

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 978-975-11-6377-6

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

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PETROL TEKNOLOJİSİNE GİRİŞ 10

DERS MATERYALI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PETROL TEKNOLOJİSİNE GİRİŞ

10

DERS MATERYALI



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PETROL TEKNOLOJİSİNE GİRİŞ

10
DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Erkan KUTLUIŞIK

Fuat MAZICI

Mehmet KÜÇÜK

Nuray AKGÜN



MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI : 8037
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİ..... : 1965

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

DİL UZMANI

Mehmet GÜNAY

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI

Emel DOLDUR

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI

Mustafa ÇELİK

REHBERLİK VE PSİKOLOJİK DANIŞMA UZMANI

Emrah ÇELİK

GÖRSEL TASARIM UZMANI

Murat KORLAELÇİ

ISBN: 978-975-11-6377-6

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

BASKI

Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599



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,
Medeniyet 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 cerihamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
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

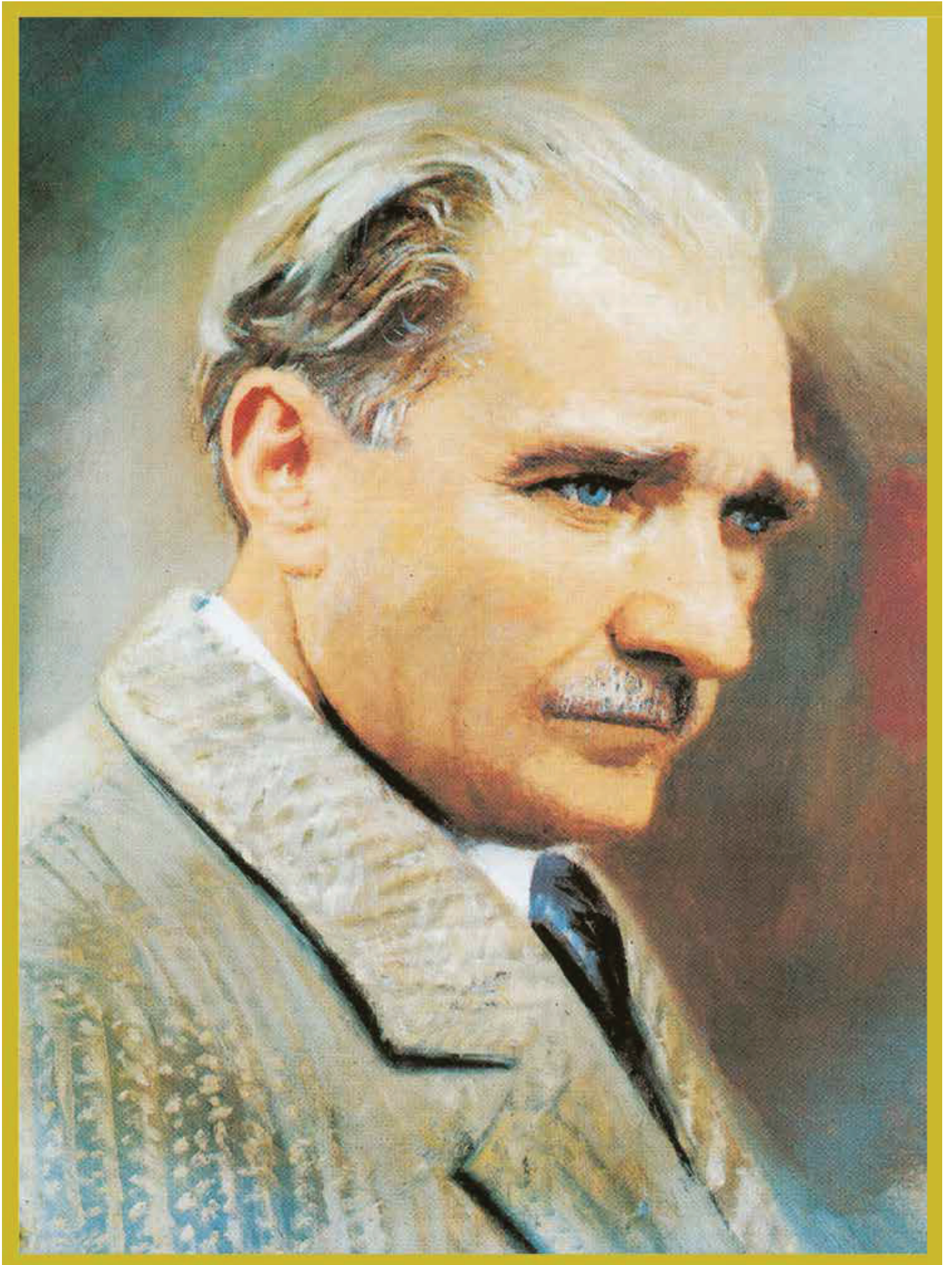
GENÇLİĞE HİTABE

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 namüsaît 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 MATERYALİNİN TANITIMI	14
1. ÖĞRENME BİRİMİ: AKIŞ KONTROLÜ	18
1.1. AKIŞ ÖLÇÜMÜ	20
1.1.1. Akışkanların Genel Özellikleri	20
1.1.1.1. Akışkanların Sınıflandırılması.....	20
1.1.2. Petrol	21
1.1.2.1. Petrolün Oluşumu.....	21
1.1.3. Petrolün Fiziksel Özellikleri	22
1.1.3.1. Petrolün Kimyasal Özellikleri.....	24
1.1.4. Petrol Ürünleri	24
1.1.4.1. Yakıtlar.....	24
1.1.4.2. Yakıt Olmayan Ürünler	25
1.1.4.3. Petrokimyasal Ham Maddeler	25
1.1.5. Akış Ölçüm Yöntemleri	25
1.1.6. Transmitterler	25
1.1.7. Akış Ölçme	26
1.1.8. Akış Ölçerler ve Özellikleri	26
1.1.8.1. Değişken Hacimli Akış Sayaçları.....	26
1.1.8.2. Diyaframlı Akış Ölçerler	26
