

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

KİMYA TEKNOLOJİSİ

BASINÇLI HAVA HAZIRLAMA

Ankara, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. BASINÇLI HAVA.....	3
1.1. Temel Pnömatik Prensipler	6
1.1.1 Pascal Prensibi	7
1.1.2. Venturi İlkesi	8
1.2. Şartlandırıcı Kısımları.....	9
1.2.1. Filtre	9
1.2.2 Basınç Regülatörü.....	13
1.2.3. Yağlayıcı.....	14
UYGULAMA FAALİYETİ	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	19
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	20
2. Bağlantı elemanı Tipleri.....	20
2.1. Hortum Tipleri	23
2.2. Hortum Çapları	27
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	31
MODÜL DEĞERLENDİRME	32
CEVAP ANAHTARLARI.....	33
KAYNAKÇA	35

AÇIKLAMALAR

ALAN	Kimya Teknolojisi
DAL/MESLEK	Proses
MODÜLÜN ADI	Basınçlı Hava Hazırlama
MODÜLÜN TANIMI	Sisteme basınçlı hava hazırlayarak eleman seçimi ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Sisteme basınçlı havayı hazırlayarak eleman seçimini yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında, tekniğine uygun olarak sisteme basınçlı hava hazırlayarak eleman seçimini yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Basınçlı havayı hazırlayabileceksiniz.2. Bağlantı elemanlarını seçebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölyede teknoloji sınıfı, temel kimyasal işlemleri yapmak için gerekli tüm donanımın bulunduğu laboratuvar Donanım: Kütüphane, <i>İnternet</i> , ilk yardım malzemeleri, sabun, personel dolabı, laboratuvar önlüğü, koruyucu malzemeler, lavabo, kâğıt havlu, kompresör, bağlantı elemanı, hortum, metre
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Endüstride meydana gelen gelişme ile birlikte enerji verimliliği önem kazanmıştır. Özellikle üretim aşamasında yapılan tasarruflar aynı kalitede daha ucuz ürün üretebilmenin önünü açmıştır.

Üretim basamaklarında kullanılan araç gereçlerin gereksinimi, olabilecek enerjiyi en aza indirebilecek, maliyeti düşürecek sistem gereksinimi endüstri devrimi ile başlamıştır. Bu süreçte basınçlı hava kullanımı önemli bir yer edinmiştir. Basınçlı havanın kullanımının yaygınlaşmasında hava ham maddesinin her yerde ve sınırsızca bulunması, üretilen basıncın depolanabilmesi, işlem sonucunda atık olarak sadece kullanılan havanın bırakılması gibi etmenler etkili olmuştur.

Basınçlı hava kullanımı, siz proses teknisyeni adaylarının da bilip uygulaması gereken sistemlerdir. Bu modülümüzde ihtiyacınız olan gerekli bilgi ve donanıma sahip olabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak basınçlı havayı hazırlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Basınç nedir? Araştırınız.
- Basınçla ilgili temel ilkeler nelerdir? Araştırınız.

1. BASINÇLI HAVA

Katı, sıvı ve gazların ağırlıklarından dolayı birim alana uyguladıkları dik kuvvete basınç denir. Kısaca kuvvetin alana oranı olarak tarif edeceğimiz basıncı P sembolü ile gösteririz.

SI birim sisteminde kuvvet (F) birimi olarak nevton ve yüzey birimi (A) olarak da m² belirlendiğinden basınç nevton/m² olarak ifade edilir ve birimi Pascal'dır (Pa). Yaygın olarak kullanılan bazı basınç birimleri Tablo 1.1'de verilmiştir.

Basınç birimleri	
1 N/m ²	1 Pascal (Pa)
1 Bar	100000 Pa
1 Bar	14,5 Psi
1 Atm	1013 mbar

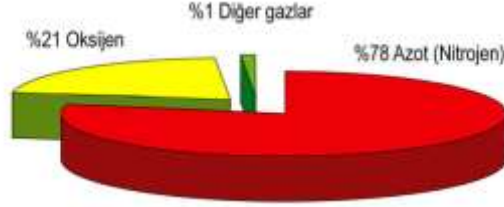
Tablo 1.1: Yaygın kullanılan basınç birimleri

Bütün gazlar moleküllerden meydana gelir ve moleküller buldukları ortamda her yöne hareket eder. Temas ettikleri her yüzeye eşit olarak etki eder. Moleküller her yöne hareket ettiklerinden dolayı gazlar, buldukları kabın her yüzeyine eşit miktarda basınç uygular. Basınçlı havada en çok kullanılan basınç ölçü birimi Psi'dir. Bu birim İngiliz ağırlık ölçü birimi pound'un İngiliz alan ölçü birimi olarak kullanılan inç²'ye oranı şeklinde ifade edilir.

$$\text{Basınç} = \frac{\text{Pound}}{\text{inç}^2} = \text{Psi}$$

Hava deyince aklımıza atmosferde çeşitli gaz karışımlarından oluşan atmosferik hava kavramı gelir. Atmosferik hava çeşitli gazların belirli oranlardaki karışımıdır. Havanın

içerisinde yaklaşık olarak %78 azot, %21 oksijen, %1 oranında karbondioksit, hidrojen, azot dioksit, karbon monoksit, helyum, neon, argon kripton gazları bulunmaktadır.

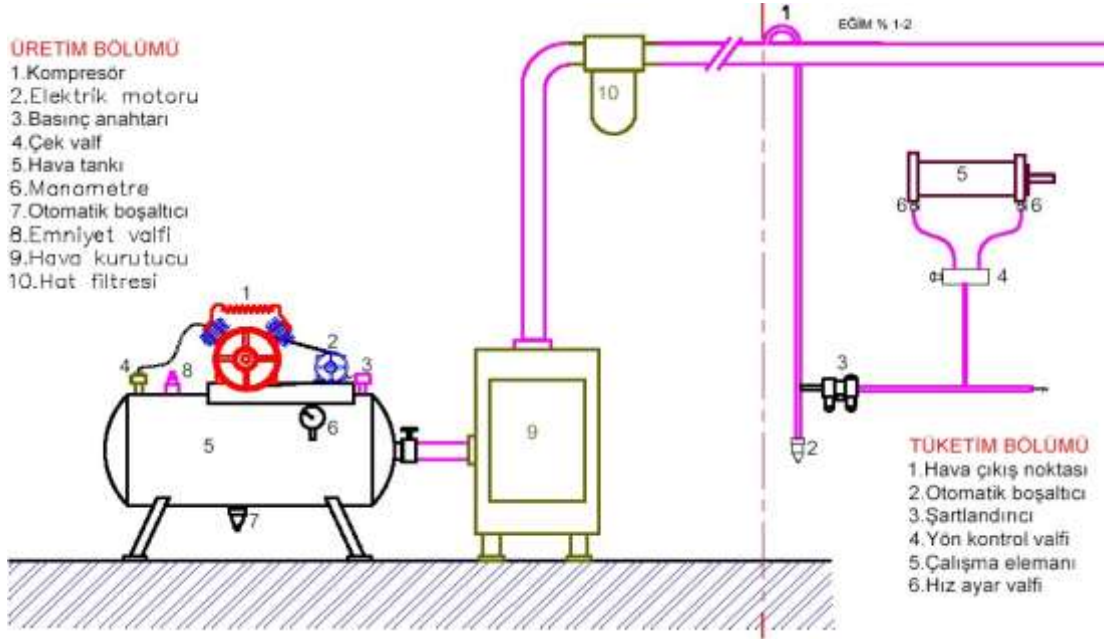


Grafik 1.1: Atmosferi oluşturan gazlar

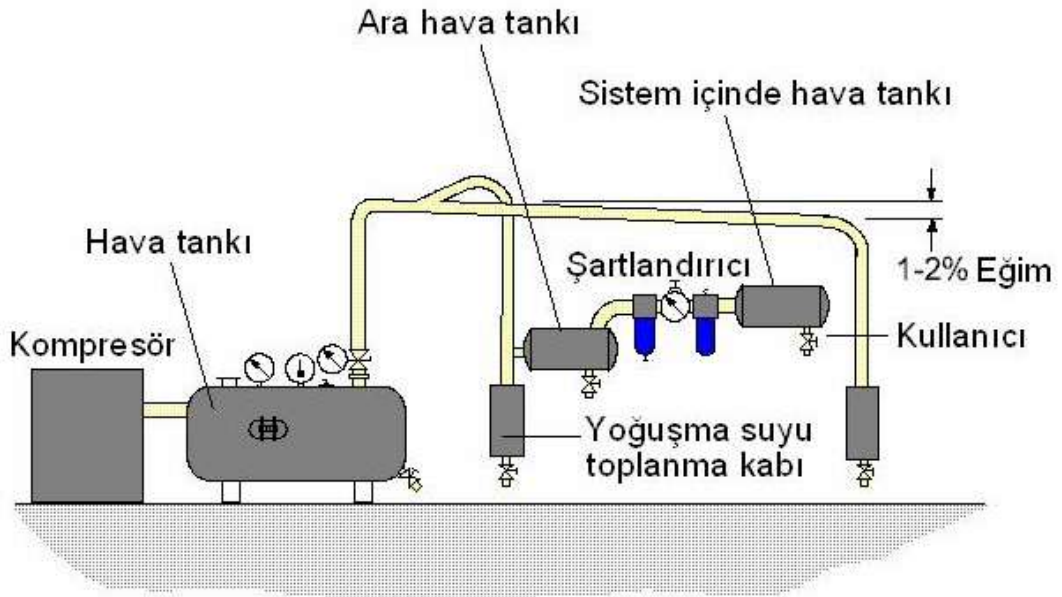
Basınçlı hava elektrikten sonra ticari, sanayi ve ortak alanlarda en önemli enerji taşıyıcısıdır. Basınçlı havanın enerji iletiminde kullanılması ile pnömatik kavramı ortaya çıkmıştır. Pnömatik basınçlı hava ile çalışan mekanik sistemlerin hareket ve kontrolünü inceleyen bilim ve mühendislik dalıdır.

