına yaklaşmanın veya o kaynaktan uzaklaşmanın nesnelerin gölgeleri üzerinde ne gibi değişikler meydana getirdiğini sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız?

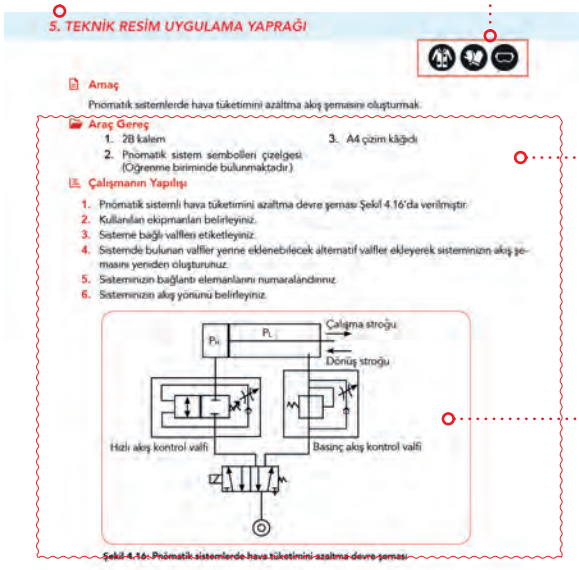
Öğrenme birimindeki konularla ilgili ilginç bilgilerin yer aldığı bölümdür.

MERAKLISINA

Resim sanatında mesafe ve derinlik algısını uyandırabilmek için perspektif yasalarından faydalanılır. İtalyan ressam Masaccio perspektifi o kadar iyi kullanmıştır ki resimleri gerçekçi hatta heykelsi görünür.

Uygulama yaprağı ve çalışmanın numarasına yer verilmiştir.

İş güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapılacak olan uygulama çalışmasında uyulması gereken kuralların piktogramına yer verilmiştir.



5. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI

Amaç

Pnömatik sistemlerde hava tüketimini azaltma akış şemasını oluşturmak.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Pnömatik sistem sembolleri çizelgesi (Öğrenme biriminde bulunmaktadır.)
3. A4 çizim kâğıdı

Çalışmanın Yapılışı

1. Pnömatik sistemli hava tüketimini azaltma devre şeması Şekil 4.16'da verilmiştir.
2. Kullanılan ekipmanları belirleyiniz.
3. Sisteme bağlı valfleri etiketleyiniz.
4. Sistemde bulunan valfler yerine eklenebilecek alternatif valfler ekleyerek sisteminizin akış şemasını yeniden oluşturunuz.
5. Sisteminizin bağlantı elemanlarını numaralandırınız.
6. Sisteminizin akış yönünü belirleyiniz.

Şekil 4.16: Pnömatik sistemlerde hava tüketimini azaltma devre şeması

Uygulama çalışmasının adı, amacı, kullanılacak malzemeler ve çalışmanın yapılışı alt başlıklarla verilmiştir.

Uygulamaya ait görselleri içerir.

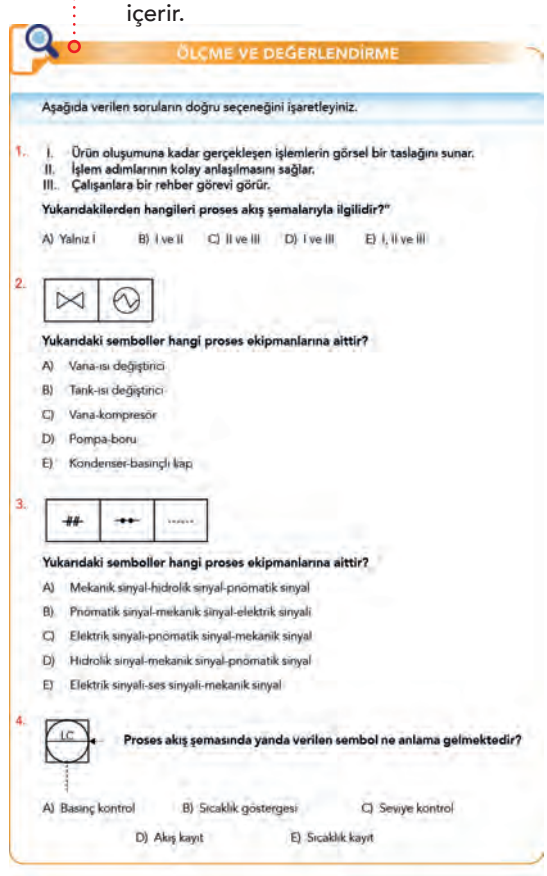
Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanın planlanan kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
3	Devrede kullanılan valflerin alternatiflerini bularak yeniden akış şemasını oluşturdu.		
4	Ekipmanları numaralandırdı.		
5	Proses akış yönünü belirledi.		
6	Pnömatik sistemin akış şemasını çizdi.		

Uygulama yaprağının sonunda her çalışanın performans ölçütlerini gösteren değerlendirme ölçeği yer alır.

Öğrenme biriminin sonunda ölçme ve değerlendirme çalışmalarına yer verilmiştir. Hedeflenen kazanımlara yönelik soruları içerir.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. I. Ürün oluşumuna kadar gerçekleşen işlemlerin görsel bir taslağını sunar.
II. İşlem adımlarının kolay anlaşılmasını sağlar.
III. Çalışanlara bir rehber görevi görür.

Yukarıdakilerden hangileri proses akış şemalarıyla ilgilidir?"

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

2. **Yukarıdaki semboller hangi proses ekipmanlarına aittir?**

A) Vana-ısı değiştirici
B) Tank-ısı değiştirici
C) Vana-kompresör
D) Pompa-boru
E) Kondenser-basınçlı kap

3. **Yukarıdaki semboller hangi proses ekipmanlarına aittir?**

A) Mekanik sinyal-hidrolik sinyal-pnömatik sinyal
B) Pnömatik sinyal-mekanik sinyal-elektrik sinyali
C) Elektrik sinyali-pnömatik sinyal-mekanik sinyal
D) Hidrolik sinyal-mekanik sinyal-pnömatik sinyal
E) Elektrik sinyali-ses sinyali-mekanik sinyal

4. LC **Proses akış şemasında yanda verilen sembol ne anlama gelmektedir?**

A) Basınç kontrol B) Sıcaklık göstergesi C) Seviye kontrol
D) Akış kayıt E) Sıcaklık kayıt

*"Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır."

GÜVENLİK İŞARETLERİ

	**Gözlük Kullan** Gözlüksüz çalışmanın tehlikeli olacağını gös teren işarettir.		**Isı Güvenliği** İşlemlerde çok sıcak bir malzemenin kullanılacağını, bu nedenle eldiven giyilmesi gerektiğini gösteren işarettir.
	**Koruyucu Giysi** İşlemlerde kıyafetlere zarar verebilecek maddelerin kullanılacağını, koruma amaçlı önlük ya da tulum giyilmesi gerektiğini gösteren işarettir.		**Duman Güvenliği** Kimyasal tepkimeler sonucu zararlı gazlar oluşabileceğini, bu nedenle koruyucu maske kullanılması gerektiğini gösteren işarettir.
	**Elektrik Güvenliği** İşlemlerde şehir elektriğinin kullanılacağını, tedbirlerin alınıp iletken uçlara dokunulmaması gerektiğini gösteren işarettir.		**Kesici / Delici Cisim Güvenliği** İşlemler esnasında kesici ve delici araçların kullanılacağını, malzemeler kullanılırken dikkatli olunması gerektiğini gösteren işarettir.
	**Yangın Güvenliği** İşlemlerde yangın çıkarabilecek malzemelerin kullanılacağını, tedbirlerin alınması gerektiğini gösteren işarettir.		**Kırılabilir Cam Güvenliği** İşlemlerde, kırılabilecek malzemelerin kullanıla- cağını, cam malzemeleri ani sıcaklık değişimin- den ve yüksek ısıdan uzak tutmak gerektiğini gösteren işarettir.
	**Sıcak Cisim Güvenliği** İşlemlerde ısıtıcı ya da sıcak bir malzemenin kullanılacağını, el, ayak ve diğer organların yanmaması için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini gösteren işarettir..		**Göz Güvenliği** Yüzün ve gözün çalışma ortamındaki buhar, toz, şiddetli ışık, yüksek sıcaklık vb. etkenlerden dolayı zarar görebileceğini gösteren işarettir.
	**(Toksik) Zehirli** İşlemlerde kullanılacak maddelerin ağız, deri ve solunum yoluyla zehirlenmelere yol açabileğini, kanserojen etkisi olduğunu, vücut ile temas ettirilmemesi gerektiğini gösteren işarettir.		**Sağlık Etkisi** İşlemlerde kullanılan maddelerin solunum zorluğuna, alerji ve astım belirtilerine yol açabileceğini, yetersiz havalandırma şartlarında uygun solunum cihazının takılması gerektiğini gösteren işarettir.
	**Patlayıcı** İşlemlerde kullanılacak maddelerin kıvılcım, ısı, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabileceğini gösteren işarettir.		**Korozif** İşlemlerde korozif (aşındırıcı) maddelerin kullanılacağını, çalışma anında deri, göz ve solunum yollarını koruyan donanımların kullanılması gerektiğini gösteren işarettir.
	**Ekotoksik** İşlemlerde doğaya ve canlılara zarar veren maddelerin kullanılacağını, çalışma bitiminde bu malzemelerin kontrollü bir şekilde imha edilmesi gerektiğini gösteren işarettir.		**Tahriş Edici, Rahatsız Edici** İşlemlerde deri, göz ve solunum yollarına hasar verebilecek maddelerin kullanılacağını, koruyucu giysilerin giyilmesi gerektiğini gösteren işarettir.
	**Yanıcı, Parlayıcı** İşlemlerde yanıcı ve parlayıcı malzemelerin kullanılacağını, bu nedenle tutuşturucu özelliği olan maddelerden uzak tutulmaları gerektiğini gösteren işarettir.		**Oksitleyici** İşlemlerde, havasız ortamlarda bile alevlenmeye sebep olabilecek maddelerin kullanılacağını, bu malzemelerin sadece orijinal kutularında muhafaza edilmelerinin gerektiğini gösteren işarettir.
	**Basınç Altında Gaz İçerir** Basınç altında gaz içeren, ısıtıldığında patlayabilen malzemelerin kullanılacağını gösteren işarettir. Bu maddeler güneş ışığında bırakılmamalı, iyi havalandırılan ortamlarda saklanmalıdır.		**Radyoaktif** İşlemlerde kanserojen radyoaktif malzemelerin kullanılacağını, bu işaretin bulunduğu maddelerden ve ortamlardan uzak durulması gerektiğini gösteren işarettir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ



ANAHTAR KELİMELER

- Teknik resim
- Yazılar-çizgiler
- Geometrik çizim
- İzdüşüm
- Görüntü
- Görünüş
- Ölçek
- Ölçülendirme

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Teknik resimin araç ve gereçleri
2. Yazılar ve çizgiler
3. Temel geometrik çizimler
4. İzdüşüm ve görünüş çıkarma
5. Ölçekler ve ölçülendirme

TEMEL TEKNİK RESİM

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Karşılaştığınız belgelerdeki yazılarda dikkatinizi çeken standartlar nelerdir? Düşüncelerinizi sınıfta paylaşınız.
2. Üçgen, elips gibi geometrik şekiller çizerken her defasında aynı oranı elde edebilmek için nasıl bir yöntem uygularsınız? Arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Çoğu nesneyi gerçek boyutunda çizmek mümkün değildir. Çizim yaparken gerçek boyutları temsil etmek için kullanılabilecek uygun yöntemleri arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1.1. Teknik Resim Araç Gereci

Düşünmek soyut bir eylemdir. Akla gelen düşünceler (bir makine veya inşaat tasarımı) kâğıda ya da dijital bir ortama döküldüğünde fikirler somutlaşır ve başkaları ile paylaşılabilir hâle gelir.

Üç boyutlu nesneleri düzlemsel olarak çeşitli açılarda görselleştirmek mümkündür. Nesnelerin şekli, boyutu, iç yapısı, imalat özellikleri mühendislikte evrensel bir dil olan **teknik resim** yoluyla ifade edilir.

Teknik resim, işaret ve sembolleri Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından belirlenen teknik bir haberleşme dilidir. Ülkemizde Türk standartlarına uyarlanarak kullanılır ve nesnelerin inşası ile onarımda rehber görevi görür.

Teknik resim derslerinde amaç, yazım kurallarını uygulamak ve çizim becerilerini geliştirmektir. Bunun için atılacak ilk adım araç ve gereçleri tanıtmak olmalıdır.

1.1.2. Teknik Resimde Kullanılan Standart Çizim Araç ve Gereçleri

Günümüzde bilgisayar temelli çizimler yaygınlaşsa da öğrencilere teknik resmin incelikleri kavratılmalı el ile çizim yapma yöntemleri öğretilmelidir. İyi bir çizim için aşağıdaki araç ve gereçler güvenilir firmalardan tedarik edilmelidir.

a) Resim Tahtası

Resim tahtaları, çizimi destekleyebilecek şekilde farklı boyutlarda üretilir. Tahtanın her iki yanında bulunan sabitleyiciler, yerleştirilen kâğıdın doğru konumlandırılmasını sağlar. Ayarlanabilir çalışma yüzeyine ve diğer çalışma eşyalarının konulabileceği bir cebe sahiptir (Görsel 1.1).

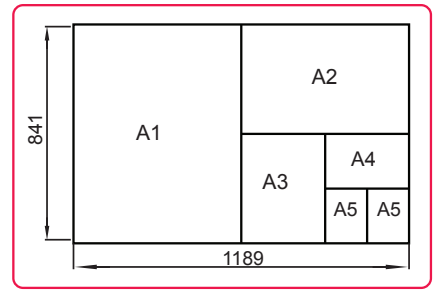


Görsel 1.1: Resim Tahtası

b) Çizim Kağıdı

Genellikle standart beyaz ya da parlak yüzeyli yarı saydam aydınger kâğıt kullanılır. Çizimlerin taslağını oluşturmak için eskiz kâğıdı, grafik ve krokiler için ise milimetrik kâğıt tercih edilir. Kağıtlar yırtılmaya ve çizilmeye karşı dayanıklı olmalıdır.

TSE (Türk Standartları Enstitüsü) tarafından kabul edilen A serisi kâğıtlar piyasada hazır olarak satılmaktadır. Ölçüsü en büyük olan 1 m^2 alana sahip A0 kâğıdıdır. A0 kâğıdının uzun kenarının her defasında ikiye bölünmesiyle A1, A2, A3, A4 ve A5 kâğıtları elde edilir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: A serisi kâğıtlar

Kâğıtların sağ alt köşesinde bulunan **antet (yazı alanı)** bölümüne resmi çizenin adı ve imzası, resmin çizim tarihi, kontrol edenin adı ve imzası, resmin kontrol tarihi, parça malzemesi ve numarası gibi bilgiler yazılır.

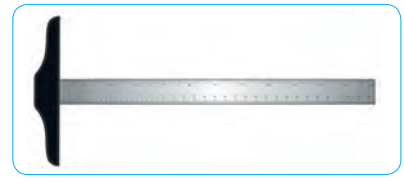
c) Çizim kalemi

İhtiyaca göre kurşun kalem, takma uçlu kalem ya da çini mürekkebi kullanılır. Kurşun kalemler kurşunun sertliğine göre B ve H serisi olarak üretilir. B (2B, 3B vb.) serisinde sayılar büyüdükçe kalem ucu yumuşarken H serisinde uçlar sertleşir. Aydınger kâğıdına çizim yapmak için rapido kalemler kullanılır. Sabit kalınlıkta çizim yapabilen uçlu kalemler de tercih edilebilir.

ç) Cetveller

İhtiyaca göre düz ya da ölçekli cetvel, T cetveli, şablonlar, iletki ve gönyeler kullanılır. Cetveller santimetre cinsinden rakamlandırılmış ve milimetrik olarak bölünmüştür.

T cetvelinin baş ve cetvel kısmı birbiri ile T şekli oluşturacak şekilde (90°) bağlanmıştır (Görsel 1.2). Yatay, dikey ve açılı çizgilerin çizilmesini sağlar. **Gönyeler** 45° veya 30-60°lik dik açılar şeklindedir. **İletkiler** 0-180° açıların işaretlenmesini ve ölçülmesini sağlayan yarım daire şeklindeki araçlardır. **Şablonlar** şekil, harf ve sembolleri hazır olarak barındırır. Bu durum özellikle tekrarlı çizimlerde kolaylık sağlar. Eğrisel çizimler için **pistole** kullanılır.



Görsel 1.2: T cetveli

d) Pergel

Çarklı bir sistemle birbirine bağlı iki çubuktan oluşur. Çap ayarlaması yapılarak istenilen ölçülerde yay ve daireler çizilir.

OKUMA PARÇASI

Çevrenizde hiç eskiz ya da tasarım defteri gördünüz mü? Görsel bir sunum sağlayan bu defterler hangi ön hazırlıklar yapılarak oluşturulur? Bu çizimleri yapanlar hangi ön bilgilere sahiptir?

İnsanoğlu var olduğundan beri hem çağdaşlarıyla hem de gelecek kuşaklarla haberleşmenin yolunu aramıştır. Duygu ve düşüncelerini yaşadığı dönemin özelliklerine göre araçlar kullanarak aktarmayı bir şekilde başarmıştır. Varoluşun ilk yıllarında, yazıyı henüz bilmediği dönemlerde çizim yöntemiyle doğayı ve eşyayı resmetmiştir. Mağara duvarlarına 42 000 yıl önce yapılan çizimler avcılık ve toplayıcılık döneminin önemli belgeleridir(*). Resim aracılığı ile kayıt altına alınan bu bilgiler o dönem insanlarının gündelik yaşamlarından önemli ipuçları verir.

Medeniyetin ilerlemesi ile resim bir sanat hâline gelmiştir. Tuval, kara kalem ve boyaların yanında hayal gücü, zevkler ve gözlem yeteneği sanat resimlerini zenginleştirerek resmin sunumunda nesnelerin ölçüsü, nesneler arasındaki uzamsal ilişkiler, gölgeler ve vurgular ile çok önemli bir katkı sunmuştur.

Farklı yüzyıllarda ortaya çıkan çeşitli akımlar sayesinde özel yöntemlerle oldukça gerçekçi resimler elde edilmiştir. Resmin mühendislikte kullanımı ise izdüşüm kurallarının temelleri atıldıktan sonra başlamıştır. Sanayi devrimiyle birlikte kullanımı büyük bir hız kazanmış, endüstriyel çizimler için önceden belirlenen kurallarla ortak bir dil oluşturulmuştur. Teknik alanda oluşturulan bu ortak dil, dilini bilmediğiniz bir ülkede bile çizimler yoluyla anlaşmayı sağlamıştır.

Malzeme parçaları, işlevleri ve parçalar arası bağlantıların nasıl kurulacağı çizimler aracılığıyla ifade edilmiştir. Örneğin günümüzde parçalarına ayrılmış hâlde alınan birçok ev eşyasını yanında verilen kılavuzla kişi kendi monte edebilir.

Teknik resim birçok sektörde kendine yer bulmuştur. Grafiksel anlatım yoluyla gerek mimari yapılar gerekse makine parçaları insan gözüne göründüğü biçimde çizilmeye başlanmıştır. Tüm dünyada benimsenen bu uygulama inşaat ve endüstri alanında büyük bir devrim yaratmıştır.

(*) İspanya'nın Malaga kentinin Nerja mağarasında 42.000 yıllık resim kalıntılarına rastlanmıştır.

1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Soyut tasarımları kâğıda yansıtmak.

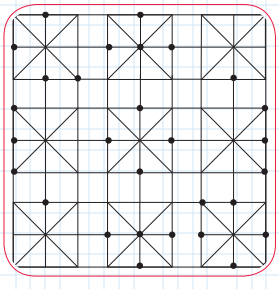
Araç Gereç

- ✓ A3 kâğıdı (1 adet)
- ✓ 30 cm'lik cetvel
- ✓ Pergel
- ✓ İletki
- ✓ 30-60⁰'lik gönye
- ✓ 2B çizim kalemi
- ✓ Renkli kalemler (kuru boya)
- ✓ 10 cm'lik cetvel

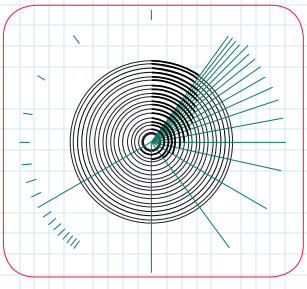
Çalışmanın Yapılışı

1. A3 boyutundaki çalışma kâğıdınızı cetvel yardımıyla ölçünüz. (297x420 mm)
2. Kâğıdınızı dört eşit parçaya bölünüz.
3. Birinci alana pergelinizi (cetvelle ayarladığınız ölçülere göre) açarak rastgele noktalar işaretleyiniz.
4. Bu noktaları cetvel yardımıyla birleştiriniz.
5. Pergelinizi 2 cm açarak ikinci alanda rastgele noktalar oluşturunuz daha sonra bu noktaları birleştiriniz.
6. Üçüncü alanda gönye ve pergel yardımıyla düzgün üçgenler, bu üçgenleri birleştirerek de düzgün geometrik şekiller oluşturunuz (dikdörtgen, altıgen…).
7. Dördüncü alanda pergel, iletki yardımıyla istediğiniz açıları kullanarak eşit uzaklıkta noktalar oluşturunuz, daha sonra bu noktaları düzgünce birleştiriniz.
8. Bu dört alandaki çalışmalarınızı birkaç defa tekrarlayarak daha düzgün şekiller elde ediniz.
9. Çalışma kâğıdında oluşturduğunuz şekillerin kesişim alanlarını boyayarak yeni görseller oluşturunuz.

Şekil 1.2 ve Şekil 1.3 çalışmaları örnek olarak verilmiştir.



Şekil 1.2: Nokta-çizgi çalışması



Şekil 1.3: Çizgi çalışması

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	A3 kâğıdının ölçümünü standartlara uygun olarak aldı.		
3	A3 kâğıdını dört eşit parçaya bölerek yeniden boyutlandırdı.		
4	Birinci alanda rastgele işaretlenen noktaları birleştirdi.		
5	İkinci alanda verilen ölçüye uygun olarak işaretlenen rastgele noktaları birleştirdi.		
6	Üçüncü alanda gönye, pergel ve cetvel kullanarak düzgün geometrik şekiller oluşturdu.		
7	Dördüncü alanda, istenilen açılarda (iletki ve pergel yardımıyla), eşit uzaklıkta noktalar oluşturarak birleştirdi.		
8	Çalışma kâğıdında farklı renkler kullandı.		
9	Desenler üzerinde boyama yaptı.		

1.2.2. Yazılar ve Çizgiler

Teknik resim çalışmalarının tamamında kullanılan yazı ve çizgilerin belirli standartlarda kullanılması son derece önemlidir.

1.2.2. Standart Yazı Çeşitleri ve Özellikleri

Teknik resimde ölçülendirmeler ve açıklamalar yazı ile belirtilir. Yazıların okunaklı, aynı tip ve ölçüde olmaları önemlidir. Resmin tamamında aynı yazı tipi kullanılarak bütünlük sağlanmalıdır. Küçük ve büyük harflerin kalınlığı aynı olmalıdır. Birbirini takip eden yazıların kalınlığı farklı ise arada bırakılması gereken boşluk, daha kalın olan yazının kalınlığının iki katı kadar olmalıdır. Yazı büyüklüğüne uygun yazı kalınlığı tercih edilmelidir.

Yazılar dik (1) veya eğik (2) olabilir. Eğik yazılar yatayla 75°'lik açıyla (sağa 15° yatık) yazılır. Çizgi kalınlığına göre A ve B tipi olarak iki kategoriye ayrılır. A tipi yazılarda, çizgi kalınlığı yazı yüksekliğinin 1/14'üne, B tipi yazılarda 1/10'una eşittir. B tipi yazılar daha kalındır.

ABCDEFGHIJKLMN

(1) Dik Yazı

ABCDEFGHIJKLMN

(2) Eğik Yazı

Büyük harf yüksekliği (h), küçük harf yüksekliği (c), harfler arası boşluk(a), satırlar arası normal aralık (b), yazı çizgi kalınlığı (d), iki kelime arası boşluk (e), satır çizgisinin altına taşan ölçü (f) vb. ölçüler belirli şekillerde boyutlandırılarak bütünlüğü sağlayan bir yazma biçimi kullanılır.



ALIŞTIRMA

Aşağıda bulunan kılavuz çizgilere '' İnsan hem tek başına hem de toplu yaşayan bir varlıktır." cümlesini A tipi yazıya uygun olarak yazınız.

2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Büyük harf yüksekliği (h), küçük harf yüksekliği (c), harfler arası boşluk (a), satırlar arası normal aralık (b), yazı çizgi kalınlığı (d) özelliklerine dikkat ederek alfabe tablosu oluşturmak.

Araç Gereç

- ✓ Kılavuz çizgili yazı kâğıdı (A4 boyutunda 2 adet)
- ✓ Metrik kâğıt
- ✓ Makas
- ✓ Yumuşak silgi
- ✓ 3B çizim kalemi
- ✓ 10 cm'lik cetvel

Çalışmanın Yapılışı

1. Metrik kâğıdınızı, 10 cm'lik cetvelinizin boyutlarına uygun olarak kesiniz.
2. Kestiğiniz kâğıdı, cetvele yapıştırınız.
3. Kılavuz çizgili yazı kâğıdınızın satır aralıklarını ölçünüz.
4. Çalışmanıza dik harfleri kullanarak başlayınız.
5. Aynı harfin büyük ve küçük hâli arasındaki mesafeyi 2 mm, farklı harflerin arasını ise 5 mm olacak şekilde ölçülendiriniz.
6. Büyük harf yüksekliği (h), küçük harf yüksekliği (c), harfler arası boşluk (a), satırlar arası normal aralık (b), yazı çizgi kalınlığı (d) arasında orantılı bir ölçü kullanınız.
7. Yirmi dokuz harfi kâğıdınıza yerleştiriniz.
8. Yazı yazma işlemini bitirdikten sonra tüm harflerin boyutlarını metrik kâğıt cetvelinizle tekrar ölçünüz.
9. Hatalı yazımlarınızı yumuşak silgi kullanarak düzeltiniz.
10. Aynı işlem basamaklarını kullanarak eğik harf tablosu oluşturunuz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

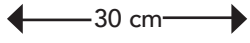
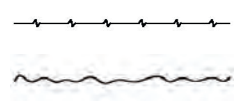
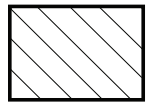
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Metrik kâğıttan 10 cm'lik cetvel hazırladı.		
3	Kılavuz kâğıda küçük ve büyük harfleri yan yana yerleştirdi.		
4	Büyük ve küçük harf boyutunu belirledi.		
5	İlk harften sonra kalan harfleri yerleştirdi.		
6	Yazma işlemi bitince tüm harfleri metrik kâğıt cetvelle yeniden ölçtü.		
7	Hatalı harfleri düzeltti.		
8	İşlem basamaklarını takip ederek eğik harf tablosu oluşturdu.		

1.2.3. Standart Çizgi Çeşitleri ve Özellikleri

Mühendislik çizimlerini okuyabilmek için çizgi tiplerinin ne anlama geldiğini bilmek önemlidir. Çizime başlamadan önce yüzeyler ve açılar değerlendirilmeli, nesneyi en iyi tanımlayacak çizgiler kullanılmalıdır. Örneğin kesikli çizgiler doğrudan görünmeyen kısımları ifade eder. Ana parçalar ve diğer hatları göstermek için farklı temsiller kullanılır.

Bazı önemli çizgi çeşitleri ve kullanıldığı yerler Tablo 1.1'de' açıklanmıştır.

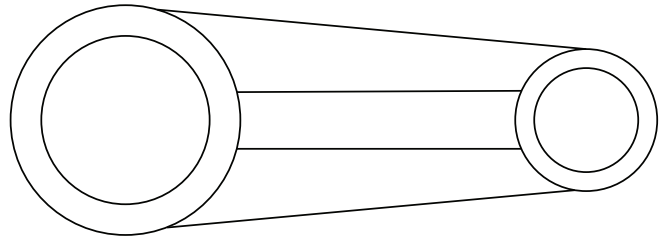
Tablo 1.1: Başlıca Çizgi Çeşitleri

Çizgi	Çizgi Adı	Açıklama
	Sürekli kalın çizgi	Görünür ana hatları belirtir.
	Sürekli ince çizgi	Ölçü, arka kesit, düzlem yüzeyi, ayrıntıların çerçevelenmesi gibi durumlar için kullanılır.
	Kesikli çizgi	Görünmeyen yüzey ve kenarlar için kullanılır.
	Merkez hattı	Delik, daire gibi simetrik materyallerin geometrik merkezlerini göstermek için kullanılır.
	Ölçü çizgisi	Nesnelerin uzunluk, genişlik gibi boyutlarının sayısal değerlerini göstermek için kullanılır.
	İki noktalı uzun kesik çizgi	Bitişik parçaların çevresini ve hareketli parçaların son konumlarını göstermek için kullanılır.
	Sürekli ince zig zag çizgi veya serbest el çizgisi	Kısaltılan ve yalnızca belli parçaları gösterilen kısımlar için kullanılır.
	Kesit çizgisi	Kesit görünümleri göstermek için nesne çizgilerine 45 derecelik açıyla çizilir. Bitişik yüzeylerin kesit çizgileri birbirine zıt yönde olmalıdır.



ALIŞTIRMA

Aşağıdaki Şekil 1.4'te verilen dairelerin merkezlerini belirleyerek merkez hattını çiziniz. İki merkez arası uzaklığı ölçü çizgisi ile gösteriniz.



Şekil 1.4: Daire ve merkez birleşimi

3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

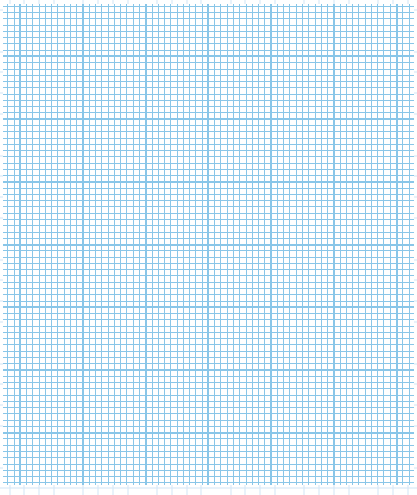
Çizgi çeşitlerini kullanarak tablo oluşturmak.

Araç Gereç

- ✓ Metrik kâğıt (4 adet)
- ✓ Cetvel
- ✓ 2B kalem
- ✓ Yumuşak silgi

Çalışmanın Yapılışı

1. Sürekli kalın, sürekli ince, kesikli çizgi, merkez hattı, iki noktalı uzun kesik çizgi, sürekli ince zig zag çizgi, serbest el çizgisi ve oluşan diğer çizgi çeşitlerini metrik kağıda (Görsel 1.3) cetvel kullanmadan düz bir şekilde çiziniz.
2. Bu çalışmanızı birkaç defa tekrarlayınız.
3. Aynı çizgi örneklerini ikinci metrik kâğıda cetvel kullanarak düz bir şekilde çiziniz.
4. Üçüncü metrik kâğıda birbirlerini kesebilecek şekilde rastgele açılarla (cetvel kullanarak) çizgi çeşitlerini çiziniz.
5. Dördüncü metrik kâğıtta bu çizgi çeşitlerini kullanarak anlamlı şekiller oluşturunuz (boru, masa, kübik nesneler…).



Görsel 1.3: Metrik kâğıt

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Birinci metrik kâğıda tüm çizgi çeşitlerini cetvel olmaksızın düz bir şekilde çizdi.		
3	İkinci metrik kâğıda cetvel kullanarak tüm çizgi çeşitlerini düz bir şekilde çizdi.		
4	Üçüncü metrik kâğıda tüm çizgi çeşitlerini rastgele çizdi.		
5	Dördüncü metrik kâğıda çizgilerden faydalanarak anlamlı nesneler oluşturdu.		

1.3.1. Temel Geometrik Çizimler

Geometride kullanılan daire, çokgen, doğru ve doğru parçası gibi birçok temel kavram, çizimi yapılacak materyallerin tanımlanmasına yardımcı olur.

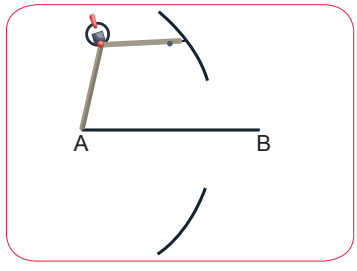
1.3.2. Doğru Üzerinde Dikme ve Bölme İşlemleri

Teknik resim çalışmalarında, tasarımı yapılan nesneler için bir doğru parçası üzerinde işlemler yapabilmek, doğru ölçümler alabilmek gereklidir.

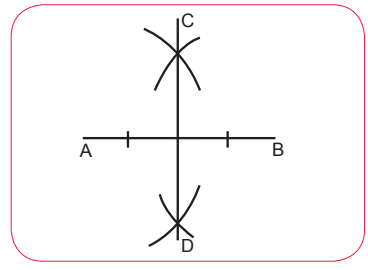
a) Doğrunun Orta Noktasını Belirleme

Herhangi bir AB doğru parçasının orta noktasını bulmak ve bu noktadan dikme çıkmak için yapılacaklar şunlardır:

Pergel AB doğru parçasının uzunluğunun yarısından biraz fazla açılır, sivri uç A noktasına yerleştirilir ve A merkezli bir yay çizilir (Şekil 1.5). Pergelin açıklığı bozulmadan sivri uç B noktasına yerleştirilerek B merkezli bir yay çizilir. Yayların kesiştiği noktalar (C ve D noktaları, Şekil 1.6) cetvel yardımıyla birleştirildiğinde AB doğrusunu ortadan kesen dikme oluşur (Şekil 1.6).



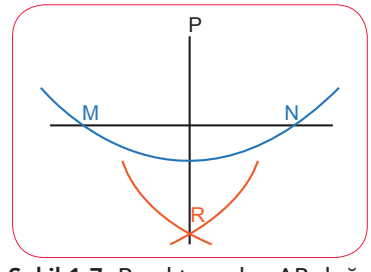
Şekil 1.5: A merkezli yayın çizimi



Şekil 1.6: AB doğrusuna dikme çizimi

b) Doğruya Herhangi Bir Noktadan Dikme İnme

Bir AB doğru parçasına üstteki bir P noktasından dikme inmek için P noktası merkez alınır, pergel AB doğrusunu kesecek şekilde açılandırılır ve bir yay çizilir. Yayın AB doğrusunu kestiği M ve N noktaları belirlenir. Pergel M-N aralığından biraz daha az açılır. Önce M merkezli sonra N merkezli yaylar Şekil 1.7'deki gibi açıklık bozulmadan çizilir. İki yayın kesiştiği nokta R noktası olarak isimlendirilirse P ve R noktaları birleştirildiğinde AB doğrusuna dik inilmiş olur.

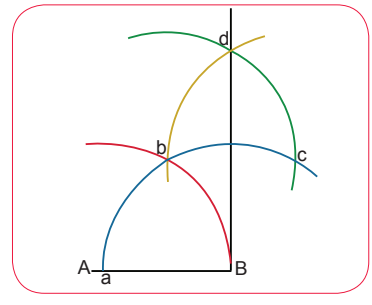


Şekil 1.7: P noktasından AB doğrusuna dikme çizimi

c) Doğruya Herhangi Bir Noktadan Doğru Çıkma

Herhangi bir AB doğrusunun ucundan dikme çıkmak için yapılacaklar şunlardır:

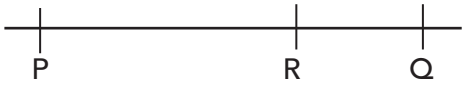
Pergel AB aralığından biraz daha az açılır. Pergelin sivri ucu B noktasına batırılarak B merkezli bir yay çizilir ve AB doğrusunu kestiği yer Şekil 1.8'deki gibi işaretlenir (a). Pergelin açısı değiştirilmeden a merkezli bir yay çizilir ve ilk yayla kesiştiği kısım işaretlenir (b). Aynı açı ile b merkezli bir yay daha çizilir ve ikinci yayla kesiştiği nokta işaretlenir (c). Pergel c noktasına batırılıp aynı yarıçaplı bir yay daha çizilir ve üçüncü yayı kestiği yer işaretlenir (d), d noktası ile B noktası cetvel ile birleştirilir. Böylece AB doğrusuna bir dikme çıkılmış olur.