1.1.8.3. Değişken Alanlı Akış Sayaçları.....	26
1.1.8.4. Ultrasonik Akış Ölçerler.....	27
1.1.9. Ultrasonik Debimetre İle Ölçüm İşlemleri.....	27
1.2. VANALARIN KULLANIMI	29
1.2.1. Vanalar (Valfler)	29
1.2.1.1. Vanaların Sınıflandırılması.....	29
1.2.1.2. Diskli (Globe) Vanalar.....	30
1.2.1.3. Sürgülü (Gate) Vanalar.....	32
1.2.1.4. Kelebek Vanalar.....	32
1.2.2. Emniyet Vanaları	32
1.3. BAĞLANTI ELEMANLARININ KONTROLÜ	33
1.3.1. Borular	33
1.3.1.1. Boru Donanımı.....	33
1.3.1.2. Boru Çapları	34
1.3.2. Metrik ve İnç Sistemli Boruların Tanımlanması	37
1.3.3. Borularda Kullanılan Kısaltmalar	37
1.3.4. Boru Bağlantı Elemanları (Fittings)	38
1.3.5. İşletmede Tesis Çalışırken Yapılacak Teknik Kontroller	40
1.3.6. Duruşlarda Yapılacak Kontroller	40
1.3.7. Yalıtım (İzolasyon)	40
1.3.7.1. Yalıtım Yapmanın Faydaları.....	41
1.3.7.2. Sistem Yalıtımı Kontrolleri.....	41
1.3.7.3. Yalıtımda Kullanılan Malzemeler.....	42
1.4. SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ	44
1.4.1. Sızdırmazlık ve Sızdırmazlık Elemanları	44
1.4.2. Sızdırmazlık Kontrol İşlem Basamakları	44
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	48

2.1. ŞEMA ÇİZİM TEKNİKLERİ	52
2.1.1. Teknik Resim	52
2.1.2. Teknik Resim Çiziminde Kullanılan Araç ve Gereçler	52
2.1.2.1. Kurşun Kalemler.....	53
2.1.2.2. Silgi ve Silgi Şablonları	53
2.1.2.3. Cetveller.....	54
2.1.2.4. Gönyeler	54
2.1.2.5. İletki	54
2.1.2.6. Pergel Takımları.....	55
2.1.2.7. Şablonlar	55
2.1.2.8. Eğri Cetveller.....	57
2.1.2.9. Rapido Takımları	57
2.1.2.10. Teknik Resim Masası.....	57
2.1.3. Teknik Resim Kâğıtları	57
2.1.3.1. Resim Kâğıdı Ölçüleri	58
2.1.3.2. Yazı Alanı (Antet).....	58
2.1.4. Yazı Karakterleri	59
2.1.4.1. Yazı Çeşitleri	59
2.1.4.2. Yazı Boyutları	61
2.1.4.3. Yazı Yazma Kuralları	61
2.1.5. Çizgi ve Çeşitleri	62
2.1.6. İzdüşüm	64
2.1.7. Görünüş	66
2.2. P&ID VE PFD ŞEMALARI	67
2.2.1. P&ID	67
2.2.1.1. P&ID Sembolleri	67
2.2.2. PFD	69
2.2.2.1. PFD Sembolleri.....	70
2.2.2.2. Hatların Kodlanması.....	70
2.2.2.3. Ekipmanların Kodlanması	71
2.2.2.4. Enstrümanların Kodlanması	72
2.2.2.5. Ham Petrolün Atmosferik Distilasyonu ve Akım Şeması.....	73
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	76