Sabit ve hareketli uygulamaların çok büyük bir bölümünde basınçla sıkıştırılmış ortam havası kullanılır. Bunun en büyük iki sebebi kaynak temininin devamlılığı ve ortaya herhangi bir zararlı atığın çıkmıyor olmasıdır.

- Pnömatik sistemlerin avantajları;
 - Basınçlı havanın her yerde ve sınırsız miktarda üretilebilir olması,
 - Yüksek enerji yoğunluğu, hafiflik ve basit enerji iletimi,
 - Üretilen enerjinin kapalı kaplarda korunabilir ve bir yerden başka bir yere kolaylıkla taşınabilir olması,
 - Yanma, alev alma ve patlama riskinin olmaması,
 - Planlama ve bakım için fazla çaba gerektirmemesi,
 - Pnömatik için kabul edilebilir sınırlar dâhilinde olmak koşuluyla sonsuz değişkenlikte güç karakteristiklerinin olmasıdır.
- Basınçlı havanın temel özellikleri



Resim 1.1: Pnömatik sistemin genel yapısı



Resim 1.2: Basıncılı hava dağıtımı

- **Atmosfer basıncı:** Deniz seviyesinde havanın yeryüzüne yapmış olduğu basınçtır. Gerçek değeri $1,033 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Pratikte ve hesaplamalarda 1 (bir) kg/cm^2 alınır. Kısaca 1 bar olarak kabul edilir.
- **Vakum:** Herhangi bir ortam da hava basıncının atmosferik basınçtan düşük olmasına vakum denir.

1.1. Temel Pnömatik Prensipler

Hava moleküllerinin birbirinden uzak olması nedeniyle tüm gazlar gibi kolaylıkla sıkışıp genleşebilir. Sıvılar gibi içinde buldukları kabın şeklini alır. Üzerlerine uygulanan kuvveti her yöne eşit basınçta iletir.

➤ Boyle-Mariotte Kanunu

Gaz molekülleri arasında büyük boşlukların bulunması, gazlara sıkıştırılabilirlik özelliği kazandırır. Kapalı bir kaptaki, belirli miktardaki gazın sıcaklığı değiştirilmeden gazın hacmi değiştirilirse kaptaki gazın birim hacimdeki tanecik sayısı değişir.

Buna bağlı olarak kabın birim çeperlerine çarpan tanecik sayısı da değişir. Bu da basıncı değiştirir. Hacim artırıldığında birim hacimdeki tanecik sayısı azalır, basınç düşer. Hacim azaltıldığında birim hacimdeki tanecik sayısı artar, basınç da artar. Gazların bu genel davranışını inceleyen ve birbirlerinden habersiz çalışan Robert Boyle ve Mariotte kendi adları ile anılan yasayı bulmuşlardır.

Boyle-Mariotte yasasına göre belirli miktardaki gazın, sabit sıcaklıktaki basıncı ile hacminin çarpımı sabittir. Boyle-Mariotte yasası, “**Sabit sıcaklıkta belirli miktardaki gazın basıncı ile hacmi ters orantılıdır.**” şeklinde de belirtilir.

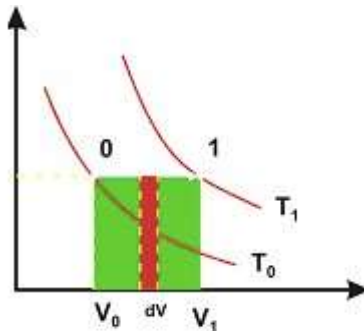
$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 = C \text{ sabit}$$

Grafik 1.2: Sabit sıcaklıkta basınç-hacim değişimi

➤ Charles Kanunu

Sabit basınç altında bir miktar gazın sıcaklığı değiştirildikçe hacmi de sıcaklıkla doğru orantılı olarak değişir. Mutlak sıcaklık (T) değeri K cinsinden alınır.

$$V_0 / T_0 = V_1 / T_1 = \text{Sabit}$$

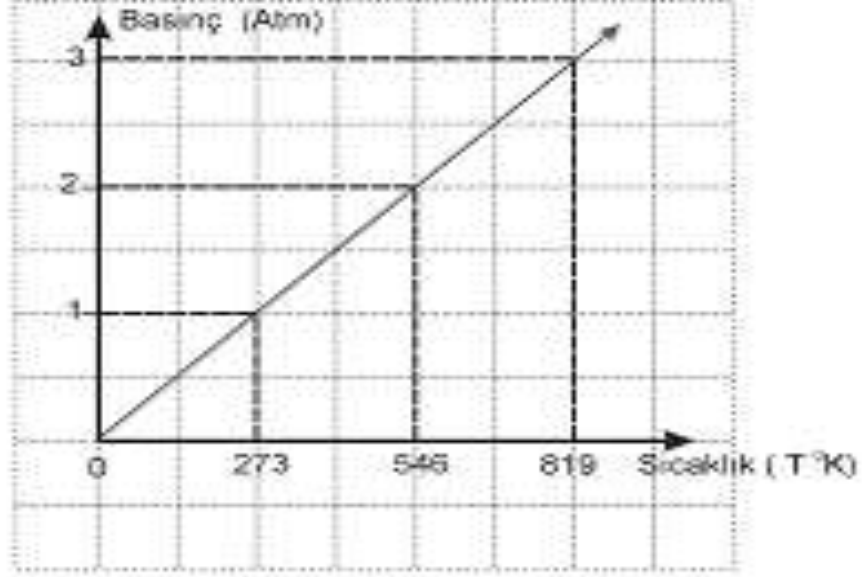


Grafik 1.2: Sabit basınçta genleşme

➤ Gay-Lussac Kanunu

Gazlarda sıcaklıkla basınç arasındaki bu ilişki ilk defa Fransız bilim adamı Joseph Gay Lussac tarafından incelenmiştir. Gay Lussac Kanunu'na göre; **“Kapalı ve sabit hacimli bir kaptaki bulunan, belirli miktardaki bir gazın basıncı, mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır.”**

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2 = \text{Sabit}$$



Grafik 1.3: Sabit hacimdeki gazlarda sıcaklık-basınç ilişkisi

1.1.1 Pascal Prensipleri

Fizik biliminde sıvılar ve gazlar gibi molekülleri üzerinde hareket edebilen maddeler için ortak olarak akışkan kavramı kullanılır.

Sıvı ve gazların bir kuvvet etkisi altındaki davranışlarını inceleyen bilim dalına da **“akışkanlar mekaniği”** adı verilir.

Kapalı bir kap içinde bulunan sıkıştırılmaz bir akışkanın herhangi bir noktasına uygulanan bir dış kuvvet, basınçta bir artış meydana getirirse akışkan içindeki her nokta aynı basınç değişikliğine maruz kalır.