Şekil 1.8: AB doğrusundan dikme çıkma

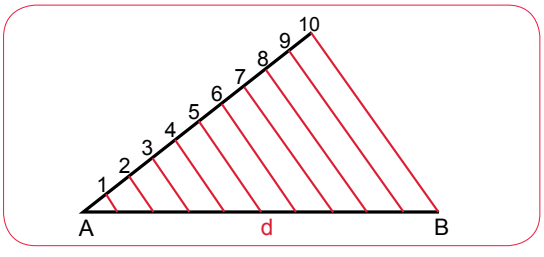
ALIŞTIRMA

Aşağıda verilen PQ doğru parçasının orta noktasından bir dikme çiziniz.
(Pergelin açıklığını ayarlarken R noktasını referans alınız.)



ç) Bir AB Doğru Parçasını Eşit Parçalara Bölme

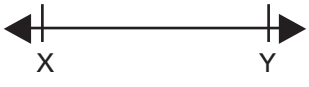
Belirlenen ölçülerde AB doğru parçası çizilir. A noktasından (istenilen bir dar açı ile) Şekil 1.9'daki gibi AB doğrusuna yardımcı bir doğru (d) çizilir. Pergel, bölünecek parça sayısına uygun aralığa göre ayarlanarak aralanır. A noktasından başlanarak bölünecek parça sayısı kadar işaret konur. Son işaretlenen nokta (10) ile B noktası birleştirilir. Gönyenin bir kenarı bu doğruyla çakıştırılır, diğer kenarına T cetveli veya başka bir gönye dayatılır. Gönye kaydırılarak işaretlenen noktalardan geçen ve AB doğrusunu kesen paralel çizgiler elde edilir. Böylece AB doğrusu eşit parçalara bölünmüş olur.



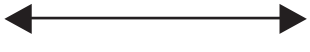
Şekil 1.9: 10 eşit parçaya bölünmüş AB doğru parçası

ALIŞTIRMA

1. Aşağıda verilen doğru parçasının orta noktasını bulunuz.



2. Aşağıda verilen doğru parçasının X noktasına bir dikme çiziniz.



3. Aşağıda verilen doğru parçasını dört eşit parçaya bölünüz.



4. Aşağıdaki doğrunun herhangi bir noktasından dikme çiziniz.



4. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

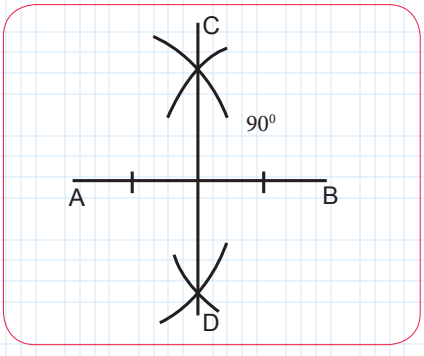
Düz su borusunun orta noktasını bulmak.

Araç Gereç

- ✓ Su borusu (yaklaşık 1 metrelik)
- ✓ Ahşap cetvel veya şerit metre
- ✓ Büyük boy pergel
- ✓ Asetat kalemi
- ✓ Bant

Çalışmanın Yapılışı

1. Su borusunu bant yardımıyla zemine sabitleyiniz.
2. Uç noktaları, asetat kalemi kullanarak A ve B olarak adlandırınız.
3. Pergeli, su borusunun uzunluğunun yarısından biraz fazla açınız.
4. Pergelin sivri ucunu A noktasına yerleştirerek A merkezli bir yarım çemberden biraz daha büyük bir yay çiziniz (Şekil 1.10).
5. Pergelin açıklığını bozmadan sivri ucu B noktasına yerleştirerek B merkezli yarım çemberden biraz daha büyük bir yay çiziniz.
6. Yayların kesiştiği C ve D noktalarını cetvel yardımıyla birleştirerek AB su borusunu ortadan kesen dikme oluşturunuz.
7. Borunun orta noktasının doğru tespit edilip edilmediğini (cetvelle birkaç defa ölçerek) kontrol ediniz.



Şekil 1.10: Asal eksene dikme çizimi

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

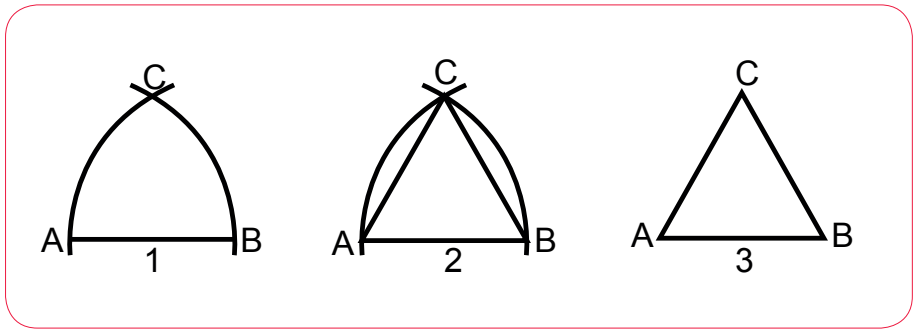
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Su borusunu yere sabitledi.		
3	A ve B uçlarını asetat kalemiyle işaretledi.		
4	Pergeli A noktasına yerleştirerek yarım dairelik bir yay çizdi.		
5	Pergeli B noktasına yerleştirerek yarım dairelik bir yay çizdi.		
6	İki yayın kesiştiği noktaları alttan ve üstten işaretledi.		
7	Kesişen noktalardan bir dikme indirerek su borusunun orta noktasını (cetvel yardımıyla) işaretledi.		
8	Boruda işaretlenen noktayı, cetvel yardımıyla ölçtü.		

1.3.3. Çokgen ve Elips Çizimi

Temel teknik resimlerde çalışma yaparken geometrik şekillerden de faydalanılır. Bu geometrik şekiller çokgen ve elipstir.

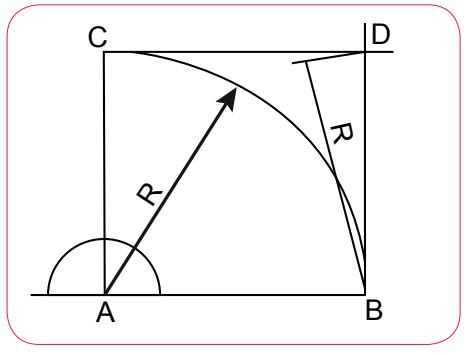
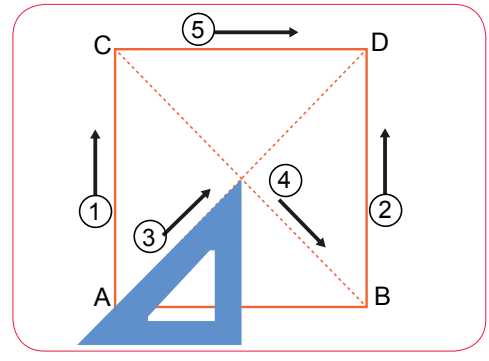
a) Eşkenar Üçgen

Bir AB doğrusu çizilir. Pergel aralığı AB uzunluğuna göre ayarlanır. Aralık genişliği değiştirilmeden merkezi A ve B olacak şekilde iki yay çizilir. Yayların kesiştiği nokta C olarak isimlendirilirse A-C ve B-C noktaları birleştirilerek eşkenar üçgen oluşturulur. Şekil 1.11'de eşkenar üçgen çiziminin adımları gösterilmiştir.



Şekil 1.11: Eşkenar üçgen çizimi

b) Kare

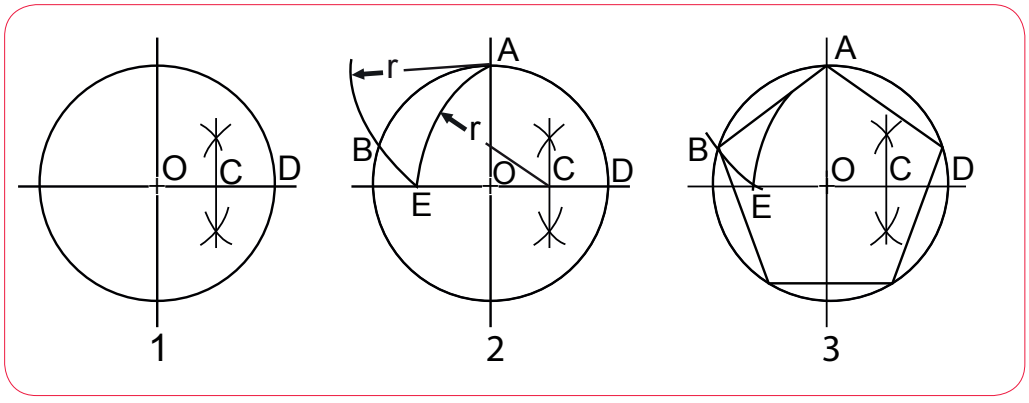
Pergel ile Kare Çizimi	Gönye ile Kare Çizimi
AB doğrusuna A noktasından bir dik çizilir. Pergel açıklığı AB uzunluğuna ayarlanır. Merkez A noktası olacak şekilde bir yay çizilir. Yayın dikmeyi kestiği nokta Şekil 1.12'deki gibi C noktası olarak işaretlenir. Pergel açıklığı bozulmadan B ve C merkezli iki yay daha çizilir ve yayların kesişim noktası D noktası olarak isimlendirilir. İşaretlenen noktalar birleştirildiğinde ABCD karesi oluşur.	Bir AB doğrusu çizilir. A ve B noktalarına gönye ile dikmeler indirilir. A ve B noktalarından gönyenin 45°'lik kısmıyla şekildeki gibi doğrular çizilir. Dikmeler ve 45°'lik doğruların çakıştığı noktalar C ve D olarak isimlendirilir. C ve D noktaları birleştirilerek ABCD karesi oluşturulur (Şekil 1.13).
	
Şekil 1.12: Pergel ile kare çizimi	**Şekil 1.13:** Gönye ile kare çizimi

c) Beşgen

(1) O merkezli bir çember çizilir. Şekil 1.14'te görüldüğü gibi yarıçapın (OD) orta noktası olan C noktası işaretlenir.

(2) C merkezli ve CA yarıçaplı bir yay ile çember ekseni kesilir ve E noktası olarak işaretlenir. Pergel aralığı AE uzunluğuna ayarlanarak A merkezli yay çember ile kesiştirilir ve B noktası işaretlenir.

(3) AB çizgisi çizilir. AB uzunluğu beşgenin bir kenarının uzunluğudur. Bu uzunluk (r yayı) ile çemberi beş eşit parçaya bölecek şekilde işaretlemeler yapılır. Tüm noktalar birleştirilerek beşgen oluşturulur.



Şekil 1.14: Beşgen çizimi

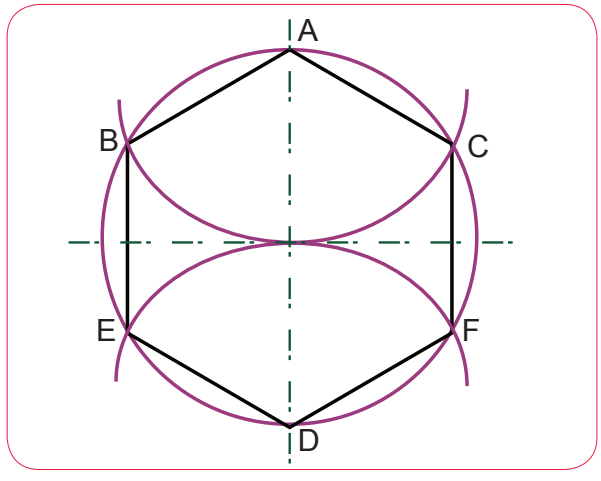
ç) Altıgen

(1) O merkezli bir çember çizilir. Dikey eksenle çemberin kesiştiği noktalar Şekil 1.15'teki gibi A ve D noktası olarak işaretlenir.

(2) Pergel aralığı çemberin yarıçapı kadar ayarlanır (A0 uzunluğu). A noktasından bir yay çizilerek B ve C noktaları işaretlenir.

(3) Pergel aralığı bozulmadan aynı işlem D noktasına da uygulanır, E ve F noktaları işaretlenir.

(4) Çember üzerinde işaretlenen A, B, C, D, E ve F noktaları birleştirilerek altıgen oluşturulur.



Şekil 1.15: Altıgen çizimi

d) Elips

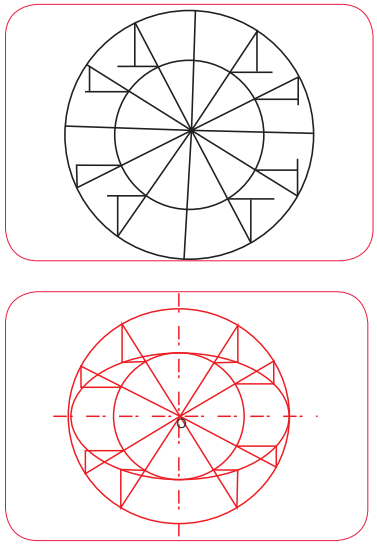
Çember veya dikdörtgen kullanılarak elips çizilebilir.

Çember Yardımıyla Elips Çizimi

Bir AB ekseni çizildikten sonra çapları AB ekseninde olan eş merkezli iki çember çizilir. Büyük çemberin çapı, eksen kadardır. Merkezden geçen doğrunun çemberleri kestiği noktalar işaretlenir. Büyük çemberden çizilen dikey ve küçük çemberden çizilen yatay doğruların çakıştığı nokta elipse ait bir noktadır. Bu işlemler tekrarlanarak noktalar işaretlenir. İşaretlenen noktalar birleştirilir ve elips oluşturulur (Şekil 1.16).

(1)

(2)



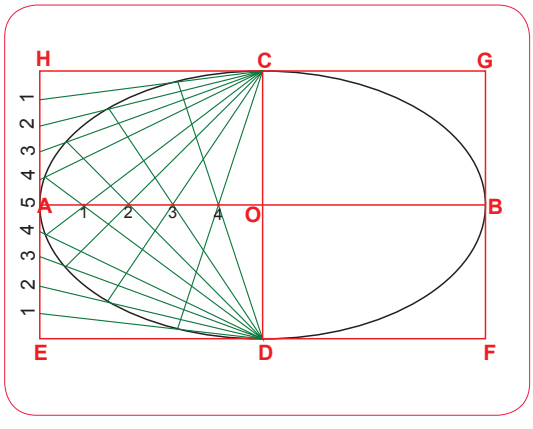
Şekil 1.16: Çember yardımıyla elips çizimi

Dikkat: Bu işaretlemeleri ana eksenden itibaren 30 derecelik açılarla yapmanız kolaylık sağlar.

Dikdörtgen Yardımıyla Elips Çizimi

Bir EFGH dikdörtgeni ve dikdörtgenin kenar ortayları olan AB ve CD eksenleri çizilir. Dikdörtgenin sol üst kısmı baz alınarak yatay uzun kenar (AO) ve düşey kısa kenar (CO) eşit sayıda ve eşit uzunlukta parçalara bölünür (Şekil 1.17'de beş parçaya bölünmüştür.).

Dikey 1, 2, 3, 4 noktaları C noktasına bağlanır. Aynı işlemler sol alt kısım ile D noktası için de yapılır. C noktasından gelen çizgiler D noktasından gelenlerle kesişecek şekilde uzatılır ve kesişen noktalar işaretlenir. İşaretli noktalar birleştirilir. Aynı işlemler dikdörtgenin diğer kısımları için de yapılarak elips tamamlanır.



Şekil 1.17: Dikdörtgen yardımıyla elips çizimi

ALIŞTIRMA

Dikdörtgen metodunu kullanarak büyük ekseni 90 mm, küçük ekseni 60 mm olan bir elips çiziniz.

5. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Düzgün üçgen ve kareyi pergel kullanarak çizmek.

Araç Gereç

- ✓ A4 kâğıdı
- ✓ 2B kalem
- ✓ Yumuşak silgi
- ✓ Cetvel
- ✓ Pergel

Çalışmanın Yapılışı

Üçgen Çizimi

1. Bir AB doğrusu çiziniz.
2. Pergel aralığını AB uzunluğuna göre ayarlayınız.
3. Aralık genişliğini bozmadan merkezi A ve B olacak şekilde iki yay çiziniz.
4. Yayların kesiştiği noktayı C olarak isimlendirip A-C ve B-C noktalarını birleştirerek eşkenar üçgeni oluşturunuz.

Kare Çizimi

5. AB doğrusuna A noktasından bir dikme çiziniz.
6. Pergel açıklığını AB uzunluğuna ayarlayınız.
7. Merkez A noktası olacak şekilde bir yay çiziniz.
8. Yayın dikmeyi kestiği noktayı C noktası olarak işaretleyiniz.
9. Pergel açıklığı bozulmadan B ve C merkezli iki yay daha çiziniz.
10. Yayların kesişim noktasını D noktası olarak isimlendiriniz.
11. İşaretlenen noktaları birleştirip bir ABCD karesi oluşturunuz.

Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

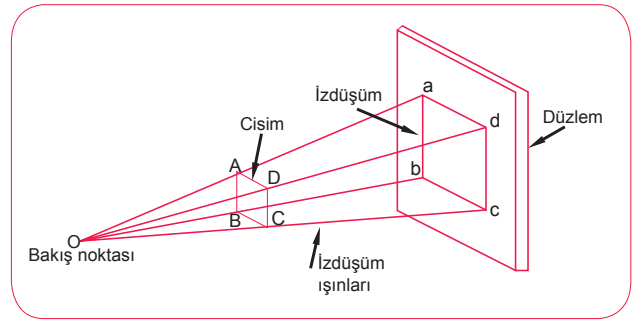
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
ÜÇGEN			
2	Bir AB doğrusu çizdi.		
3	Pergelin aralık ayarını bozmadan AB uzunluğuna göre ayarladı.		
4	Aralık genişliğini değiştirmeden merkezi A ve B olacak şekilde iki yay çizdi.		
5	Yayların kesiştiği noktayı A ve B noktaları ile birleştirilerek eşkenar üçgeni oluşturdu.		
KARE			
6	Bir AB doğrusuna A noktasından bir dik çizdi.		
7	Pergel açıklığını AB uzunluğuna göre ayarladı.		
8	Merkez A noktası olacak şekilde bir yay çizdi.		
9	Yayın dikmeyi kestiği noktayı C noktası olarak işaretledi.		
10	Pergel açıklığı bozulmadan B ve C merkezli iki yay daha çizdi.		
11	Yayların kesişim noktasını D noktası olarak isimlendirdi.		
12	İşaretlenen noktaları birleştirip bir ABCD karesi oluşturdu.		

1.4.1. İzdüşüm ve Görünüş Çıkarma

Bir film görüntüsünün sinema ekranına aktarılması ya da güneşli bir günde oluşan gölgeler günlük hayat pratiklerinde karşılaşılan izdüşümlerdir.

1.4.2. İzdüşüm

Üç boyutlu bir cismin iki boyutlu bir düzleme düşen görüntüsüne **izdüşüm** denir. Üç boyutlu bir cismin gerçek şeklinin hem bütün yüzeylerini hem de iç kısımlarını olduğu gibi bir ekrana veya kâğıda aktarmak mümkün değildir. Bunun için izdüşüm metodundan faydalanmak gerekir.



Şekil 1.18: Bir cismin izdüşümü

Gözlemci, ışık kaynağı ve düzlem izdüşümün ögeleridir. Gözlemcinin baktığı noktadan gelen ışınlar cismin köşelerinden geçerek düzleme ulaşır (Şekil 1.18).

İzdüşüm, bazı değişkenlerden etkilenir ve bu doğrultuda şekillenir. Bu değişkenler şunlardır:

- Bakış noktasının yere ve düzleme olan mesafesi
- Işınların birbirine göre konumu (konik veya paralel)
- Işınların izdüşüm düzlemine geliş açısı (dik veya eğik)

MERAKLISINA

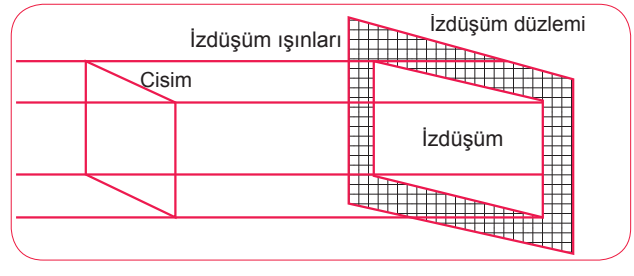
Resim sanatında mesafe ve derinlik algısını uyandırabilmek için perspektif yasalarından faydalanılır. İtalyan ressam Masaccio perspektifi o kadar iyi kullanmıştır ki resimleri gerçekçi hatta heykelsi görünür.

1.4.2.1. Merkezi İzdüşüm Metodu

Bir merkezden çıkan ışınların cismin kenarlarından geçerek arka tarafına konulan bir ekran üzerinde oluşturduğu iz düşüme **merkezi izdüşüm** denir. Oluşan görüntünün büyüklüğü bakış noktasının ve cismin iz düşüm düzlemine olan uzaklığına bağlıdır. Görüntü cismin gerçek boyutundan büyük ya da küçük olabilir.

1.4.2.2. Paralel İzdüşüm Metodu

Sonsuz uzaklıktaki bir ışık kaynağından birbirine paralel olarak gelen ışınların iz düşüm düzleminde oluşturduğu görüntüye **paralel izdüşüm** denir (Şekil 1.19). Işınlar düzleme herhangi bir açı ile gelebilir. Oluşan görüntünün büyüklüğü cismin büyüklüğü ile aynıdır. Paralel izdüşüm metodu dik, eğik ve aksonometrik olarak üçe ayrılır.

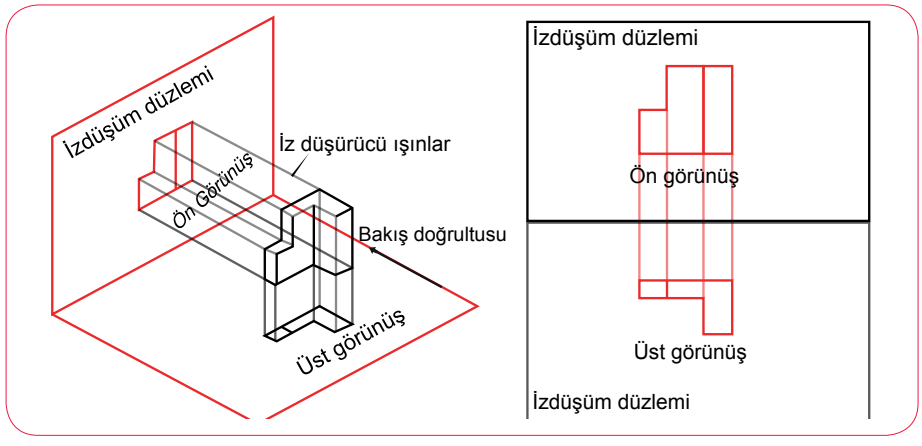


Şekil 1.19: Paralel izdüşüm

1.4.3. Perspektiften Görünüş Çıkarma

Kimya endüstrisinde makine, boru ve kontrol panelleri ile kontrol elemanlarının üç boyutlu resimlerinin incelenmesi gerekir. Üretim aşamalarının her birinde kullanılan bu karmaşık parçaların üç boyutlu detaylı çizimleri, sistemi daha anlaşılır bir hâle getirir. Sistemde oluşan aksaklıklar bu çizimlerin hangi noktasından müdahale edilmesi gerektiği hakkında fikir verir.

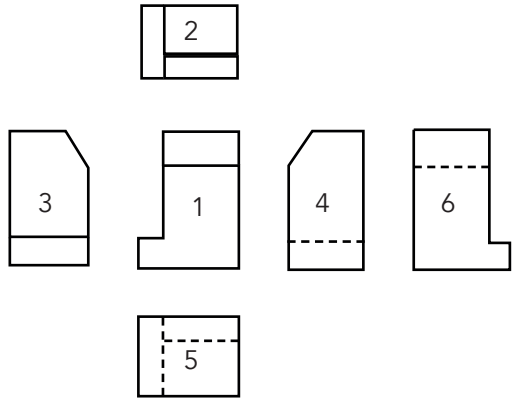
Bir nesnenin bakış doğrultusundan izdüşüm düzlemine düşen iki boyutlu şekline **görünüş** denir. Teknik resimde çizimi yapılacak nesne için birden fazla görünüş alınacaksa mutlaka izdüşüm düzlemleri birbirine dik olmalıdır. Düzlemler alın, düşey ve yatay olarak adlandırılır. Bu izdüşüm düzlemleri kâğıt üzerinde yana yana açıldığında birbirine paralel doğrultuda olmalıdır (Şekil 1.20).

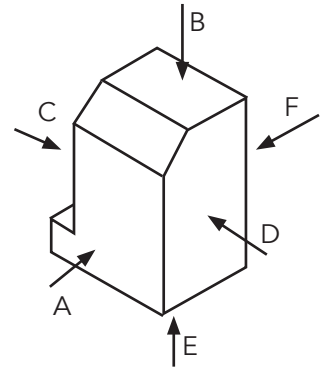


Şekil 1.20: Nesnenin dik izdüşümü ve kâğıt düzlemdeki paralel görünüşü

ETKİNLİK

Persfektif görünümü verilen şekli inceleyiniz. A,B,C,D,E ve F noktalarından görünüşü 1,2,3,4,5 ve 6 ile numaralandırılmış görünüşler ile eşleştiriniz.





1 ..... 2 ..... 3 ..... 4 ..... 5 ..... 6 .....

6. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Elma, portakal gibi meyvelerin kesiğinden perspektif çıkarmak.

Araç Gereç

- ✓ Elma
- ✓ Üç boyutlu herhangi bir nesne (boru, vana, laboratuvarda bir cam malzeme…)
- ✓ Bıçak
- ✓ İki adet ayna
- ✓ A4 kâğıdı (8 adet)
- ✓ 2B kalem, yumuşak silgi

Çalışmanın Yapılışı

1. Elmayı ortadan ikiye bölünüz.
2. Aynaları birbirine dik olacak şekilde alttan ve yandan yerleştiriniz.
3. Elde ettiğiniz görüntüyü inceleyiniz.
4. Aynaları kaldırıp kâğıt üzerine (2 adet) yarım elmanın yatay ve yan izdüşümünü çiziniz.
5. Bu izdüşümlerin kâğıt düzleminde birbirine paralel olacak şekilde görünüşlerini çıkarınız.
6. Birden fazla görünüş çalışması yaparak (en az 3 defa) elmanın perspektif planını çıkarınız.
7. Elma çalışmasını bitirdikten sonra diğer nesne için de aynı işlem basamaklarını takip ederek görünüş çıkarınız.
8. Nesneyi ikiye ayıramadığınız durumda iç çizgi (kesikli çizgi) çalışması ile görünüşünü çiziniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

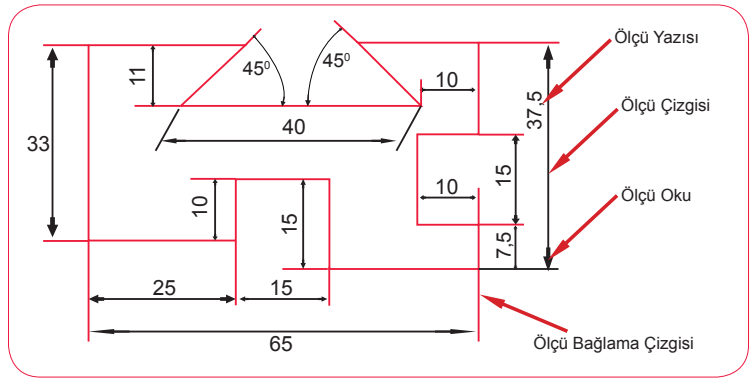
6. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Kesik elma ve aynaları yerleştirerek izdüşüm incelemesi yaptı.		
3	Elmanın izdüşümünü kâğıt düzlemine çizdi.		
4	İki dik izdüşüm görüntüsünü kâğıt düzleminde paralel olarak yerleştirdi.		
5	Birden fazla görünüş çıkararak elmanın perspektifini oluşturdu.		
6	Aynı işlem basamaklarını takip ederek başka bir nesnenin görünüşünü çizdi.		
7	Nesnenin perspektifini oluşturdu.		

1.5.1. Ölçekler ve Ölçülendirme

Modern teknolojide bilimsel amaçlı kullanılan makine ve aletlerden küçük ev aletlerine, dev sanayi makinelerinden otomotiv sektörüne kadar üretilen parçaların teknik resmi üzerinde ölçü ve ölçülendirme sistemi kullanılır. Ölçülendirme sistemi teknik resimde parçanın devamlılığı açısından önemlidir. Örneğin bir cihazın (aşınma veya kırılma sonucu) iç parçalarından birinin değişmesi gerekiyorsa cihazı tamir edecek ustanın elinde ölçülendirilmiş teknik resmin bulunması yapılacak işi kolaylaştırır.

Cihazı meydana getiren parçaların üretimi ve devamlılığı için belirlenmiş değerlerin teknik resimde yazı, sembol, rakam veya çizgilerle verilmesine **ölçülendirme** denir. Ölçülendirme yapılırken teknik resim kâğıdının sağ-alt tarafına ölçüler yazılmalıdır. Ölçü bağlama çizgisi, ölçü çizgisi, ölçü oku, ölçü yazısı ölçülendirme tekniğinin dört önemli elemanıdır. Üzerine yazı ve rakam yazılan, ana parçaya paralel uzunlukta çizilip ölçeklendirilen çizgilere **ölçü çizgileri** denir. **Ölçü bağlama çizgisi**, ölçeklendirilen parça ile ölçü çizgisini birleştirir. **Ölçü yazısı**; sayılardan, gerekirse harflerden veya özel sembollerden oluşan ve ölçeklendirilmiş yazılardır. Ölçü bağlama çizgisi ile ölçü çizgilerini uç noktalardan birleştiren oklara **ölçü oku** adı verilir. Şekil 1.21'de tüm bu özellikler gösterilmiştir.



Şekil 1.21: Ölçülendirmenin temel elemanları

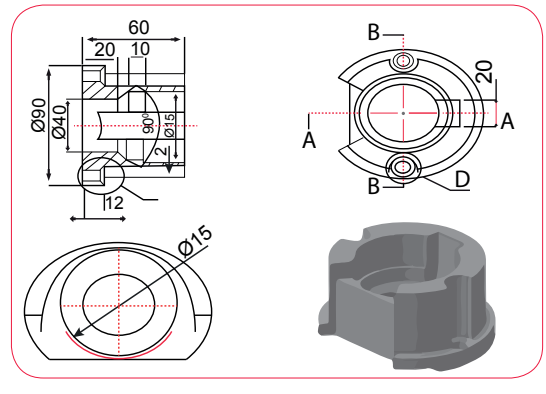
Teknik resimde ölçülendirme için kullanılan önemli iki çizgi çeşidi daha vardır. Bunlar eksen çizgisi ve sınır çizgisidir. **Eksen çizgisi** simetrik düzlemde bir açı, yay, silindir ile asal eksen etrafında dönebilen ana çizgiyi ifade eder. **Sınır çizgisi**, perspektifin ana çizgisini oluşturan ve çoğunlukla kalın çizgi olarak çizilen çizgilerdir.

1.5.2. Teknik Resimde Kullanılan Ölçekler

Teknik resimlerde bir parçayı ölçülendirebilmek için TS 3532 EN ISO 5455/Mart 1988 standardına göre belirlenen 1/1, ½ …1/1000 gibi oranlara **ölçek** denir. Diğer bir deyişle ölçek, gerçek nesnenin belirli oranlarda değiştirilerek hazırlanan resim ölçüsüdür (Şekil 1.22).

Ölçek matematiksel olarak çizim ölçüsünün gerçek ölçüye oranı olarak ifade edilebilir.

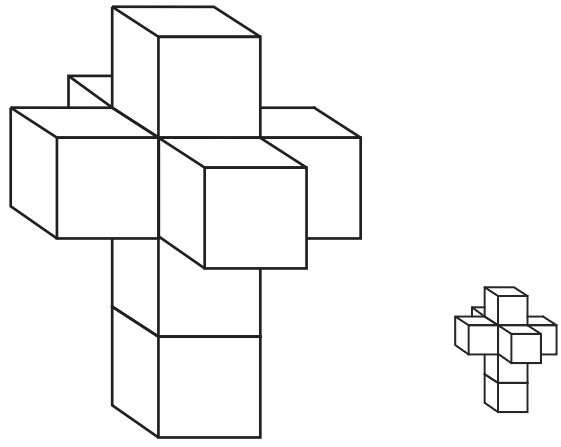
$$\text{Ölçek} = \frac{\text{Çizim ölçüsü}}{\text{Gerçek ölçü}}$$



Şekil 1.22: Bir nesnenin ölçeklendirilmesi

Nesnenin veya bir yerin birebir ölçüsüne **gerçek ölçek** denir. Çizilen parçanın ölçeği gerçek ölçeğinden büyükse **büyütme ölçeği**, küçük ise **küçültme ölçeği** olarak adlandırılır.

ALIŞTIRMA



Her bir kenarı 5 cm olan ve üst üste konan küplerden oluşan şekli 1/5 ölçeğinde küçülterek yeniden çiziniz.

1.5.3. Teknik Resimde Ölçülendirmenin Önemi ve Yapılışı

Üretimi yapılacak parçanın teknik resmi çıkarılırken dört temel ölçülendirme sistemi kullanılır.

Bu sistemler şunlardır:

a. **Düz Ölçülendirme:** Yatay, düşey, paralel, zincir ve hizalama şeklinde yapılan ölçülendirmedir.

b. **Yarıçap ve Merkezi Ölçülendirme:** Dairesel nesnelerde kullanılan ölçülendirmelerdir.

c. **Açılı Ölçülendirme:** Belirli bir yay için kullanılan merkezi çap ve açı ölçülendirmeleridir.

d. **Koordinatlı Ölçülendirme:** Birden fazla parçanın birbirine göre konumu dikkate alınarak yapılan ölçülendirmedir.

Teknik resim ölçülendirme kullanılan farklı uygulama kuralları da bulunmaktadır. Bu kurallar şunlardır:

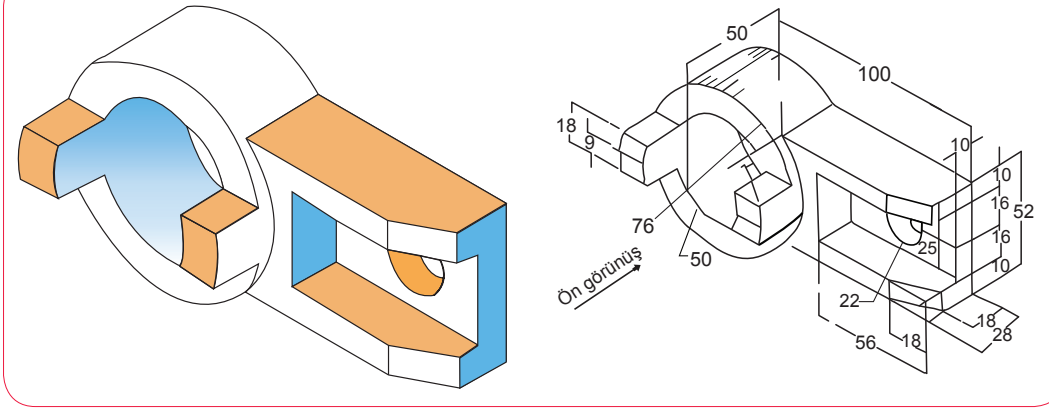
- **Teknik resimdeki her türlü çizgi yardımcı çizgi olarak tanımlanmalıdır.**
- **Sınır çizgileri (zorunlu hâllerin dışında) ve ölçü çizgileri birbiriyle kesişmemelidir.**
- **Sınır çizgisi ölçü çizgisini milimetrik ölçüde geçecek şekilde uzatılmalıdır.**
- **Eksen çizgileri gerekli durumlarda sınır çizgileri olarak kullanılabilir ancak eksen çizgisi özelliğini korumalıdır.**
- **Ölçü çizgilerinin birbirine olan yakınlığı bir harf yüksekliğinin iki katı olmalıdır.**
- **Ölçülendirmede ölçü oku kullanılıyorsa bu oklar hiçbir şekilde teknik resmin ana çizgisi üzerine değmemelidir.**
- **Resmi alınan parçanın içinde veya dışında fonksiyonel kritik bir kenar bulunuyorsa ölçünün bu kenar baz alınarak verilmesine temel kenar yöntemi denir. Kritik parça, bir eksen olarak verilmişse bu yöntem temel eksen yöntemi adını alır.**
- **Ölçülerin yan yana sıralanması bir doğru boyunca gerçekleşmişse zincir ölçülendirme kullanılmalıdır.**

NOT: Temel kenar, eksen ve zincir yöntemleri teknik resimde aynı anda uygulanabilir. Bu uygulamaya **karma ölçülendirme** denir.