3.1. PETROL PROSESLERİNDE SICAKLIK ÖLÇÜMÜ	80
3.1.1. Sıcaklık	80
3.1.2. Sıcaklık Transmitterleri	80
3.1.3. Sıcaklık Ölçme Teknikleri	81
3.1.4. Sıcaklık Ölçen Cihazlar	81
3.1.4.1. Sıvı Genişlemeli ve Cam Muhafazalı Termometreler.....	81
3.1.4.2. Bimetal Tip Termometreler	81
3.1.4.3. Basınçlı Tip Termometreler.....	82
3.1.5. Termokupl	84
3.2. ANİ SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN YARATACAĞI ZARARLAR	86
3.2.1. Sıcaklığın Kimyasal Maddeler Üzerindeki Etkisi	86
3.2.2. Ani Sıcaklık Değişimlerinin Neden Olabileceği Zararlar ve Alınacak Tedbirler	86
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	88

4. ÖĞRENME BİRİMİ: PETROL PROSESLERİNDE BASINÇ KONTROLÜ 90

4.1. PETROL PROSESLERİNDE BASINÇ ÖLÇÜMÜ.....	90
4.1.1. Basınç ve Basınç Birimleri.....	92
4.1.2. Akışkanlarda Basınç.....	94
4.1.3. Yoğunluğun Sıvıların Basıncına Etkisi.....	94
4.1.4. Basınç Transmitterleri.....	97
4.1.5. Basınç Ölçen Alet ve Cihazlar.....	99
4.1.6. Basınç Kontrol İşlemleri.....	101
4.2. ANİ BASINÇ DEĞİŞİMLERİNİN YARATACAĞI ZARARLAR.....	101
4.2.1. Basıncın Çalışma Sistemine Etkileri.....	101
4.2.2. Basıncın Kimyasal Maddeler Üzerindeki Etkileri.....	101
4.2.3. Ani Basınç Değişikliklerinin Etkileri.....	101
4.2.4. Basınç Değişikliklerine Karşı Alınacak Önlemler.....	101
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	102

5. ÖĞRENME BİRİMİ: ISI AKTARIMI 104

5.1. Konveksiyon İle Isı Aktarımı.....	106
5.1.1. Isı ve Sıcaklık.....	106
5.1.2. Isı Aktarımı.....	106
5.1.3. Konveksiyon İle Isı Aktarımı.....	107
5.2. KONVEKSİYON İLE ISI AKTARIMI.....	112
5.3. Radyasyon ile Isı Aktarımı.....	115
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	118

6. ÖĞRENME BİRİMİ: KOLON, DRAM VE EŞANJÖRLERDE KONTROL 120

6.1. KOLONLARIN İŞLETİMİ.....	122
6.1.1. Kolon.....	122
6.1.1.1. Kolonun Özellikleri.....	123
6.1.1.2. Genleşmenin Kolona Yaptığı Etkiler.....	124
6.1.1.3. Kolonu Devreye Alma İşlemleri.....	126
6.1.1.4. Kolonu Devreden Çıkarma İşlemleri.....	126
6.1.1.5. Kolon İşletiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	126
6.2. DRAMLARIN İŞLETİMİ.....	128
6.2.1. Dram.....	128
6.2.1.1. Dramın Özellikleri.....	128
6.2.1.2. Genleşmenin Drama Yaptığı Etkiler.....	128
6.2.1.3. Dramı Devreye Alma İşlemleri.....	130
6.2.1.4. Dramı Devreden Çıkarma İşlemleri.....	130
6.2.1.5. Dram İşletiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	130
6.3. EŞANJÖRLERİN İŞLETİMİ.....	131
6.3.1. Eşanjör.....	131
6.3.1.1. Eşanjör Çeşitleri.....	131
6.3.1.2. Eşanjörün Özellikleri.....	132
6.3.1.3. Genleşmenin Eşanjöre Yaptığı Etkiler.....	132
6.3.1.4. Eşanjörü Devreye Alma İşlemleri.....	132
6.3.1.5. Eşanjörü Devreden Çıkarma İşlemleri.....	132
6.3.1.6. Eşanjör İşletiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	133
6.3.2. Isı Enerjisinin Önemi.....	133
6.3.3. Isı Enerjisi Kayıplarının Oluşturduğu Sonuçlar.....	133
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	136