Bu ilke, ilk kez Fransız bilgin Pascal tarafından ortaya atılmıştır ve **“Pascal Prensipleri”** olarak bilinir. Kapalı bir kaptaki akışkana uygulanan basınçtaki değişiklik kabın çeperlerine ve akışkanın her noktasına değişmeksizin aynen iletilir. Pascal prensibinin önemli bir uygulaması su cenderesidir. Bir F_1 kuvveti, alanı A_1 olan küçük bir pistonu uygulanmaktadır. Basınç sıvı tarafından alanı A_2 olan daha büyük bir pistonu iletilmektedir. Her iki tarafta da basınç aynı olduğu için aşağıdaki denklem yazılır.

$$P = F_1 / A_1 = F_2 / A_2$$



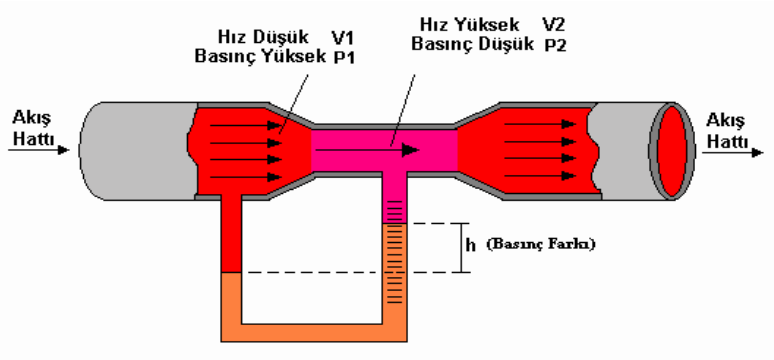
Resim 1.3: Pascal Prensibi için hazırlanmış deney düzeneği

1.1.2. Venturi İlkesi

Hareketli bir akışkanın hızı herhangi bir nedenle artarsa -ki bu artış genelde daha dar bir kesitten geçişte meydana gelir- akışkanın uyguladığı basınç azalır. Akışkanın hızının artması ile basıncının azalmasına venturi etkisi denir. Adını akışkanların daraltılmış kanallardaki davranışlarını ilk kez inceleyen İtalyan fizikçisi G. Venturi'den almıştır.

Birbirine paralel tutulan iki kâğıt arasındaki hava tabakasının hızı artırılırsa (söz gelimi üfleme yoluyla), iki kâğıdın birbirine doğru hareket ettiği görülür. Bunun nedeni, iki kâğıt arasındaki basıncın, çevredeki atmosfer basıncına oranla azalmasıdır.

Venturi etkisini ilk kez açıklayan İsveçli matematikçi Daniel Bernoulli hareketli akışkana, enerjinin korunumu ilkesini uygulamıştır. Akışkanın hareketinden dolayı sahip olduğu bir kinetik enerji ve konumundan kaynaklanan bir potansiyel enerjisi vardır. Akışkanın içindeki herhangi bir noktada bu noktanın üstündeki sıvının yüksekliği ile orantılı bir statik basınç bulunur ve bu statik basınç akışkanın potansiyel enerjisinin ölçüsüdür. Akışkanın kinetik enerjisi, akış oranının ya da hızının bir sonucudur ve dinamik basıncın yükselmesine yol açar. Akışkanın hareketinden enerji çekilmediği ya da enerji verilmediği sürece enerji korunur. Bu yüzden hızın artması sonucu ortaya çıkan kinetik enerjideki (ve dinamik basınçtaki) herhangi bir değişime potansiyel enerjide yani statik basınçta bir azalmaya yol açar şeklinde açıklamıştır.



Resim 1.4: Venturimetre

Venturi etkisi kullanılarak çeşitli vakum ortamları yaratılabileceği gibi akışkanların debisini ölçmek içinde faydalanılır. **Venturimetre** adı verilen, iki ucu açık, kesiti ortasına doğru her iki ucundan da daralan ince bir tüp şeklindeki alet, akışkanların debisini ölçmekte kullanılır. Tüpün incelerek boğaz oluşturan en dar kesitli kısmında akışkan hızı en büyük değerini alırken akışkan basıncı düşer ve tüpün geniş kesitli kısmı ile dar kesitli kısmı arasında bir basınç farkı oluşur. Bu basınç farkı venturimetrenin giriş ve çıkışına bağlanmış "kapalı manometre" yardımıyla ölçülür. Bu ölçüm sonucu elde edilen basınç değerleri yardımıyla tüp içinden geçen akışkanın debisi tespit edilir.

1.2. Şartlandırıcı Kısımları

Basıncı havayı çalışma şartlarına hazır hâle getirmek için kullanılan devre elemanlarına şartlandırıcı adı verilir. Havanın kullanılmadan önce şartlandırıcı biriminden geçirilmesi gerekir. Şartlandırıcı birimi filtre, basınç regülatörü (ayarlayıcı) ve yağlayıcı olmak üzere üç ayrı devre elemanından oluşur.



Resim 1.5: Şartlandırıcı birimi

1.2.1. Filtre

İlk hava filtreleri yüzyılı aşkın bir süre önce yapılmıştır ve filtreleme ortamı olarak dokuma kullanılmıştır. Filtreler o zamandan beri büyük değişikliğe uğramış ve gelişmişlerdir.

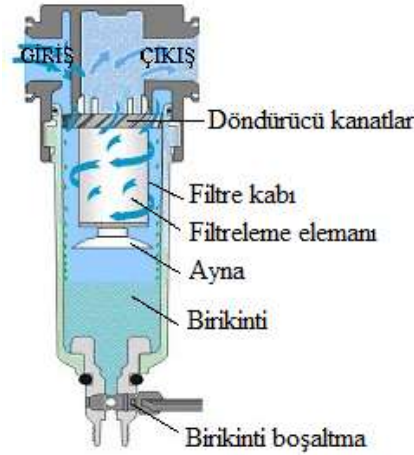
Doğru filtrenin seçimi basınçlı havanın kalitesinde önemli bir etkiye sahiptir. Yüksek kalitede basınçlı hava birkaç filtreleme safhası gerektirir. Yalnızca hassas bir filtrenin kullanılması çözüm değildir.

- Filtreler şu şekilde sınıflandırılabilir:
 - Filtreler; 40 μm 'den (ya da filtre kartuşu seçimine göre 5 μm 'den) büyük parçacıkları tutar.
 - Hassas filtreler; 0,1 μm 'den büyük parçacıkları tutar.
 - Mikro filtreler; 0,01 μm 'den büyük parçacıkları tutar. Ancak hava daha önce 5 μm 'lik bir filtreden geçirilmiş olmalıdır

- Aktif karbon mikrofiltreler; 0,003 μm 'den büyük parçacıkları (aromatik veya koku yapan maddeler gibi) tutar. Bu tip filtreler “altmikrofiltre” olarak da adlandırılır.
- Daha yüksek kalitede hava elde edilmek isteniyorsa hassas filtreleri ya da mikrofiltreleri seri olarak kullanarak asılı kalan maddeler kademeli olarak filtre edilmelidir.

➤ Atalet kuvveti yardımı ile filtreleme

- **Hava;** içeri alındıktan sonra santrifüj etki sağlanacak biçimde, kanatlar tarafından döndürülür. Tropikal hortumlara benzerliğinden dolayı, bu filtre “çevrim filtresi” olarak da adlandırılır.
- Büyük katı ve sıvı parçacıklar santrifüj kuvvetlerin etkisi ile filtre kabının iç çeperlerine fırlatılır ve %90'a varan bir ayrışma sağlanır. Ön temizlenmeye tabi tutulmuş hava daha sonra çok gözenekli malzemeye sahip filtre içerisinden geçirilir. Yoğunlaşmış su ve kirlilik yaratan parçacıklar filtre kabında toplanır. Biriken su ve parçacıklar zamanla boşaltılır. Filtrenin içi belli bir zaman sonunda değiştirilip temizlenmelidir.



Resim 1.10: Atalet (hareket) ile filtreleme

➤ Yüzey tipi filtreler

- Bu tip filtreler 5 ila 40 μm arası gözeneklere sahip metal ya da plastik örgülerden oluşurlar. Tanımlanan gözenek boyutundan büyük kirlilik yaratabilecek parçalar tutulur. Yüzey tipi filtreler; santrifüj tipi filtreler için ön filtre olarak kullanılır.

➤ Derinlik tipi filtreler

Bu tip filtreler 1 µm'lik hassas ve 0,01 µm'lik mikrofiltrelerden ibarettir. Filtre malzemesi dokuma olmayan kumaş bir mikrofiltredir ve süper hassas borosilikat liflerden oluşur. Filtreleme olayı parçacıkların direkt etkisi ile başlar ve absorpsiyon, elenme, difüzyon, elektrostatik yüklenme ve Van der Waals kuvvetleri ile sağlanır. Parçacıklar liflere dolaşır. Sıvı parçacıklar ise daha sonradan filtre kabında toplanmak üzere büyük damlalar oluşturur.