- Resimde kullanılan ölçüler resmin dışında olmalıdır. Zorunlu olmadıkça içine yazı yazılmamalıdır.
- Eksen ve sınır çizgileri görünüşleri birleştirmemeli, kullanılan ölçüler sadece bir görünüşe göre olmalıdır. İki görünüş için aynı ölçü söz konusuysa aralarına ölçü değerleri yazılmalı, tekrarlardan kaçınılmalıdır.
- Ölçüler, en iyi görüntüde olan görünüşte eşit dağıtılmalı ve mümkün olan en az sayıda verilmelidir.
- Taralı alanlarda ölçü kullanılmamalı ve ölçülendirme yapılmamalıdır.
- Teknik resimde çapta ø, yarıçapta R, açıda X^0 ve toleransta ise ± işaretleri kullanılmalıdır.
- Teknik resimde açı ölçülendirmeleri için kullanılan sınır çizgileri merkez açıları göstermelidir. Ölçü çizgisi, açısıyla eş merkezli yay parçası olmalıdır.

ALIŞTIRMA

Teknik resim ölçülendirme kuralları dâhilinde verilen Şekil 1.23'teki teknik resim çizimini inceleyiniz ve metrik kâğıdınıza çizimini yapınız.



Şekil 1.23: Teknik çizim çalışması

ALIŞTIRMA

Bir ışık kaynağına yaklaşmanın veya o kaynaktan uzaklaşmanın nesnelerin gölgeleri üzerinde ne gibi değişikler meydana getirdiğini sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız?

ETKİNLİK

Basit bir broşür hazırlayınız. Okuyucunun dikkatini çekecek ancak göz yormayacak standartlar belirleyiniz.

7. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Laboratuvardaki etüvün ölçekli çizimini yapmak.

Araç Gereç

- ✓ Cetvel veya şerit metre
- ✓ Etüv
- ✓ A3 kâğıdı
- ✓ 2B yumuşak kalem
- ✓ Yumuşak silgi

Çalışmanın Yapılışı

1. Etüvün iz düşüm ve görünüşlerini çıkarınız.
2. İz düşüm görüntüsünün doğruluğunu ölçülendirmeye geçiniz. Birinci alana pergelinizi cetvelle ayarladığınız ölçülere göre açarak rastgele noktalar işaretleyiniz.
3. Sizin baktığınız noktadan etüvün kenarlarının ölçüsünü (cetvel veya şerit metre yardımıyla) alınız.
4. Ölçülendirmediğiniz çiziminizin doğru ölçeklerde olup olmadığını kontrol ediniz (Her bir kenarın doğru ölçekte küçültülmüş olması gerekir.).
5. Aldığınız ölçüleri 1/5, 1/10 ve 1/ 20 oranlarında küçültme yaparak hesaplayınız.

Örnek: Bir kenarını 120 cm ölçtüğünüz etüvün 1/5'i

$$X = 120 \times \frac{1}{5}$$

X= 24 cm olarak ölçeklendirilir.

6. Tümü bir kâğıda sığmazsa ikinci bir kâğıda geçebilirsiniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Etüvün iz düşüm ve görünüşlerini çıkardı.		
3	Cetvel veya şerit metre ile etüvün ölçüsünü aldı.		
4	Ölçeklendirme yaptı.		
5	İz düşümün ölçek doğruluğunu kontrol etti.		

8. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Ölçülendirme yoluyla sınıfın ve okulun teknik planını çıkarmak.

Araç Gereç

- ✓ Cetvel veya şerit metre
- ✓ A4 kâğıdı
- ✓ 2B yumuşak kalem

Çalışmanın Yapılışı

1. Sınıfınızın dört bir kenarının ölçüsünü alınız.
2. Çizimini yapacağınız kâğıdın boyutlarına uygun bir küçültme ölçeği belirleyiniz.
3. Sınıfın masa ve sıralarını ölçerek aynı oranda küçültüp planınıza yerleştiriniz.
4. Okulunuzun her tarafını dışardan ölçünüz, gerçek ölçüleri gösteren bir çizim yapınız.
5. Bu ölçüleri düzenli olarak not ediniz.
6. Yan yana duran sınıfların her birini içerden ve koridorlardan ölçerek bilgileri not ediniz.
7. Tüm ölçümleri bitirdikten sonra bir küçültme ölçeği belirleyiniz (1/1000 gibi).”
8. Planınızı ölçeklendirerek tekrar çiziniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

8. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Sınıfın gerçek ölçüsünü aldı.		
3	Sınıf için bir küçültme ölçeği belirledi.		
4	Sınıf planını çıkardı.		
5	Okulun dışarıdan gerçek ölçüsünü aldı.		
6	Okulun içerden sınıflarının ve koridorların ölçüsünü aldı.		
7	Bir ölçek belirledi.		
8	Ölçeğe göre okulun planını çıkardı.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. **Aşağıdaki kalem uçlarından en sert olanı hangisidir?**

A) 1B B) 3B C) 1H D) 2H E) 4H

2. **Teknik çizimlerde sağ alt köşede bulunan antet bölümünde**

I. Çizimi hazırlayan kişi veya kuruluşun adı
II. Çizim tarihi
III. Çizim ölçeği

Yukarıdakilerden hangileri bulunabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II

C) I ve II D) II ve III

E) I, II ve III

3. **Bir çizimde görünmeyen yüzey ve kenarlar ifade edilecekse aşağıdaki çizgilerden hangisi kullanılır?**

A) Kesikli çizgi B) Kesit çizgisi C) Merkez hattı

D) Sürekli ince çizgi E) Sürekli kalın çizgi

4. **Üzerinde 0-180° açılar bulunduran, açı ölçümü ve işaretleme sağlayan çizim aracı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Gönye B) İletki C) Pergel D) Pistole E) T cetveli

5. **Aşağıdakilerden hangisi küçültme ölçeğidir?**

A) 1:2 B) 10:2 C) 3:1 D) 2:0.5 E) 5:1

6. **''Aşağıdaki şekilde verilen'' AB doğrusuna dikme çizmek için yapılan işlemde bir sonraki adım aşağıdakilerden hangidir?**

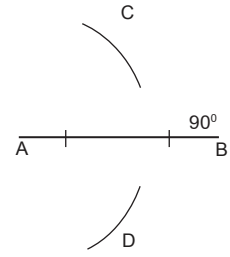
A) Pergelin sivri ucu B noktasına yerleştirilerek bir yay çizilir.

B) Pergelin büyüklüğü AB uzunluğunun iki katı kadar açılır.

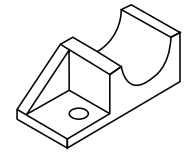
C) Pergel merkeze batırılarak bir daire çizilir.

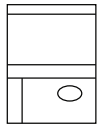
D) D merkezli bir yay çizilir.

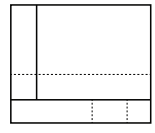
E) A ve D noktaları birleştirilir.

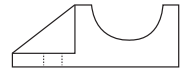


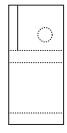
7. **Yandaki cismin üstten görünüşü aşağıdakilerden hangisidir?**

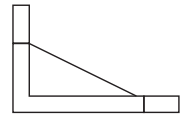


A) 

B) 

C) 

D) 

E) 

8. **Aşağıda verilen gereçlerden hangisi teknik çizim için <u>kullanılmaz</u>?**

A) Cetveller B) Çizim kâğıdı C) Çizim kalemi D) Makas E) Pergel

9. **Dikey, düşey, paralel, zincir ve hizalama şeklinde yapılan ölçülendirme sistemi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Açılı B) Düz C) Koordinatlı D) Merkezi E) Yarıçap

10. I. Merkezi izdüşüm metodu
II. Paralel izdüşüm metodu
III. Açılı izdüşüm metodu

Yukarıda verilen metotlardan hangileri izdüşüm metodları arasında <u>yer almaz</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

2. ÖĞRENME BİRİMİ



ANAHTAR KELİMELER

- Akış şeması
- Proses akış şeması
- Ekipman sembolleri

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Proses akış şemasındaki şekil, sembol ve işaretler
2. Proses akış şemasındaki kodlama sisteminin yapımı
3. Proses akış şeması çizme



PROSES AKIŞ ŞEMASI

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bir grup çalışmasında üyelere takip etmeleri gereken basamakları görsel yollarla anlatmaya çalışsaydınız hangi yöntemleri kullanırdınız? Tercih ettiğiniz yöntemleri arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Atık su arıtma şemasını oluşturabilmek için hangi proses ekipmanlarının kullanılması gerektiğini arkadaşlarınızla değerlendiriniz. Arıtım sürecinde kullanılan kodlamaları inceleyiniz.

2.1.1. Proses Akış Şemasındaki Şekil, Sembol ve İşaretler

Otomasyon teknolojisi, günümüzde hızla gelişmektedir. Üretimi yapılan malzemelerin prosesi, teknik resim dili olan akış şemaları ile gösterilmektedir. Makine ve kimya mühendisleri; çeşitli şekil, sembol ve işaretlerden oluşan akış şemalarının yardımıyla gerektiğinde prosese müdahale edebilirler.

2.1.2. Proses Akış Şeması

Bir proses ya da proje planlanırken karmaşık süreçleri anlaşılabilir hâle getirmek, incelemek ve geliştirmek için akış şemalarından faydalanılır. Akış şemaları mantıksal bir sıralama ile çeşitli sembol ve şekillerle ifade ettiği unsurlar bulunur. Bu unsurlar şunlardır:

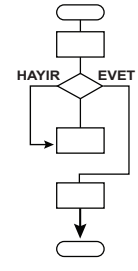
- Sistem ekipmanlarını
- Sıcaklık, basınç ve kütle akış oranı gibi parametreleri
- Ekipmanların yerleşimini ve bağlantıları

İşlem adımları birbirine çizgiler ya da yön okları ile bağlanır. Akış yönü genellikle soldan sağa kabul edilir ancak çok uzun proses hatlarında birleşme noktalarının akış yönleri oklarla gösterilir.

Proses akış şemaları, eldeki verileri görsel olarak sunarak büyük ve çok adımlı proseslerin küçük parçalar hâlinde gözlenebilmesini sağlar. Bu bilgi akışı bir rehber görevi görerek işi takip edenleri sonraki adımlardan haberdar eder ve işlemlerin tekrarlanabilirliğini kolaylaştırır. Akış şemaları elle çizilebileceği gibi çeşitli yazılımlarla da oluşturulabilmektedir.

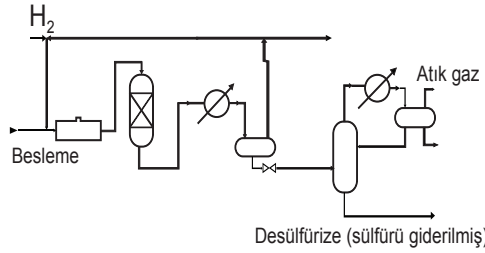
ETKİNLİK

Kendinize bir amaç tanımlayınız. Örneğin toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını iyileştirmek. Amacınıza ulaşmak için görevlerinizi kronolojik olarak sıralayınız. Süreç adımlarını hedeflediğiniz sonuca ulaştıracak bir akış şeması oluşturunuz (Yandaki akış şemasından faydalanabilirsiniz. Başlangıç ve bitiş için oval, adımlar için dikdörtgen, karar aşaması için baklava şeklini kullanınız.).



ETKİNLİK

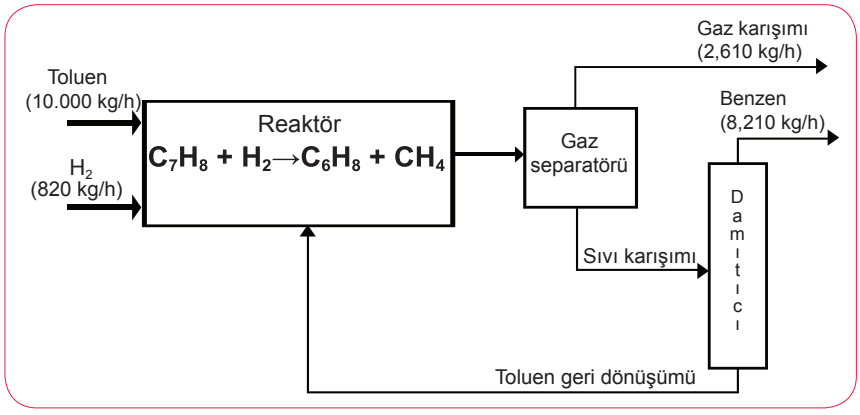
Şekilde petrol ürünlerinden sülfürün uzaklaştırılması işlemi bir proses akış şeması ile gösterilmiştir. Farklı cihazlar için kullanılan sembolleri, akım yönünü ve işlem girdi-çıktılarını inceleyiniz. Sembollerin hangi ekipmanlara ait olabileceği konusunda tahminlerde bulununuz.



2.1.3. Proses Akış Diyagramları

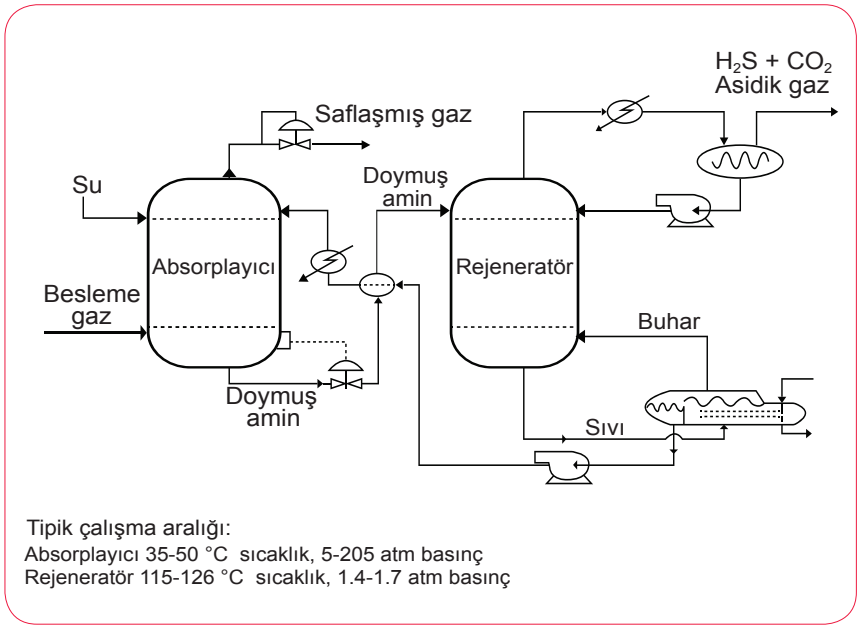
Proses akış şemasında proses boruları, başlıca ekipmanlar, vanalar, diğer sistemlerle olan bağlantılar ve gerekli veri kümeleri çeşitli sembollerle gösterilir. Bu sayede prosesin ana bileşenlerinin birbiri ile etkileşiminin genel bir görünümü elde edilebilir. Gerekli ayrıntı ve bilgi türlerine göre farklı diyagram tipleri kullanılır. Bu diyagramlar şunlardır:

Blok Akış Diyagramı: Proseslerin çok az ayrıntı ile en basit gösterim şeklidir. Mühendislik açısından sınırlı bilgi sunar. Her bir ünit operasyon, sıra ile birbirine bağlanan bloklarla temsil edilir. Blok şekli; kare, dikdörtgen ya da daire olabilir (Şekil 2.1).



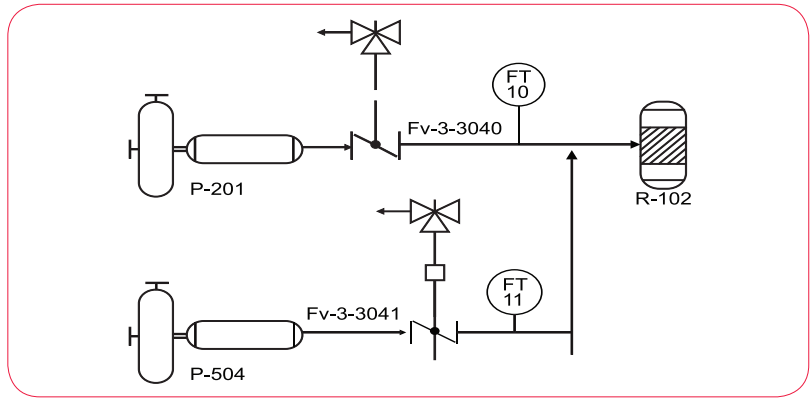
Şekil 2.1: Blok akış diyagramı

Proses Akış Diyagramı (PFD-Process Flow Diagram): Açık ve anlaşılır bir şekilde prosesin ana hat ve ekipmanlarının düzenlenmesini ifade eder. Sıcaklık ve basınç gibi sistem koşullarını belirtir. Kütle dengesi ve varsa ısı dengesini barındırır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Proses akış diyagramı

Borulama ve Enstrüman Diyagramı (P&ID- piping end instürümenteyşın diyadram): Borular, pompalar, vanalar ve diğer bağlantı elemanlarını barındırır. Ekipman ve hatlar uygun kod numaraları ile gösterilir (Şekil 2.3). Proses akış diyagramına göre daha ayrıntılı ve tekniktir.



Şekil 2.3: Proses akış diyagramı

MERAKLISINA

Bir süreci anlatmanın en pratik yolu olan proses akış şemasını, ilk kez endüstri mühendisi Frank Gilbreth (Frenk Cilberth) tasarlamıştır (1921). Proses şemaları, günümüzde işlem takibi için hemen her alanda kullanılmaktadır.

2.1.4. Proses Akış Şemasındaki Semboller ve Çizim Kuralları

Proses akış sembolleri borular ve bağlantıları, vanalar, tank, kolon, kaplar, ısı değiştiriciler, pompalar, fanlar ve kompresörlerden bazıları tablolarda yer almaktadır.

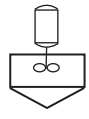
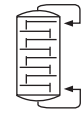
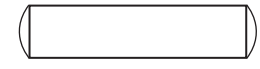
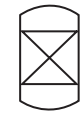
Borular ve Bağlantılar

Tek yollu proses bağlantısı	Yollara ayrılan bağlantı	Çok yollu bağlantı
Sürekli çizgi (sürekli akış hattı)	Kesik çizgi (drenaj hattı)	
Pnömatik sinyal	Hidrolik sinyal	Elektrik sinyali
Ses sinyali	Kapiler boru	Mekanik sinyal

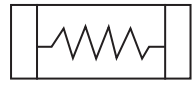
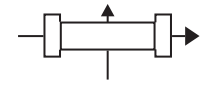
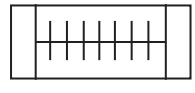
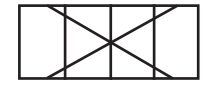
Vanalar

 Vana	 Kontrol vanası	 Gate vana
 Çek vana	 Pnömatik vana	 Hidrolik vana
 Üç yollu vana		

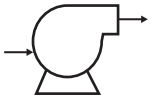
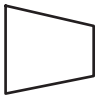
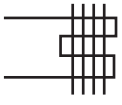
Tank, Kolon ve Kaplar

 Kolon / Dikey basınçlı kap	 Ceketli tank	 Karıştırıcı
 Karıştırıcı reaktör	 Destilasyon kolonu	 Yatay basınçlı kap
 Fırın	 Soğutma kulesi  Dolgulu kolon	 Açık tank  Kapalı tank  Kapalı tank

Isı Değiştiriciler

 Isı değiştirici	 Kondenser
 Isı değiştirici	 Çift borulu ısı değiştirici
 Kanatlı borulu ısı değiştirici	 Plakalı ısı değiştirici

Pompalar, Fanlar ve Kompresörler

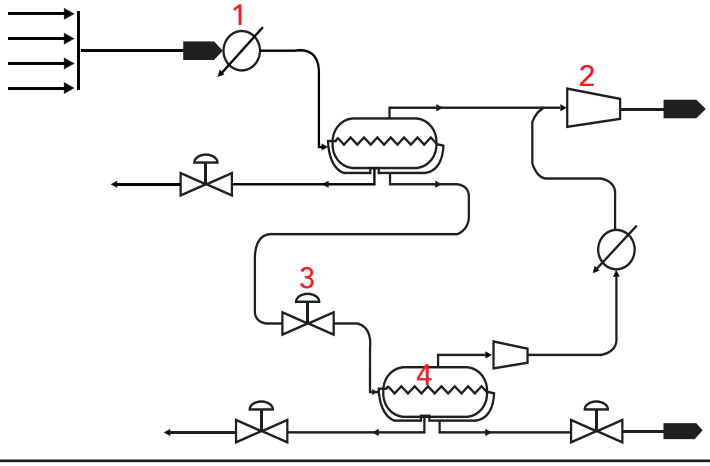
 Pompa	 Çift yönlü pompa	 Santrifüj pompa	 Motor
 Fan	 Kompresör	 Fan	 Soğutucu/ısıtıcı
 Kondenser	 Kondenser		

Enstrüman Kontrol Sembolleri

Sembol	Enstrümanın bulunduğu yer
	Yerel konum
	Ana panel
	Bir alt panel veya uzak konum
	Kontrol panelinin arkası

ETKİNLİK

Akış şemasında 1,2,3 ve 4 numaraları ile gösterilen ekipmanların adlarını yazınız.



1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

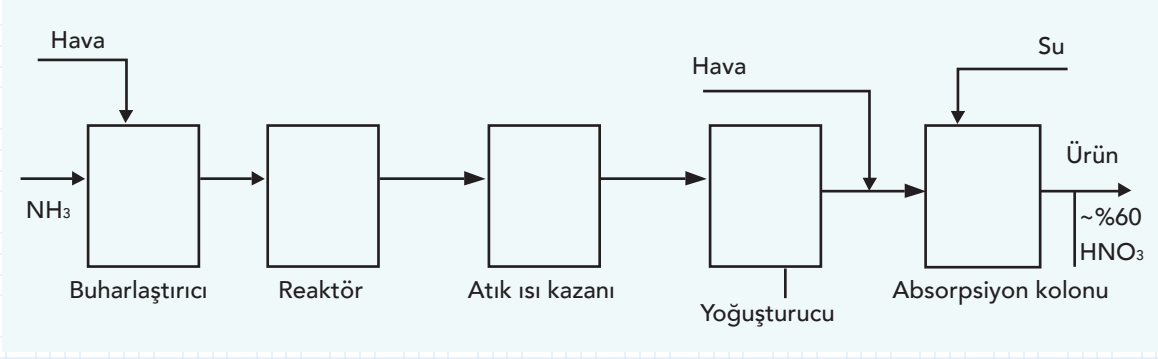
NH_3 gazından HNO_3 asit sentezleme prosesini tasarlamak.

Araç Gereç

- ✓ A4 kâğıdı (2 adet)
- ✓ 30 cm'lik cetvel
- ✓ Pergel
- ✓ İletki
- ✓ 2B çizim kalemi

Çalışmanın Yapılışı

1. A4 boyutundaki birinci çalışma kâğıdınızı cetvel yardımıyla ölçünüz.
2. Şekilde mini taslağı verilen NH_3 gazından HNO_3 asit sentezleme prosesini kâğıdınıza tam yerleşecek şekilde ayarlayınız.
3. İkinci A4 kâğıdına taslak üzerinde dikdörtgen ve ok ile gösterilen yerlere- uygun proses şekillerini yerleştiriniz.
4. Girdi-çıktı olarak gösterilen noktalara vana sembollerini yerleştiriniz.
5. Yoğuşturucu- absorpsiyon kolonu arasına havayı çeken bir pompa yerleştiriniz (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: HNO_3 üretim prosesi akış şeması

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	A4 kâğıdının ölçümünü standartlara uygun olarak aldı.		
3	Şekilde mini taslağı verilen NH_3 gazından HNO_3 asit sentezleme prosesini kâğıda tam yerleşecek şekilde ayarladı.		
4	Taslak üzerinde dikdörtgen ve ok ile gösterilen yerlere uygun proses şekillerini yerleştirdi.		
5	Girdi-çıktı olarak gösterilen noktalara vana sembollerinden uygun olanı yerleştirdi.		
6	Yoğuşturucu- absorpsiyon kolonu arasına havayı çeken bir pompa yerleştirdi.		

2.2.1. Proses Akış Şemasındaki Kodlama Sistemi

Gündelik hayatın vazgeçilmez bir parçası olan sembol ve kodlar, bir harf ya da rakamla tek başlarına bir anlam taşımasa da önceden belirlenen bir formata göre bir araya getirildiklerinde okunup analiz edebilir bir hâl alabilir.

Akış şemalarına sembol ve kodların eklenmesi şemayı ayrıntılı yazılardan kurtarır, kolay anlaşılır bir hâle getirir. Kod ve semboller; cihazların türü, prosesteki yeri ve sürecin devamı konusunda öz bilgi taşır. Tüm proses ekipman ve akışkanlarına bir kod verilir. Kod numaraları ekipman parçalarının kimliği görevini üstlenir.

Kodlar, genellikle ekipmanın baş harfi ve rakamlardan oluşur. Akış hatlarına ayrı ayrı numaralar atanır. Örneğin farklı hatlar 100 birim artırılarak numaralandırılır. Bir hat üzerindeki üniteler 101, 102, 103… şeklinde numaralandırılırken diğer bir hatta geçildiğinde 201, 202, 203… şeklinde devam edilir. Kodlamalar hat boyutu, malzeme kodu, sıra numarası ve malzeme bilgilerini içerebilir.

Genel bir format olarak XX-YZZ-A/B şeklinde kodlama yapılabilir. Buradaki kodlamalar şunları ifade eder:

XX: Ekipman kısaltması (bir ya da iki harf)

Y: Tek ya da iki haneli birim numarası

ZZ: Birimdeki ekipman numarası

A/B: Yedek malzeme

Örneğin P-201-A/B: 200 şeklinde verilen kod bu birimdeki 1. pompa ve yedekli olduğunu

R-302: 300 birimindeki 2. reaktörü gösterir.

Ekipmanların kısaltmasında çoğunlukla İngilizce isimlerinin baş harfi kullanılır. Bazı önemli ekipmanlar ve kullanılan harfler Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Proses Ekipmanları ve Kısaltmaları

Ekipman / Değişken	Kısaltması
Pompa (Pump)	P
Isı Değiştirici (Heat Exchange)	E
Yakıtlı Isıtıcı (Fired Heater)	H
Kazan/Kap (Vessel)	V
Reaktör (Reactor)	R
Kule (Tower)	T
Kompresör (Compressor)	C
Depolama Tankı (Storage Tank)	TK
Varil (Drum)	D

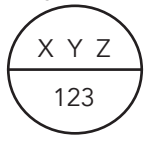
Aynı baş harfe sahip ekipmanlarda karışıklığı önlemek için ikinci harfler ve rakamlar kullanılabilir. Bazı işletmelerde karışıklıklara karşı tamamen rakamlardan oluşan kodlar tercih edilir.

Sistem parametrelerinin kodlanmasında ilk harf sistem parametresini (basınç, sıcaklık, akış, seviye vb.), ikinci harf ekipmanı ya da kontrol fonksiyonunu temsil eder (Tablo 2.2). Rakamlar ise mantıksal olarak önceliği belirtir.

Tablo 2.2: Proses Ekipmanları ve Kısaltmaları

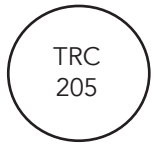
Parametre	Kısaltma	Gösterge (I)	Kayıt (R)	Kontrol (C)	Gösterge Kontrol (IC)	Kayıt Kontrol (RC)
Akış (Flow)	F	FI	FR	FC	FIC	FRC
Basınç (Pressure)	P	PI	PR	PC	PIC	PRC
Sıcaklık (Tempreture)	T	TI	TR	TC	TIC	TRC
Seviye (Level)	L	LI	LR	LC	LIC	LRC

Benzer ekipmanların birbirine karıştırılmaması için tüm ekipmanların kendine özel kodları olmalıdır. Basınç, sıcaklık, akış gibi sistem değişkenleri ise daire içinde aşağıdaki formatta belirtilir.



X ölçülen büyüklüğü, Y ve Z enstrüman işlevini gösterir. Alttaki rakamlar hat numarasıdır.

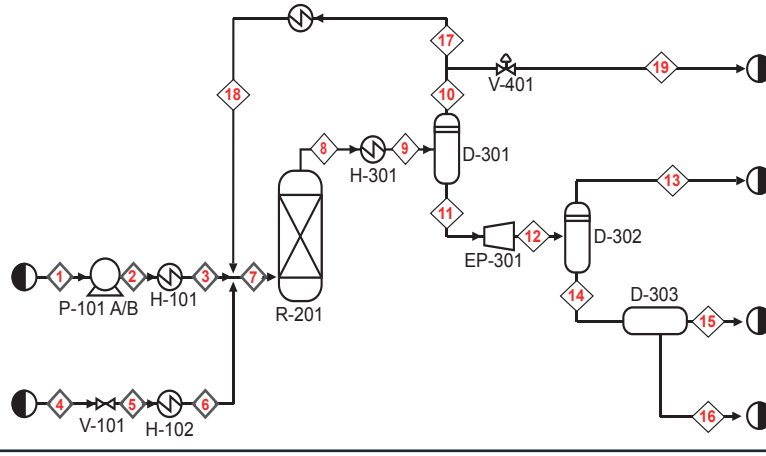
Örneğin



TRC harfleri Tablo 2.2'de de belirtildiği gibi "Sıcaklık Kayıt Kontrol" işlevini gösterir. 205 ise hat numarasıdır.

ETKİNLİK

Aşağıdaki proses akış şemasında verilen kodlamaların anlamlarını belirtiniz.



2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

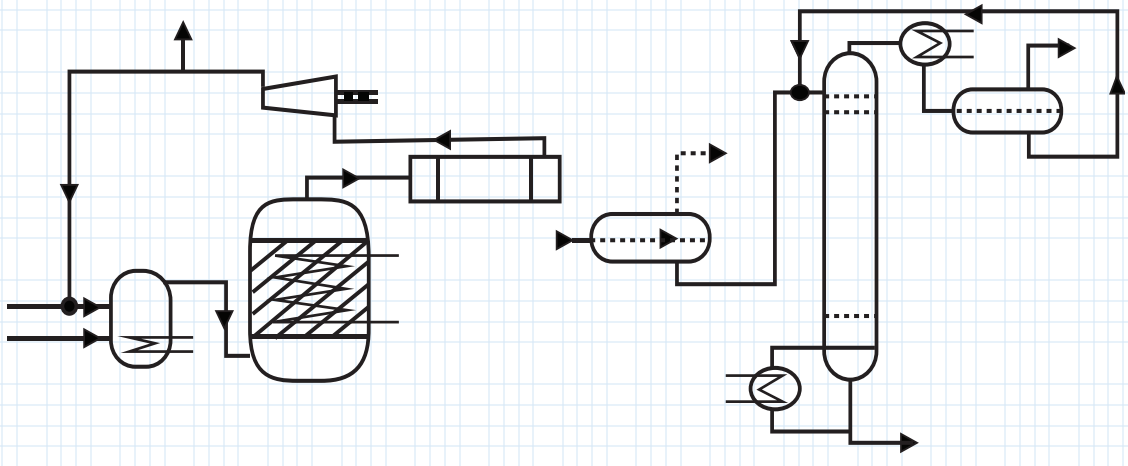
Nitrobenzen ($C_6H_5NO_2$) bileşiğinin hidrojenlenme prosesini kodlamak.

Araç Gereç

- ✓ A4 kâğıdı (2 adet)
- ✓ 30 cm'lik cetvel
- ✓ Pergel
- ✓ İletki
- ✓ 2B çizim kalemi

Çalışmanın Yapılışı

1. A4 kâğıdına aşağıda verilen proses akış şemasını çiziniz.
2. Şekildeki akış elemanlarının isimlerini yazınız.
3. Bu akış kontrol sistemini bir başka kâğıda çizerek uygun kodları kullanınız.
4. Nitrobenzenin hidrojenlenme reaksiyonunu yazınız.
5. Bu reaksiyonun gerçekleştiği noktayı kodlama şeması üzerinde gösteriniz (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Nitrobenzenin hidrojenlenmesi diyagramı

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	A4 kâğıdının ölçümünü standartlara uygun olarak aldı.		
3	Şekildeki akış elemanlarının isimlerini yazdı.		
4	Akış kontrol sistemini bir başka kâğıda çizerek uygun kodları kullandı.		
5	Nitrobenzenin hidrojenlenme reaksiyonunu yazdı.		
6	Reaksiyonun gerçekleştiği noktayı kodlama şeması üzerinde gösterdi.		

2.3.1. Proses Akış Şeması Çizme

Proses akış şemalarının çizilebilmesi için ekipmanları temsil eden semboller ve kodlar iyi tanınmalı, akış sırası ve akış hatlarının bağlantısı doğru yapılmalıdır.

2.3.2. Sembol ve Kodlar Kullanılarak Şema Çizimi

Proses akış şemasında üç temel bilgi bulunur. Bu bilgiler şunlardır:"

- **Proses Topolojisi**

Ekipmanların konumu, birbirleriyle bağlantıları ve etkileşimleri proses topolojisi olarak adlandırılır. Ekipmanlar Bölüm 2.2'de anlatıldığı gibi sembollerle gösterilir. Sistemdeki bileşenleri temsil eden bu semboller sistemin sade bir görünüme kavuşmasını sağlar. İşletmeler genel olarak aynı sembolleri kullanır ancak aralarında küçük farklılıklar olabilir. Diyagramlar üzerinde ana proses ekipmanları bir sayı ile gösterilir.

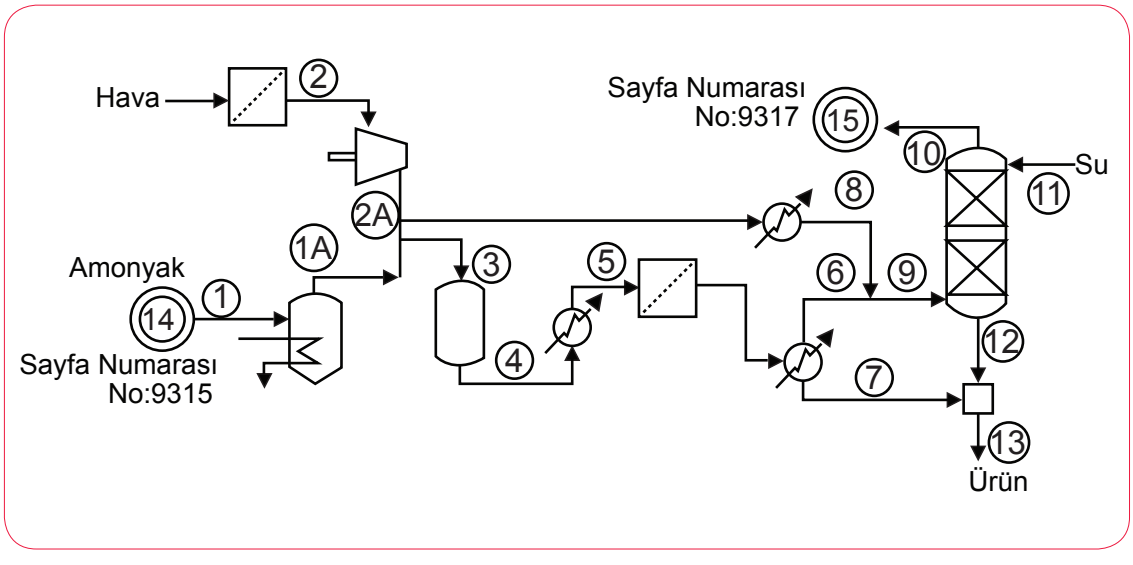
- **Akış Bilgileri**

Basınç, sıcaklık, yoğunluk, kütle akış hızı ve kütle-enerji dengesi gibi akış bilgileri doğrudan proses akış şemasına dâhil edilebilir ya da akış özeti tablosu hâlinde belirtilebilir.

- **Ekipman Bilgileri**

Boru, vana, basınçlı kap, pompa, ısı değiştirici gibi ekipmanların boyut ve kapasite gibi bilgilerini içerir.

Akış şemalarının çizimi için genellikle büyük kâğıtlar (Örneğin 60x90 cm çizim kâğıdı) kullanılır. Karmaşık ve ayrıntılı proseslerde çizim tek kâğıda sığmadığında birden fazla kâğıt kullanılabilir. Ana hatlar sürekli çizgi, yan hatlar ise kesikli çizgi ile belirtilir. Her bir hatta ayrı numara verilir. Birbirinin devamı olan bağlantılar çift daire içine yazılır ve hangi sayfadan geldiği belirtilir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Nitrik asit üretimi akış şeması

Proses akış şemasını oluşturmak karmaşık bir süreç gibi görünse de işlemler adımlara ayrılarak daha anlaşılır hâle getirilebilir. Bu adımlar şunlardır:

1) İşlemin/sistemin kavramı tanımlanmalı.

Tüm prosesin görsel bir temsilini sunabilmek için akış şeması oluşturmaya başlamadan önce proses iyice anlaşılır. Temel detaylar belirlenerek riskler ve güvenlik önlemleri listelenir.

2) Prosesin başlangıç ve bitiş sınırları tanımlanmalı.