7.1. YAKMA İÇİN FIRINI HAZIRLAMA VE YAKMA	140
7.1.1. Fırınlr.....	140
7.1.1.1. Fırınlrın İşlevi.....	140
7.1.1.2. Fırın Çeşitleri	140
7.1.1.3. Fırın Bölümleri.....	142
7.1.1.4 Fırında Kullanılan Yakıtlar	142
7.1.1.5. Fırınlrın Yakılması İçin Hazırlık İşlemleri ve Güvenliğin Sağlanması.....	142
7.2. FIRINDA SICAKLIK KONTROLÜ	143
7.2.1. Fırın Operasyonları	143
7.2.2. Fırında Sıcaklık Kontrolleri İçin Kullanılan Elemanlar	143
7.2.3. Fırında Güvenlik Kontrolü.....	143
7.2.4. Fırınlarda Oluşabilecek Aksaklıklar ve Dikkat Edilecek Hususlar	144
7.2.5. Fırınlarda Kok Oluşumu ve Etkileri.....	144
7.2.6. Dekoking İşleminde Uyulması Gereken Kurallar	144
7.3. BUHAR KAZANI İşLETİMİ	146
7.3.1. Buhar Kazanı ve İşlevi.....	146
7.3.1.1. Buhar Kazanı Çeşitleri.....	146
7.3.1. 2. Buhar Kazanının Bölümleri.....	149
7.3.1.3 Fırın Kazanlarında Deneme İşlemleri.....	149
7.3.1.4. Buhar Kazanını Yakmak İçin Gerekli İşlem Basamakları	149
7.3.1.5. Buhar Kazanlarında Sıcaklık Kontrolü İçin Kullanılan Elemanlar.....	149
7.3.1.6. Buhar Kazanlarında Sıcaklık Kontrolünde Dikkat Edilmesi Gerekenler	150
7.3.1.7. Buhar Kazanlarında Kurum Üfleyiciler	150
7.3.1.8. Kurum Üfleyicileri Çalıştırma İşlem Basamakları.....	150
7.3.1.9. Buhar Kazanlarında Meydana Gelebilecek Aksaklıklar ve Dikkat Edilecek Hususlar.....	150
7.3.2. Buhar Kayıplarının Önemi.....	151
7.3.1.1. Buhar Kayıplarının Parasal Değeri.....	151
7.3.3. Kojenerasyon Sistemlerinin Amacı	151
7.3.4. Kojenerasyon Sistemlerinin Bölümleri	151
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	152

8.1.POMPA İşLETİMİ	156
8.1.1. Pompalar.....	156
8.1.1.1. Pompaların İşlevleri.....	156
8.1.1.2. Pompa Çeşitleri ve Genel Özellikleri	156
8.1.1.2.1. Hacimsel (Pozitif Yer Değiştirmeli) Pompalar	156
8.1.1.2.2. Pozitif İletimli Olmayan (Rotadinamik) Pompalar	156
8.1.1.3. Santrifüj Pompaları Devreye Alma	157
8.1.1.4. Santrifüj Pompaları Devreden Çıkarma.....	157
8.1.1.5 Hacimsel Pompaları Devreye Alma	159
8.1.1.6. Hacimsel Pompaları Devreden Çıkarma	159
8.1.1.7. Pompada Meydana Gelebilecek Aksaklıklar	159
8.1.1.7.1. Pompa Kapasitesinin Düşmesi	159
8.1.1.7.2. Pompanın Düşük Hızda ve Yüksek Hızda Emiş Kaybı.....	160
8.1.1.7.3. Pompanın Devamlı Olarak Emişten Düşmesi	160
8.1.1.7.4. Kavitasyon.....	160
8.2. KOMPRESÖR İşLETİMİ.....	160
8.2.1. Kompresörler.....	160
8.2.1.1. Kompresörün İşlevleri.....	160
8.2.1.2. Kompresör Çeşitleri ve Özellikleri	160