➤ Derinlik tipi filtreler basınçlı havadaki en küçük yağ ve toz parçacıklarını ayırır. Aktif karbon filtreler kullanıldığı takdirde ise istenmeyen yağ buharı ve kokular filtre edilebilir. Ancak bu yalnızca ilaç ve gıda sanayi ile paketleme gibi yüksek hassasiyet ve temizlik istenen alanlarda kullanılır. Filtreleme derecesi ise isteğe bağlıdır. Basınçlı hava içerisinde müsaade edilen parçacık boyutları şöyledir:

- Kanatlı motorlar, is yapan silindirler, açık çevrim kontrolleri ve vurma araçları için 5 ila 40 µm arası
- Kapalı çevrim kontrolleri, valfler, ölçme aletleri ve sprey tabancaları için 5 µm'den küçük
- Gıda, ilaç, paketleme sanayi ve elektrik-elektronik mühendisliği için 1 µm'den küçük

➤ Aktif karbon filtreler

- Bu tip filtreler gözenekli hâlde amorf karbon içerirler. Aktif karbon; 500-1500 m²/g gibi sıra dışı bir iç yüzeye sahiptir. Bu da çok küçük parçalar için bile büyük bir adsorpsiyon kapasitesi demektir. Adsorpsiyon olayı; yüzeyin, nokta, kenar, köşe, kafes boşlukları gibi yerlerinde de gerçekleşir.
- Aktif karbon filtrelerin servis ömürleri basınç taraflarına yerleştirilen bir ön filtre ve mikrofiltre sayesinde uzatılabilir. Bu filtreler 1000 saatlik kullanım sonunda ya da yağ kokusu oluşmaya başladığında değiştirilir. Bu işlem sonunda (yeterli ön filtreleme yapıldı ise) kalıntı yağ miktarı 1 milyonda 0,003 parçacıktır (0,003 ppm). Bu bir SI birimi olmamasına rağmen hâlâ geçerlidir (SI'da ifade "0,003 mg/m³tür). Bu tip filtrelerin yukarıda bahsedilen alanlarda kullanımı özellikle tavsiye edilmektedir.
- **Not:** Aktif karbon tipi filtreler daima basınç düşürme valflerinin basınçlı tarafına yerleştirilirler çünkü içteki basınç kaybı hacimsel debiye bağlıdır.
- Eczacılık ve gıda sanayii gibi uygulamalar yağsız basınçlı hava gerektirir. Kalıntı yağ (kompresör yağı) mutlaka giderilmelidir. Kompresör yağsız çalışan tip olsa dahi içeri çekilen havada bulunan yağ partikülleri hassas araçlara ulaşır. Bu yağ hassas çalışan parçaları tıkayabilir ve bozulmalarına sebep olabilir ya da yağlanmalarını hasara uğratabilir.

➤ Basınçlı havanın içerdiği yağ miktarı şu şekilde de ifade edilebilir:

- Düşük yağlı hava

Havanın 1 µm ila 20 µm arası bir filtreden geçirilmiş hâlidir. Bu şekilde, çevre koşullarının elverdiği derecede “ölçme” ya da “solunum havası” kalitesine ulaşılır.

- Teknik olarak yağsız hava

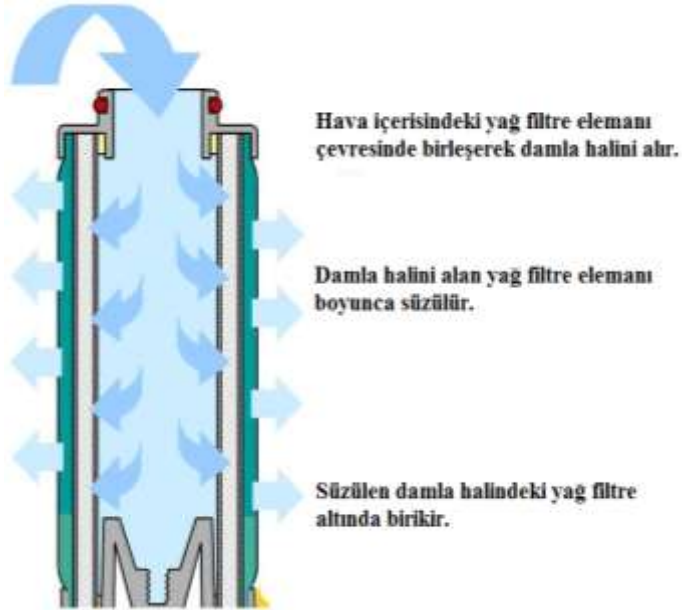
Kalıntı yağ miktarı 0,3 ila 0,01 mg / m³ arasındadır ve teknik uygulamalarda soruna yol açmaz. Hassas filtreler ile elde edilir.

- Mutlak yağsız hava

Basınçlı hava hazırlanması esnasında yağsız hava girişinde havanın yağ ile teması yoktur. Yağ içeriği 0,003 mg/m³ten azdır. Bu seviyeye yalnızca aktif karbon filtreler ile ulaşılabilir.

➤ Yağ miktarını azaltmak için 3 yöntem kullanılabilir:

- Yağsız hava üretiminde kullanılan kompresörler
- Aynı anda hem soğutma hem de %80 oranında yağ ayırımı yapan soğutuculu kurutma yöntemi
- Yağ ayırıcı filtreler



Resim 1.12: Yağ filtresi çalışma prensibi

İkinci filtrenin aktif karbon filtre olduğu ve adsorpsiyonlu filtrelemenin yapıldığı iki mikrofiltreyi seri olarak bağlayarak birden fazla yöntemi aynı zamanda uygulamak da mümkündür. Bu şekilde diğer kirleticiler giderilmiş ve yağ kokusu da önlenmiş olur. Bu sayede üretim aşamasında kalıcı olarak yağlanan ve hassas çalışan pnömatik araçlar ve kontrol elemanları da yağsız hava ile çalıştırılmış olur. Ama bir kere yağlı hava kullanıldı ise devamlı olarak yağ kullanılmalıdır. Çünkü yağsız hâle geri dönülemez. Yağsız ve basınçlı havayı yağsız tip kompresörle üretmek ya da sıkıştırma işleminden sonra yağlı filtre etmek bir tercih meselesi olmakla beraber yağsız tip kompresörler daha ucuzdur.

Basınçlı hava filtre edildiğinde su oluşur. Bu su yoğunlaşmış hâlde ve zaman zaman boşaltılmak üzere biriktirilir. Çok miktarda su kısa zamanda birikiyorsa bu takdirde otomatik drenaj kullanılarak filtrenin kontrolü daha kolay hâle getirilebilir.

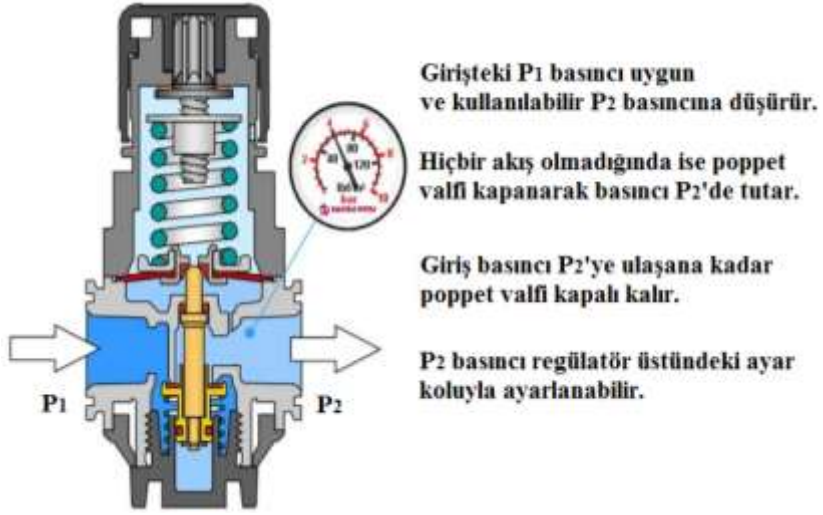
- Filtre seçiminde şu noktalar dikkate alınmalıdır:
 - Hangi derecede temiz hava isteniyor?
 - Bağlantı büyüklüğü (basınca ve hacimsel debiye bağlı olarak) nedir?
 - Boşaltma tipi (manuel ya da otomatik) nedir?

En yüksek ve en düşük debiler için limitleri gözlemek oldukça önemlidir. Eğer filtreler en düşük debiden daha da düşük bir debide çalıştırılırlarsa Van der Waals kuvvetleri parçacıkları tutmak için yeterli olmaz ve parçacıklar daha sonra da tutulamaz. Aksi bir durumda ise yani maksimum değer aşılsa -ki pratikte çok sık rastlanan bir durumdur- diferansiyel basınç hızla artar. Bu da ekonomikliği ve verimi azaltır. Daha da kötüsü tutulan parçacıkların gevşeyip filtre içine itilmesidir. Bu da filtrelemeye rağmen sistemde parçacıklar bulan operatör için şaşırtıcı bir durumdur.

Basınçlı havadan yoğunlaşan sıvı için önemli bir nokta da bu sıvının katı parçacıklar, su ve yağın bir karışımı olduğudur. Genel özellikleri oldukça zararlı olduğu için bu sıvın boşaltımı ciddi bir durumdur. Termokimyasal yoğunlaştırma işlemcileri bu sıvıyı içme suyu ve solunum havası kalitesine getirebilir. Bu gibi filtrelerin kullanımı boşaltım sorununu ortadan kaldırır.

1.2.2 Basınç Regülatörü

Her pnömatik devre için belirli bir optimal çalışma basıncı vardır. Gereğinden yüksek bir basınç, enerji kaybına ve çabuk aşınmalara; gereğinden düşük bir basınç ise fonksiyonun yerine getirilmemesine veya en azından verimin düşmesine neden olur. Kompresör deposundaki hava basıncı sürekli değiştiğinden bu dalgalanmayı sisteme aktarmamak için bir basınç düşürücüye (düzenleyici) ihtiyaç duyulur. Regülatöre giren havanın basıncı değişse bile çıkan havanın basıncı düzenleyici üzerindeki manometreden okunabilen ayarlanan sabit değerde kalacaktır. Regülatörler tahliyeli ve tahliyesiz olmak üzere ikiye ayrılır.