Akış şemasına genel bir bakış kazandırabilmek için çerçeve oluşturulur.

3) Prosesin hedefi, hangi ürünlerin / çıktıların meydana geleceği belirlenmeli.

Çizimi yapılacak olan prosesin hedefi tanımlanır. Ürünü imal etmek için gerekli süreçler ve malzemeler listelenir. Girdilerin nereden gelip nereye gitmesi gerektiği ve oluşacak nihai ürün ya da ürünler belirlenir.

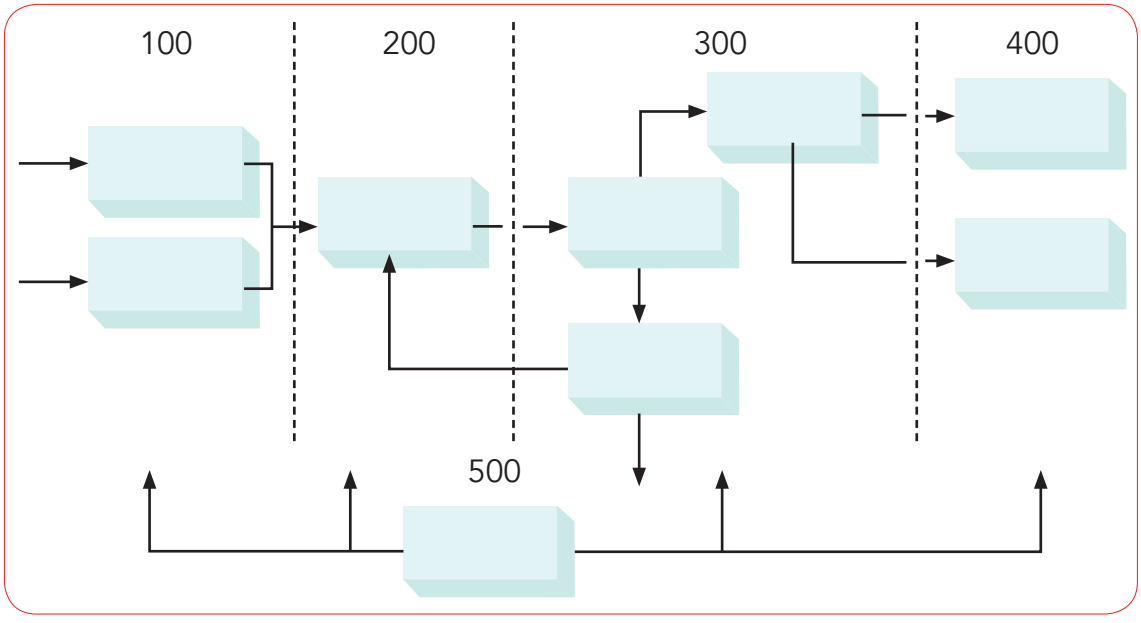
4) Ekipman ve hatların birbirleriyle etkileşimleri belirlenmeli.

Eylemlerin sırası ve sonraki adıma geçmek için gerekli ekipman, bağlantılar ve bunların birbiri ile etkileşimi belirlenir.

5) Bir iskelet / model oluşturularak semboller yerleştirilmeli ve akış bilgileri eklenmeli.

Borular, ekipmanlar ve kapların konumu belirlenir. Sembolleri yerleştirmeden önce kutularla bir iskelet oluşturulabilir. Kutular uygun sıra ile birbirine bağlanır. Semboller yerlerine yerleştirilerek gerekli veriler eklenir.

Akış diyagramları genellikle soldan sağa ilerler. Bu şekilde olmadığında akış yönü ok ile gösterilerek ekipmanlar birbirine bağlanır. Yerçekimi eğilimi ile ürünlerin konumları aynı yöndedir. Sıvı ve gazların olduğu bir proseste sıvılar alttan gazlar üstten akar. İşletim birimleri Şekil 2.7'deki gibi bölünebilir ve ekipmanlar kodlanabilir. Şekilde blok olarak verilmiş ekipmanların yerine ise prosesin gerçek elemanlarının sembolleri yerleştirilir.



Şekil 2.7: Akış diyagramı hatları

3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Kayısı ve şeftali suyu üretim prosesi şemasını oluşturmak.

Araç Gereç

- ✓ A4 kâğıdı (2 adet)
- ✓ 30 cm'lik cetvel
- ✓ Pergel
- ✓ İletki
- ✓ 2B çizim kalemi

NOT: Meyve suyu, süt ve süt ürünleri fabrikalarından proses ile ilgili bilgiler toplayınız.

Çalışmanın Yapılışı

1. A4 kâğıdına meyve suyu üretiminin proses akış şemasını çiziniz (Fabrikalardan temin ediniz veya aşağıda verilen basit basamakları kullanarak oluşturunuz.).

Şemayı oluştururken işlemleri aşağıdaki gibi adımlara ayırarak oluşturunuz.

I. İşlemin/sistemin kapsamını tanımlayınız.
II. Prosesin başlangıç ve bitiş sınırlarını tanımlayınız.
III. Prosesin hedefi nedir? Hangi ürünler/çıktılar meydana geleceğini belirtiniz.
IV. Ekipmanların ve hatların birbiriyle etkileşimlerini belirleyiniz.
V. Bir iskelet/model oluşturun. Sembolleri yerleştirin ve akış bilgilerini ekleyiniz.

ÖRNEK

I. Sistemin kapsamı taze meyveleri yıkama, ezme, kaynatma, çıkan suyu posadan ayırma, posa tahliyesi, meyve suyunu dinlendirme, aroma ve şeker ekleme, ikinci kaynatma, şurup elde etme, fazla şurubu soğutma sisteminde depolama, gerekli miktarı meyve suyu olarak paketlemedir.
II. Sistemin başlangıcı ilk yıkama, bitiş sınırı şuruptan meyve suyu elde etmedir.

2. A4 kâğıdına standartlara uygun ölçüm alınız.
3. Sistemdeki akış elemanlarının isimlerini yazınız.
4. Bu akış kontrol sistemini bir başka kâğıda çizerek uygun kodları kullanınız.
5. Bu sistemin gerçekleştiği noktaları kodlama şeması üzerinde gösteriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	A4 kâğıdına standartlara uygun ölçüm aldı.		
3	Şekildeki akış elemanlarının isimlerini yazdı.		
4	Bu akış kontrol sistemini bir başka kâğıda çizerek uygun kodları kullandı.		
5	Bu sistemin gerçekleştiği noktaları kodlama şeması üzerinde gösterdi.		

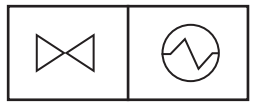
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. I. Ürün oluşumuna kadar gerçekleşen işlemlerin görsel bir taslağını sunar.
II. İşlem adımlarının kolay anlaşılmasını sağlar.
III. Çalışanlara bir rehber görevi görür.

Yukarıdakilerden hangileri proses akış şemalarıyla ilgilidir?"

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

2. 

Yukarıdaki semboller hangi proses ekipmanlarına aittir?

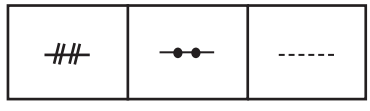
A) Vana-ısı değiştirici

B) Tank-ısı değiştirici

C) Vana-kompresör

D) Pompa-boru

E) Kondenser-basınçlı kap

3. 

Yukarıdaki semboller hangi proses ekipmanlarına aittir?

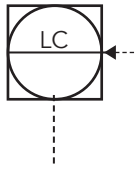
A) Mekanik sinyal-hidrolik sinyal-pnömatik sinyal

B) Pnömatik sinyal-mekanik sinyal-elektrik sinyali

C) Elektrik sinyali-pnömatik sinyal-mekanik sinyal

D) Hidrolik sinyal-mekanik sinyal-pnömatik sinyal

E) Elektrik sinyali-ses sinyali-mekanik sinyal

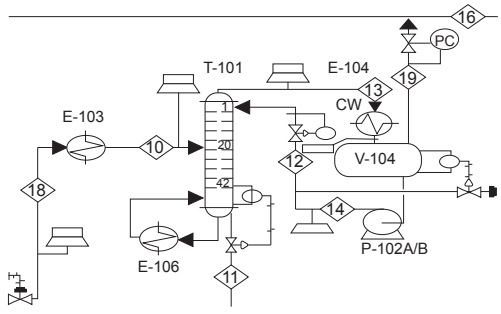
4. 

Proses akış şemasında yanda verilen sembol ne anlama gelmektedir?

A) Basınç kontrol B) Sıcaklık göstergesi C) Seviye kontrol

D) Akış kayıt E) Sıcaklık kayıt

5.



Yukarıdaki şekilde proses akış şemasından bir kesit verilmiştir.

I. E-103 kodu 100 birimindeki üçüncü ısı değiştiricisini ifade eder.
II. P-102A/B kodlu pompanın yedeği yoktur.
III. Her hatta ayrı bir numara tanımlanmıştır.
IV. 19 numaralı hatta bağlı vana bulunmamaktadır.

Bu şekille ilgili yukarıda verilen bilgilerden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve IV E) I,III ve IV

6. **TK-301 etiketi hangi bilgileri verir?**

A) 1. birimdeki 1. reaktör

B) 300 birimdeki 1. depolama tankı

C) 301 numaralı sıcaklık kontrol işlevi

D) 300 birimindeki 1. kompresör

E) 100 birimindeki 3. depolama tankı

7.



Yukarıda sembolleri verilen ekipmanların sırası ile isimleri hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) Pompa-kompresör-ısı değiştirici

B) Vana-santrifüj pompa-depolama tankı

C) Isıtıcı-vana-dolgulu kolon

D) Fırın-santrifüj pompa-karıştırıcı reaktör

E) Depolama tankı-soğutucu-vana

3. ÖĞRENME BİRİMİ



ANAHTAR KELİMELER

- Otomatik kontrol şeması
- Seviye kontrol şeması
- Basınç kontrol şeması
- Debi kontrol şeması
- Veri kontrolü
- Borulama

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Akış sistemlerinde borulama kontrolü
2. Enstrüman kontrolü
3. Proses akış şemasındaki borulama sistematiği
4. Veri kontrolü
5. Üretim proseslerinin kontrol akış şemaları

SAHADA VERİ KONTROLÜ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Binanızın temiz ve atık su boru hatlarını gözlemleyerek kullanım şeklinin basit şemasını görselleştirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Laboratuvar ortamında hazırladığınız sirkeli su karışımını ayırmak için bir proses birimi oluşturunuz. Hangi tür enstrümanlar kullandığınızı bir şema üzerinde ayrıntılı olarak gösteriniz.

3.1.1. Borulama Kontrolü

Üretim tesislerinin borulama (Piping) ve enstrüman [Instrumentation (instrimenteyşın)] akış şemaları (P&I), tesis ve proses hakkında ayrıntılı bilgi edinebilmenin son aşamasıdır. Akış şemaları; boru hatlarının, büyük ana vanaların, pompaların, ara bağlantı elemanlarının yerlerini, düzenlenmesini ve akış yönünü gösterir. Sistemde kullanılan her bir borunun cinsi ve enstrüman çeşidi sembollerle, numaralandırılarak verilir. Büyük çaplı üretim proseslerinde genellikle bilgisayar destekli akış şemaları kullanılmaktadır.

3.1.2. Borulama Kontrolü Yapma

Akışkanların çalışıldığı proses sistemlerinde akışkanın bir noktadan başka bir noktaya taşınmasını sağlayan dışarıya kapalı sistemlere **borulama sistemleri** denir. Bazı boru sistemleri hem madde alışverişine hem de ısı alışverişine (izole) kapalıdır. Şehir şebeke sularının taşınmasında, kanalizasyon sistemlerinde, küçüklü büyüklü işletmelerin üretim hatlarında, petrol ve petrol ürünlerinin üretiminde ve taşınmasında, ısıtma soğutma sistemlerinde uygulama alanına göre farklılık gösteren borulama sistemleri vardır.

Borulama sistemleri oluşturulurken kullanılan akışkanların cinsi göz önünde bulundurularak boru çeşidi, proses değişkenleri ve enstrümanları ulusal ve uluslararası standartlara uygun şekilde belirlenir (TSE, ISO, API, BS, CEN…). Bu standartları sağlayan ve tüm endüstri kollarında kullanılabilen küçük ölçekli standartlara **spesifikasyon** denir.

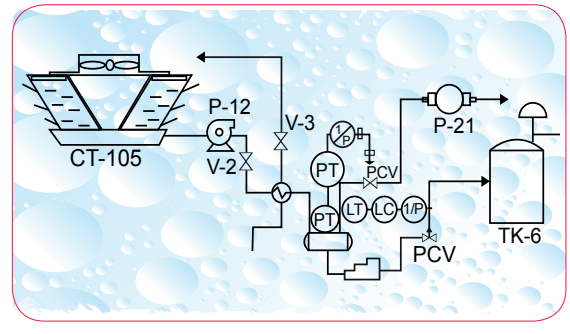
Borulama sistemleri bir işletmede oluşturulurken dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Üretime uygun olmalı
- Montajının kolay yapılabilmeli
- Bakım ve onarımı için erişimin elverişli olmalı
- Sisteme yeni enstrümanların sonradan dâhil edilebilmeli

Proses akış şemaları üzerindeki borulama sistemlerinde mutlaka bulunması gereken bilgiler şunlardır:

- Standart ölçüler dâhilinde ana borular ve boruların büyüklüğü
- Üretimde kullanılan ana maddenin akış yönü ve yardımcı maddelerin girdiği nokta
- Ana enstrüman, ekipman ve kontrol değişkenleri için kod numarası
- Standart ölçüler içinde tüm boruların ve eklenen enstrümanların şedülü (boru kalınlığı)
- Boruların yapıldığı malzeme
- Kullanılan yalıtımın kalınlığı ve yalıtım tipi

Borulama ve enstrümanların gösterimi için diyagramlar da kullanılabilir (P&I diyagramları). Diyagramlar, proses akım şemalarına benzer fakat proses bilgilerinin tamamını içermez. Bu bilgiler Şekil 3.1'de de görüldüğü üzere sıcaklık, basınç, işletmenin koşullu, cihaz yerleri, akışta bulunan maddelerin hesaplanan değerleri, boruların boyu ve bağlantıları gibidir.

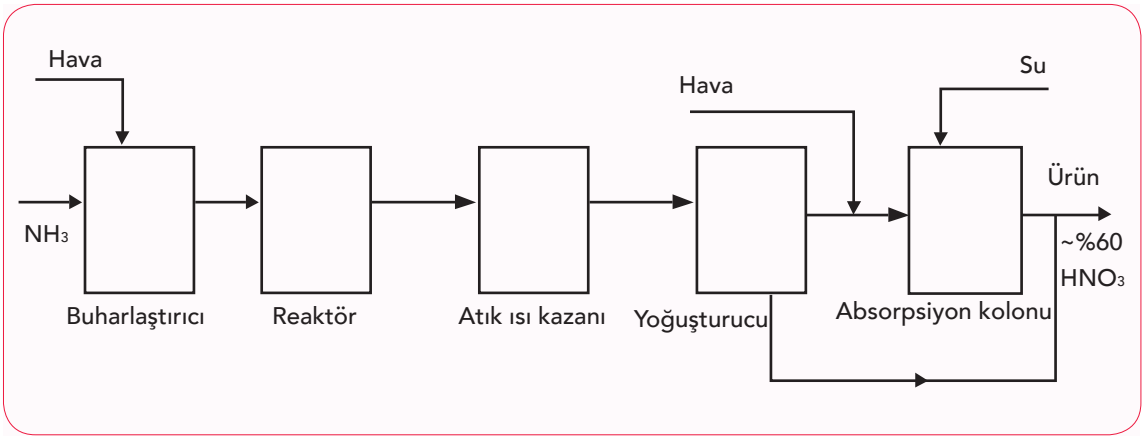


Şekil 3.1: Proses akış diyagramı örneği

3.1.3. Şema Üzerindeki Hatlar ve Özellikleri

Borulama hatlarının en önemli özelliği ve kullanılan her bir bileşenin (cihazlar, kontrol değişkenleri, uyarı sensörleri…) temel hedefi; yüksek güvenlik, üretim verimi, ürün kalitesi, düşük maliyette üretim yapmasıdır. Akış şemaları, sistemin bu özelliklerini sürekli gözlemleyebilmek adına oldukça önemlidir.

Borulama sistemleri tasarlanırken kütle ve enerji korunumunu sağlamasına dikkat edilmelidir. Üretimi yapılacak madde için kütle ve enerji korunumu literatür bilgileri araştırılır ve hesaplamalar yapılır. Bu bilgiler, borunun temel özellikleri olan çap, dayanabileceği sıcaklık ve basınç koşullarına uyarlanarak oluşturulur. Sisteme uygun malzeme seçimi yapılarak Şekil 3.2'de görüldüğü gibi ana şema tasarımı yapılır.



Şekil 3.2: Amonyaktan nitrik asit sentezi proses ana hattı

Tasarımda iç ve dış kısıtlamalara dikkat edilmeli, hat özelliği bu kısıtlamalara göre oluşturulmalıdır.

a) Dış Kısıtlamalar

Tasarımcıya bağlı olmayan kısıtlamalardır. Üretimi yapılacak ürün için üreticinin talep ettiği özellikler, temel güvenlik konuları (sıcaklık limiti, basınç limiti vb.), devlet kontrolündeki atık kontrolü dış kısıtlamalardır.

b) İç Kısıtlamalar

Proses sistemi ve ekipmanlarını kapsayan kısıtlamalardır. Boru, vana, pompa, reaksiyon tankları, basınç tankları, alevlendirme cihazları, buharlaştırma kazanları gibi proses sistemi ekipmanlarının sebep olacağı kısıtlamalar dâhilinde kimyasal hesaplamaları ve ürün miktarı değişimi için hat özellikleri oluşturulur. Bu özellikler şunlardır:

- Proses dönüşümü, verim oranı gibi proses stokiyometresi
- Kimyasal denge varsa geri dönüşümleri
- Enerji ve enerji denkliğindeki kısıtlamaları

ÖRNEK: Etilenin klorlanması prosesi için yapılan işlemler ve proses şeması verilmiştir.

ÇALIŞMA

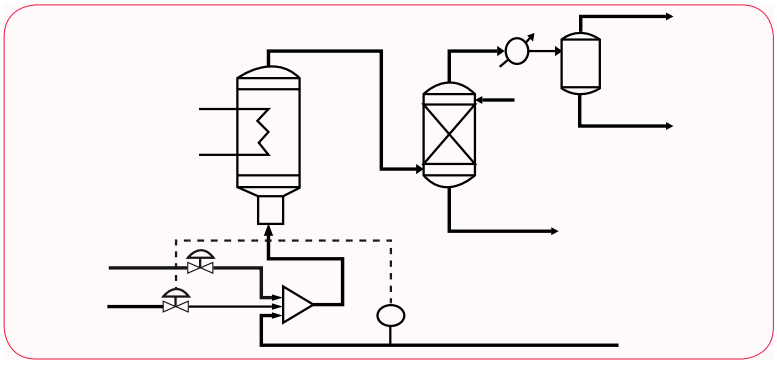
- $C_2H_4 + ½\ O_2 + 2Cl \longrightarrow C_2H_4Cl_2 + H_2O$ denklemine göre uygun koşullar belirlenmiştir.

Bileşen	35°C'de $P°_i$, bar		Mol Ağırlığı	Akış hızı Kmol/st
EDC	0.16		99	64
Etilen	70.7		28	5.4 *
H_2O	0.055		18	61
İnert gazlar			32	208 *

EDC = Etilen diklorür

- Etilen oksijen/hava atmosferinde klorlanmalıdır.
- Aşağıdaki akım şemasını inceleyerek sistemde kullanılan ekipmanları bulunuz (Şekil 3.3).

AKIM ŞEMASI



Şekil 3.3: Etilenin klorlanması proses şeması

SİSTEM EKİPMANLARI

1. Akış okları, belirtilen akış yönü ve borular
2. Ürün tankı
3. Dolgu kolonu
4. Kontrol vanası
5. Karıştırıcı
6. Isı değiştirici
7. Reaksiyon tankı

Bu şemayı basit olarak çizimi yapılacak

1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

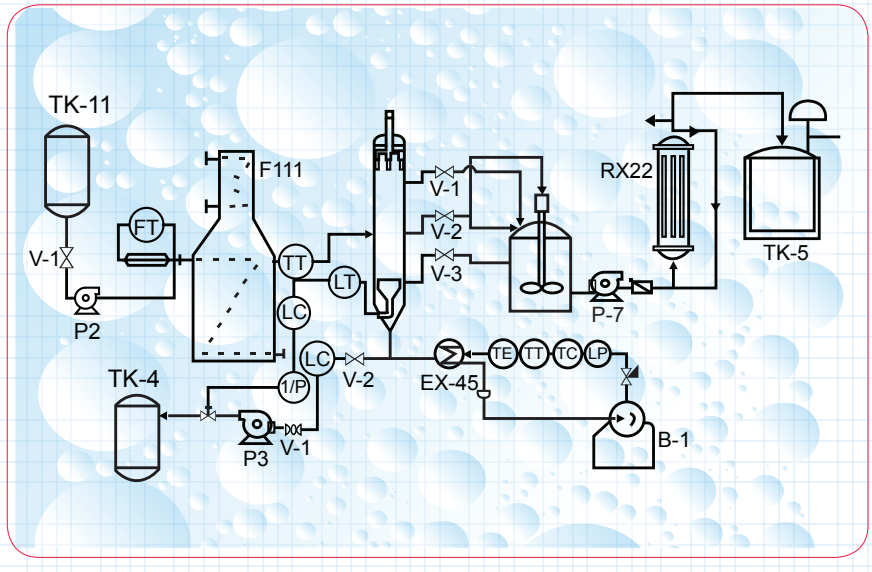
Proses hattı üzerinde bulunan tüm bağlantıların ve bağlantı elemanlarının özelliklerini oluşturmak.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Proses sembolleri çizelgesi
3. Çizim kâğıdı

Çalışmanın Yapılışı

1. Aşağıdaki proses şemasını inceleyiniz.
2. Kullanılan sistem ekipmanlarını numaralandırınız.
3. Her bir ekipmanı çizim kâğıdınızda göstererek üzerlerine adlarını yazınız.
4. Proses akış yönünü belirleyiniz (Aşağıda verilen Şekil 3.4 üzerinde bir ana hat belirleyiniz.).



Şekil 3.4: Borulama ve enstrümanlarından oluşan proses hattı

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Akış şemasını inceledi.		
3	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
4	Ekipmanları numaralandırdı.		
5	Ekipmanları ayrı ayrı çizerek adlandırdı.		
6	Proses akış yönünü belirledi.		

2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Biodizel sentez reaksiyonu için proses akım şeması oluşturmak.

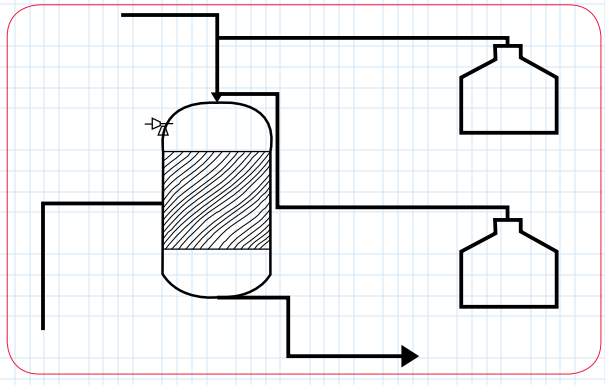
Araç Gereç

1. Çizim kâğıdı
2. 2B kalem
3. Proses sembolleri çizelgesi

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaksiyon oluşumunu inceleyiniz.

   Biyodizel, soya yağı + metanol karışımı sodyum metoksil katalizörlüğünde 35°C'de reaksiyona girerek sentezlenir.
2. Ana hat ve akış yönünü Şekil 3.5'teki gibi belirleyiniz.



Şekil 3.5: Biyodizel akış şeması

3. Kullanılması gereken proses ekipmanlarını belirleyiniz.
4. Proses ekipmanlarını şema üzerinde gösteriniz.
5. Termometreyi, ısı değiştiriciyi, ham madde girdilerinin kontrol vanasını, ürün toplama ve atık ürün tankını sembolleri ile ekleyiniz.
6. Sistem çıktılarını şema üzerinde gösteriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Reaksiyonu inceledi.		
3	Ana hattı belirledi.		
4	Ana hat akış yönünü belirledi.		
5	Kullanılması gereken ekipmanları akış şemasına ekledi.		
6	Sistem çıktılarını şema üzerinde gösterdi.		

3.2.1. Enstrüman Kontrolü

Her proses, birbiriyle ilişkili sistemlerden veya belli bir amaç doğrultusunda bir araya gelmiş enstrümanların oluşturduğu alt sistemlerden meydana gelir. Proses akış kontrol şemalarındaki bu enstrümanların (pompa, boru, vana, proses değişkenleri ve diğer parçalar) düzeninin gösterilmesi proses kontrolünü kolaylaştırır. Bunun için aşağıda verilen yöntem takip edilmelidir.

- Bütün proses enstrümanları bir numara ile tanımlanmalıdır. Enstrümanlar kabaca bir oranla çizilmeli ve nozulların yerleri gösterilmelidir.
- Bütün boruların satır numaraları ile hattı tanımlanmalıdır. Boru boyutu ve malzemesi tanımlama numarasının bir parçası olarak dahil edilebilir.
- Kontrol ve blok valfleri dahil tüm valfler, türlerini ve boyutlarını tanımlayan bir numaraya sahip olmalıdır. Tür ve boyut, vana için kullanılan sembolle gösterilebilir veya vana numarası için kullanılan koda dahil edilebilir.
- Proses değişkenleri olan sıcaklık, basınç, seviye ve debi ölçerler de akış kontrol şemalarında yer alır. Her biri prosesteki kritik değerleri ile gösterilmelidir.

Küçük çaplı üretim yerlerinde yarı otomatik kontrol akış proses sistemleri olsa da büyük işletmelerde veya fabrikalarda seri üretimi hızlandırmak için otomatik kontrol akış proses sistemleri tercih edilmektedir.

Kontrol sistemleri, açık veya kapalı otomatik sistemler olarak sınıflandırılabileceği gibi kullanılan malzemelere göre hidrolik, pnömatik veya elektronik proses akış sistemleri şeklinde de sınıflandırılabilir. Enstrümanların sistem içinde gösterdikleri davranış olarak tanımlanan bir sınıflandırma yöntemi de orantı (P) veya integraldir (I).

3.2.2. Otomatik Kontrol Sistemleri

Proses akış otomatik kontrol sistemlerine günümüzde daha sık rastlanılmaktadır. Otomatik kontrol sistemleri temelde geri beslemeli (kapalı devre) ve açık devre olmak üzere ikiye ayrılır.

a) Geri Beslemeli (Kapalı Devre) Kontrol Sistemleri

Otomatik sistemlerin akış şemasını anlamlandırabilmek için bazı alt sistemleri, bu sistemlerin birbiri içinde nasıl bağlandığını ve nasıl çalıştığını bilmek oldukça önemlidir. Kontrol değişkeni, transmitter ve kontrolör; kapalı devrede verilen bazı enstrüman ve değişkenlerdendir.

Kontrol Değişkeni

Prosesi bağımsız olarak etkileyen koşullar, prosesin durumu ile ilgili bilgi veren değişkenler ve prosesi belli değerlerde tutmak için oluşturulan değişkenlerin tamamı kontrol değişkeni olarak tanımlanır. Kontrol değişkenleri sistem içinde dörde ayrılır. Bunlar:

Giriş Değişkeni: Ayar değişkeni ve düzensizlik değişkeni olarak ikiye ayrılır. **Ayar değişkeni**, sistem mekanizması veya operatör tarafından ayarlanan değişkendir. Örneğin ısıtma sistemine ilk gönderilen suyun giriş sıcaklığı gibi.

Düzensizlik Değişkeni (Bozucu Etken): doğrudan ayarlanamayan ve kontrol değişkenlerine etki eden değişkendir. Isıtma sistemine ilk gönderilen suyun giriş sıcaklığını etkiyen ortam sıcaklığı örnek verilebilir.

Çıkış Değişkeni: Ölçülen ve ölçülemeyen çıkış değişkeni olmak üzere ikiye ayrılır. Ölçülebilen çıkış değişkeninin direkt ölçümü sistem içinde yapılabilir fakat ölçülemeyen çıkış değişkenini doğrudan ölçmek mümkün değildir.

Kontrollü Değişken: Belirli bir değerde (set noktasında) tutulmak istenen değişkendir. LPG transfer borularında tutulmak istenen basınç değeri örnek verilebilir.

Ayar Değişkeni: Kontrollü değişkeni istenilen noktada tutmak için kullanılan değişkendir. Örneğin LPG, transfer borularında sabitlenmek isteniyorsa gazın basınç değerini arttıracak bir soğutucu kullanılır.

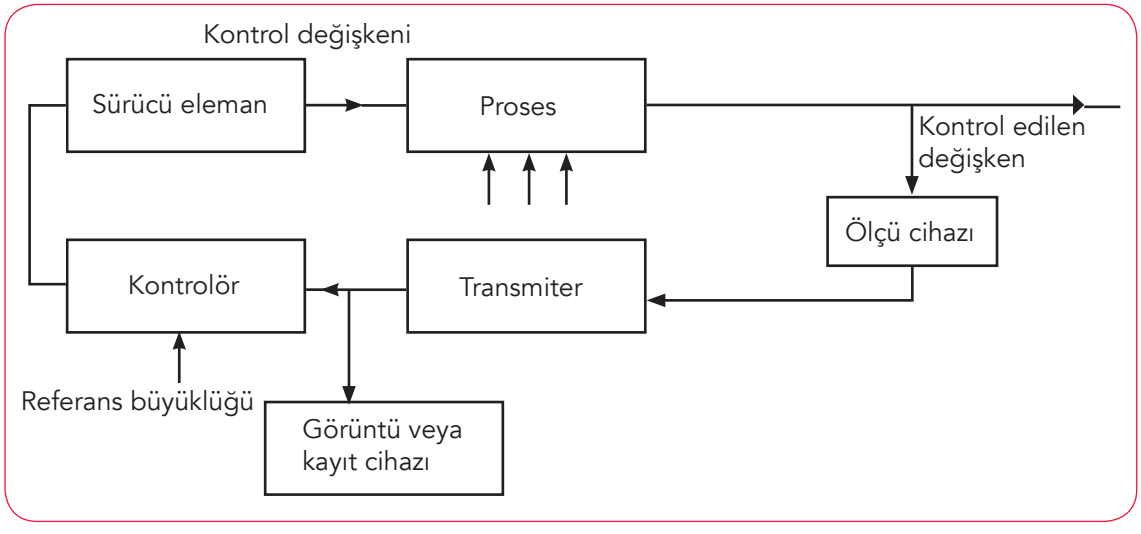
Transmitter

Isının, sıcaklığın ve basıncın ölçümünden elde edilen bilgiyi voltaj veya miliamper değerlerine çeviren dönüştürücülerdir. Örneğin 0-50°C arasındaki sıcaklığı ölçen termokapl, değişimi algıyan sensörler aracılığıyla bir veri oluşturur (Sıcaklık bu iki değer arasında sürekli değiştiği için veri meydana gelir.). Transmitter bu verileri alarak değişimi belirli değerlere çevirir.

Kontrolör

Proseslerde belirli standart aralığında üretim yapılır. Transmittere gelen veriler, elektrik sinyallerine dönüştürüldükten sonra kontrolörde yüklenen referans büyüklüğü ile karşılaştırılır. Üretim standartları ülkemizde genellikle TSE tarafından belirlenen referans büyüklüğü ile değerlendirilir.

Genel bir proseste kullanılan otomatik kontrol şeması verilmiştir. Bu kontrol şemasına çeşitli ölçü cihazları (sıcaklık, basınç, seviye ölçer…) bağlanır. Transmitter volt ( ) dönüştürücü olarak belirlenir. Kontrolörde referans aralığı oluşturulur.



Şekil 3.6: Geri beslemeli otomatik kontrol şeması

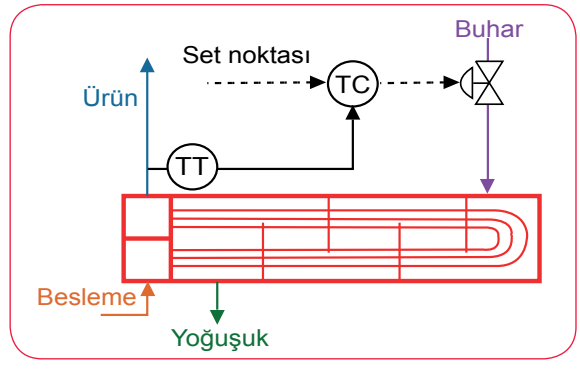
b) Açık Kontrol Sistemleri [Open Loop (Opın Lup)]

Geri beslemeli otomatik kontrol sistemleri gibi bir çalışma sistemine sahiptir. Kontrol edilen değişken ile kontrolör arasında bir bağlantı yoktur. Örneğin su sıcaklığı 60 °C olması gereken bir ısıtma sisteminde sıcaklık, dışardaki hava sıcaklığına göre değişiklikler gösterir. Sistemde meydana gelen değişiklerin kontrole bir etkisi yoktur.

3.2.3. Enstrümanların Şema Üzerinde Gösterilişi

Tank, reaktör, vana, pompa, proses değişkenleri, borular, bağlantı elemanları, sızdırmazlık elemanları endüstride **proses enstrümanları** olarak tanımlanır. Bu enstrümanların akış kontrol şemaları, semboller ve şekillerle daha önce ayrıntılı olarak verilmiştir. Bir prosesin enstrümanları (semboller kullanılarak), sistem oluşturacak şekilde şema üzerinde gösterilmelidir.

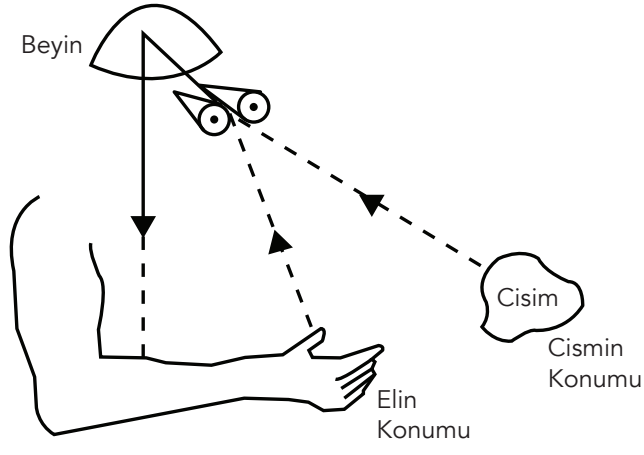
ÖRNEK: Isı değiştirici kullanılan bir proses sistemde kontrol edilirken ölçüm elemanı olarak TC-termoçift kullanılmıştır. Sıcaklığı ölçülen buhar, kontrol vanasından geçerek ısı değiştiricide yoğunlaşır. Kontrol vanası ile ayarlanabilen değişken buhar akış hızıdır (Şekil 3.7). Sistemde akış (Flow) F ve sıcaklık T ile gösterilir.

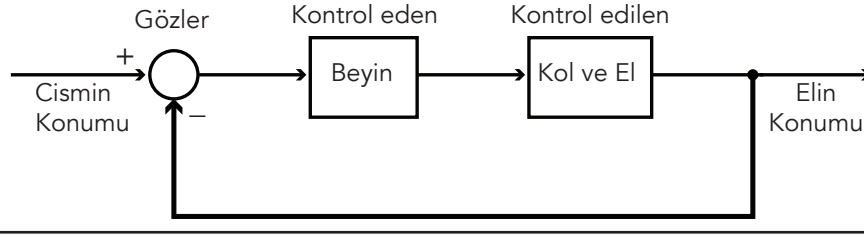


Şekil 3.7: Isı değiştiricili kullanılan proses şeması

ETKİNLİK

Masanın üzerindeki bir kalemi elinizle alabilmek için beyin göz ve el koordinasyonu şarttır. Aşağıda bu koordinasyonu gösteren bir şema verilmiştir. Benzer bir çalışma hazırlayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.





3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Şema üzerinde enstrümanları göstermek.

Araç Gereç

1. Çizim kâğıdı
2. 2B kalem
3. Proses sembolleri çizelgesi

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaktör, sıcaklık ölçer, basınç ölçer, iki adet kontrol vanası, kompresör ve boru bağlantılarından oluşan proses sembolleri çizelgesinden proses akış enstrümanlarını belirleyiniz.
2. Kompresör ile reaktörün giriş kısmının arasına, reaktörün çıkış noktasına birer kontrol vanası bağlantısı çiziniz.
3. Reaktöre sıcaklık ölçer, kompresörün diğer ucuna basınç ölçer bağlantısı çiziniz.
4. Proses şemasının üzerine akış yönünü ve ana boru bağlantılarını çiziniz.
5. Seçtiğiniz borunun özelliklerini şema üzerinde kodlayınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Proses enstrümanların sembollerini inceledi.		
3	Proses enstrüman sembollerini kullanarak akış şemasını çizdi.		
4	Ana hat akış yönünü belirledi.		
5	Proses kodlarını şema üzerinde çizdi.		

4. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

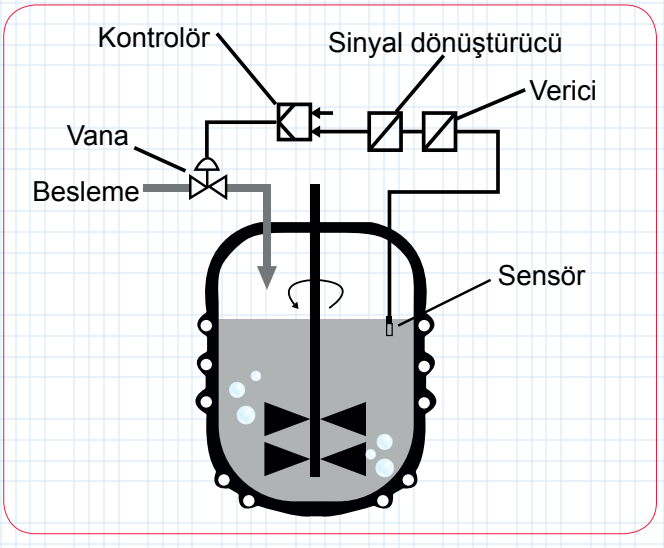
Hatların ve enstrümanların bağlantısını fermantör üzerinde çizmek.

Araç Gereç

1. Çizim kâğıdı
2. 2B kalem
3. Proses sembolleri çizelgesi

Çalışmanın Yapılışı

1. Fermantör kazanının içindeki karıştırıcı, sensör, transmitter, kontrolör ve besleme vanası bağlantılarını inceleyiniz (Şekil 3.8.).
2. Verilen fermantörü A4 kâğıdına yeniden çiziniz.
3. Çiziminizi oluştururken yeni bağlantı elemanlarını yerleştiriniz.
4. Bu bağlantı elemanlarını seçerken nelere dikkat ettiğinizi çiziminizin altına yazınız.



Şekil 3.8: Fermantasyon proses şeması birimi

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Fermantör sistemini inceledi.		
3	Sistemi yeniden çizdi.		
4	Yeni bağlantı elemanı ekledi.		
5	Eklenilen bağlantı elemanı seçiminin nedenini belirtti.		

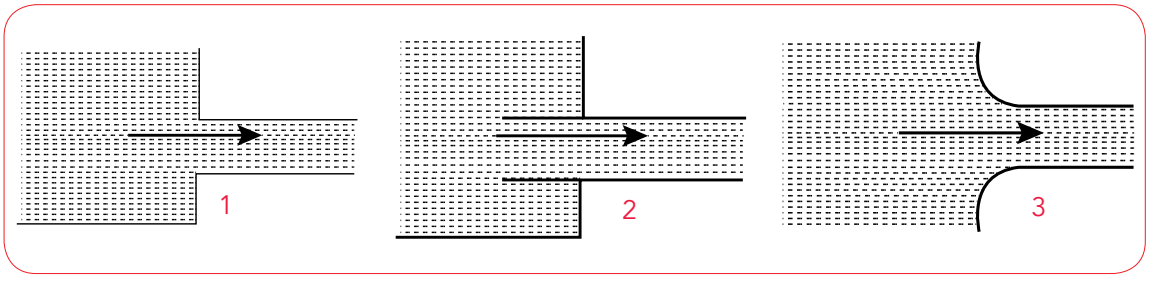
3.3.1. Proses Akış Şemasındaki Borulama Sistematiği

Kimyasal proseslerdeki akışkanları bir noktadan başka bir noktaya ileten kapalı sistemlere **boru sistemleri** denir. "Proseslerin durumuna, akışkanın yapısına, akışkan hızının kazandırılmasına veya tahrik gücünün kontrol edilmesine, boruların eğimine" bağlı olarak değişen borulama sistematiği bulunmaktadır. Sistemler kurulurken proseslerdeki boru cinsi, et kalınlığı, kullanılan borunun çeşidi farklı olsa da akışkanın giriş borusunda eğim (hidrolik eğim) oluşturulur. Bu eğimli borunun farklı seviyelerinde **hidrolik kontrol noktaları** belirlenir. Bu noktalarda alınan ölçümler ile oluşan yük kayıpları hesaplanır. Yük kayıplarının standart kayıpların altında olması borulama sistemi için idealdir.

3.3.2. Hatlar ve Enstrümanların Bağlanması

Borulama sistematiğinde boruların enstrümanların (vanalar, pompalar, tanklar, ara bağlantı elemanları, proses değişkenleri vb.) giriş-çıkış noktalarına bağlanması oluşabilecek yük kayıplarını beraberinde getirir. Bazı boru bağlantı şekilleri ile gerçekleşebilecek durumlar verilmiştir.

a) Akışkanın bir tanktan çıkış borusuna bağlanma şekli



Şekil 3.9: Tank ve boru bağlantı şemaları

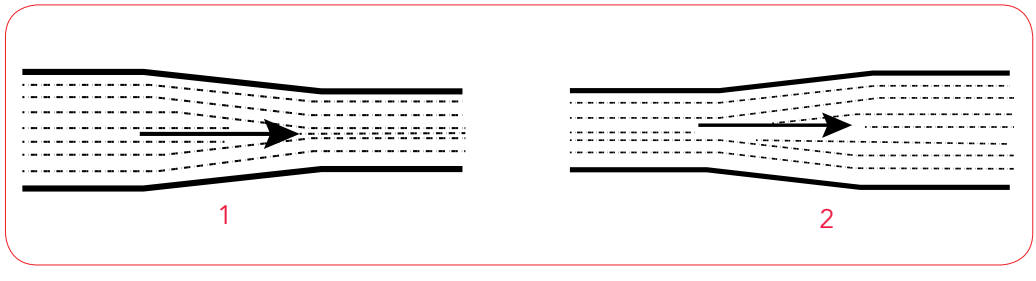
Şekil 3.9'da gösterilen bağlantılar şunlardır:

1. Reaksiyon kabından veya bir tanktan keskin (direkt) çıkış borusu bağlantısı

2. Reaksiyon kabının veya tankın içine giren çıkış borusu bağlantısı

3. Reaksiyon kabının veya tankın çıkış borusuyla yuvarlatılmış bağlantısı verilmiştir. Oluşan yük kaybının en az olduğu bağlantı 3 nolu bağlantı, kaybın en fazla olduğu bağlantı 2 nolu bağlantıdır.

b) Konik borulama veya bağlanma şekli



Şekil 3.10: Koni şeklinde akış gösterimi

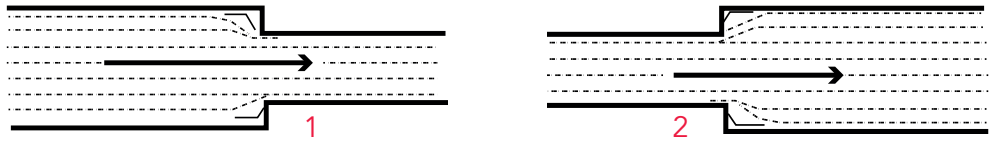
Şekil 3.10'da gösterilen bağlantılar şunlardır:

1. Daralan koni bağlantısı

2. Açılan koni bağlantısı

1'de meydana gelen yük kaybı daha az olduğu için ihmal edilebilir. 2'de meydana gelen yük kaybı ihmal edilmez.

c) Çapta değişimli bağlanma şekli



Şekil 3.11: Boru bağlantı açısı değişimi

Şekil 3.11'de gösterilen bağlantılar şunlardır:

1. Ani oluşturulan daralma bağlantısı

2. Ani oluşturulan genişleme bağlantısı

1'de oluşan yük kaybı 2'de oluşan yük kaybından fazladır.

ç) Dönüşlü bağlanma şekli



Şekil 3.12: Dönüş açılı borulama sistemi

Şekil 3.12' de gösterilen bağlantılar şunlardır:

1. Yuvarlak (yumuşak) dönüşlü bağlanma şekli

2. Sert (keskin) dönüşlü bağlanma şekli

Dönüşlerin açısı daraldıkça ve keskinleştikçe yük kaybı artar.

d) T borularının bağlanma şekli



Şekil 3.13: T boru şemaları

Şekil 3.13'te gösterilen bağlantılar şunlardır:

1. Akışkan yönünde dallanma bağlantısı

2. Akışkan akımına göre bağlantısı

2' de akışkan daha fazla olduğu için yük kaybı fazladır.

5. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

Hatların ve enstrümanların borulara bağlanması ile şema oluşturmak.

Araç Gereç

1. Çizim kâğıdı
2. 2B kalem
3. Proses sembolleri çizelgesi
4. 2 adet 5 L'lik su şişesi (plastik)
5. Farklı çaplarda plastik pipet ve borular
6. Boru bağlantı dirsekleri, T bağlantı boruları
7. Delici
8. Cetvel
9. Silikon ve silikon tabancası

Çalışmanın Yapılışı

1. 5 L'lik su şişelerinden birine, alttan ikişer cm aralıklarla pipetlerin çapında delikler açıp pipetleri yerleştiriniz.
2. Bazı pipetleri şişenin içine doğru iterek silikon tabancasıyla sabitleyiniz.
3. Pipetleri sabitledikten sonra içine su doldurarak sızıntı kontrolü yapınız.
4. Su şişesini boşaltınız.
5. Daha geniş çaplı bir su borusu için pipetleri yerleştirdiğiniz yönün tam karşısına delik açıp diğer şişeyle bağlantısını (karşılıklı gelecek şekilde) yapınız.
6. İkinci su şişesini su ile doldurunuz.
7. Suyun bağlantı noktalarında gerçekleşen akış hızlarını gözlemleyiniz.
8. Hazırladığınız mini prosesin akış şemasını çiziniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Su şişelerinin uygun noktalarına delikler açtı.		
3	Boru ve pipet bağlantılarını hazırladı.		
4	Sızıntı kontrolünü yaptı.		
5	Sistemin akış yönünü ve akış hızını inceledi.		
6	Prosesin akış şemasını çizdi.		

3.4.1. Veri Kontrolü İşlemleri

Yapılan bir çalışmada verimin yüksek olabilmesi için proses akım şemalarında kullanılan sabit enerji miktarının kütle, reaktörler ve denge kademelerinde sürekli kontrol edilmesi gerekir. Üretim içinde kütle ve enerji denkliği hesaplamaları ile gerçekleştirilen kontrol çalışmalarına **veri kontrolü** denir.

Proses akım şemalarında hesaplama yaparken bazı temel faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu temel hesaplama faktörleri şunlardır:

- Aylık, yıllık veya haftalık işletme süresi
- Verimler (fiziksel ve kimyasal verimler)
- Ortamın sıcaklık-basınç değerleri
- Kullanılan tahmini değerler

Proses değişkenleri, üretim esnasında işletmelerce belirlenen güvenli sınırlar içinde tutulmalıdır. Otomatik kontrol sistemi içinde bağlantı alarm sistemi ve otomatik kapatma sistemi oluşturmak tehlikeli durumları önlemek açısından büyük öneme sahiptir.

a) İşletme Süresi

Bir prosesi sürekli olarak çalıştırmak mümkün değildir. Katalizör ve yardımcı kimyasalların yenilenmesi, proses ekipmanlarının, kolon ve dolgu maddelerinin temizlenmesi veya değiştirilmesi için prosesin durdurulması gerekir. Bir çalışma planı dahilinde prosesteki bu üretim durdurma işlemine **planlanmış duruşlar** adı verilir. Örneğin bir petrokimya prosesinde 1 yıllık işletme süresi 8000 saat olarak hazırlanır ki bu yılın %90-95'idir.

b) Verim

Veri kontrolü esnasında akım şeması üzerindeki sıra takip edilirse işlem kolaylığı sağlanmış olur. İstenilen üretim verimi ham madde (girdi) üzerinden değil ürün (çıktı) üzerinden hesaplanır. Bu şekilde bir ölçek faktörü oluşturulur.

$$\text{Ölçek faktörü} = \frac{\text{Ürünün mol/h sayısı}}{\text{100 mol/h sayısı (ham maddeden elde edilmiş ürünün mol sayısı)}}$$

mol/h sayısı =1 saatte değişen maddenin mol sayısı

ÖRNEK: 50 mol ham maddeden 2 saat içinde elde edilen ürün 42 mol olduğuna göre işletme prosesindeki ölçek faktörü kaçtır?

ÇÖZÜM:

2 saat için 50 mol ham madde ve 42 mol ürün oluşuyorsa 1 saatte yarısı kadar yani 25 mol ham madde ve 21 mol ürün oluşur.

$$\text{Ö.F} = \frac{21}{25}$$

Ö.F= 0,84 olarak hesaplanır.

SIRA SİZDE: 8 saat üretim yapan bir petrokimya prosesinde 1600 mol ham madde girdisine karşılık 1520 mol ürün elde edildiğine göre bu prosesin ölçek faktörünü hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

c) Sıcaklık-Basınç Değerleri ve Tahmini Değerler

Proseslerde değişken değerler olan sıcaklık, basınç ve akış hızı için veri kontrolleri aşağıda verilen şekilde yapılmaktadır.

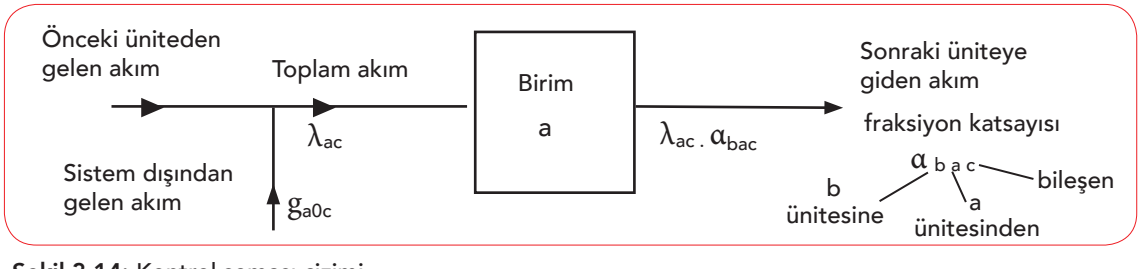
- Reaktörlerde (tersinir tepkimeler) değişkenler için literatürden elde edilen değerler saptanır ve sistemdeki ölçümler yapılır.
- Denge kademelerindeki çıkış akımlarının hızı absorbsiyon kolonu, reaktör kazanı, damıtma vb. dengede olduğu düşünülerek hesaplanır.
- İç ve dış kısıtlamalardan kaynaklanan akış hızı ve değişken değerler hesaplanır.
- Kütle ve enerji korunumu için sıcaklık belirlendikten sonra ısı hesaplaması yapılır.

Bu çalışmalar her proses için ortaktır ve değerler hem farklı proseslerde hem de prosesin kendi içinde farklılıklar gösterir.

3.4.2. Çizim ile Sistem Arasındaki Uyumun Önemi

Bir prosesin tasarımı, geliştirilmesi sırasında öngörülen akış şeması ve literatürden elde edilen kütle denkliği değerleri ile üretimden elde edilen değerlerin arasındaki uyum, verim yüksek olmalıdır. Bu nedenle kütle denkliği ve akım diyagramları için basit programlar kullanılması tavsiye edilir. Her biri için (kütle denkliği, enerji denkliği…) birlikte çözüm gerektirmeyen bu basit programlar kontrol üzerinde çalışan kişiler tarafından kolaylıkla kullanılmalıdır.

Kimyasal proseslerde birimlerin (girdi ve çıktıların) bir üst bir de dip değerleri hesaplanarak iki farklı akım diyagramı oluşturulur. Bu bilgi akım diyagramlarında çıkış akım hızı, prosesin fraksiyon katsayısı ile giriş hızının çarpımı olarak hesaplanır. Bu işlemler Şekil 3.14'te çizim üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3.14: Kontrol şeması çizimi

a, b : Birim numaraları

λ_{ac}: a birimine giren c bileşeninin toplam akış hızı

α_{bac}: a biriminden çıkıp b birimine giden akım içerisindeki c bileşeninin toplam akış hızına oranı (fraksiyon katsayısı)

g_{aoc}: a birimine sistem dışından gelen akım içerisindeki c bileşeninin akış hızı olarak ifade edilir. Fraksiyon katsayısı birimin özelliklerine ve birime giriş hızına bağlıdır.

6. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

İzopropil alkolden aseton üretimi için yapılan çizim ve sistem uyumunu karşılaştırmak.

Araç Gereç

1. A4 çizim kâğıdı
2. 2B kalem
3. Proses sembolleri çizelgesi

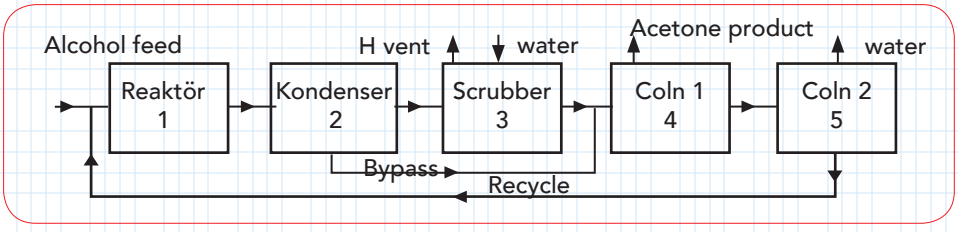
Çalışmanın Yapılışı

1. İzopropil alkolden aseton üretimi için literatür bilgisini inceleyiniz.

$$C_3H_7OH \longrightarrow (CH_3)_2CO + H_2$$

İzopropil alkol reaktörde buharlaştırılır, katalitik dehidrojenasyonun sonunda aseton elde edilir. Reaktör ortamında ZnO ve Cu katalizör olarak kullanılmaktadır (Reaktör sıcaklığı 400-500°C ve basınç 4,5 bar basınç olarak ayarlanır.). Çıkan gaz karışımı (aseton, su buharı, hidrojen ve ayrıştırılmamış izopropil alkol) yoğuşturucuya gönderilir. Yoğuşturucuda asetonun neredeyse hepsi, su ve izopropil alkol yoğunlaşır. Yoğuşturucudan çıkan akışkan (kondensat) absorpsiyon kolonuna gönderilir. Kolonda su ile yıkanan aseton ve izopropil alkol destilasyon kolonuna gönderilerek saf aseton elde edilir. Bu arada destilasyon kolonundan çıkan diğer akışkan tekrar reaktöre gönderilir. Proseste aseton verimi %98 olarak ölçülmüştür.

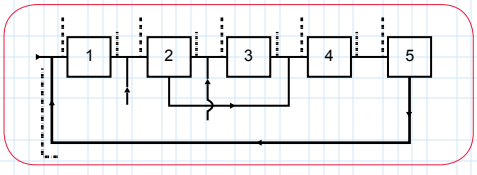
2. Şekil 3.15'teki diyagram şemasını inceleyiniz. Yukarıda verilen bilgiyi tekrar okuyarak A4 kâğıdına çiziminizi yapınız.



Şekil 3.15: Aseton üretimi diyagramı

3. Hazırladığınız çizime vana, termometre ve basınç ölçerleri ekleyiniz.

4. Fraksiyon katsayısı ve veri akış kontrol şeması verilen sistem ile çiziminizi kontrol ediniz (Şekil 3.16).



Şekil 3.16: Aseton kontrol şeması

5. Çiziminiz ile veri akış kontrol şemasını karşılaştırıp uyumsuzlukları düzeltiniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

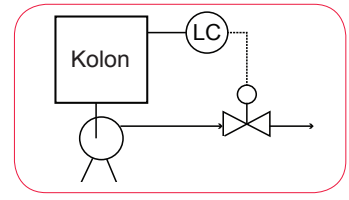
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Reaksiyonu ve sistem literatürünü inceledi.		
3	Literatürden yola çıkarak sistem şeması oluşturdu.		
4	Çizime proses değişkenlerini yerleştirdi.		
5	Veri akış kontrol şeması ile sistem şeması arasındaki uyumu inceledi.		
6	Veri akış kontrol şeması ile sistem şeması arasındaki uyumsuzluğu düzeltti.		

3.5.1. Üretim Proseslerinin Kontrol Akış Şemaları

Ülkemizin üretim proseslerinde kullanılan kontrol akış şemaları ile üretimi yapılan maddelerin fiziksel hâli, safsızlıkları, sıcaklık ve basınç değerleri farklıdır. Bu farklılıklardan dolayı bağlantı elemanları değişiklikler gösterse de çalışma prensipleri ve şemaları aynıdır. Kontrol akış şemaları genel hatlarıyla seviye, sıcaklık, debi ve basınç kontrol şemalarından oluşmaktadır.

a) Seviye Kontrol Akış Şeması

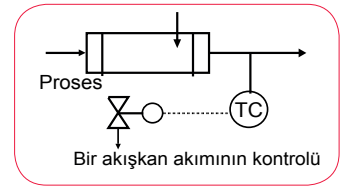
Seviye kontrol ölçümü, bir pompa ve pompaya bağlı bir kontrol vanası ile desteklenmiş kolonun alt tarafında yapılır. Sıvı ve gaz akışkanlar üzerinde çalışan petrokimya sanayisinde kullanılan akış şemasıdır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17: Seviye kontrol şeması

b) Sıcaklık Kontrol Akış Şeması

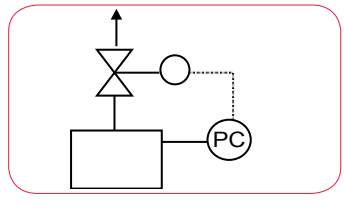
Soğutma veya ısıtma sistemlerinde kullanılan bir akış kontrol şemasıdır. Bina ısıtma sistemlerinden gıda endüstrisine, en karmaşık üretim proseslerine kadar geniş kullanım alanına sahip bu prosesin kontrol şeması Şekil 3.18'de gösterilmiştir.



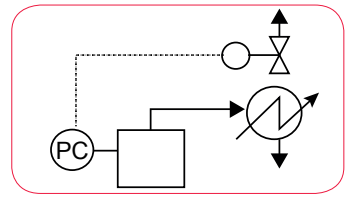
Şekil 3.18: Sıcaklık kontrol şeması

c) Basınç Kontrol Akış Şeması

Buhar ve gaz akışkanının kullanıldığı pek çok sistem için gerekli bu prosesin akış şeması, doğrudan boşaltmalı veya yoğuşturucu sonrası geri dönüşümlü basınç kontrolü olmak üzere temelde ikiye ayrılır (Şekil 3.19 ve Şekil 3.20).



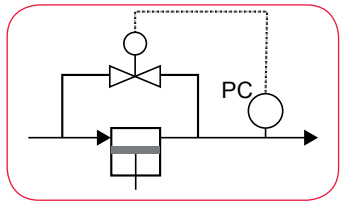
Şekil 3.19: Doğrudan boşaltma ile basınç kontrol şeması



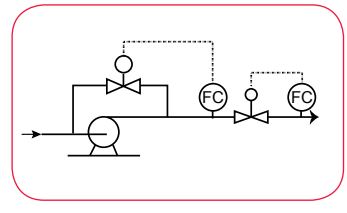
Şekil 3.20: Yoğuşturucudan sonra yoğuşmayan gazların basınç kontrol şeması

ç) Debi Kontrol Şeması

Belirli ve sabit debi kontrolü sağlamak için sabit hacimde çıkış yapan pompa veya kompresör ile birlikte bir bypass vanası olmalıdır. Debi kontrol akışında emme-basma akış kontrol veya alternatif akış kontrol uygulanmaktadır (Şekil 3.21 ve Şekil 3.22).



Şekil 3.21: Emme-basma akış kontrol şeması



Şekil 3.22: Santrifüj, kompresör veya pompa için alternatif akış şeması

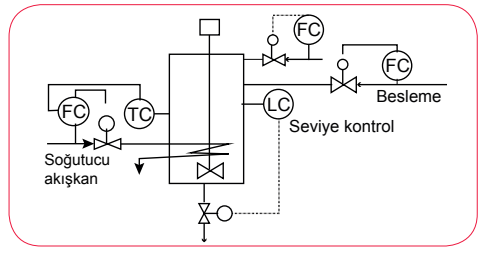
3.5.2. Farklı Ürünlerin Proses Akış Şemaları

Kimyasal üretim proseslerinde ham maddeden ürün oluşturma yolunda kullanılan ekipmanların akış şemaları da akış yönü de farklılık gösterir.

a) Reaktör Kontrolü Akış Şeması

Üretim proseslerinde reaktör, tank ve karıştırma kazanlarının kullanımı yaygındır. Reaktör kullanılan proseslerde reaktör kontrol şemaları ve bağlantı elemanları birlikte gösterilmelidir (Şekil 3.23). Reaktör ilaç, gıda, tekstil ve boya sektörlerinde akış şeması birimi olarak sık kullanılır.

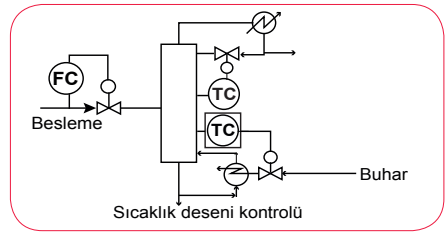
Reaktör kontrolünde kullanılan şema prosesin türüne ve reaktör çeşidine bağlıdır. Reaktörde istenilen ürünü elde etmek için otomatik kontrol yapılır.



Şekil 3.23: Reaktör ve bağlantı elemanları şeması

b) Damıtma Kolonu Kontrol Akış Şemaları

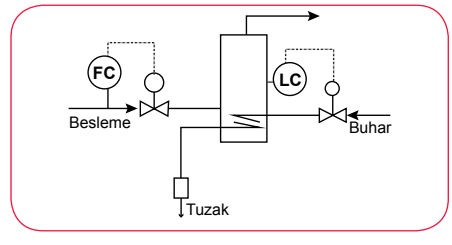
Damıtma kolonunun üstünde ve altında elde edilen ürünün bileşimini, geri dönüşümünü (yan akışkanlarla bozulmaya uğramışsa) sağlamak proses için çok önemlidir. Özellikle kolonun altındaki ve üstündeki sıcaklığı kontrol etmek gerekir. Örneğin ayçiçeğinden yağ elde etme prosesinde kullanılan damıtma kolonunun otomatik kontrolünün sağlanabilmesi için sıcaklığın alt ve üst sınır değerlerine sahip olması gerekir. (Şekil 3.24).



Şekil 3.24: Damıtma kolonu kontrol şeması

c) Kaynatma-Buharlaştırma Kontrol Akış Şeması

Kontrol akış şemalarında özellikle buharlaştırma işlemi varsa seviye kontrolü çok önemlidir. Sıvı akış hızı, birimden geçen buhar miktarı kontrol altında tutulmalıdır. Saflaştırma tekniklerinin kullanıldığı prosesler de sıkça kullanılır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25: Buharlaştırma kontrol şeması

7. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

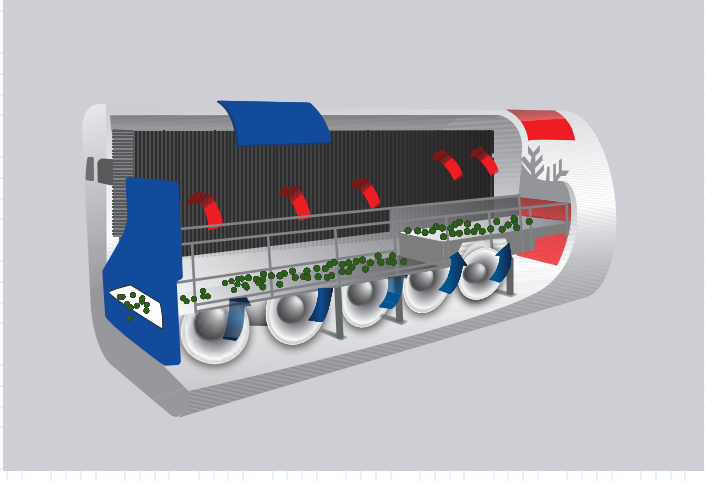
Bezelye konservesi yapımında kullanılan bezelye ayıklama cihazının akış şemasını oluşturmak.

Araç Gereç

1. A4 çizim kâğıdı
2. 2B kalem
3. Proses sembolleri çizelgesi

Çalışmanın Yapılışı

1. Bezelye seçme ve ayıklama prosesi 3D gösterimini inceleyiniz.



Şekil 3.26: Bezelye ayıklama proses birimi

2. 3D gösteriminin (Şekil 3.26) kontrol şemasını A4 kâğıdına çiziniz.
3. Kontrol şemasında bezelye girişini T, giren havayı Th, giren havanın hızını Vh, konveyör hızını Vc olarak çiziniz.
4. Bezelye akış yönünü gösteriniz.
5. Bezelyenin çıkışını $T_ç$, çıkan havayı $T_{çh}$ olarak gösteriniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Bezelye prosesini 3D çizimini kontrol şeması olarak çizdi.		
3	Proses akış yönünü belirledi.		
4	Şema üzerine giriş ve çıkış kodlarını yerleştirdi.		

8. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

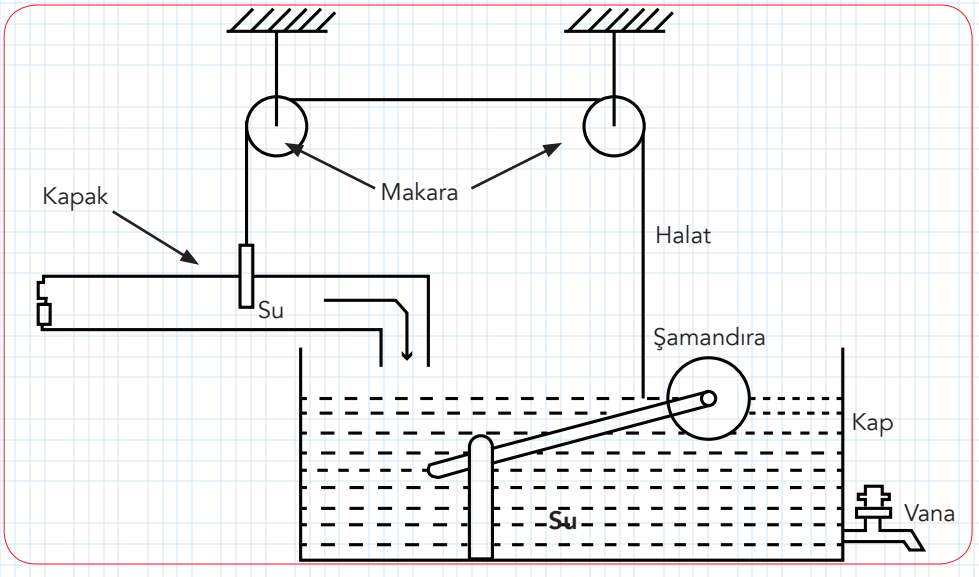
Geri beslemeli akış şeması oluşturmak.

Araç Gereç

1. Çizim kâğıdı
2. 2B kalem
3. Proses sembolleri çizelgesi

Çalışmanın Yapılışı

1. Geri beslemeli su borusu kapağı- şamandıra sistemini (Şekil 3.27) inceleyiniz (Su borusundan gelen su tanktaki su seviyesini yükseltirken şamandıraya bağlı top yukarıya yönelmektedir. Makaralarla su borusunda bulunan kapak kendiliğinden kapanmaktadır.).
2. Sistemde kullanılmış olan ekipmanların sembollerini belirleyiniz.
3. Geri beslemeli sistemin akış şemasını çiziniz.



Şekil 3.27: Geri beslemeli şamandıra-kapak sistemi

4. Sistemin akış yönünü belirleyiniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

8. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Proses enstrümanların sembollerini belirledi.		
3	Proses enstrüman sembollerini kullanarak akış şemasını çizdi.		
4	Akış yönünü belirledi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. I. İşlenen maddenin akış yönünü gösterir.
II. Proses enstrümanlarının yerini belirler.
III. Kontrol değişkenleri aralığı hakkında bilgi verir.

Proses akış kontrol şemaları ile ilgili yukarıda verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II

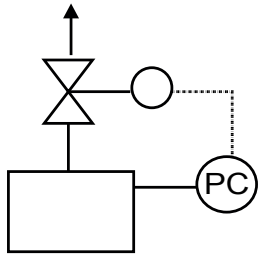
C) II ve III D) I ve III

E) I, II ve III

2. **1200 mol ham maddeden saatte elde edilen ürün 480 mol olduğuna göre şeker işletme prosesindeki ölçek faktörü kaçtır?**

A) 0,20 B) 0, 30 C) 0,40 D) 0,50 E) 0,60

3.



Yukarıda verilen kontrol akış şeması aşağıdakilerden hangisidir?

A) Basınç kontrol şeması

B) Doğrudan boşaltma ile basınç kontrol şeması

C) Reaktör ve bağlantı elemanları şeması

D) Seviye kontrol şeması

E) Sıcaklık kontrol şeması

4. **Ölçek faktörü 0,90 olan bir petrokimya prosesinde saatte 4500 mol izopropil üretildiğine göre kaç mol ham petrol harcanmıştır?**

A) 1000 B) 3000 C) 5000 D) 9000 E) 45000

5. **Proses değişkenleri ölçümünden elde edilen bilgiyi voltaj veya miliamper değerlerine çeviren dönüştürücüler olarak tanımlanan kontrol enstrümanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Akış kontrol

B) Borulama sistematiği

C) Otomatik kontrol sistemi

D) Kontrolör

E) Transmitter

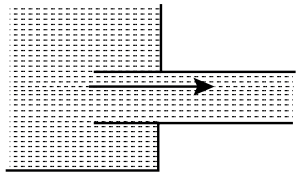
6. I. Aylık, yıllık veya haftalık işletme süresi
II. Fiziksel ve kimyasal verimler
III. Ortamın sıcaklık-basınç değerleri
IV. Kullanılan tahmini değerler

Yukarıda verilenlerden hangileri veri kontrolü bilgileridir?

A) I ve II B) I ve III

C) III ve IV D) I ve IV

E) I, II, III ve IV

7. 

Yukarıda verilen şema hangi seçenekte doğru olarak tanımlanmıştır?

A) Reaksiyon kabından veya bir tanktan keskin (direkt) çıkış borusu bağlantısı

B) Ani oluşturulan daralma bağlantısı

C) Reaksiyon kabının veya tankın içine giren çıkış borusu bağlantısı

D) Reaksiyon kabının veya tankın çıkış borusuyla yuvarlatılmış bağlantısı

E) Sert dönüşlü bağlanma şekli

4. ÖĞRENME BİRİMİ



ANAHTAR KELİMELER

- Pnömatik devre
- Basınçlı hava
- Yön kontrol vanası

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Basınçlı havayı hazırlama
2. Bağlantı elemanlarını seçme
3. Pnömatik yön kontrol vanalarını kullanma



BASINÇLI HAVA VE BAĞLANTI ELEMANLARI

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

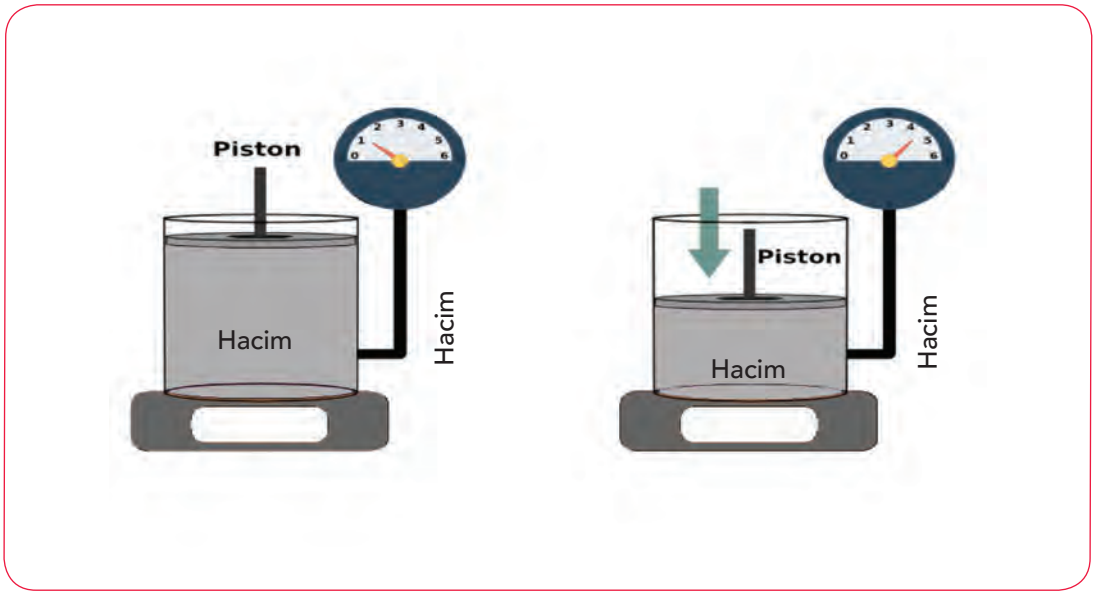
1. Meşrubat içerken pipetten hava çekilir, pipetin içindeki basınç düşer. Dışarıdan uygulanan atmosfer basıncı meşrubatı pipete girmeye zorlar. Temel çalışma prensibi bu duruma benzeyen diğer cihazların neler olabileceğini arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Birden fazla boru ya da hortumu birbirine bağlayacağınız bir sistemde kaçakların olmaması için neler yapabilirsiniz? Arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

4.1.1. Pnömatik Sistemde Basınçlı Hava

Basıncı atmosfer basıncından daha yüksek olan havaya **basınçlı hava** denir. Hava enerjisinin endüstride enerji kaynağı olarak kullanımı yaygın bir durumdur. Burada temel kaynak etrafımızı saran atmosferdir. Hava, atmosferden çeşitli yöntemlerle alınarak depolanır. Basınçlandırılarak depolanmış olan enerji, ekipmanları ya da sistemi çalıştırır. Karbondioksit ve azot gazları da endüstri alanında basınçlı gaz olarak kullanılmaktadır.