8.2.1.2.1. Santrifüj Kompresör	161
8.2.1.2.2. Eksenel Kompresör	161
8.2.1.2.3. Kayar Paetli Kompresör	161
8.2.1.2.4. Vidalı Kompresör	161
8.2.1.2.5. Pistonlu Kompresör.....	162
8.2.1.3. Kompresörleri Devreye Alma	162
8.2.1.4. Kompresörleri Devreden Çıkarma.....	162
8.2.1.5. Kompresör Çalışırken Dikkat Edilecek Hususlar	162
8.3. TEMEL DÖNER EKİPMANLARIN BAKIMI	164
8.3.1. Pompa Bakım Teknikleri	164
8.3.2. Kompresör Bakım Teknikleri.....	165
8.3.2.1. Vidalı Kompresörlerde Bakım	165
8.3.2.2. Pistonlu Kompresörlerde Bakım	165
8.3.3. Temel Döner Ekipman Bakımı İçin Araç ve Gereçler.....	165
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	168

9. ÖĞRENME BİRİMİ: SÜRÜCÜ EKİPMAN KONTROLÜ **170**

9.1. ELEKTRİKLİ MOTORLARIN KONTROLÜ.....	172
9.1.1. Elektrikli Motorlar.....	172
9.1.1.1. Elektrikli Motor Çeşitleri ve Motorların Çalışma Prensipleri	172
9.1.1.2. Elektrikli Motoru Çalıştırma İşlemleri	175
9.1.1.3. Elektrikli Motorların Çalıştırılması Esnasında Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	175
9.1.1.4. Elektrikli Motorlarda Meydana Gelen Aksaklıklar	175
9.1.1.5 Elektrikli Motorları Durdurma İşlemleri	175
9.1.2. Turmetre.....	177
9.1.2.1. Turmetrenin İşlevleri.....	177
9.1.2.2. Turmetre ile Asenkron Motorun Devir Sayısını Ölçme.....	177
9.1.2.3. Motorlarda Senkron Hızının Bulunması	177
9.1.2.4. Rotor Devrini ve Senkron Devrini Kullanarak Kayma Hesaplamaları.....	177
9.1.3. Elektrikli Motorları Kontrol Etme İşlemleri.....	178
9.1.4. Elektrik Enerjisinin Önemi.....	178
9.1.5. Elektrik Enerjisi Kayıpları	178
9.2. TÜRBİN KONTROLÜ	179
9.2.1. Buhar Türbinleri.....	179
9.2.2.1. Buhar Türbinlerinin Sınıflandırılması.....	183
9.2.2.2. Buhar Türbinlerini Çalıştırma	183
9.2.2.3. Türbin Çalışırken Yapılacak İşlemler.....	185
9.2.2.4. Türbinleri Devreden Çıkarırken Yapılacak İşlemler.....	185
9.2.2.5. Türbinler Hazır Beklemedeyken Yapılacak İşlemler	185
9.2.2.6. Türbinlerdeki Kayıp Nedenleri	185
9.2.2.7. Türbinlerdeki Aksaklık Kontrolleri.....	186
9.3. TEMEL SÜRÜCÜ EKİPMANLARIN BAKIMI.....	187
9.3.1. Elektrik Motorlarının Bakımı.....	187
9.3.2. Türbin Temel Bakım Teknikleri	188
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	190
CEVAP ANAHTARI	192
SÖZLÜK	195
KAYNAKÇA	200

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarası verilmiştir. Her öğrenme birimi için konuyu simgeleyen görseller kullanılmıştır. Tanıtım iki sayfadan oluşmaktadır.

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

1. Birimi Öğrenme

AKIŞ KONTROLÜ

TEMEL KAVRAMLAR

- Akışkan Madde
- Petrol
- Lpg
- Transistörler
- Dişli
- Vana
- Boru
- İnç
- Yalıtım
- Sızdırmazlık elemanları
- Test balımbası

KONULAR

1. AKIŞ ÖLÇÜMÜ
2. VANALARIN KULLANIMI
3. BAĞLI ELEMANLARININ KONTROLÜ
4. SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Akış ölçümü yapmayı
- Vanaları kullanmayı
- Bağlı elemanlarının kontrolünü yapmayı
- Sızdırmazlık kontrolü yapmayı

18

19

Öğrenme birimi içeriğindeki bölüm başlıkları verilmiştir.

Öğrenme birimindeki her bölüm ile ilgili kritik kazanımlara dikkat çekmek amacıyla hazırlık sorularına yer verilmiştir.

Bölüm adı yer almaktadır.

Her bölüm ve numarası laboratuvar güvenlik işaretleri eşliğinde verilmiştir.

Bölümdeki konu başlığını ve numarasını gösterir. Numaralandırma; bölüm, konu ve alt konu başlıkları şeklinde yapılmıştır. Materyale ait tüm konu başlıkları ile en alt başlıklar kırmızı, alt başlıklar ise mavi renkle verilmiştir

Her sayfada öğrenme birimi anımsatılmaktadır.