Resim 1.13: Basıncı regülatörü

1.2.3. Yağlayıcı

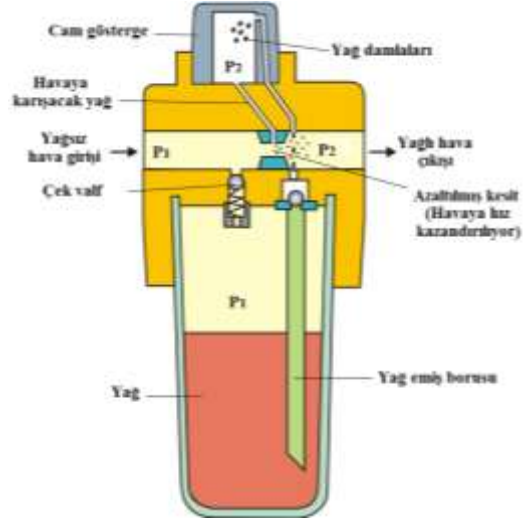
Pnömatik sistemlerde kullanılacak havanın bir miktar yağlanması;

- Aşınmaların en aza inmesi,
- Sürtünme nedeniyle oluşan kayıpların en aza indirilmesi,
- Korozyona karşı koruma gibi avantajlar sağlar.

Yağlayıcılar genellikle Venturi ilkesine göre çalışır. Dar bir kesitten geçen havanın hızı artarken basıncında bir düşme meydana gelir. Bu kesitte bulunan ince yağ borusundan emiş yaparak yağın hava içine damlamasını sağlar. Ancak damlamanın başlayabilmesi için hava debisinin bir minimum değerinde olması gerekir. Aksi hâlde basınç düşümü çok az olduğundan yağ emilemez.

Genellikle uygun bir yağlama için yağlayıcı üzerindeki ayar vidasından 1–12 damla/1000 litre olacak şekilde ayarlanır. Yağlayıcılarda kullanılan yağın 20 °C'deki yapışkanlığı 10–50 cSt civarında olmalıdır.

Şartlandırıcı ile en uzak kullanıcı arasındaki mesafe 5 m'yi aşmamalıdır. Daha fazla uzaklıklarda hava içerisine püskürtülen yağın etkisi kaybolur.




Şekil 1.1: Yağlayıcı

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarına göre basınçlı hava hazırlama işlemini uygulayınız.

- Kullanılan araç ve gereçler: Kompresör, şartlandırıcı

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresörün fişini takınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ İş güvenliği önlemlerinizi alınız.➤ Elektrikli cihazlarla çalışırken kurallara uyunuz ve dikkatli olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresörü çalıştırınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresörün fişinin takılı olduğundan emin olunuz.➤ Gerekli emniyet önlemlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresör basıncını kontrol ediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Basıncın kullanma kılavuzunda yazan değerler içinde olduğundan emin olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Şartlandırıcıyı kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Şartlandırıcıyı amacı doğrultusunda kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresör şartlandırıcı bağlantısı yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bağlantının doğru yapıldığından emin olunuz.

	
➤ Basınç ayarı yapınız.	➤ Gerekli basıncı işletme şartnamesinden tespit ediniz.
➤ Raporunuzu hazırlayınız.	➤ İşlem basamakları ve aldığınız notlardan faydalanarak raporunuzu hazırlayınız. ➤ Raporunuzu öğretmeninize teslim ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kompresörün fişini taktınız mı?		
2. Kompresörü çalıştırdınız mı?		
3. Kompresör basıncını kontrol ettiniz mi?		
4. Şartlandırıcıyı kontrol ettiniz mi?		
5. Kompresör şartlandırıcı bağlantısı yaptınız mı?		
6. Basınç ayarı yaptınız mı?		
7. Raporunuzu yazdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Katı, sıvı ve gazların ağırlıklarından dolayı birim alana uyguladıkları dik kuvvete denir.
2. Basınçlı hava ile çalışan mekanik sistemlerin hareket ve kontrolünü inceleyen bilim ve mühendislik dalına denir.
3. Sıvı ve gazların bir kuvvet etkisi altındaki davranışlarını inceleyen bilim dalına denir.
4. Herhangi bir ortamdaki havanın basıncı atmosfer basıncından küçük olursa etkisi oluşur.

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız

5. (...) Şartlandırıcıda kullanılan ilk tip filtreler dokumadır.
6. (...) Şartlandırıcı filtre ve basınç regülatöründen oluşur.
7. (...) Sabit basınç altındaki gazın sıcaklığı değiştirilirse hacmi de ters orantılı bir şekilde değişir.
8. (...) Yağlayıcılar genellikle venturi ilkesine göre çalışırlar.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Sabit sıcaklık altındaki bir gazın hacmi 2 katına çıkarıldığında basınçtaki değişim nasıl olur?
A) Basınç değişmez. B) Basınç 2 katına çıkar.
C) Basınç yarıya düşer. D) Basınç 4 katına çıkar.
10. Sabit hacim altındaki gazın sıcaklığı 2 katına çıkartılırsa basınçtaki değişim nasıl olur?
A) Basınç değişmez. B) Basınç 2 katına çıkar.
C) Basınç yarıya düşer. D) Basınç 4 katına çıkar.
11. 58 Psi basınç ölçülen pnömatik sistemde ölçülen basıncın bar cinsinden değeri nedir?
A) 58 bar B) 56 bar C) 54 bar D) 52 bar
12. Aşağıdakilerden hangisi şartlandırıcı ünitesinin elemanlarından değildir?
A) Filtre B) Yağlayıcı C) Basınç regülatörü D) Bağlantı rakoru

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak bağlantı elemanlarını seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bağlantı elemanı seçiminin önemini araştırınız?
- Hortum çapının basınç ile ilişkisini araştırınız?

2. BAĞLANTI ELEMANI TİPLERİ

Boru şebekesinde çelik boru bağlantıları tercihen kaynakla gerçekleştirilir. Kuşkusuz kaynak dikişi en sızdırmaz bağlantı türüdür. Kaynaklı bağlantının olumsuz yanı cüruf oluşumu ile kaynak dikişinin kısa zamanda paslanmaya yüz tutmasıdır. Gerek cüruf gerekse pas parçacıkları sistemin uygun yerlerine koyulan filtrelerle tutularak kısmen de olsa bu sakınca giderilir. Kaynaklı bağlantı iyi bir sızdırmazlık sağladığı gibi fiyatının da diğer bağlantı türlerine göre ucuz oluşu tercih edilmesi için bir neden oluşturur. Boru bağlantılarında boruların güvenli, temiz ve kolay sökülüp takılabilirliğini sağlamak için yüksüklü rakorlar geliştirilmiştir.



Resim 2.1: Rakor çeşitleri

Çok sayıda sabit geçmeli ve sökülüp takılabilir tip hortum bağlantı elemanları vardır. Bir hortum bağlantı elemanı esas itibarıyla iki parçadan oluşur. Bu parçalardan biri hortumu sıkıca kavrar diğeri ise hortumu bütün olarak bağlantı elemanına bağlar.

- Rakorlar

Rakorun boruya bağlanan kısmında borunun uç kısmının oturduğu bir yuva vardır. Yüksük boruya takılarak bu yuvaya oturtulur. Somun ilerledikçe içindeki yüksüğü de ileri

itecektir. Rakorun konik yüzeyine dayanan ve ilerlemek zorunda olan yüksük konik yüzeyde kayarak boruyu ısıtır. Böylece borunun bir parçası hâline gelen yüksük borunun rakordan çıkmasını önleyecek ve sızdırmaz bir bağlantı temin edilmiş olacaktır. Bu bağlantı yöntemi daha çok ince etli ve dikişsiz borular için uygundur.

Plastik hortumların bağlantısında son zamanlarda en çok kullanılan bağlantı türleri kolayca sökülüp takılabilenlerdir. Ucuz oluşları ise diğer bir tercih sebebidir. Bu bağlantı elemanlarında gövde genellikle pirinç ya da plastik olup kullanım yerine göre istenen tipi rahatlıkla seçilebilir.



Resim 2.2: Rakorlar

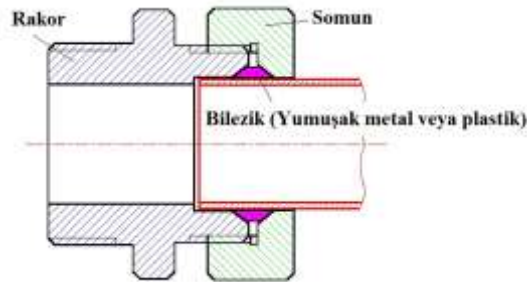
Bazı uygulamalarda çabuk bağlanıp çözülebilen ve çözüldüğünde hava kaçırmayan rakorlara ihtiyaç duyulur. Bu istekleri karşılayan elemana “çabuk bağlantı rakoru” adı verilir. İki elemandan oluşur, içinde tek yönlü valf (çek valf) olduğu için açık dururken hava kaçırmaz. Ancak iki eleman birleştirildiğinde hava geçişi sağlanır.