Boyle Mariotte Yasası'na göre sabit sıcaklıkta hacim azaldıkça basınç artar. (P~1/V)

$P_1.V_1=P_2.V_2$
P1 başlangıç basıncı, V1 başlangıç hacmi, P2 ikinci durumdaki basınç, V2 ikinci durumdaki hacim



4.1.2. Pnömatik Sistemin Özellikleri ve Kullanım Yerleri

Sıkıştırılmış gazın tahrik ettiği sistemlere **pnömatik sistemler** denir. İnsan gücüne duyulan ihtiyacı azaltan bu sistemlerde enerjiyi ileten ve kontrol eden basınçlı hava veya gazdır. Pnömatik sistemler pozitif basınçlı ya da vakumludur. Pozitif basınçlı sistemde itme kuvveti, negatif basınçlı yani vakumlu sistemde çekme kuvveti hâkimdir.

Pnömatik sistemler; üretimi hızlandırması, kolay kurulumu, güvenilir ve ekonomik bir yöntem olması sebebiyle birçok sektörde tercih edilir. Basınçlı hava depolanabilir ve ısı değişimlerinden çok fazla etkilenmez. Elektrik enerjisinin kullanılamadığı ya da kullanımının tehlikeli olduğu durumlarda avantajlıdır. Yüksek hızlara ulaşabilmeyi sağlar. Basınçlı hava kullanıldıktan sonra herhangi bir işlem yapılmadan atmosfere salınabildiğinden çevreci bir sistemdir. Tablo 4.1'de pnömatik sistemlerin bazı kullanım alanları verilmiştir.

Tablo 4.1: Pnömatik Sistemlerin Kullanım Alanları

Gıda Ürün taşımada (pnömatik konveyörlerle), ürünün raf ömrünü uzatmak için vakumlamada	**Otomativ** Parça birleşiminde, boyama püskürtmede, fren sisteminde
Tıp Oksijen tüpleri, numune taşıma, diş hekimlerinin dişleri temizlemek ve kurutmak için kullandığı sistemlerde	**Tarım** Kabukların hububattan uzaklaştırılmasında, sulamada, tohum ekiminde, seraların havalandırılmasında
Madencilik Tünel açmada, enjeksiyon, havalandırma işlemlerinde	**Sanayi** Enerji iletiminde, malzeme sıkıştırmada, itme, doğrusal ve dairesel hareket elde etmede
İlaç Dolum ve kapsüllemede	**İnşaat** Malzeme taşımada, delme ve beton kırmada

Pnömatik sistemlerle günlük hayat pratiklerinde de çokça karşılaşılır. Havası azalan araç tekerini şişirmek için kullanılan cihaz, gıda saklama ömrünü artırmak için kullanılan vakum pompaları, el matkabı vb. Görsel 4.1'de hava kompresörü ile yapılan boya püskürtme işlemi görülmektedir.

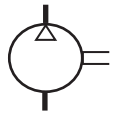
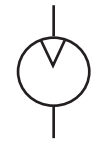
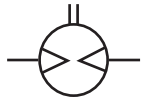
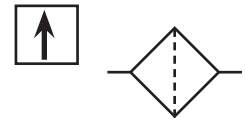
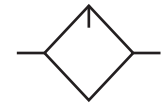
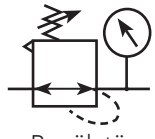
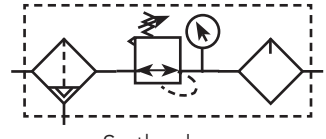
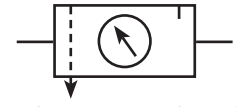
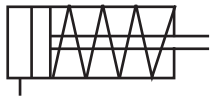
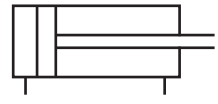
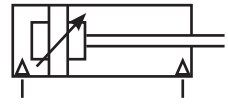
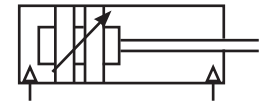
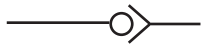
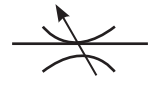
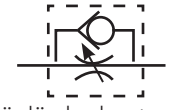


Görsel 4.1: Boya püskürtme işlemi

4.1.3. Pnömatik Sistemde Kullanılan Semboller ve Devre Çizim Kuralları

Pnömatik devre tasarlamak için kullanılan semboller, sistemde kullanılan parçaların ve işlevlerinin tanınmasını kolaylaştırır. Pnömatik devreler; kompresör, vana, silindir, depolama tankı, filtre, yağlayıcı, regülatör ve boru hatları gibi elemanlardan oluşur (Tablo 4.2). Bağlantı hatları Tablo 4.3'teki kısaltmalarla belirtilir.

Tablo 4.2: Pnömatik Devre Sembolleri

 Kompresör	 Elektrik motoru	 Hava motoru
 Çift yönlü motor	 Hava tankı	 Filtre
 Manuel tahliyeli filtre	 Otomatik tahliyeli filtre	 Yağlayıcı
 Regülatör	 Şartlandırıcı	 Şartlandırıcı basitleştirilmiş sembol
 Tek etkili silindir	 Çift etkili silindir	 Tek etkili silindir (önden yaylı)
 Tek etkili silindir (arkadan yaylı)	 Çift etkili ayarlanabilir silindir	 Çift etkili manyetik silindir
 Çek vana	 Akış kontrol vanası	 Tek yönlü akış kontrol vanası

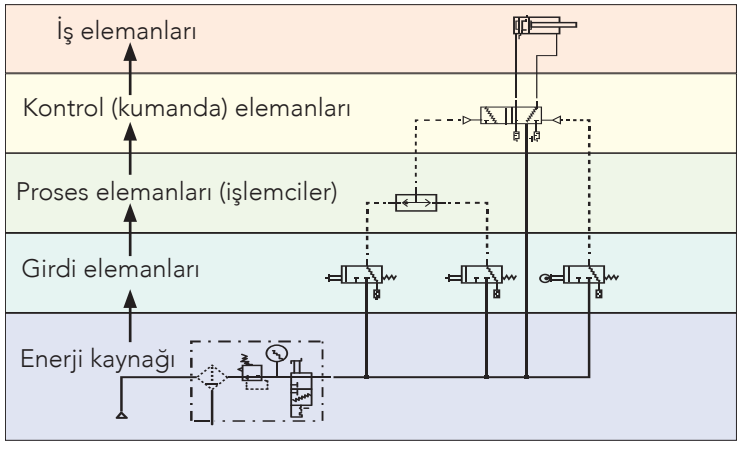
Tablo 4.3: Kısaltmalar

P	Basınç hattı
T	Tank (Depo) hattı
A,B	Basınç dağıtım hatları
X,Y	Pilot hatları
R,S	Depo hattı

Devre çizimleri teknik resim kuralarına uygun, semboller birbiri ile orantılı olmalıdır. Diyagram okuyucusuna işlem sırası ve kontrol yöntemleri hakkında bilgi verilmelidir.

Devre çiziminde en alt satırdan başlayarak üst satıra doğru sırasıyla enerji tedarik elemanları, girdi elemanları, proses elemanları, kontrol elemanları ve iş elemanları yazılmalıdır (Tablo 4.4). Enerji geçişi yukarı yönlü olduğu için en alta kompresör, basınç tankı, basınç ayar vanası gibi enerji tedarik elemanları (enerji kaynakları) çizilmelidir. Orta kısımda kontrol vanaları, anahtarlar, hava bariyerleri bulunmalıdır. Yön kontrol vanaları, silindir ve motorlar üst kısımlara çizilmelidir. Çizimler uluslararası standartlara uygun olmalı, devrenin tamamı aynı standartlara göre çizilmelidir."

Tablo 4.4: Devre Çiziminde Enerji Akışı



Devre elemanları kodlanması için kullanılabilen semboller Tablo 4.5'te belirtimiştir.

Tablo 4.5: Devre elemanlarının kodlanması

Devre elemanı	Kod
Sürücü	1A1, 2A1, 2A2,…
Vana	1V1, 1V2, 1V3, 2V1, 2V2,2V3,…
Sensör	1B1, 1B2,…
Sinyal girişi	1S1, 1S2,…
Enerji kaynağı	0Z1, 0Z2, 1Z1,…

Tablo 4.6'te görüldüğü üzere bazı devrelerde kodlar yalnızca sistematik sayılar şeklinde belirtilir.

Tablo 4.6: Devrelerin Sayılar ile Kodlanması

Devre elemanı	Kod
Enerji kaynağı	0.1
İş elemanı (silindir,motor,…)	1.0, 2.0,3.0,….
Kontrol elemanı (vanalar)	1.1, 2.1, 3.1,…
Kontrol elemanı ile iş elemanı arasındakiler	1.01, 1.02,…
Silindiri ileri hareket ettirenler	1.2, 2.4, 3.2,…
Silindiri geri hareket ettirenler	1.3, 1.5, 2.3,…

4.1.4. Basınçlı Hava Üretimi

Pnömatik sistemlerin çalışması için basınçlı bir hava kaynağı gerekir. Bunu da atmosferden aldığı havayı sıkıştırarak basınçlı bir tankta depolayan kompresörler sağlar. Kompresörlerin akışkan hareketine göre pozitif yer değiştirmeli ve dinamik türleri vardır. Pozitif yer değiştirmeli tipte kapalı bir alan içine hapsedilen gazın hacmi azaltılır. Dinamik tipteki kompresörlerde ise merkezkaç kuvvetinden faydalanılır. Kompresörün kapasitesinin sistem basıncına uygun olması verim açısından önemlidir.

Kompresörün, hacmini azaltarak sıkıştırdığı hava bir filtreden geçirilerek pnömatik boruya iletilir. Borudaki basınçlı hava vanalarla kontrol edilir. İş, elemanına ulaştığında hareket üretilir.

Pnömatik cihazlara havayı hazırlamak için şartlandırıcı (Görsel 4.2) eklenir.Şartlandırıcı sistemi filtre, regülatör ve yağlayıcı içerir. Şartlandırıcı kısaca FRY (Filtre, Regülatör, Yağlayıcı) olarak yazılır.

Atmosferik hava, toz ve nem içerir. Filtreler havayı temiz ve kuru olarak saklar. Sıkıştırma esnasında gaz sıcaklığı artacağı için sistemlerde soğutucu da kullanılır.

Her pnömatik sistem belirli bir basınç aralığında çalışır. Regülatör, sistemde basınç düşüşü olduğunda tanktan gaz salınımını sağlar. Bu sayede sistem uygun basınçta kalır, dalgalanmalar olmaz. Basıncın azaltılması gerektiğinde regülatör atmosfere hava salar. Hava basıncı manometrenin ayarlandığı değerde kalır.



Görsel 4.2: Şartlandırıcı

Hareketli parçaların korunması için yağlama gerekir. Yağlama ekipmanın aşınmasını önler, sürtünmeden kaynaklı kayıpları azaltır.

Şartlandırıcı seçiminde bağlantı elemanlarının ölçüleri, sistemin çalışma basıncı aralığı ve hava akış miktarı göz önünde bulundurulur.

Yüksek basınca dayalı hortum ve borular basıncın hat boyunca iletimini sağlar. Aktüatör, basınçlı havayı mekanik enerjiye dönüştürerek sisteme döner veya doğrusal hareketler sağlayarak akış kontrol vanalarını çalıştırır.

Pnömatik yürütmeyi silindirler ve motorlar sağlar. Silindirler tek etkili veya çift etkili olabilir. Tek etkili silindirler yüke yalnızca itme kuvveti uygular. Çift etkili silindirde hem itme hem çekme kuvveti üretilir.

Basınç kuvveti, basınç ile yüzey alanının çarpımına eşittir. Pnömatik bir sistemde silindirin uyguladığı basınç kuvveti silindirdeki havanın basıncı ve piston alanının çarpımı ile hesaplanır.

1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

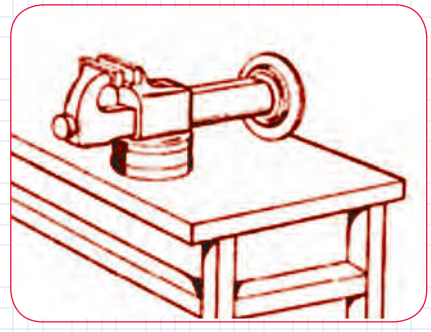
Pnömatik semboller kullanarak akış şeması oluşturmak.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Pnömatik sistem sembolleri çizelgesi (Öğrenme biriminde bulunmaktadır.)
3. A4 çizim kâğıdı

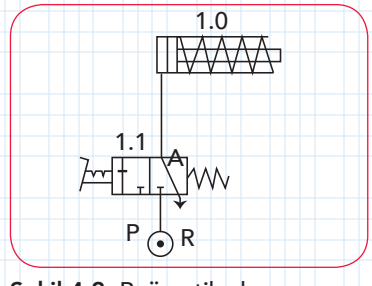
Çalışmanın Yapılışı

1. Pnömatik sistemin kullanıldığı bir iş oluşturunuz. Örneğin pnömatik mengene ile basınçlı havayı çalıştırmak için önce sistemi inceleyiniz (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Pnömatik mengene sistemi

2. Basınç oluşturmak için tek etkili yay dönüşlü silindir, havayı basınçlı göndermek için üç yollu iki konumlu valf bağlantılarını yapınız.
3. Sisteminizin hava gönderimi için bir ayak pedalı bağlayınız.
4. Pnömatik sisteminizdeki ekipmanları numaralandırınız.
5. Pnömatik sisteminizin akış yönünü akış şeması üzerinde gösteriniz.
6. Sisteminizi Şekil 4.2 ile karşılaştırınız.



Şekil 4.2: Pnömatik akış şeması

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
3	Ekipmanları numaralandırdı.		
4	Proses akış yönünü belirledi.		
5	Pnömatik sistemin akış şemasını çizdi.		

2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

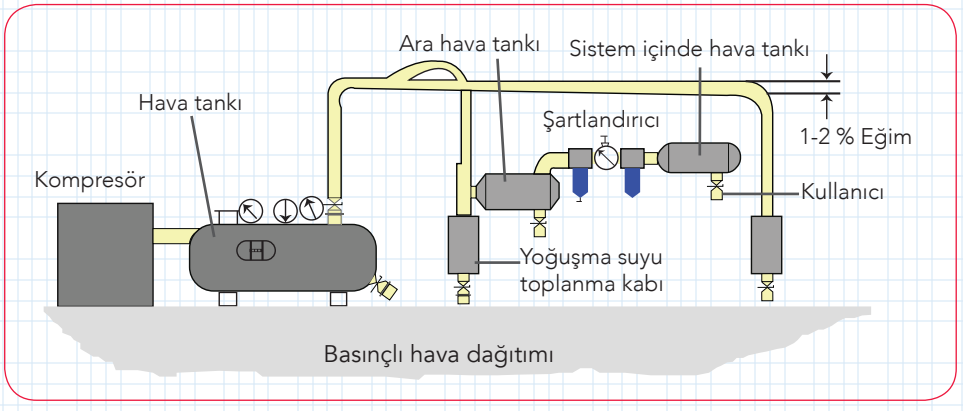
Pnömatik sistemlerde akış şeması oluşturmak.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Pnömatik sistem sembolleri çizelgesi (Öğrenme biriminde bulunmaktadır.)
3. A4 çizim kâğıdı

Çalışmanın Yapılışı

1. Pnömatik sisteminizi Şekil 4.3'e göre oluşturunuz.



Şekil 4.3: Pnömatik sistem ve sistem ekipmanları

2. Kullanılan ekipmanların sembollerini çiziniz.
3. Pnömatik sistem ekipmanlarını numaralandırınız.
4. Sistemin akış yönünü belirleyiniz.
5. Pnömatik akış şemasını tamamlayınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
3	Ekipmanları numaralandırdı.		
4	Proses akış yönünü belirledi.		
5	Pnömatik sistemin akış şemasını çizdi.		

4.2.1. Pnömatik Sistemde Bağlantı Elemanları

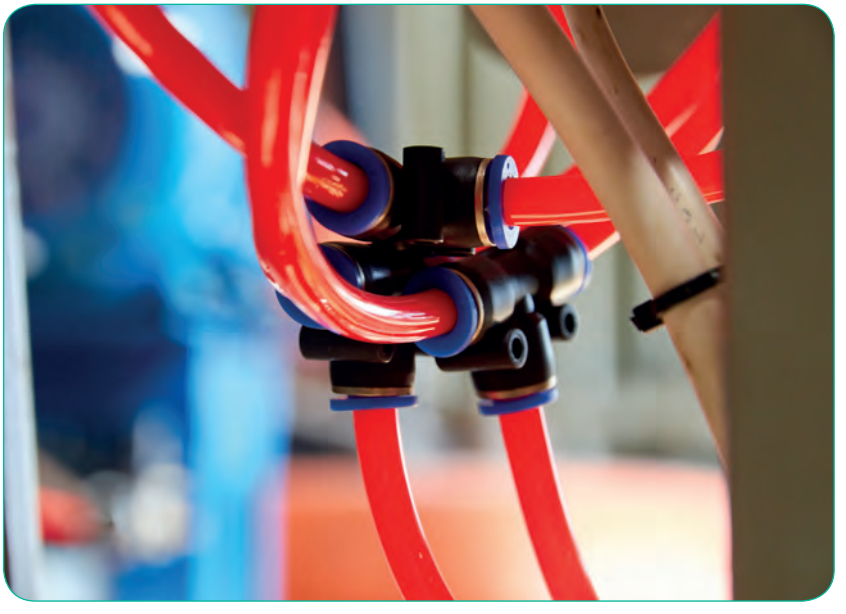
Pnömatik sistemde, kayıpları en aza indirme ve tehlikelerden kaçınma için iyi bir pnömatik tasarım uygulanmalıdır. Sistemin ve tesisin ihtiyaçlarına uygun bağlantı elemanlarını seçmek önemli adımlardan biridir. Boru, hortum, dirsek başlıca bağlantı elemanlarıdır.

4.2.2. Bağlantı Elemanı Çeşitleri ve Özellikleri

Sıkıştırılmış havanın cihazlara iletiminde sağlam bağlantı elemanlarına ihtiyaç vardır. Sistemdeki çalışma basıncı aralığı, akış hızı, tolere edilebilen basınç düşüşleri ve çevresel şartlar cihazları birleştiren elemanların özelliklerini belirler. Montaj malzemelerinin pirinç, plastik ya da paslanmaz çelik gibi materyallerden seçilmesi bu etkenlere bağlıdır.

Hava, pnömatik hat boyunca **borular** ile iletilir. Borular genellikle iç çap büyüklükleri ve et kalınlıkları ile karakterize edilir. Boru boyutları gerekli akış hızının aşılmamasını sağlamalıdır. Boru boyutunun küçük olması akış hızını artırır. Akış hızının çok yükselmesi ani basınç düşüşlerine neden olur. Normal çalışma basıncının %5'inden fazla olan basınç kayıpları tolere edilemez. Boru boyutunun gereğinden büyük olması ise yavaş akışa ve hava kaybına neden olur. Boru uzunluğu sistemdeki vana ve dirsekler göz önünde bulundurularak hesaplanır. Boru iç yüzeyi pürüzsüz olmalıdır. Sızıntıları önlemek için mümkün olduğunca tek parça boru kullanılmalıdır.

Hortumlar genellikle birden çok katmanlı ve esnek yapılı bağlantılardır. Hortumları birbirine veya başka bir sistem elemanına bağlamak için **rakor, dirsek, te, nipel (ara ek) ve manşon** gibi elemanlar kullanılır (Görsel 4.3). Farklı ebatlarda veya farklı malzemelerden yapılmış borular birbirine rakor ile bağlanabilir. Boru ve hortumların akış yönünü çeşitli açılarda değiştirmek için dirsekler kullanılır. Te bağlantıları üç akış yönünü birbirine bağlar.



Görsel 4.3: Te bağlantı ile bağlanmış pnömatik hortumlar

Parçaların boyut uyumu sızdırmazlığı sağlayacak şekilde olmalıdır. Çalışma sıcaklığı bağlantılara zarar vermemelidir.

3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

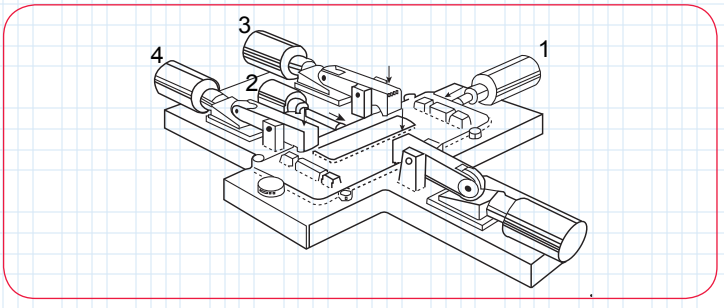
Pnömatik sıkıştırma ve bağlama kalıbı için pnömatik sistem elemanlarını seçmek.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Pnömatik sistem sembolleri çizelgesi (Öğrenme biriminde bulunmaktadır.)
3. A4 çizim kâğıdı

Çalışmanın Yapılışı

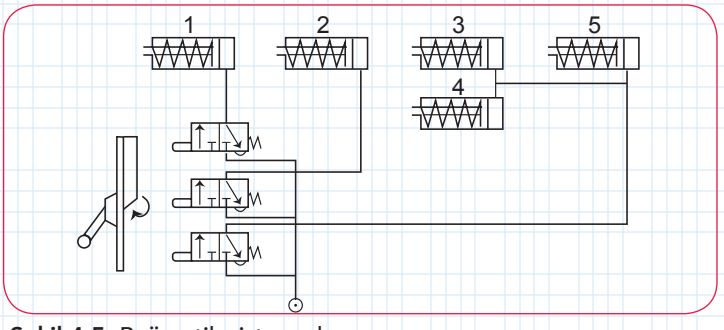
1. Pnömatik sistemin Şekil 4.4'te verilen pnömatik sıkma-kalıplama sistemini inceleyiniz.



Şekil 4.4: Pnömatik sıkma-kalıplama sistemi

2. Tek etkili ve yay dönüşlü silindir bağlantıları yapınız.

3. Sisteminizi Şekil 4.5'te verilen şemaya yapınız.



Şekil 4.5: Pnömatik sistem akış şeması

4. Akış şemanızı numaralandırınız.

5. Akış yönünü belirleyiniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
3	Ekipmanları numaralandırdı.		
4	Proses akış yönünü belirledi.		
5	Pnömatik sistemin akış şemasını çizdi.		

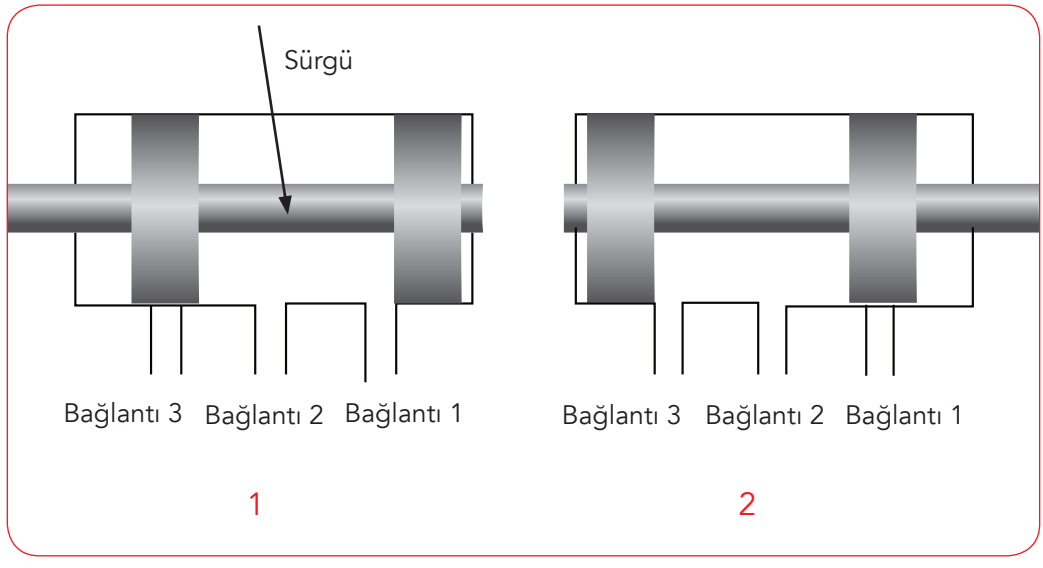
4.3.1. Pnömatik Yön Kontrol Vanaları

Akışkanların akışını düzenlemek ve yönetmek için kontrol mekanizmaları gerekir. Pnömatik sistemlerde havayı durdurmak, yönünü değiştirmek ya da basıncını kontrol etmek için vanalar kullanılır. Yön kontrol vanalarının devre sembolleri akış yolu, bağlantı sayısı ve akış konumu gibi bilgileri veren detaylı çizimlerdir.

4.3.2. Yön Kontrol Vanasının Seçimi

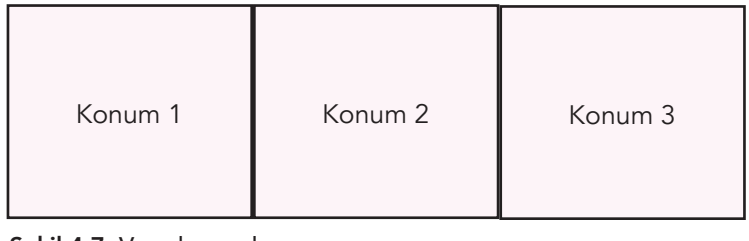
Yön kontrol vanaları; yapısına, bağlantı sayısına, anahtarlama konumuna veya çalıştırma mekanizmasına göre sınıflandırılır. Sistemin ihtiyacına uygun akış hız ve yönünü sağlayan vana seçimi yapılmalıdır. Vana fonksiyonları akış yolları ve bağlantılarına bağlıdır. Yön kontrol vanaları, hava akışını bir veya daha fazla kaynaktan faklı yollar kullanarak sağlar.

Temel olarak bir yön kontrol vanasında sıvı akışına izin veren veya kısan kısım silindir içindeki sürgüdür. Şekil 4.6'da görüldüğü gibi sürgü hareketi ile bağlantı yolları değişir. Yön kontrol vanalarının iki, üç ya da dört yollu tipleri vardır. Bağlantı tiplerinin işlevi büyük harflerle P (pompa), T (tank bağlantısı), A,B (Besleme bağlantıları) şeklinde gösterilir.



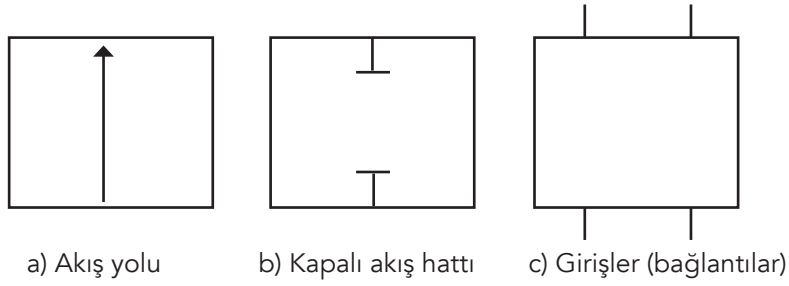
Şekil 4.6: Makara ile bağlantı yollarının değiştirilmesi

Anahtarlama konumununa göre çizilen semboller bitişik karelerden oluşur. Kare kutular konumu temsil eder (Şekil 4.7). Vananın konumu aktüatör tarafından değiştirilir.



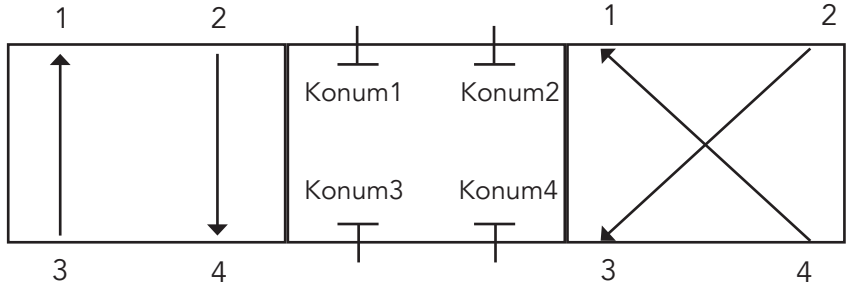
Şekil 4.7: Vana konumları

Hat akışları kutu içindeki oklar ile gösterilir. Şekil 4.8'de akış yolu (ok yönü), kapalı akış ve giriş bağlantıları görülmektedir. Şekil 4.8 b'de akış yoktur çünkü bağlantılar bloke edilmiştir.



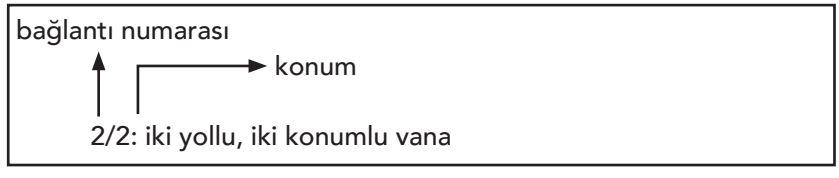
Şekil 4.8: Akış yolları

Şekil 4.9'daki sembol üç konumlu dört yönlü ve dört bağlantılı vanayı göstermektedir. Ortadaki konumda bağlantılar kapalıdır. 1. ve 3. konumlarda ise akış ok yönündedir. Akış yolu sayısı konumlardan herhangi birindeki bağlantı noktası sayısı kadardır.

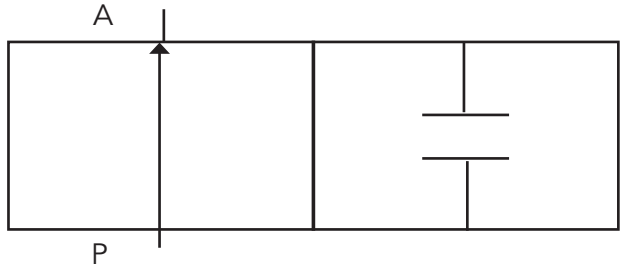


Şekil 4.9: Vana konum, yön ve bağlantıları

Yön kontrol vanaları 2/2 yollu, 3/2 yollu gibi kısa yazımlarla gösterilebilir. Burada ilk rakam bağlantı numarasını, ikinci rakam konum numarasını belirtir.

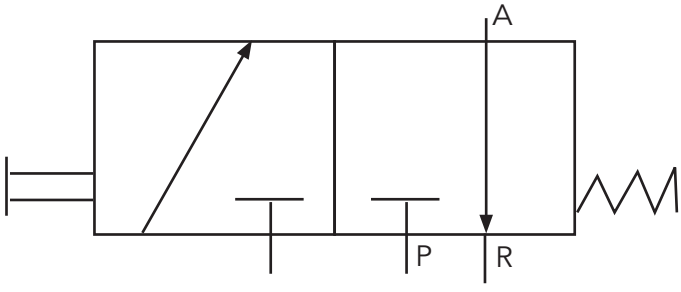


2/2 yollu vanalar (Şekil 4.10) bir aktüatör tarafından çalıştırılan açma kapama vanalarıdır. Giriş ve çıkış olmak üzere iki yola ve açık/kapalı olmak üzere iki konuma sahiplerdir. Aktüatör hareket ettirildiğinde bir akış yolu kapanır, diğer akış yolu açılır.



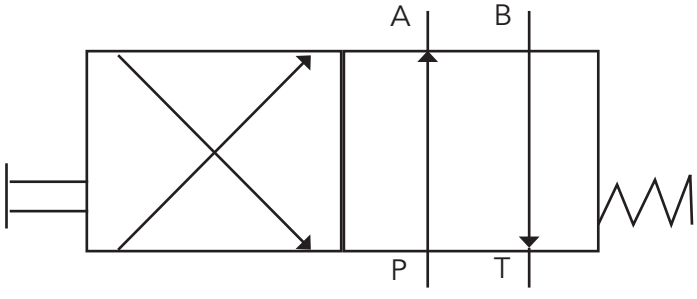
Şekil 4.10: 2/2 yollu vana

Şekil 4.11'deki vanada iki kutucuk olduğu için vana iki konumludur. Konumlardan herhangi birindeki bağlantı sayısı ise üçtür (kare kutu ile temas noktası sayısı). Vana kısaca 3/2 yollu vana olarak ifade edilir (3 yollu 2 konumlu vana). Üç yollu vanalar açık durumdayken iki akış yoluna müsaade eder. Genelde tek etkili silindirlerin çalıştırılmasında kullanılır.



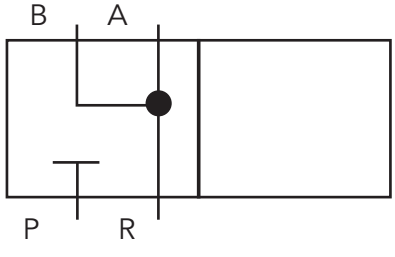
Şekil 4.11: 3/2 yollu vana

Şekil 4.12'deki vanada iki kutucuk olduğu için vana iki konumludur. Konumlardan herhangi birindeki bağlantı sayısı ise dörttür. Vana kısaca 4/2 yollu vana olarak ifade edilir (4 yollu 2 konumlu vana). Dört yollu vanalar çift etkili silindirlerde kullanılır.



Şekil 4.12: 4/2 yollu vana

Vana yollarının birleştiği düğüm noktaları (•) şeklinde gösterilir.



Pnömatik kontrol vanaları elle, mekanik olarak, hava tahriki ile elektrikle ya da tüm bunların bir kombinasyonu ile çalıştırılabilir.

4. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

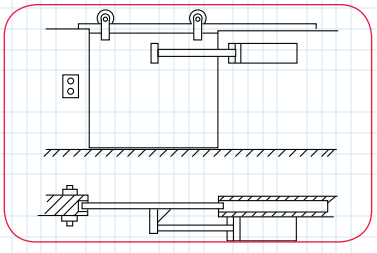
Pnömatik sistemlerde akış şeması oluşturmak.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Pnömatik sistem sembolleri çizelgesi (Öğrenme biriminde bulunmaktadır.)
3. A4 çizim kâğıdı

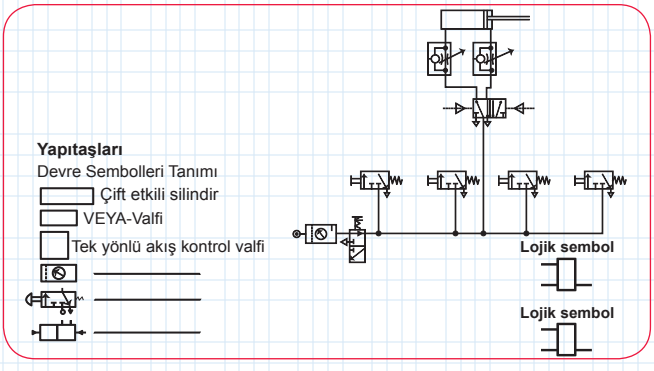
Çalışmanın Yapılışı

1. Pnömatik sistemli bagaj kapısı Şekil 4.13'te verilmiştir.



Şekil 4.13: Pnömatik bagaj kapısı modeli

2. Sisteme bağlı içeriden açma kapama ve dışarıdan kapama valfleri ekleyiniz.
3. Sistemde bulunan (Şekil 4.14) veya valf yerine eklenebilecek alternatif valfler ekleyerek sisteminizin akış şemasını yeniden oluşturunuz.
4. Sisteminizin bağlantı elemanlarını numaralandırınız.
5. Sisteminizin akış yönünü belirleyiniz.