1. Birimi
Öğrenme

AKIŞ KONTROLÜ

BÖLÜMLER

- AKIŞ ÖLÇÜMÜ
- VANALARIN KULLANIMI
- BAĞLANTI ELEMANLARININ KONTROLÜ
- SIZDIRIM AZLIK KONTROLÜ



AKIŞ KONTROLÜ

1.1. AKIŞ ÖLÇÜMÜ

Bulunduğu kabın şeklini alarak akabilen maddeye akışkan madde denir. Akışkanlara hava, su, süt, benzin, mazot, doğal gaz, kan ve kalorifer sıvı yakıtı örnek verilebilir. Kuvvet ve hareket bilim dalına mekanik denir. Akışkanların hareketini ve akışkanlara etki eden kuvvetleri inceleyen bilim dalına ise akışkanlar mekaniği denir. Akışkanlar mekaniği iki grupta incelenebilir:

1. Akışkanlar Statikliği: Akışkanların dengedeki (hareketsiz) hâlini araştıran bilim dalıdır. Akışkanın kayma gerilmesi söz konusu olmadığından sadece basıncından söz edilebilir.

Yandaki görselde akışkanların basıncını ölçmek için boru hattına bağlanmış manometre örnekleri görülmektedir.



2. Akışkanlar Dinamiği: Akışkanların çeşitli kuvvetler etkisiyle hareket değişimlerini inceleyen bilim dalıdır. Hareket hâlindeki sıvılar için kütsel, yüzeyel ve aletel kuvvetleri etkilidir. Durgun hâledeki sıvılar için ise basınç ve yer çekimi kuvveti söz konusudur.

1.1.1. Akışkanların Genel Özellikleri

1. Akışkanlarda sıvılar tabana ve yan çeperlere, gazlar ise bulunduğu kabın her noktasına kuvvet uygular.
2. Akışkanların yoğunluğu azaldıkça yapıldığı basınç da azalır.
3. Akışkanlar akabilen ve kondukları kabın şeklini alabilen maddelerdir.
4. Gazlar sıkıştırılabilirken katı ve sıvılar sıkıştırılmaz.
5. Akışkanlarda kayma gerilmesi görülür.
6. Akışkanlar, kayma gerilmesi çok küçük olsa da sürekli olarak şekil değiştirebilir.

1.1.1.1. Akışkanların Sınıflandırılması

Diş ve İç Akış: Bir akışkanın sınır olmaksızın boru ve tel gibi bir yüzeyden akması diş akıştır. Akışkanın boru ya da kanal gibi katı yüzeyin içinde akması ise iç akıştır.

Viskoz Akış: Viskozite, harekete karşı oluşan iç çekim kuvvetidir. Viskozite nedeniyle sürtünme etkilerinin önemli olduğu akışa viskoz akış denir.

Sıkıştırılabilir ve Sıkıştırılmayan Akış: Yoğunluk sıcaklık ve basınç ile çok değişiyorsa sıkıştırılabilir akış, yoğunluğu sıcaklık ve basınç ile az değişiyorsa sıkıştırılmayan akış denir.

Laminer Akış: Çalkantısı olmayan akışkan tabakalarda görülen çok düzenli akışkan hareketidir. Düşük viskoziteli olan yağlar laminer akışa örnek verilebilir.

Her öğrenme biriminin sonunda kavramları sorgulamak amacıyla ölçme ve değerlendirme bölümü yer almaktadır. Bu soruların cevapları materyalin sonundaki cevap anahtarında verilmiştir.

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz ve doğru ifadeler için (D), yanlış ifadeler için (Y) harfini kullanınız.

- 1.(...) Petrol yanabilen bir maddedir.
- 2.(...) Akışkanlar mekanik akışkanların hareketini inceler.
- 3.(...) Gazlarda moleküller birbirine yakındır.
- 4.(...) Çek vanalar tek yönlü vanalardır.
- 5.(...) Metal borulara yalıtım uygulaması yapıldıktan sonra kaplama işlemi yapılır.