Hortumlar veya dikişsiz metal borular ile pnömatik elemanların birbirine bağlanması amacıyla kullanılır. Bütün rakorlar, pnömatik elemanlara vidalar yardımı ile bağlanır ve o vidanın ölçüsü ile anılır.

Genellikle bu amaçla kullanılan vida ölçüleri 1/16", 1/8", 1/4", 3/8", 1/2" boru vidalarıdır (1/4" vidalı rakor gibi).

➤ Vidalı rakorlar

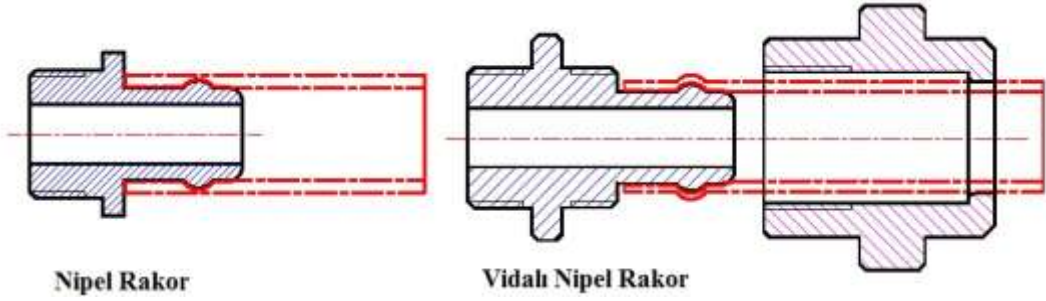
Dikişsiz metal boruların veya sert plastiklerin bağlanmasında kullanılır. Farklı tiplerde modelleri vardır.



Şekil 2.1: Vidalı rakor

➤ Nipel rakorlar

Yalnız nipel veya somunlu nipel olarak yapılır. Yumuşak plastik hortumların bağlanmasında kullanılır. Hortum uygun çapta seçilen nipele bastırılarak takılır. Çıkmaması için vidalı nipelerde, nipel somunu hortum ile nipeli birbirine sıkıştırır. Somunsuz nipelerde hortum bir kelepçe ile sıkıştırılabilir.

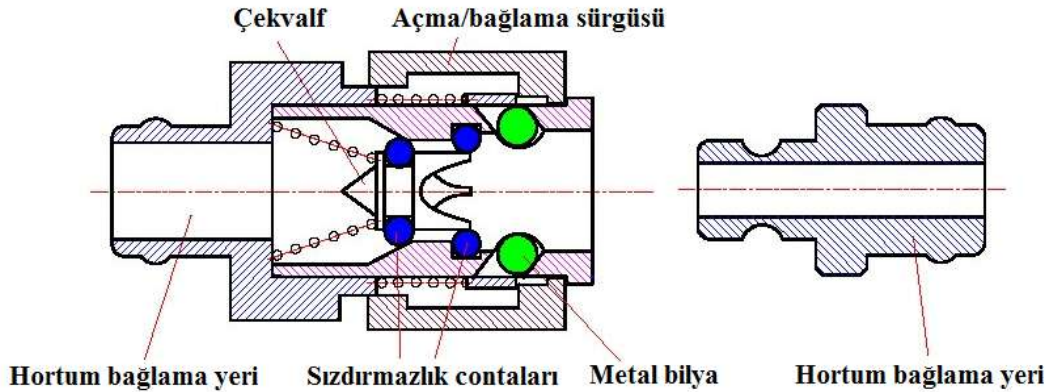


Şekil 2.2: Nipel rakor

➤ Çabuk bağlantı rakoru

Basınçlı hava hatlarında güvenli ve süratli bağlantı sağlar. Özellikle sık sökölüp takılması gereken ikincil hatlarda kullanılır.

Çek valfli olanlar, hava kaybı olmadan söküp takmada kolaylık sağlar. Hortum bağlantı kısımları daha önce anlatılan metotlardan bir tanesi ile yapılabilir. İki hortumu birbirine veya hortumu sabit bir hava girişine bağlamada kullanılabilir. Sabit girişlere bağlamada, elemanlardan birinin hortum bağlama yeri vidalı olarak yapılmalı ve bağlantı yerinde sızdırmazlığı sağlanmalıdır.



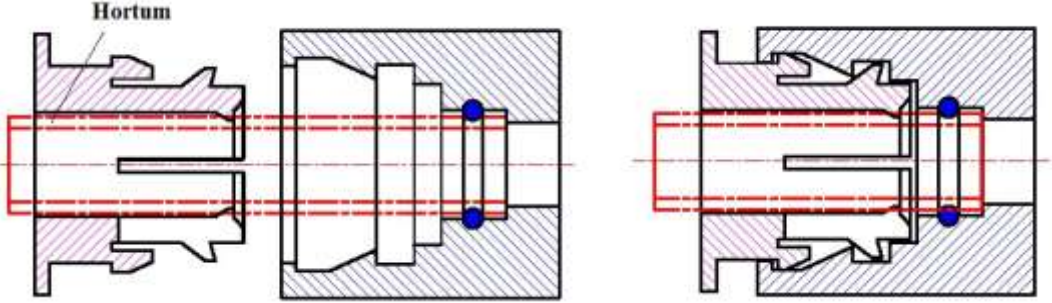
Şekil 2.3: Çabuk bağlantı rakoru

➤ Akış bölücüler

Basınçlı havanın bir hattan birden çok hatta ayrılmasında kullanılan elemanlardır. Her hattın ucunda, yukarıda açıklanan rakorlardan bir tane mevcuttur. Bölücü kanallardan herhangi birisinin boş bırakılması durumunda hava akışının olmaması isteniyorsa çek valfli bölücü kullanılmalıdır. Bölücüler ikili veya çok bağlantılı olabilir.

➤ Çabuk sökme pensleri

Bu bağlantı şeklinde hortum pens içerisine serbestçe itildikten sonra pens kertikleri, yumuşak hortumun serbestçe dışarı çıkmasını engellemektedir. Hortumu dışarı çıkarabilmek için pens içeriye doğru bastırılmalıdır. Hortum basınç altında iken veya pens bastırılmadan hortumu çıkarmaya çalışmak, pensin kırılmasına veya hortumun bozulmasına neden olabilir. Genellikle küçük çaplı ve sık sökülüp takılması gereken yerlerde tercih edilir.



Şekil 2.4: Çabuk sökme pensleri

2.1. Hortum Tipleri

Sanayi işletmelerinde her geçen gün daha da artan otomasyon ve modernleşme isteklerine paralel olarak basınçlı hava talebi de artmaktadır. Her makine ve cihaz kendisi için gerekli olan havayı bir boru şebekesi ile kompresörden temin eder. Pnömatik sistemlerde basınçlı havanın dağıtılmasında boru şebekesinin önemi büyüktür.

Basınçlı havanın kompresörden başlayıp en küçük devre elemanına kadar taşınmasını sağlayan boru ve hortumlardır. Basınçlı hava şartlandırıcılara kadar genel olarak borular ile şartlandırıcıdan sonra hortumlarla iletilir. Boru ve hortum çapları, kullanılacak hava kapasitesine göre seçilmelidir. Kompresör çıkışındaki boru, tüm sistemin hava ihtiyacını karşılayacak çapta olmalıdır. Hava sistemlere dağıldıkça boru çapları da o oranda küçülmelidir. İletim elemanlarının tesisat şekli; tesisatta su toplanmasına imkân vermeyen, sistemdeki tüm elemanlara aynı basınç ve debide hava ulaşımını sağlayan ve hava kaçağı oluşmasına izin vermeyen şekilde ve teknolojik kurallara uygun olarak tasarlanmalıdır. Sistemde kullanılan hattın uzunluğu, dirsek ve kesit değişim sayısı arttıkça enerji kaybının artacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

➤ Metal borular

Basınçlı havanın iletiminde metal boru olarak çelik, çinko (galvaniz) kaplamalı çelik, bakır veya paslanmaz borular kullanılır. Çelik borular dikişli veya dikişsiz olarak yapılabilir. Dikişli borular 10 bar'a, dikişsiz borular 25 bar'a kadar çalışabilir. Bağlantıları kaynakla veya vidalı olarak yapılabilir. Paslanabilir olması, havanın akışına direnç göstermesi ile montajının zor olması ve fazla zaman alması dezavantajlarıdır.



Resim 2.3: Galvaniz boru

Çinko kaplamalı borular, paslanmaya karşı daha dayanıklıdır. Birleştirme yerindeki kaplamaların kalkarak hatları tıkaması ve çelik borulara göre daha pahalı olması dezavantajlarıdır.