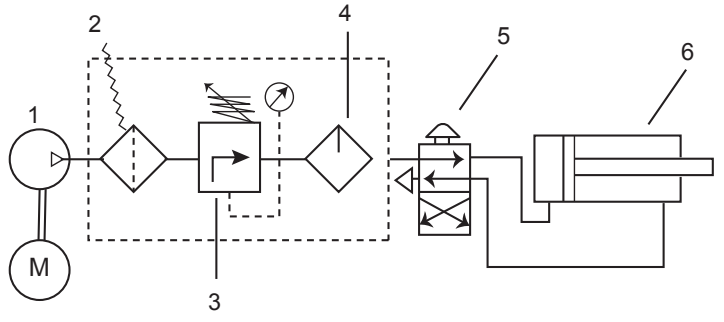
Şekil 4.14: Pnömatik akış şeması ve bağlantı elemanları

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
3	Veya valfi yerine eklenebilecek valf seçimini yaptı.		
4	Ekipmanları numaralandırdı.		
5	Proses akış yönünü belirledi.		
6	Pnömatik sistemin akış şemasını çizdi.		

ALIŞTIRMA



Şekil 4.15 Pnömatik akış şeması ve bağlantı elemanları

Şekildeki devrede bir pnömatik sistemin ana kısımları verilmiştir (Şekil 4.15). Numaralanmış cihazların isimlerini belirtiniz.

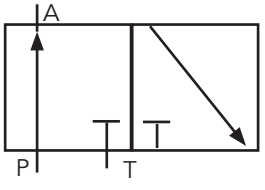
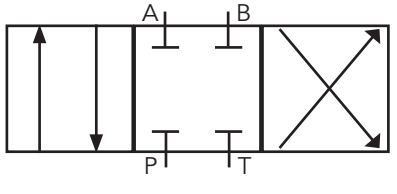
1. 2. 3.

4. 5. 6.

Aşağıda belirtilen sistem elemanlarının çizmini yapınız.

Kompresör	
Hava tankı	
Filtre	
2/2 yön kontrol vanası	

Aşağıdaki yön kontrol vanalarını …./…. formatında isimlendiriniz.

Yön kontrol vanası	Okunuşu
	
	

5. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

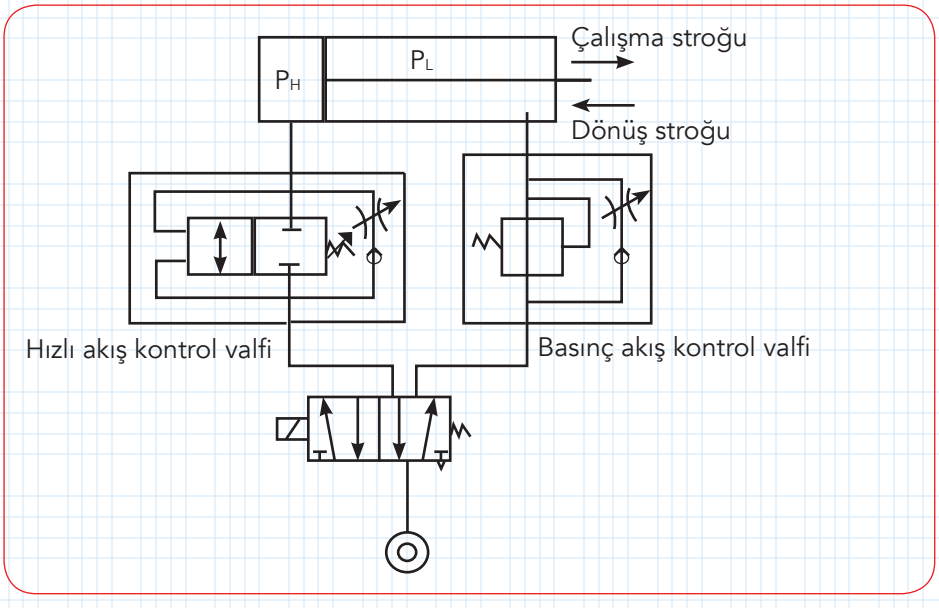
Pnömatik sistemlerde hava tüketimini azaltma akış şemasını oluşturmak.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Pnömatik sistem sembolleri çizelgesi (Öğrenme biriminde bulunmaktadır.)
3. A4 çizim kâğıdı

Çalışmanın Yapılışı

1. Pnömatik sistemli hava tüketimini azaltma devre şeması Şekil 4.16'da verilmiştir.
2. Kullanılan ekipmanları belirleyiniz.
3. Sisteme bağlı valfleri etiketleyiniz.
4. Sistemde bulunan valfler yerine eklenebilecek alternatif valfler ekleyerek sisteminizin akış şemasını yeniden oluşturunuz.
5. Sisteminizin bağlantı elemanlarını numaralandırınız.
6. Sisteminizin akış yönünü belirleyiniz.



Şekil 4.16: Pnömatik sistemlerde hava tüketimini azaltma devre şeması

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
3	Devrede kullanılan valflerin alternatiflerini bularak yeniden akış şeması oluşturdu.		
4	Ekipmanları numaralandırdı.		
5	Proses akış yönünü belirledi.		
6	Pnömatik sistemin akış şemasını çizdi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

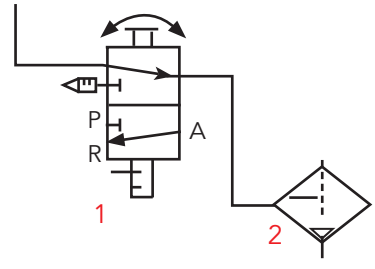
Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. I. Otomotiv
II. Tarım
III. Sanayi

Yukarıdaki alanlardan hangilerinde pnömatik sistemlerden faydalanılır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I,II ve III

2. **Şekilde pnömatik sistemden bir kesit verilmiştir. Şekildeki sistem elemanları ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**



A) Yön kontrol vanası iki konumludur.

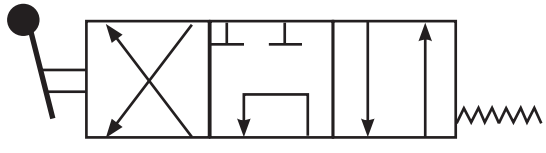
B) 2 numaralı eleman filtredir.

C) 2 numaralı eleman havanın nemi ve tozunu giderir.

D) 1 numaralı eleman yağ gidericidir.

E) 1 numaralı eleman sıvı akışını kontrol eder.

3. **Aşağıdaki şekilde görülen yön kontrol vanası kaç yolludur?**



A) 3/2 yollu B) 4/3 yollu C) 4/2 yollu D) 2/2 yolu E) 3/3 yollu

4. **Aşağıdakilerden hangisi pnömatik sistemin avantajlarından değildir?**

A) Temiz ve güvenilirdir.

B) Üretimi kolay ve ekonomiktir.

C) Kaynağı atmosferdir.

D) Hava içindeki nem korozyon yapabilir.

E) Isı değişimlerinden çok fazla etkilenmez.

5. **Pnömatik sistem bağlantı elemanları ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Havayı hat boyunca taşıyan sistem elemanı borudur.

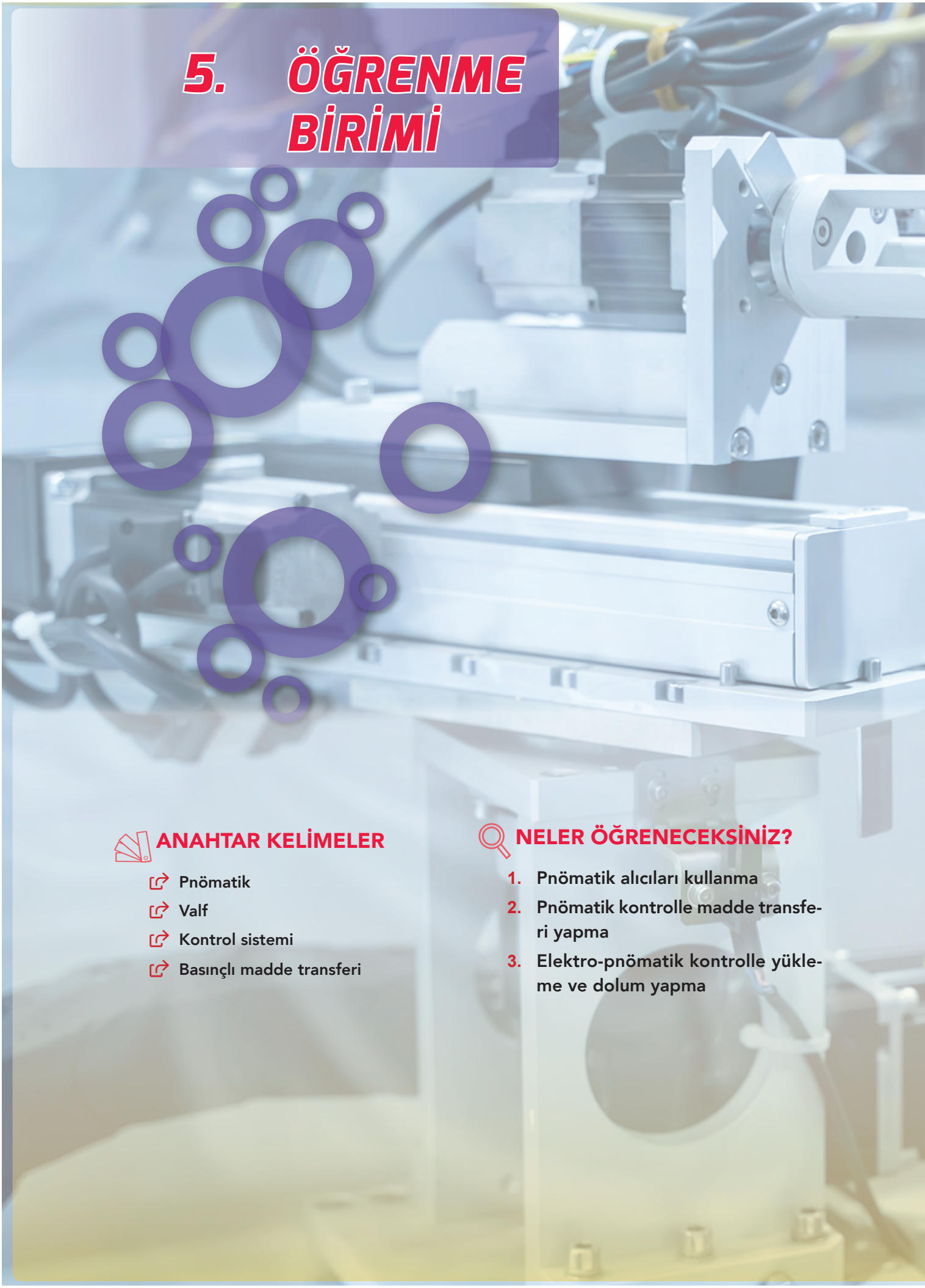
B) Boru çapı ne kadar büyükse o kadar iyidir.

C) Boru çapının çok küçük olması basınç kaybına neden olur.

D) Sızıntıyı önleyici parçalar kullanılmalıdır.

E) Malzemeleri çelik veya pirinç olabilir.

5. ÖĞRENME BİRİMİ



ANAHTAR KELİMELER

- Pnömatik
- Valf
- Kontrol sistemi
- Basınçlı madde transferi

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Pnömatik alıcıları kullanma
2. Pnömatik kontrolle madde transferi yapma
3. Elektro-pnömatik kontrolle yükleme ve dolum yapma

PNÖMATİK VALF VE ALICILARI KULLANMA

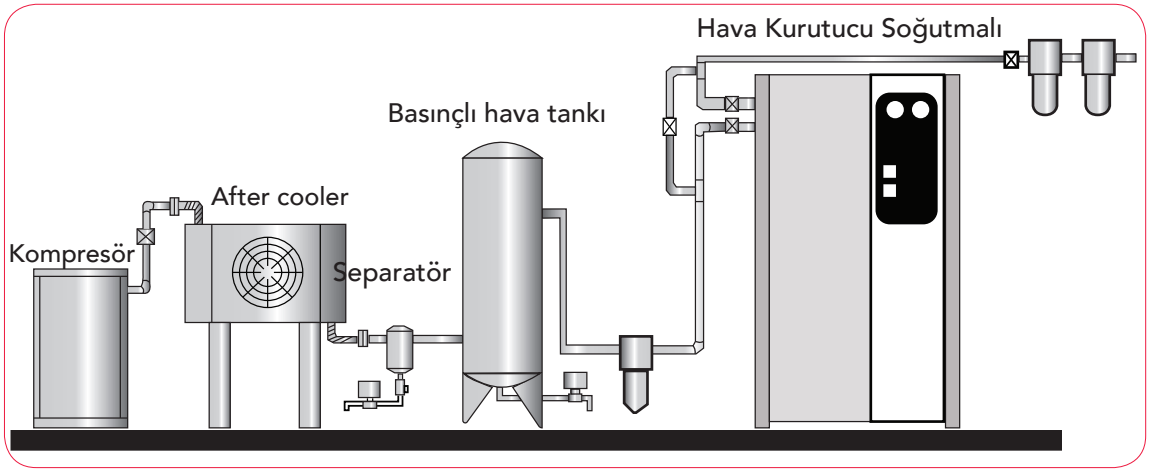
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Tarlasına suyu eşit şekilde dağıtan bir sistem kurmak isteyen çiftçi, pompa sistemi dışında bir sulama sistemi için akış şeması oluşturmaktadır. Hazırlanan şema için hangi alıcıların seçilmesi gerektiğini arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Maddenin fiziksel hâline uygun basınçlı bir taşıma sistemi oluştururken sistem ve akış şeması nasıl kurulmalıdır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

5.1.1. Pnömatik Alıcıları Kullanma

Basınçlı hava sistemleri olarak bilinen pnömatik sistemler, motorlar ve pnömatik silindirler vasıtasıyla enerjiyi mekanik güce dönüştürebilir. Bu sistemlerde basınçlı havanın hazırlanması ve mekanik gücün devamlılığı çok önemlidir. Basınçlı hava sisteminin hazırlanması için kompresör kullanılır. Kompresör, sistemdeki boru ve hortumların yardımıyla sürekli ve düzenli basınç kaynağı oluşturup akışkanları sistemdeki alıcılara gönderir.

Pnömatik sistemlerde kompresör, basınçlı hava tankı (havanın dağıtılmasını ve şartlandırılmasını sağlamak amacıyla), hava motoru, su tutucu-hava kurutucu, valfler, uygun sızdırmaz boru hattı, basınçölçerler bulunmaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: Pnömatik sistem elemanları

Endüstriyel işletmelerde pnömatik sistemlerin yanı sıra hidrolik sistemler de kullanılır. Hidrolik sistemlerdeki alıcı birimleri pnömatik sistemlerle benzer özellikler gösterir.

5.1.2. Pnömatik Alıcı Çeşitleri Ve Özellikleri

Pnömatik iç yapı ve alıcıları; pnömatik silindir, motor ve akümülatörlerden oluşur. Pnömatik silindirler ön-arka kapak, silindir borusu, piston kolu ve sızdırmazlık birimlerinden meydana gelir. Pnömatik silindir, akışkana basınçla kazandırılan enerjiyi doğrusal itme veya doğrusal çekme hareketine dönüştürür.

a) Silindir Borusu (Gömlek-Kovan)

Pistonun içinde bulunduğu dış yapıdır. Piston ile silindir borusu arasındaki sürtünme en aza indirilirse sızdırma ve kaçaklar azalır, verim artar.

b) Piston ve Piston Kolu, Krank

Piston kolu, silindir içinde bulunan pistonun eksen boyunca yaptığı hareketi dönme hareketine dönüştürürken krank milinin de dönme hareketi yapmasını sağlar. Piston ise yataklama görevini üstlenir.

c) Ön ve Arka Kapak

Sızdırmazlık elemanını taşıma, yataklama yapma ve silindir borusunu kapatma görevleri bulunur.

ç) Sızdırmazlık Birimi

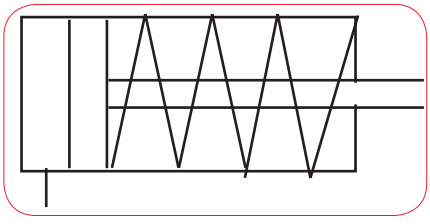
Sistem içinde kaçakların olmaması ve verimin düşmemesi için kullanılan birimlerdir.

5.1.3. Silindir Çeşitleri Ve Sembolleri

Pnömatik alıcı sistemlerinde bulunan silindirleri genel anlamda yedi kategoride incelemek mümkündür.

a) Tek Etkili Silindir

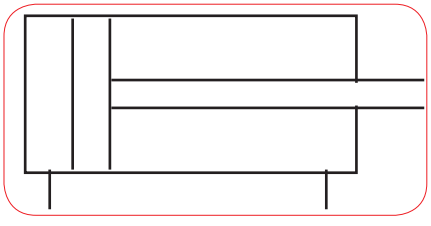
Silindir içine havanın girişi ve çıkışı bir delikten gerçekleşir ve sistem bir yönde iş yapar. Piston kuvveti, bir dış kuvvetin etkisi veya kendi ağırlığıyla ya da bir yay tarafından ileri-geri dönüş hareketi sonucu meydana gelir. Proses akış sembolü Şekil 5.2'deki gibi gösterilir.



Şekil 5.2: Tek etkili silindir sembolü

b) Çift Etkili Silindir

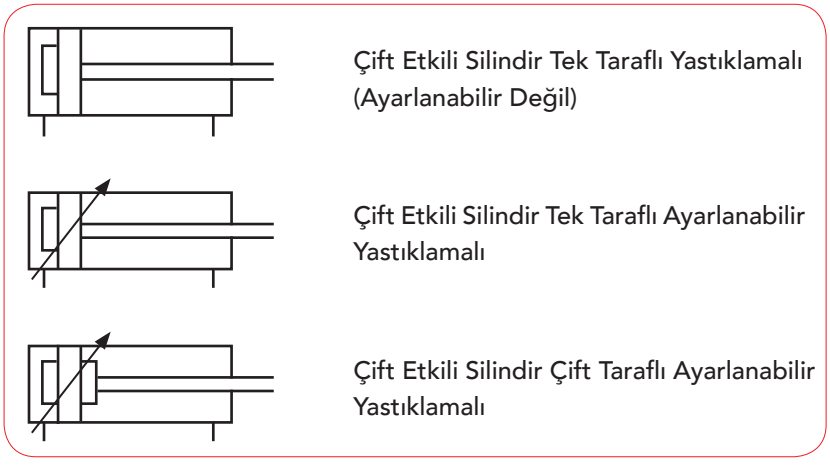
Silindirin giriş ve çıkış kapaklarında iki adet delik vardır ve piston kolu piston yüzeyine bağlı olarak her iki yöne de etki edecek şekilde harekette bulunabilir. Hava; piston üzerinden verildiğinde piston kolundan, piston kolundan verildiğinde ise pistonun bulunduğu taraftan dışarı atılır. Böylece silindir iki yönde de iş yapmış olur (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: Çift etkili silindir sembolü

c) Yastıklı Tip Silindirler

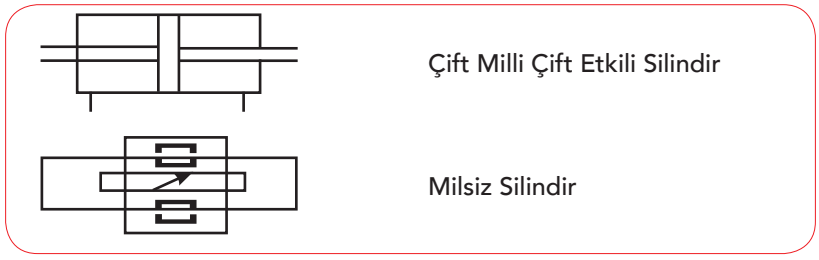
Silindirden geçirilecek olan akışkan, ağır bir kütle olduğunda (silindir içinde hasar oluşmaması için) strok ucuna (sonuna) yastıklama yapılır. Bu işlemde havanın dışarı çıkacağı delik kapanır. Bu durumda hava, piston ile silindir arasına sıkışacağı için bir çek valf kullanılarak sistemde ayarlanabilir bir delik oluşturulur. Bu silindirler doğrusal eyleyici silindir olarak bilinirler ve çeşitleri sistem içinde Şekil 5.4'teki gibi sembolize edilir.



Şekil 5.4: Yastıklı tip silindirler

ç) Çift Milli Silindir

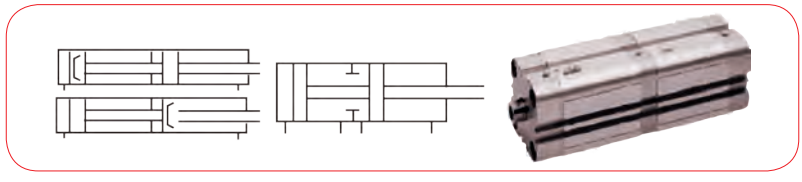
Silindirde bulunan piston kolu her iki taraftan yastıklandığı için elde edilen kuvvet ve hız birbirine eşittir. Bu şekilde silindirde meydana gelebilecek yükler de karşılanmış olur. Şekil 5.5'te çift milli ve milsiz silindirlerin sembolü gösterilmiştir.



Şekil 5.5: Çift milli ve milsiz silindir sembolü

d) Tandem Silindir

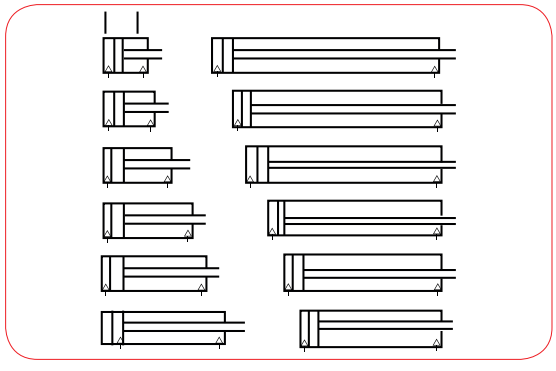
Silindir gövdesinde çift etkili iki adet silindir vardır. Bu çift etkili silindirlere piston kolu tarafından aynı anda hava verilir. Böylece basınçlı havanın etkisi iki katına çıkmış olur. Bu tarz silindirler piston çapının büyük olduğu yerlerde kullanılır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6: Tandem silindir sembolü

e) Çok Konumlu Silindir

Tandem silindirde yan yana yerleştirilen çift etkili silindir yapısı, çok konumluda arka arkaya yerleştirilir. Piston kolu, sabit olduğu için tüm iş diğer silindirin piston kolundan yapılır. Bazı sistemlerde bu yapı on iki konuma kadar çıkarılabilir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7: Çok konumlu silindir sembolü

f) Döner Silindir

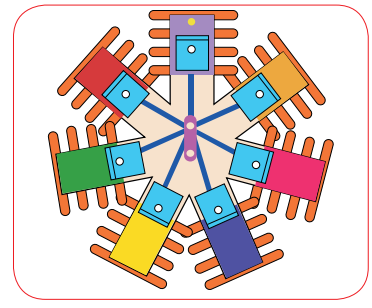
Çift etkili bir silindirdir. Piston kolu, dişli bir profille uç kısma sabitlenir ve dişli bir çark sayesinde havayı basınçlandırır. Her iki yönde de dairesel hareketi doğrusal harekete çevirir. Açısal dönüşler sağlayan silindir çeşitleri de mevcuttur. Bu silindirler klima ve valf kumandalarında kullanılır.

5.1.4. Motorlar

Pnömatik motor sistemleri basınçlı akışkanın (havanın) enerjisini dairesel dönme hareketine çevirir. Pnömatik motorlar küçük olduğu için gerekli hızı sağlamak ve kontrol etmek oldukça kolaydır. Motor çalışırken zehirli gaz çıkarmaz. Kirli, yüksek ısılı ve ağır çalışma ortamlarında kullanılır. Pnömatik motorlar petrol sondajından küçük hava tornavidalarına kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir.

a) Radyal Pistonlu Motorlar

Pistonlu yıldız şeklini andıran bir motordur. Basınçlı havadan sağlanan enerjiyi dairesel hareket enerjisine dönüştürür. Bu motorların gücü giriş basıncıyla, piston hızı ve sayısıyla doğru orantılıdır. Ayrıca pistonun yüzey alanı da motor gücünü etkiler (Şekil 5.8).



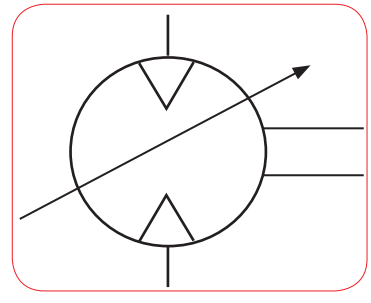
Şekil 5.8: Radyal pistonlu motor

b) Eksenel Pistonlu Motorlar

Radyal pistonlu motorla çalışma prensibi aynıdır. Hava hareketinde denge sağlanması açısından iki piston aynı anda basınçlandırılır. Bu tür motorların hareket manevraları sağa ve sola doğru daha serbesttir. Vinçler, beton kırma ve taş kırma gibi ağır yük getiren çalışma alanlarında kullanılır.

c) Paletli (Kanatlı) Hava Motoru

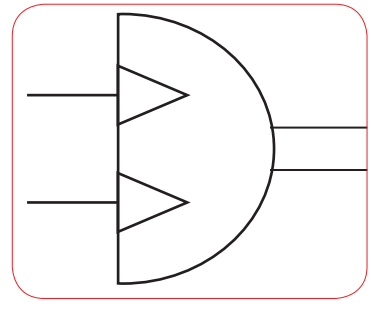
Basit yapılı ve hafif bir motor olduğu için daha çok üretim işletmelerinde tercih edilir. Silindir şeklindedir ve merkezinde bir göbek vardır. Göbekte bulunan yuvalara kanatlar yerleştirilmiştir. Bu hava motoru çalışırken merkezkaç kuvveti oluşturur ve dakikada 3000 ila 9000 devir arasında döner. Dönerken silindirin iç çeperlerine doğru hava itilir. Dönme hareketi iki yönde de gerçekleşir. Gösterimi akış şemasında Şekil 5.9'da verilmiştir.



Şekil 5.9: Paletli hava motoru sembolü

ç) Dişli Hava Motorları

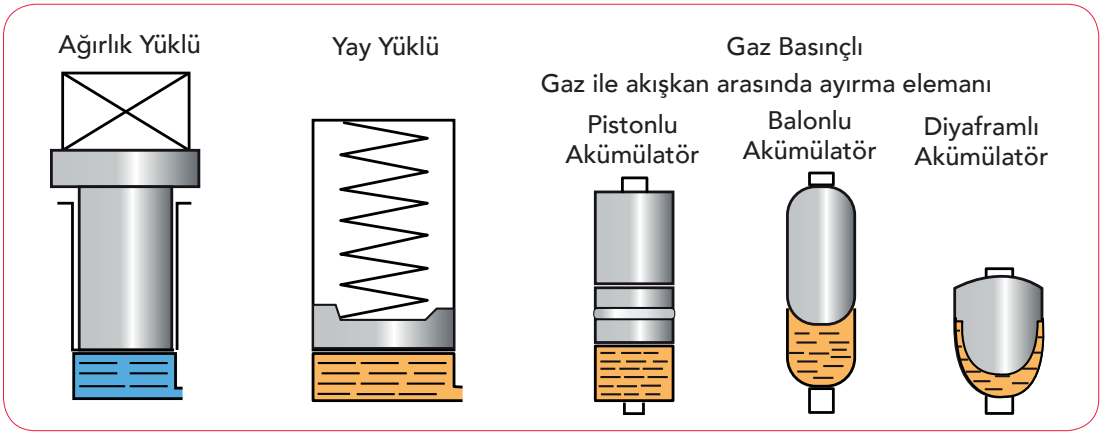
Dönme hareketini hava hareketi yardımıyla iki dişli çark arasında yapan motorlardır. Dişli yapıdan biri çıkış miline bağlıdır. Kullanım alanı; madencilik, petrokimya, demir-çelik sanayi, türbin tipi sanayi gibi daha çok güç gerektiren yerlerdir. Eksenel kompresör çalışma prensibinin tersi yönde çalışır. Dakikada 500000 devirle döner (Şekil 5.10).



Şekil 5.10: Dişli hava motoru sembolü

5.1.5. Akümülatörler

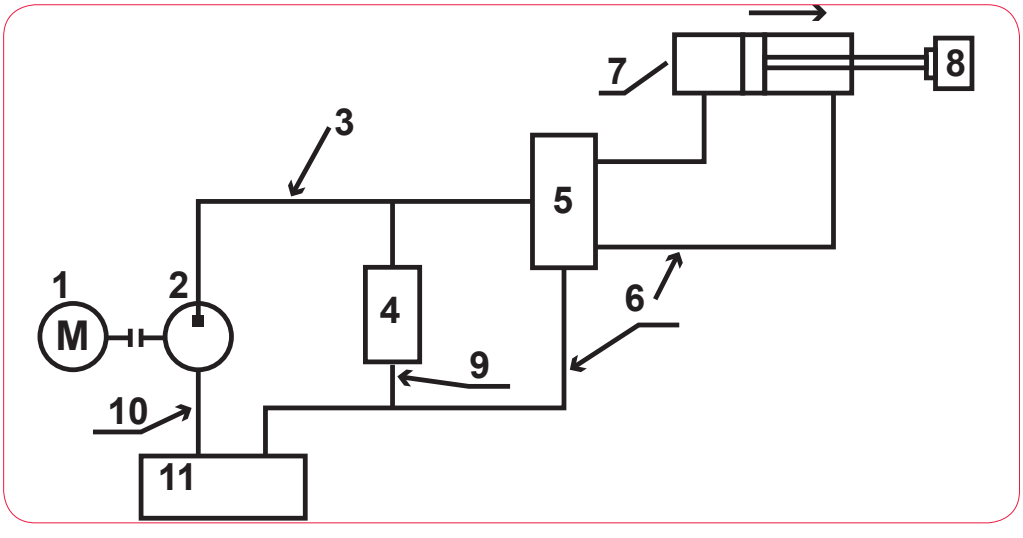
Maliyeti düşük, enerji tasarrufu yüksek bağlantı elemanlarıdır. Yüksek basınç altında sıvı enerjisini kullanarak sisteme madde pompalayan düzeneklerdir. Akümülatörlerin dezavantajı, sistemde gecikme süresi oluşturmasıdır. Sıvının sıkışabilirliği gecikmelere sebep olduğu için reaksiyon verme (güç uygulama) gecikmektedir. Şekil 5.11'de farklı akümülatörlerin şeması verilmiştir.



Şekil 5.11: Akümülatör çeşitleri ve sembolleri

ALIŞTIRMA

Aşağıdaki akış şemasında numaralandırılarak gösterilen devre elemanlarının isimlerini yazınız.



1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.

1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

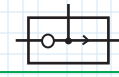
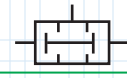
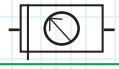
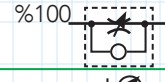
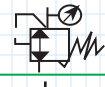
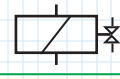
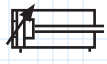
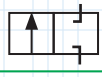
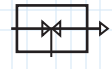
Pnömatik deney seti akış şeması oluşturmak.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Pnömatik sistem sembolleri çizelgesi
3. A4 çizim kâğıdı

Çalışmanın Yapılışı

1. Pnömatik deney setini oluşturunuz.
2. Kullanılacak ekipmanları belirleyiniz.
3. Bağlantı ekipmanlarının kurulumunu yaparken ekipmanları numaralandırınız.
4. Deney setini çalıştırarak işleyişini (basınç değişimi) gözlemleyiniz.
5. Aşağıda verilen devre sembollerini kullanarak sisteminizdeki akış yönünü belirleyiniz.
6. A4 kâğıdına belirlediğiniz akış şemasını çiziniz.

	Basınçlı hava kaynağı		Veya valfi
	Hava motoru		Ve valfi
	Şartlandırıcı		Tek yönlü akış kontrol valfi
	Basınç ölçer		Monometreli basınç ayar valfi
	Tek etkili silindir		Valf selenoidi
	Çift etkili silindir		Normalde açık kontak
	Yön denetim valfi (2/2)		Vakum jeneratörü
	Yön denetim valfi (5/2)		Vantuz

NOT: Pnömatik deney seti devre elamanlarını oluştururken deney seti çalıştırma prosedürünü takip edebilirsiniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Pnömatik deney setini hazırladı.		
3	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
4	Ekipmanları numaralandırdı.		
5	Proses akış yönünü belirledi.		
6	Pnömatik sistemin akış şemasını çizdi.		

5.2.1. Pnömatik Kontrolle Madde Transferi

19. yüzyılın son yarısında kurulan ve günümüzde de madde transferi ve taşımacılık için önem arz eden pnömatik iletim sistemleri otomasyonu geliştirilmektedir. Pnömatik sistem kullanarak katı (toz), sıvı ve gaz maddelerinin taşınması sırasında çevreye verilebilecek zararı en aza indirme çalışmaları devam etmektedir. Kullanım avantajları sayesinde hidrolik ve elektrikli sistemlere göre daha fazla tercih edilmektedir.

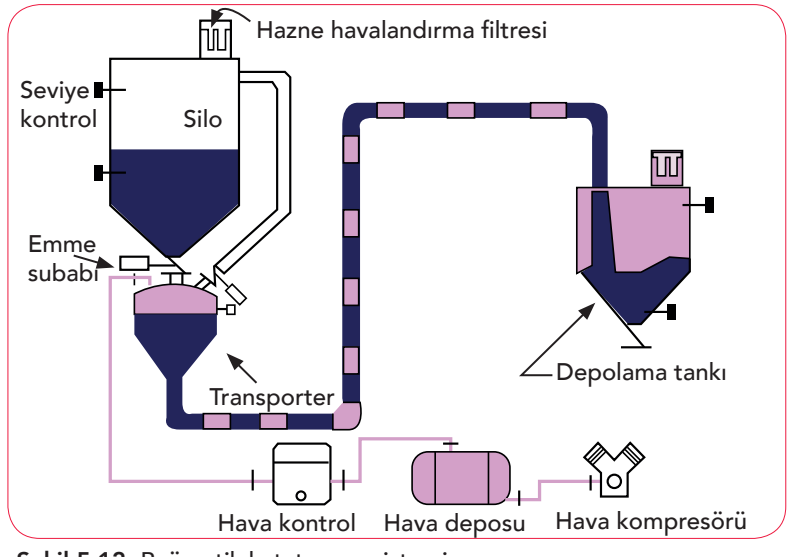
Pnömatik taşıma sisteminin genel çalışma prensibi, yükün basınçlı hava hareketinden faydalanarak bir noktadan başka bir noktaya taşınmasıdır. Pnömatik akış sistemlerinde taşıma, yoğun faz ve seyreltik faz olmak üzere iki farklı şekilde yapılır. Yoğun fazda akış, düşük hız ve yüksek basınç gerektirirken seyreltik fazda düşük basınç ve yüksek hız gerekir. Yoğun fazda taşıma yapmak seyreltik faza oranla maliyetlidir. Her iki taşımada da amaç kaliteyi bozmadan ürün transferini sağlamaktır.

5.2.2. Pnömatik Sistemlerde Madde Taşınması ve Akış Şeması

Pnömatik taşıma sistemlerde taşınabilecek madde, genellikle katı toz veya granüllü yapıya sahip ürünlerdir ancak sıvı ve gaz fazındaki maddeler de pnömatik sisteme eklenecek bir bağlantı elemanı sayesinde taşınabilir.

a) Katı Fazın Taşınması

Yoğun fazda taşıma yapılırken pnömatik sisteme yüklenen katı malzemenin oranı sabit tutulmalıdır. Taşıma mesafesi arttıkça sistemin hava besleme basıncı sınırlı olacağından verim düşmektedir. Yoğun faz taşımada borulardaki süspansiyon için tuzlama seviyesi olarak da tanımlanan kritik hız bulunmaktadır. Katı malzeme–hava oranı bu tuzlama seviyesinin altında olmalıdır. Bunun için sistem içinde bulunan hava cepleri, malzemeyi borulardan gruplar hâlinde geçmelidir. Bu geçişler açma–kapama valfleri ile yapılır. Şekil 5.12'de boru üzerindeki süspansiyon geçişleri gösterilmektedir.



Şekil 5.12: Pnömatik katı taşıma sistemi

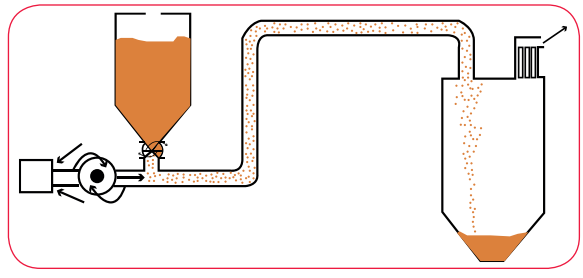
Pnömatik taşıma, özellikle yumuşak toz hâlindeki katıların taşınması için uygundur. Taşıma sırasındaki sistem performansı, tamamen malzemenin yapısı ile ilgilidir ve önceden tahmin edilmesi zordur.