B) Aşağıda verilen ölümlerdeki boşlukları kullandıkları ifadelerle tamamlayınız.

hidrojen	olumsuz tip	organik bileşikler	baskınç	katalenez
boru	hafif	ağır	sıcaklık	metal

1. Dış il vanalara vanalar da denilmektedir.
2. Petrolün yapısında karbon, ve vardır.
3. Akışkanlığı az olan petrol, çok olan petrolüdür.
4. Akışkanlar çoğunlukla ve tüpler yardımı ile taşınır.
5. Petrolün bir yerden başka bir yere hareket etmesinde ve etkisidir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Sızdırmazlık kontrolü nasıl yapılır? Açıklayınız.
2. Petrolün kimyasal yapısındaki hidrokarbonian gruplandırarak yazınız.
3. Emniyet vanalarının görevi nedir? Yazınız.
4. Rotametre ne işe yarar? Yazınız.
5. Bağlantı elemanları nelerdir? Nerede kullanılır? Yazınız.

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Aşağıdakilerden hangisi akışkanlara örnek değildir?
 - A) Benzin
 - B) Su
 - C) Kömür
 - D) Hava
 - E) LPG
2. Aşağıdaki elementlerden hangisi petrolün yapısında bulunmaz?
 - A) Karbon
 - B) Kükürt
 - C) Hidrojen
 - D) Bor
 - E) Oksijen
3. I. Isı iletkenlik katsayısı
II. Yangına dayanıklılık
III. Bertlik
Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri tesisat yalıtımında kullanılan malzemelerde aranacak temel özelliklerdendir?
 - A) I ve II
 - B) II ve III
 - C) I ve III
 - D) Yalnız III
 - E) I, II ve III
4. Tek yönlü akışa izin veren ve ters yöndeki akışı engelleyen vana tipi aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Kelebek vana
 - B) Sürgülü vana
 - C) Küresel vana
 - D) Çek valf
 - E) Diskli vana
5. Değişik amaçlarla kullanılan transmittörler aşağıdakilerden hangisini ölçmez?
 - A) Kütle
 - B) Sıcaklık
 - C) Basınç
 - D) Nem
 - E) Akış hızı
6. Aşağıdakilerden hangisi petrolden elde edilen ürünlerden değildir?
 - A) Yakıtlar
 - B) Nafta
 - C) Bitüm
 - D) Naftalin
 - E) Rafineri gazları
7. Aşağıdakilerden hangisi boru bağlantı elemanlarından biri değildir?
 - A) O-Ring
 - B) Dirsek
 - C) Manşon
 - D) Kamlok
 - E) Rakor
8. Ham petrolün yoğunluğunu aşağıdakilerden hangisi etkiler?
 - A) Sülfür oranı
 - B) Gaz miktarı
 - C) Hidrokarbon oranı
 - D) Sıcaklık
 - E) Akma hızı
9. Aşağıdakilerden hangisi boru yapımında kullanılan malzemelerden değildir?
 - A) Bakır
 - B) Çelik
 - C) Cam
 - D) Çelik
 - E) Cıva
10. Aşağıdakilerden hangisi petrolün oluşum aşamalarından değildir?
 - A) Biyosentez
 - B) Katajenez
 - C) Metajenez
 - D) Diyajenez
 - E) Parçalanma

A başlığı altında doğru yanlış soruları yer almaktadır.

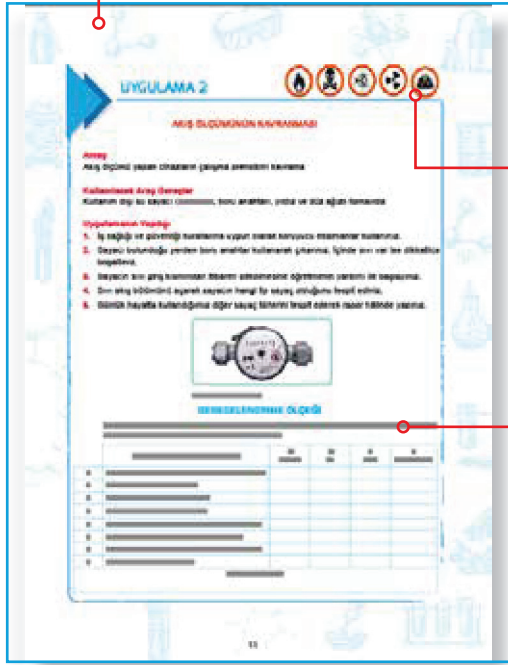
D başlığı altında çoktan seçmeli sorular yer almaktadır.

B başlığı altında boşluk doldurma soruları yer almaktadır.

C başlığı altında açık uçlu soruları yer almaktadır.