Bakır veya pirinç borularla 16 – 140 bar'a kadar çalışılabilir. Hava dirençleri düşüktür. Kaynak lehim veya vidalı bağlantılar yapılabilir.

➤ Plastik hortumlar

Çoğu tesiste, taşınabilir tip havalı cihaz ve aletlerin hat içine monte edilmiş hava besleme istasyonlarına bağlanabilmesi için hava hortumları kullanılır. Bu hortumlar 1,5 ile 15 m arasındaki bir uzunlukta olabilir. Hortumlar, hareketli ve sabit cihaz parçaları arasında esnek bağlantılar yapmak için de kullanılır.



Resim 2.4: Plastik hortum

Korozyona dayanıklı, ucuz, hafif, sürtünme kayıplarının çok az ve kolay işlenebilir olmaları nedeniyle endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Plastik hortum malzemesi olarak duroplastik veya termoplastikler kullanılmaktadır. Termoplastikler genellikle yumuşaktır. Isı altında yumuşayıp sertleşebilen hortum malzemesidir. Küçük çaplı ve sık sık sökülüp takılması gereken yerlerde tercih edilmelidir. Esnek olması nedeniyle, salınım yaptığı yerlerde su ve yağ birikintisi yapabilir. Duroplastikler, kimyasal maddelerle sertleştirilmiş ve ısı altında sertliği değişmeyen bir yapıya sahiptir. Özellikle büyük çaplı bağlantılarda tercih edilmelidir.

PVC hortumlar; yapıştırılabilir özellikte, asit ve tuzlara karşı dayanıklıdır. Ancak kırılarak parçalara ayrılması nedeniyle, hatları tıkayabileceği için dikkatli kullanılmalıdır.

Plastik hortumlar, kullanılacak bağlantı elemanının tipine göre iç veya dış yüzeyinden bağlanabilir.



Resim 2.5: PVC hava iletim sistemi

Dış yüzeyinden bağlanan hortumlar dış çapı ile anılır ve 3,2, 4, 6, 8, 10, 12, 16 mm çaplarda standart olarak üretilir.

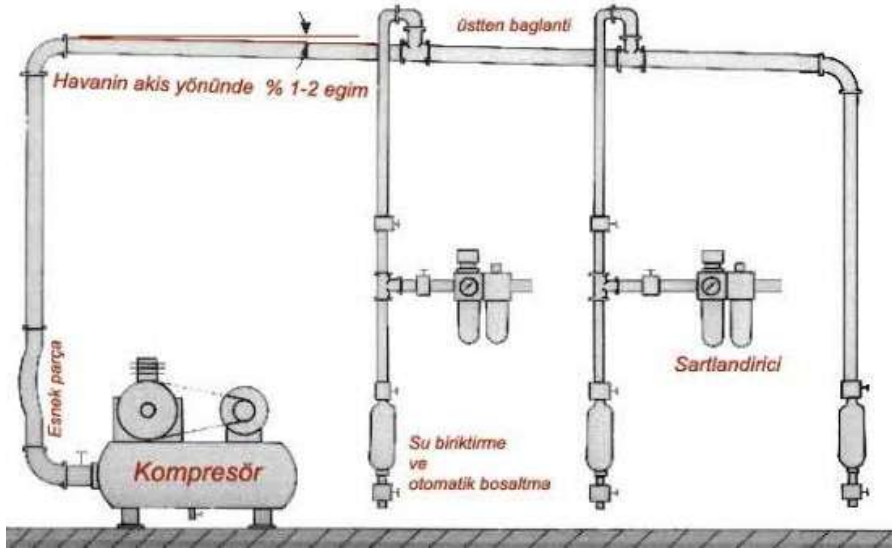
İç yüzeyinden bağlanan hortumlar ise iç çapı ile anılır ve 2,1, 2,6, 4, 5,7, 7, 8,4, 12 mm çaplarda standart olarak üretilir.

- Hortumların kullanımında aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:
 - Hortum, kullanılacak yerin boyuna uygun kesilmeli ve destekler yardımı ile sabitlenmelidir. Çok kısa kesilirse bağlantı yerinde köşe oluşturabilir (Akışı engeller.). Çok uzun kesilirse salınım yapabilir (Su toplanabilir, görüntü kötü olur.).
 - Hortumlar boyuna dik olarak kesilmelidir. Yan keski gibi araçlarla kesildiğinde hortumun yuvarlaklığı kaybolabilir ve dik kesilmez. Bu da hava sızıntısına neden olur. Bu amaçla hortum kesme makası kullanılmalıdır.
 - Sökülüp tekrar takılması gereken hortumların bağlantı yerleri, iyice kontrol edilmelidir. Şekil bozukluğu varsa bağlantı boyu kadar kesilip yeniden bağlanmalıdır.
 - Hortum, bağlantı rakorunun içine tam olarak sokulmalıdır.

➤ Boru veya hortum seçimi

Pnömatik sistemlerde basınçlı havanın dağıtımı boru ya da hortumlarla gerçekleştirildiğini öğrendik. Ana dağıtım şebekesinde kullanılmak üzere aşağıdaki boru malzemeleri seçilebilir:

- Plastik
- Bakır
- Pirinç
- Alaşımli çelik
- Siyah çelik boru



Şekil 2.5: Dağıtım şebekesinde boru veya hortum kullanımı

Boru hatları kolay dönebilmeli, korozyona karşı dayanıklı ve ucuz olmalıdır. Kaynaklı borular ucuz ve sızdırmaz olmalarına rağmen kaynak cürufıfları sisteme zarar vereceğinden pek tercih edilmez. Galvanizli borular ise tamamen sızdırmaz değildir. Diğer borulara oranla korozyona karşı dayanıklılığı iyi değildir. Bu yüzden çelik boru kullanıldığında filtre ve su tutucu elemanların önemi daha da artar. Özel kullanım sahalarında ise bakır ve plastik boru seçilebilir.

Kullanım yerlerindeki dağıtım şebekesinde en çok kullanılan hortum, polietilen ve poliamid plastik hortumlardır. Son zamanlarda geliştirilen bağlantı elemanları ile çabuk, kolay ve ucuz bir şekilde döşenir. Esnekliğin istendiği yerlerde ise kauçuk hortumlar kullanılır. Kauçuk hortumlar aynı zamanda mekanik gerilmelere karşı plastik hortumlara oranla daha dayanıklıdır. Ancak pahalı olduklarından çok kullanılmayan bir hortum çeşididir.

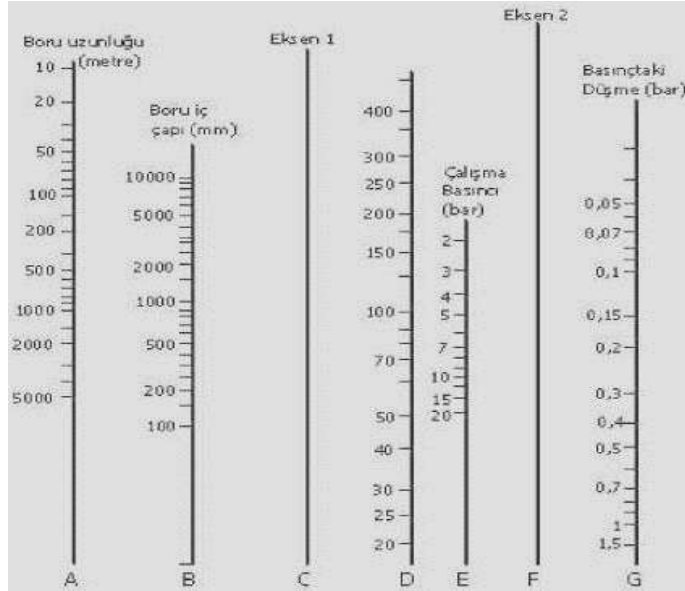
Paslanmaz borular her türlü korozyona dayanıklı olmaları, 80 bar ve üzerindeki basınçlarda çalışabilmeleri nedeniyle tercih edilen, ancak pahalı borulardır. Metal boruların vidalı bağlantısında sızdırmazlık amacıyla teflon bantlar mümkün olduğunca kullanılmamalıdır. Kullanılsa bile açıkta kalmamasına özen gösterilmelidir. Belli süre sonunda sertleşip kırılmasından dolayı hatları tı kayabilir.

2.2. Hortum Çapları

Planlaması yapılmış pnömatik sistemde, hava taşıma hattının çapı, iletilen havanın hacmi, sistem çalışma basıncı, havanın ulaştırılacağı en son noktaya olan uzunluk ve hat içinde bulunan dirsek ve bağlantı elemanlarının sayısı gibi çeşitli etkenlere bağlıdır. Tesisin büyüklüğü ve kompresörün (veya kompresörlerin) yeri (veya yerleri), havanın ne kadar uzağa iletilmesi gerektiğini belirler. Bazı kuruluşlarda ilgili birimlere ayrı besleme yapan kısmi sistemler, bazılarında merkezî veya çevrimli sistemler kullanılır. Bazı durumlarda basınç düşmelerini azaltmanın yanında boru çaplarını düşürmek için kompresörden uzak yerlere yardımcı hava tankları yerleştirilir. Boru iç çaplarının belirlenmesinde grafikler kullanılır.