ETKİNLİK

4.öğrenme biriminde verilen pnömatik semboller tablosundan faydalanarak pnömatik katı faz taşıma sisteminin akış şemasını oluşturunuz (Şekil 5.12'de verilen sistemden faydalanabilirsiniz.).

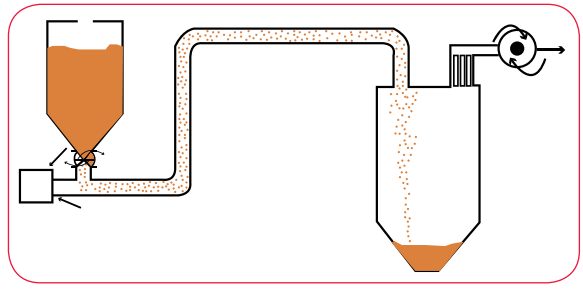
Seyreltik fazdaki katılar, hava basıncı sayesinde sistem içinde asılı gibi hareket eder. Yüksek basınçlı hava-düşük yoğunluklu malzeme oranına sahip olduğu için-yüksek hızda hareket eder. Sistem içindeki katılar hava hareketine göre yatay veya dikey olarak hareket edebilir.

Pnömatik taşıma sistemleri, basınçlı veya vakumlu olarak kullanılabilir. Seyreltik fazda basınçlı taşıma sistemine bir üfleyici yerleştirilir. Bu üfleyici pozitif deplasmanlıdır. Döner hava kilidi sayesinde malzemeyi haznede serbest bırakır ve hat boyunca basıncın devam etmesini sağlar (Şekil 5.13). Taşıma sistemindeki valfler sayesinde hareket kazanan malzeme, hat içinde yön değiştirebilir.



Şekil 5.13: Pnömatik sistemde seyreltik fazda basınçlı taşıma hattı

Seyreltik faz taşıma sisteminde pozitif deplasmanlı üfleyici, taşıma hattının sonuna bağlandığında vakum oluşturur. Böylece vakumlu taşıma sistemi meydana gelmiş olur (Şekil 5.14).



Şekil 5.14: Pnömatik sistemde seyreltik fazda vakumlu taşıma hattı

Vakumlu hava taşıma sisteminde üfleyiciden gelen güç ve hareket havanın hattan çekilmesine neden olur. Malzeme, sistem içinde tek bir noktada toplansa da birden fazla yerden alınması mümkündür. Toplama noktası genellikle iletilmesi gereken nokta olarak tercih edilir.

b) Sıvı ve Gazların Taşınması

Pnömatik sisteme eklenen bir bağlantı elemanı, sıvı ve gaz fazındaki maddelerin taşınmasını sağlar. Sıvı faz, sisteme eklenen sıvı depolama tankı ve negatif deplasmanlı bir enjektör ile taşınır. Pnömatik sistem, taşıdığı sıvının aşındırma kuvvetine ve pH değerine karşı dayanıklı olmalıdır.

Gazların taşınabilmesi ve depolanabilmesi için pnömatik sisteme pozitif deplasmanlı enjektör veya gaz depolama tankı (sıvılaştırılarak depolama) eklenir. Bu tip pnömatik sistemlerde bağlantı elemanları ve sızdırmazlık elemanları büyük önem taşır.

2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI

Amaç

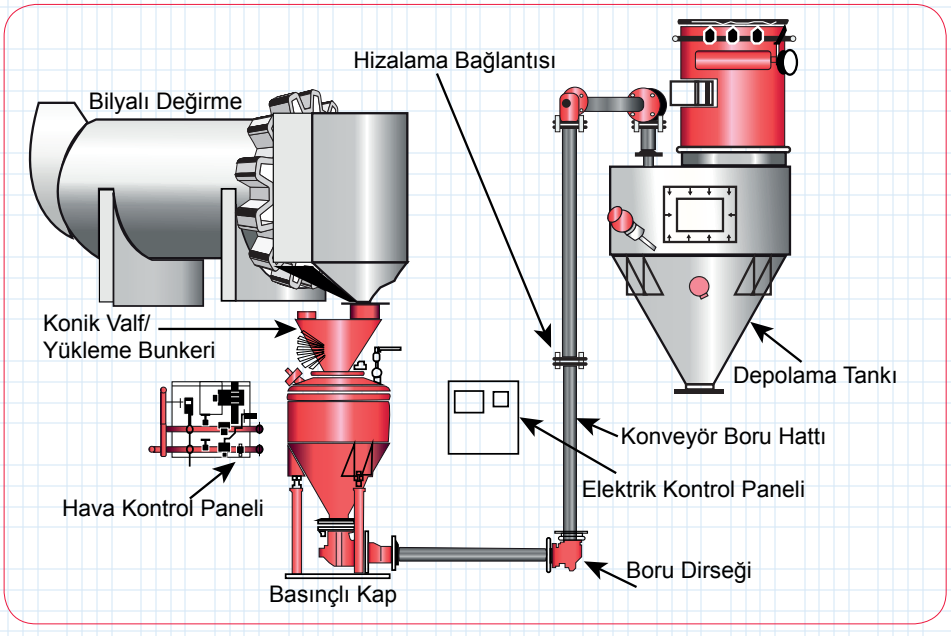
Çimentonun pnömatik sistemde taşınması şeması oluşturmak.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Pnömatik sistem sembolleri çizelgesi
3. A4 çizim kâğıdı

Çalışmanın Yapılışı

1. Çimentonun pnömatik sistem ile taşınması şablonunu (Şekil 5.15) inceleyiniz.
2. Kullanılacak ekipmanları belirleyiniz.
3. Bağlantı ekipmanlarını numaralandırınız.
4. Verilen devre sembollerini kullanarak sisteminizdeki akış yönünü belirleyiniz.
5. Belirlediğiniz akış şemasını, A4 kâğıdına çiziniz.



Şekil 5.15: Çimentonun pnömatik sistemde taşıma modeli

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Çimento taşıma sistemini inceledi.		
3	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
4	Ekipmanları numaralandırdı.		
5	Proses akış yönünü belirledi.		
6	Pnömatik sistemin akış şemasını çizdi.		

5.3.1. Elektro-Pnömatik Kontrolle Yükleme ve Dolum

Pnömatik sistemde basınç, toz veya granül hâlindeki katıyı basınçlı hava hareketi ile asılı tutarak iletir. Böylece elde edilen enerji mekanik harekete dönüşür. Ancak otomasyonun gelişmesi sistemin daha verimli kullanılmasını gerektirir. Ne yazık ki pnömatik sistemlerin de bazı dezavantajları vardır. Bunlar:

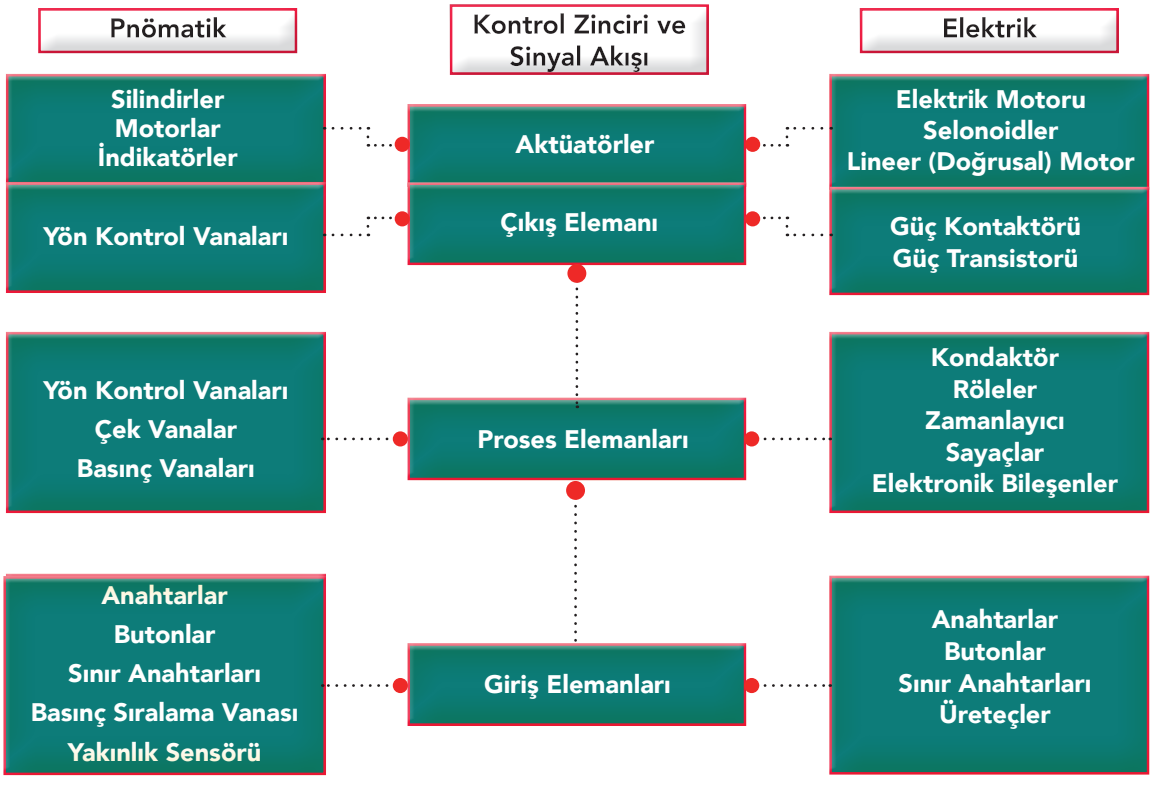
- Otomasyon mesafesi uzun ve hızlı olmamalıdır.
- Pnömatik sistem taşımayı karmaşık hâle getirir.
- Bu sistemlerde basınçlı hava hazırlanması ve sürekli hortum kullanılması maliyeti yükseltir.

Otomasyonda bu dezevantajları ortadan kaldırmak ve mekanik harekete yardımcı olmak için elektrik enerjisinden yararlanılır. Elektrik enerjisinin ve mekanik enerjinin birlikte kullanıldığı pnömatik sistemlere elektropnömatik sistemler denir. Elektropnömatik sistemler dezavantajları ortadan kaldırarak otomasyon verimini arttırır.

5.3.2. Elektro-Pnömatik Sistemin Özellikleri

Akışkan (inert gaz) gücünden yararlanılarak oluşturulan pnömatik sistemlerde basınçlı havayı daha kolay kontrol edebilmek için elektrik teknolojisi kullanılır. Elektropnömatik adı verilen bu sistemlerde pnömatik sistemlerden farklı olarak selonoid vanalar, elektropnömatik anahtarlar ve röleler vardır. Hem pnömatik hem elektrikli parçalardan oluşan bu sistemlerde pnömatik parçalara enerjiyi hava kompresörü sağlar. Elektrikli parçaların enerji kaynağı ise pil ve jenaratörlerdir. Genel bir elektropnömatik sistemin elemanları Tablo 5.1'deki gibidir.

Tablo 5.1: Elektropnömatik sistem elemanları



Modern teknolojide karmaşık sistemlerin hareket tahriki için programlanabilir mantık denetleyicileri (PLC) kullanılır.

Pnömatik sistemi başlatmak, izlemek ve durdurmak elektropnömatik sistemin işidir. Kontrol elemanı olarak çoğunlukla yön kontrol vanası kullanılır. Butona basıldığında vana bağlantılarının konumu değiştirilir. Bu elektrik bağlantılı bileşenlerin kullanımı mekanik sistemlere oranla daha az aşınma yapar. Hassas kuvvet kontrolü gerektiren durumlar için idealdir. Sisteme hız kazandırır. Parçaların değişimi kolaydır.

Pnömatik sistemlerde basınç, akış ve konum kritik bileşenlerdir. Kullanılan sensörlerle bu bileşenler kontrol altına alınır ve sistem daha güvenilir bir hâle gelir.

Tüm pnömatik sistem bağlantıları tek bir elektrik paneline bağlanarak merkezi bir kontrol sistemi oluşturulabilir.

Matkaplardan uzay araştırmalarına kadar geniş bir yelpazede elektropnömatik teknolojisinden faydalanılmaktadır.

5.3.3. Elektro-Pnömatik Devre Sembolleri ve Çizim Kuralları

Elektropnömatik teknolojide kullanılan elemanlar; aktüatörler, sensörler, butonlar, yön kontrol vanaları ve selonoid vanadır. Selonoid vana elektriksel sinyaller ile açılır/kapanır, pnömatik aktüatör ile elektriği birbirine bağlar. Elektrik sinyali, elektrikle çalışan yön kontrol vanalarını da kontrol eder.

Enerji besleme kaynakları basınçlı hava ve elektriktir. Hava, besleme ünitesinden silindire yön kontrol vanası ve selonoid vana aracılığı ile aktarılır. Yön kontrol vanaları silindirlerin piston çubuğunun ileri hareketini sağlar. Akım durdurulduğunda piston normal pozisyonuna döner.

Elektropnömatik devrede sinyalleri alan ve işleyen kısım elektrik devresidir.

Devrelerde anlık butonlar ve sürekli temas butonları bulunur. Anlık butonlar serbest bırakıldığında etkinleştirilmemiş hâline döner. Temas butonlarını seçilen konumda sürekli tutabilmek için bir kilitleme mekanizması bulunur. Seri bağlı butonlar VE mantığı, paralel bağlı butonlar VEYA mantığı ile çalışır.

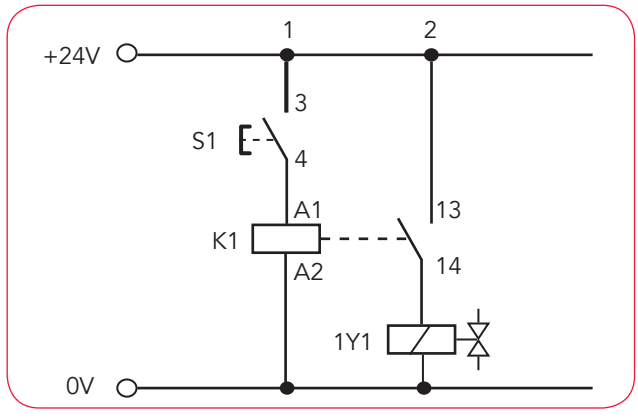
Elektropnömatik devrelerde pnömatik devre (güç devresi) ve elektrikli devre (kontrol devresi) ayrı ayrı çizilir. Sensör ve vanalar ise her iki şemada da gösterilir. Elektrik şeması kontrol bileşenlerinin birbirine bağlantısını ve birbirleri ile etkileşimlerini belirtir. Başlıca elektrik sembolleri Tablo 5.1'de gösterilmiştir. Bileşenlere verilen harf ve numara kimlikleri ayrı bir tabloda belirtilir. Bağlantının hatasız yapılabilmesi için verilen harf ve numaralar birbirine karıştırılmamalı, aynı işleve sahip olanlar aynı sembolle belirtilmelidir. Devrelerin kolay okunması için farklı akım yolları ayrıca çizilir.

Tablo 5.2: Başlıca Elektrik Sembolleri

Doğru Akım	Doğrultucu	Direnç	Gösterge lambası	Topraklama	Normalde kapalı bağlantı
Alternatif akım	Kalıcı mıknatıs	Bobin	Kapasitör	*Normalde açık bağlantı	Elektromekanik sürücü

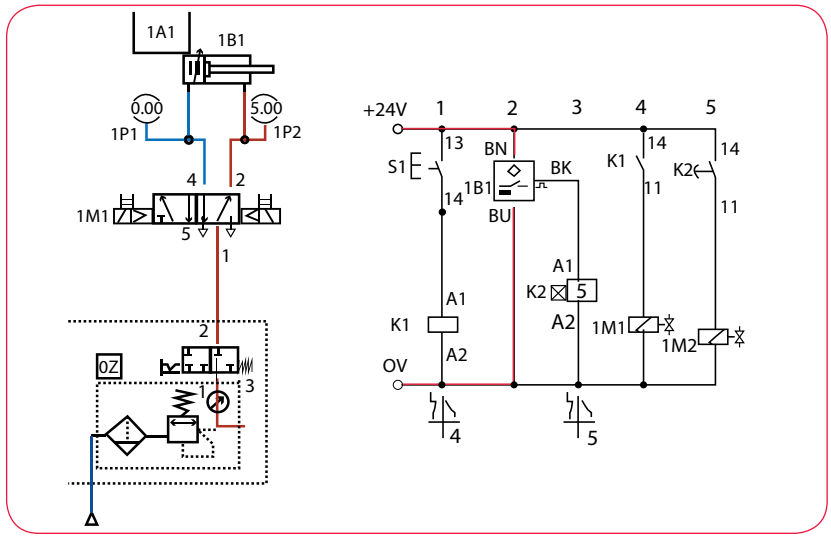
*Elektrik devrelerinde ''normalde açık" terimi enerji akışının olmadığı anlamına gelir. Anahtar kapatıldığında enerji akışı gerçekleşir ve sistem çalışır hâle gelir.

Şekil 5.16'da verilen devre kesitinde 1 ve 2 ile numaralananlar akım yolları; 3, 4 ve 13, 14 normalde açık bağlantılar, S1 anahtar (başlatma sinyali) , Y1 selonoid vana, K1 ise röleyi belirtmektedir.



Şekil 5.16: Elektropnömatik devre kesiti

Şekil 5.17'de ise pnömatik devre ve elektrik devreleri görülmektedir. 1M1 ve 1M2 olarak adlandırılmış selonoidler iki devrede de belirtilmiştir.



Şekil 5.17: Pnömatik devre ve elektrik devresi

3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞI



Amaç

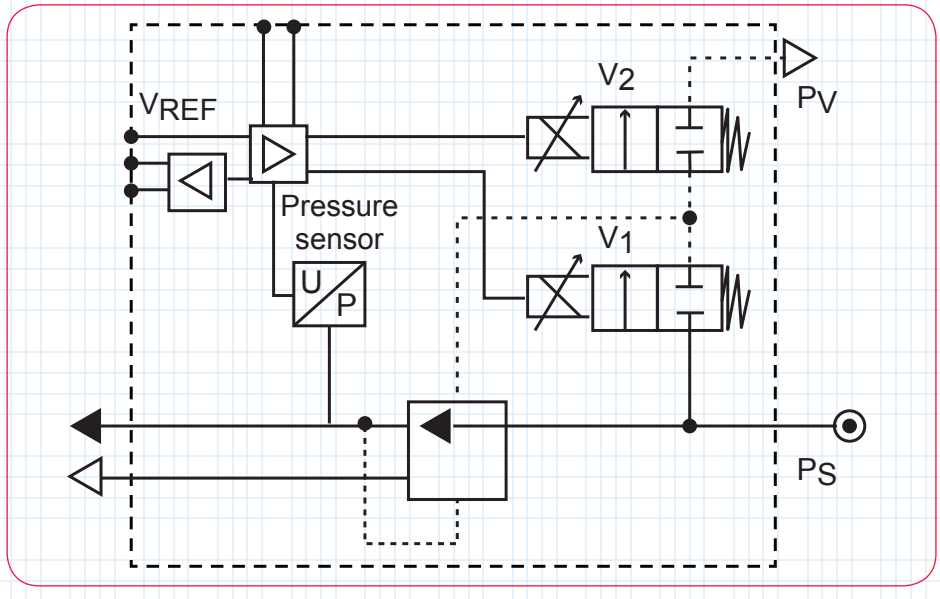
Elektropnömatik sistemin akış şemasını oluşturmak.

Araç Gereç

1. 2B kalem
2. Pnömatik sistem sembolleri çizelgesi
3. A4 çizim kâğıdı

Çalışmanın Yapılışı

1. Aşağıda verilen elektropnömatik akış şemasını inceleyiniz.
2. Kullanılacak ekipmanları belirleyiniz.
3. Bağlantı ekipmanlarını numaralandırınız.
4. Verilen devre sembollerini kullanarak sisteminizdeki akış yönünü belirleyiniz.
5. A4 kâğıdına akış şemasına ait sistem modelini çiziniz.



Şekil 5.18: Elektropnömatik akış şeması

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. TEKNİK RESİM UYGULAMA YAPRAĞININ KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uygun olarak koruyucu donanımlarını kullandı.		
2	Verilen akış şemasını inceledi.		
3	Kullanılan ekipmanları belirledi.		
4	Ekipmanları numaralandırdı.		
5	Proses akış yönünü belirledi.		
6	Pnömatik sistemin akış şemasını çizdi.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

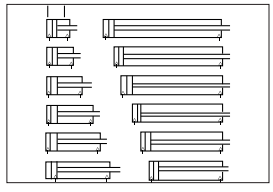
Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. I. Toz katılar
II. Sıvı çözeltiler
III. Soğutucu gazlar

Yukarıdakilerden hangileri pnömatik sistemlerde bir noktadan başka bir noktaya transfer edilebilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I,II ve III

2. **Şekilde verilen pnömatik sistem elemanı olan silindir aşağıdakilerden hangisidir?**



A) Çift milli silindir B) Çok konumlu silindir C) Döner silindir
D) Tandem silindir E) Yastık tipli silindir

3. I. Pnömatik devre
II. Sensör devresi
III. Kontrol devresi

Yukarıda verilen şemalardan hangisi elektropnömatik sistem içinde bulunan temel devrelerdendir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I,II ve III

4. **Aşağıdakilerden hangisi pnömatik sistemlerde kullanılan motorlardan değildir?**

A) Dişli hava motoru
B) Diyaframlı akümülatör
C) Eksenel pistonlu motor
D) Paletli hava motoru
E) Radyal pistonlu hava motoru

5. **Aşağıdakilerden hangisi pnömatik silindirlerin birimlerinden değildir?**

A) Arka kapak
B) Ön kapak
C) Piston kolu
D) Silindir vanası
E) Silindir borusu

CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	E	E	A	B	A	A	A
	8	**9**	**10**				
	D	B	C				

2. ÖĞRENME BİRİMİ							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	E	A	B	C	D	B	D

3. ÖĞRENME BİRİMİ							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	B	C	B	C	E	E	C

4. ÖĞRENME BİRİMİ					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
	E	D	B	D	B

5. ÖĞRENME BİRİMİ					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
	E	B	C	B	D

		A
absorpsiyon	:	Emme, soğurma.
akışkan	:	Sıvı, gaz ve toz gibi yer çekimi etkisi altında akma özelliği gösteren madde.
akümülatör	:	Elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depolayan, istenildiğinde bunu elektrik enerjisi olarak veren cihaz, akımtoplar, akü.
aktüatör	:	Bir mekanizmaya hareket sağlayan eleman.
altıgen	:	Altı kenarlı çokgen.
ayrımsal damıtma	:	Kaynama sıcaklığı farkından yararlanılarak yapılan sıvı karışımları ayırma işlemi.
		B
basınç	:	Birim alana dik uygulanan kuvvet.
beşgen	:	Beş kenarlı çokgen.
biyodizel	:	Kolza, ayçiçeği, soya gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların veya hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir ürün.
boru	:	Akışkanları taşıyan ve ileten hat.
buharlaşma	:	Sıvı hâlden gaz hâle geçme.
		C-Ç
cetvel	:	Doğru çizgileri çizmeye yarayan, dereceli veya derecesiz, tahtadan, plastikten, madenden yapılmış araç, çizgilik.
çizgi	:	Çizilerek veya çeşitli yollarla oluşmuş iz, çizi, hat.
çözelti	:	Maddelerin birbiri içinde çözünmesi ile oluşan homojen karışım.
		D
damıtma	:	Sıvının buharlaştırılması ve daha sonra oluşan buharın soğutucu ortamdan geçirilerek tekrar yoğunlaştırılmasına dayanan ayırma ve saflaştırma işlemi.
debi	:	Kesit alandan belirli bir zamanda geçen akışkan miktarı.
dehidrojenasyon	:	Bir substrattan hidrojen iyonlarının ayrılması.
derişim	:	Çözeltide çözünen madde miktarını gösteren ifade.
destilasyon	:	Bir sıvıyı önce buhar durumuna getirme ve daha sonra soğutarak yeniden sıvı hâline getirerek temizleme.
dikdörtgen	:	Açıları dik olan paralel kenar, mustatil.
dikme	:	Dikey olan doğru veya düzlem, amut.
direnaj	:	Yarada veya vücut boşluklarında biriken sıvının dışarıya akıtılması.
doğru	:	İki nokta arasındaki en kısa çizgi.
		E
elektrik motoru	:	Elektrik enerjisini hareket enerjisine çeviren alet.
elips	:	Bütün noktalarının belirli iki ayrı noktaya olan uzaklıklarının toplamı birbirine denk olan kapalı eğri.
enerji	:	Maddede var olan ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç, erke.
enjektör	:	Bir sıvıyı basınçla herhangi bir yere vermekte kullanılan aygıt.
enstrüman	:	Alet, araç.
eşkenar üçgen	:	Üç kenarı da birbirine eşit olan üçgen.

etüv	:	Yiyecekleri, nesneleri yüksek ısıyla sterilize ve dezenfekte etmekte kullanılan kapalı araç.
		F
fan	:	Sıcak veya soğuk havayı dengeli olarak savuran araç.
fermantör	:	Fermantasyon yoluyla istenen sonuçları elde etmeye yönelik bir sistemdir.
filtre	:	İstenmeyen küçük boyutlu parçacıkları tutan ve uzaklaştıran araç.
		G
gaz	:	Tanecikler arası çekim kuvveti en az olan yüksek enerjili madde hâli.
granül	:	Bir maddenin en küçük tanesi.
gönye	:	Dik açıları ölçmeye ve çizmeye yarayan dik üçgen biçiminde araç.
görünüm	:	Bir şeyin dıştan bakıldığında görünen biçimi, görünme durumu, görünüş, manzara, zevahir, vizyon.
görünüş		Bulunulan bir yerden görülebilen alan, görünüm, manzara.
		H
hacim	:	Maddenin uzayda kapladığı boşluk.
hidrolik	:	Su veya başka bir sıvı basıncıyla işleyen (makine, cendere vb.).
		I-İ
ısı	:	Sistem ile ortam arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanan enerji akışı.
Isı değiştirici	:	Bir ortamdan diğerine ısı aktaran cihaz.
imalat	:	Ham madde işlenerek yapılan her türlü mal.
indikatör	:	Bir kimyasal titrasyonun dönüm noktasına yaklaşıldığında veya dönüm noktasında, renk değişimi gibi fiziksel görünümü değişen madde.
inert	:	Kimyasal reaksiyona girmeyen, etkisiz molekül.
izdüşüm	:	Bir ışık kaynağından çıkan ışınları görüntüleme işi.
		J-K
kare	:	Kenarları ve açıları birbirine eşit olan dörtgen, dördül, murabba.
katı	:	Maddenin kendine ait şekli ve hacmi olan en düzenli hâli.
kazan	:	Isıtma işleminin gerçekleştiği donanım.
kompresör	:	Gazları düşük basıçtan yüksek basınca sıkıştıran sistem.
kondenser	:	Gaz hâlindeki bir maddenin sıvı haline geçmesi.
koordinat	:	Bir yüzey üzerinde veya uzayda bir noktanın yerini bulmaya yarayan ana çizgilerden yatay olanı, apsis.
kontaktör	:	Elektrik güç devresini anahtarlamak için kullanılan, elektrikle kumanda edilen bir elektrik anahtardır.
kontrolör	:	Bir şeyin gerçeğe ve aslına uygunluğuna bakma.
korozyon	:	Maddelerin zaman içinde çeşitli tepkimelere girerek aşınması.
kütle	:	Bir nesneye uygulanan kuvvetle, oluşan ivme arasındaki orantıyı veren katsayı veya nesne niceliği.
		L
Lineer motor	:	Doğrusal motor ya da doğrusal hareketli motor, statoru ve rotoru "açık" bir elektrik motorudur.
litre	:	Hacim birimi.

LPG	:	Propan ve bütan karışımı sıvılaştırılmış petrol gazı.
		M
manşon	:	Ek bileziği.
montaj	:	Bir makine, cihaz veya mobilyanın parçalarını yerli yerine takma, monte.
		N
nesne	:	Belli bir ağırlığı ve hacmi, rengi olan her türlü cansız varlık, şey, obje.
nipel	:	İki bağlantı parçasını birbirine yakın olarak eklemekte kullanılan özel parça.
nozul	:	Üvendirenin ucundaki sivri demir.
		O-Ö
otomotiv	:	Motorlu taşıt yapımıyla uğraşan endüstri kolu.
ölçek	:	Birim kabul edilen herhangi bir şeyin alabildiği kadar ölçü.
ölçme	:	Bir ya da daha çok kişiye ilişkin bir değişken niteliğin niceliğini ya da derecesini saptama ve sayısal olarak belirtme işi.
ölçü	:	Ölçme sonucu bulunan rakam
		P
parametre	:	Bir etki ya da ilişki göstermek için kullanılan değişken.
pergel	:	Yay veya çember çizmekte ve ölçmekte kullanılan araç, yayçizer.
perspektif	:	Nesneleri bir yüzey üzerine görüldükleri gibi çizme sanatı.
pistole	:	Kâğıt üzerine tasarım yaparken doğrusal eğri çizmek için kullanılan, ölçü işaretsiz cetvel.
pnömatik	:	Basınçlandırılmış hava ile çalışan sistemler.
pompa	:	Sıvılara yatay ve dikey doğrultuda hareket veren cihazlar.
proses	:	Bir kimyasal reaksiyonun ya da üretimin aşamaları.
		R
rakor	:	Sıhhi tesisatta iki boruyu döndürmeden birbirine bağlanmasını sağlayan bağlantı parçası.
reaktör	:	Kimyasal proseste içinde reaksiyonların gerçekleştiği sistem.
regülatör	:	Düzenleyici.
resim	:	Boya ya da çizim yoluyla kurulmuş yapıt.
röle	:	Bir cismin veya bir gücün biçimini değiştirmeye yarayan alet, değiştirgeç, konvertisör.
		S
santrifüj	:	Merkezkaç kuvveti etkisi ile çalışan döner elemanlı cihaz.
sembol	:	Duyularla ifade edilemeyen bir şeyi belirten somut nesne veya işaret.
sensör	:	Önceden belirlenmiş ışığı veya nesneyi algılayıp gerekli hareketi başlatan aygıt.
seyreltik	:	İçindeki çözünenin niceliği az olan (çözelti).
sıcaklık	:	Maddenin kinetik enerjisinin ölçüsü.
stokiyometri	:	Kimyasal tepkimelerde madde ve enerji denkliğini matematiksel yollarla inceleyen bilim dalı.
		Ş
şema	:	Bir aletin, bir aracın veya bir biçimin ana çizgilerini gösteren çizim.
şekil	:	Bir konuyu açıklamaya yarayan resim veya çizim.

T		
T cetveli	:	Bir kenarını çizim yapılan yüzeyin kenarına dayayıp diğer kenarıyla birbirine paralel yatay çizgiler çizmeye yarayan T biçimindeki cetvel.
termometre	:	Sıcaklık ölçen alet.
transistör	:	Germanyum veya silisyum elementlerinin yarı iletkenlik özelliklerinden yararlanılarak imal edilen, elektronik tüplerin elektrik titreşimlerini genişletmekte kullanılan, sağlam yapılı ve uzun ömürlü alet.
topoloji	:	Bükülme veya halka gibi sürekli deformasyonlarla değişmeyen bir objenin özelliklerinin çalışılması.
U-Ü		
üretim	:	Belirli faaliyet ve işlemler sonucu yeni bir mal veya hizmet meydana getirme, istihsal, tüketim karşıtı.
ürün	:	Bir kimyasal tepkime sonunda oluşan madde veya maddeler.
V		
vakum	:	Tüm havanın emilip boşaltılması ya da böylece oluşan boşluk.
varil	:	Çoğunlukla sıvı maddeleri koymak için kullanılan, metalden yapılmış, silindir biçiminde, üstü kapalı kap.
vana	:	Akışkan akışını açma-kapama ve ayarlamaya yarayan araç.
veri	:	Bir araştırmanın, bir tartışmanın, bir muhakemenin temeli olan ana öge, muta, done.
Y-Z		
yarıçap	:	Çemberin herhangi bir noktasıyla merkezini birleştiren doğru parçası, çapın yarısı, nısıf kutur.
yay	:	Bir çember üzerindeki iki nokta ile bu nokta arasındaki çember parçası.
yoğunlaşma	:	Gaz hâlden sıvı hâle geçmek.
yoğuşturucu	:	Damıtma işlemi sırasında içinden su akımı geçirildiğinde oluşan buharın soğutulmasıyla yeniden sıvı hâle dönüştürülmesini sağlayan camdan yapılmış araç.

Akkaya, A. V., Sevilgen, S. H., Erdem, H. H. ve Çetin, B. (2005). Simulink kullanarak bir pnömatik sistemin simülasyonu, Doğuş Üniversitesi Dergisi, 6 (2) 155-162.

Akyazı, Ö. Çokrak, D. (2011). Pnömatik ve hidrolik sistem uygulamaları, Elektrik – Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu. Bildiriler Kitabı. 2011, 142-147.

Barker, A. (1997). The Pneumatic Handbook, Elsevier Science, December.

Başak, H. (2009). Teknik Resim. Seçkin Yayıncılık.

Beater, P. (2007). Pneumatic drives: System design, modelling and control. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Demirel, K. (2013). Hidrolik Pnömatik, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Horace W.K.,Ernest F. B., (1959). Hidrolik El Kitabı, T.C. Nafia Vekaleti, Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Neşriyatı Sayı:70.

Karacan, İ., (2003). Hidrolik Pnömatik, Bizim Büro Yayınevi, Karabük.

Kartal, F., (1998). Hidrolik ve Pnömatik, Modül Teknik Eğitim ve Hizmet Organizasyonu, Manisa.

Kutlu, K. ve Büyüksavcı, M. (1999). Hidrolik bir servo sistemin kayan rejimli konum kontrolü, I. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, 335-340.

Merter, C. (2012). Akış Ölçümü Temel Prensipleri: Krohne Akademi Türkiye Eğitim Semineri, Ankara.

Prede,G. Scholz,D.(2002). Electropneumatics Basic Level. Festo Didactic. Denkendorf

Robert, H. P. (1997). Perry's Chemical Engineers' Handbook, Seventh Edition, McGraw- Hill İnternational Editions.

Oladapo, B. Balogun,A.V. Adeoye, A.O.M. Olubunmi ,I.E. Afolabi, S.O. (2017). Experimental analysis of Electro-pneumatic Optimization of Hot Stampingmachine Control Systems with On-Delay Timer. Department of Mechanical and Mechatronics Engineering, Afe Babalola University, Ado-Ekiti, Nigeria

Özcan F., Işıl Ş., Kırcı A. (1986). Pnömatik Akışkan Gücü, Mert Eğitim Yayınları, İstanbul.

Özcan, M. T.(2012). Endüstriyel Hidrolik: Hidrokik ve Pnömatik Sistemler Ders Notları, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana.

Syed R. K. (1985). Wastewater Treatment Plants, Treatment, Design and Operation, CBS Publishing Japan Ltd.

Yılmaz, M. (1996). Atık Suların Arıtılması, Cilt II, İ.T.Ü. Matbaası.

Merkle, D., Schader, B., ve Thomes, M., (1991). Hidrolik. Festo, Essingen.

AĞ KAYNAKÇASI

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/92484/mod_resource/content/0/DERS4.pdf

erişim tarihi : 20.08.2022 10.15

https://www.academia.edu/26040059/P_and_ID_symbols

erişim tarihi : 19.09.2022 12.35

https://www.academia.edu/40231279/Industrial_Instrumentation_An_Introduction_AN_OVERVIEW_OF_INDUSTRIAL_MEASUREMENT_AND_CONTROL_SYSTEMS_Level_1_Bryon_Lewis

erişim tarihi : 21.11.2022 02.00

https://www.academia.edu/10168827/Chemical_process_dynamics_and_controls_book_1

erişim tarihi : 10.05.2022 22.20

GÖRSEL KAYNAKÇASI

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2123

Materyalde kullanılan görsel kaynakça için bu linke tıklayınız.

KİTAPTA KULLANILAN BİRİMLER

Fiziksel Nicelik	Birim	Kısaltma
Sıcaklık	Santigrat	°C
	Kelvin	K
	Fahrenheit	°F
Basınç	Pascal	Pa
	Pounds per square inch	psi
	Atmosfer	atm
	Bar	bar
	Santimetre cıva	cmHg
	Milimetre cıva	mmHg
Kütle	kilogram	kg
	gram	g
Madde miktarı	mol	mol
Hacim	litre	L
	desimetreküp	dm^3
	mililitre	mL
Enerji		
	kalori	cal
	kilokalori	kcal
	joule	j

NOTLAR