- Uygun boru çapı seçiminde dikkat edilecek noktalar şunlardır:
 - Akış hızı
 - Kabul edilebilir basınç düşümü
 - Çalışma basıncı
 - Devredeki akışı kısıtlayan eleman sayısı
 - Boru uzunluğu

Ana boru şebekesinde boru içindeki akış hızı 6-10 m/sn. arasında olmalıdır. Basınç kaynağı ile kullanıcı arasındaki basınç düşümünün 0,1 bar değerini aşmaması istenir. Bunun dışında pratikte kullanılan başka bir ölçü de basınç düşümünün işletme basıncının %15'ini aşmamasıdır.



Resim 2.6: Boru çapı belirleme tablosu

Örneğin, işletme basıncı 6 bar olan bir sistemde basınç düşümü bu yöntemle göre 0,3 barı aşmamalıdır.

Valfler, dirsekler, teler redüksiyonlar gibi devre elemanları akışı kısıtlayan elemanlardır. Bunların boru çapına etkisi ya da bir sürtünme faktörü olarak veya pratikte en çok kullanılan şekliyle eş değer boru uzunluğu olarak göz önüne alınmalıdır.

➤ **Borularda basınç düşmesi**

En az basınç düşmesini sağlayacak boru çapını seçerken diğer bazı etkenlerin de dikkate alınması gerekir. Sistemde hava kullanımı olmadığı zamanlar tüm manometreler aynı değeri gösterecektir. Sistem çalışmaya başladığında aynı hat üzerindeki iki manometrenin gösterdiği değerler arasında farklılıklar olacaktır. Önemli olan bu farkı en aza indirmektir.




Metal borularda basınç düşmesi fazla olmayacaktır. Bağlantı hataları nedeniyle sadece ek metal boru tesisatlarında ek yerlerinde düşmeler görülecektir. Ama zamanla boruların içinin kirlenmesi hava akış hızını azaltarak basınç düşmesine sebep olabilir. Bu durum sistemin çalışmasını fazla etkilemez.

Plastik borularda borunun esnemesi nedeniyle basınç düşecektir. Sistemin bundan etkilenmesini engellemek için boru boyları kısa, çapları ise boyları oranında büyük olmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarına Göre bağlantı elemanlarının seçimi işlemini uygulayınız.

➤ **Kullanılan araç ve gereçler:** Bağlantı elemanı, hortum, metre

➤ İşlem Basamakları	➤ Öneriler
➤ Bağlantı elemanının çapını tespit ediniz.	➤ İş önlüğünüzü giyiniz, maskenizi takınız. ➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.
➤ Bağlantı elemanının niteliğini tespit ediniz.	➤ Bağlantı elemanlarının uygunluğuna dikkat ediniz.
➤ Hortum çapını tespit ediniz. 	➤ Ölçümleri hassas yapınız.
➤ Hortum niteliğini tespit ediniz. 	➤ Hortumların özelliklerine dikkat ediniz.
➤ Hortum uzunluğunu tespit ediniz. 	➤ Hortum uzunluğunu net belirlemeye dikkat ediniz.
➤ Raporunuzu teslim ediniz.	➤ İşlem basamakları ve aldığınız notlardan faydalanarak raporunuzu hazırlayınız. ➤ Raporunuzu öğretmeninize teslim ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bağlantı elemanının çapını tespit ettiniz mi?		
2. Bağlantı elemanının niteliğini tespit ettiniz mi?		
3. Hortum çapını tespit ettiniz mi?		
4. Hortum niteliğini tespit ettiniz mi?		
5. Hortum uzunluğunu tespit ettiniz mi?		
6. Araç gereç ve ortamı temizlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Plastik hortum bağlantılarında tercih edilen bağlantı elemanları pirinç veya plastik gövdeye sahip olduklarından dolayı dur.
2. Bütün rakorlar pnömatik elemanlaralar yardımıyla bağlanır.
3. Bir hortum bağlantı elemanı parçadan oluşur
4. Metal boruların vidalı bağlantısında kullanımından kaçınılmalıdır.

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız

5. (...) Hortum kesilirken yan keski kullanmak gerekir.
6. (...) Basınçlı havanın birden çok hatta ayrılmasında akış bölücüler kullanılır.
7. (...) Yumuşak plastik hortumların bağlanmasında vidalı rakorlar kullanılır.
8. (...) Basınçlı hava genellikle şartlandırıcıya kadar borularla, şartlandırıcıdan sonra ise hortumlar ile iletilir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Sık sökölüp takılması gereken ikincil hatlarda kullanılan rakor tipi hangi seçenekte doğru verilmiştir?
A) Çabuk sökme pensi B) Vidalı rakor
C) Nipel rakor D) Çabuk bağlantı rakoru
10. Dıştan birbirlerine bağlanan hortumlar dış çapı ile anılır. Buna göre hangi seçenekte verilen hortum dış çapı pnömatik sistemlerde kullanılmaz?
A) 3,2" B) 10" C) 14" D) 16"
11. Pnömatik bir sistemde basınçlı hava dikişli metal boru ile iletilmektedir. Buna göre hangi seçenekte verilen basınç bu boruda kullanılamaz?
A) 11 bar B) 10 bar C) 9 bar D) 8 bar
12. Bakır ve pirinç borularla kurulan bir basınçlı hava sisteminde kullanılacak hava basıncı en fazla kaç bar olabilir?
A) 10 bar B) 16 bar C) 25 bar D) 140 bar

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Basıncı sabit tutmak için kullanılan araçlara denir.
2. Akışkanların debisini ölçmek için kullanılan iki ucu açık ve ortasına doğru her iki ucundan daralan ölçme aracına denir.
3. Dikişsiz metal borular veya sert plastiklerin bağlanmasında rakorlar kullanılır.
4. Yumuşak plastik hortumların bağlanmasında rakorlar kullanılır.

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

5. (...) Özellikle gıda ve eczacılık sektöründe kullanılacak basınçlı havanın muhakkak yağlandırılması gerekmektedir.
6. (...) Aromatik yada koku yapan maddeleri basınçlı havadan uzaklaştırmak için aktif karbon mikrofiltre kullanılması gerekmektedir.
7. (...) Küçük çaplı ve sık sökölüp takılması gereken yerlerde çabuk sökme pensleri kullanılır.
8. (...) Boru bağlantılarında boruların güvenli, temiz ve kolay sökölüp takınabilirliğini sağlamak için yüksüklü rakorlar geliştirilmiştir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Sabit sıcaklıkta bir gazın hacmi 3 kat artırıldığında basınçtaki değişim nasıl olur?
A) Değişmez. B) 3 kat artar.
C) 3 kat azalır. D) 6 kat azalır.
10. Pascal prensibine uygun kurulan bir düzenekte 1 m²lik bir yüzeye 4 N'lik bir kuvvet etki ettiriliyor Pascal düzeneğinin diğer ucundaki düzenek 2 m²lik bir yüzey alanına sahip olduğuna göre kaç N'lik bir yükü kaldırabilir?
A) 2 N B) 4 N C) 6 N D) 8 N
11. Bütün rakorlar pnömatik elemanlar vidalar yardımıyla bağlanır ve vidalar çap ölçüleri ile anılırlar. Buna göre hangi seçenekteki vida ölçüsü pnömatik sistemlerde kullanılan vida türünü gösterir?
A) 1/5 B) 1/6 C) 3/8 D) 1/7
12. İç yüzeylerinden bağlanan hortumlar iç çaplarının ölçüleri ile anılırlar. Buna göre hangi seçenekte verilen hortum iç çap ölçüsü pnömatik sistemlerde kullanılmaz?
A) 2 B) 2,1 C) 2,6 D) 4

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

1	basınç
2	pnömatik
3	akışkanlar mekaniği
4	vakum
5	Doğru
6	Yanlış
7	Yanlış
8	Doğru
9	C
10	B
11	A
12	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

1	ucuz
2	vida
3	iki
4	teflon bant
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	D
10	C
11	A
12	D

MODÜL DEĞERLENDİRME

1	Basınç regülatörü
2	Venturimetre
3	vidalı
4	Nipel
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Doğru
9	C
10	D
11	C
12	A

KAYNAKÇA

- KARTAL Faruk, Hidrolik ve Pnömatik, 1998.
- KÜÇÜK Mehmet, Hidrolik Pnömatik, 2003.
- Pnömatik Devre Elemanları ve Uygulama Teknikleri, TMMOB, 2001.
- **Temel Pnömatik**, Millî Eğitim Bakanlığı, 1994.