Etkileşimli materyal, uygulama ve ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz tıklanabilir, taranabilir karekodu ve linkini gösterir





Kazanımları uygulamalı öğretebilmek adına laboratuvar çalışmasına yer verilmiştir. Her bölümün sonunda bulunan laboratuvar çalışmalarının amacı, malzemeleri, yapılışı ve derecelendirme ölçeği şekildeki gibi düzenlenmiştir.

Laboratuvar çalışması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar için tehlike işaretlerine yer verilmiştir.

Laboratuvar çalışması değerlendirme ölçeği; öğrencilerin çalışmaya hazır bulunuşluklarını ve yaptıkları katkıyı gözlemleyen öğretmenin görüşünü ekleyebildiği ,öğrencileriyle birlikte doldurduğu bir ölçektir.

Konuyla ilgili ve sorunun çözümü yan yana verilmiştir.

Örnek

Cidar kalınlığı 8 mm dış çevre ölçüsü 15,7 cm olan borunun iç çapı kaç mm'dir?

Çözüm

Borunun iç çapını bulmak için önce verilen ölçü birimlerini eşitlemeli sonra da borunun dış çapını bulmalıyız.

$$15,7 \text{ cm} = 157 \text{ mm olduğuna göre,}$$

$$\text{Boru dış çapı} = 157 / 3,14 = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Boru iç çapı} = 50 - (2 \times 8) = 34 \text{ mm olur.}$$

Bazı konuların sonunda öğrenmeyi pekiştirmek için verilen soru yer almaktadır. Sayısal soruların cevapları, öğrenme birimindeki ölçme değerlendirme cevap anahtarı kısmında verilmiştir.

Sıra Sizde 2

Dış çapı 36 mm iç çapı 27 mm olan borunun cidar kalınlığı kaç mm'dir?

Çözüm

Bölümlerin içinde etkinlikler bulunmaktadır. Bu etkinliklerin amacı; ülkemizdeki üretim prosesleri için farkındalık oluştururken öğrenme sürecindeki öğrencilere birlikte çalışmanın önemini kavratmaktır.

Sıra Sizde 1

Rotametre	Pitot tüpü	Bunzen beki	Debimetre	Barometre
Termometre	Valf	Balon joje	Gatemetre	Pervaneli sayaç

AKIŞ KONTROLÜ

1 Birimi Öğrenme



TEMEL KAVRAMLAR

- Akışkan Madde
- Petrol
- Lpg
- Transmitter
- Debi
- Vana
- Boru
- İnç
- Yalıtım
- Sızdırmazlık elemanları
- Test tulumbası

KONULAR

1. AKIŞ ÖLÇÜMÜ
2. VANALARIN KULLANIMI
3. BAĞLANTI ELEMANLARININ KONTROLÜ
4. SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Akış ölçümü yapma
- Vanaları kullanma
- Bağlantı elemanlarının kontrolünü yapma
- Sızdırmazlık kontrolü yapma

AKIŞ KONTROLÜ

Hazırlık

Kullandığınız petrol ürünlerine örnekler veriniz.

1.1. AKIŞ ÖLÇÜMÜ

Sıvılar ve gazlar gibi akış hâlinde hareket edebilen maddeye **akışkan madde** denir. Akışkanlara hava, su, süt, benzin, mazot, doğal gaz, kan ve kalorifer sıvı yakıtı örnek verilebilir.

Kuvvet ve hareket bilim dalına **mekanik** denir. Akışkanların hareketini ve akışkanlara etki eden kuvvetleri inceleyen bilim dalına ise **akışkanlar mekaniği** denir. Akışkanlar mekaniği iki grupta incelenebilir.

1. Akışkanlar Statiği: Akışkanların dengedeki (hareketsiz) hâlini araştıran bilim dalıdır.

Akışkanların basıncını ölçmek için boru hattına bağlanmış manometre kullanılmaktadır (Görsel 1.1).

2. Akışkanlar Dinamiği: Akışkanların çeşitli kuvvetler etkisiyle hareket değişimlerini inceleyen bilim dalıdır. Hareket hâlindeki sıvılar için kütle, yüzey ve atalet kuvvetleri etkilidir. Durgun haldeki sıvılar için ise basınç ve yer çekimi kuvveti söz konusudur.



Görsel 1.1: Manometre

1.1.1. Akışkanların Genel Özellikleri

- Akışkanlarda; sıvılar tabana ve yan çeperlere, gazlar ise bulunduğu kabın her noktasına kuvvet uygular.
- Akışkanların yoğunluğu azaldıkça yaptığı basınç da azalır.
- Akışkanlar, akabilen ve konuldukları kabın şeklini alabilen maddelerdir.
- Gazlar sıkıştırılabilirken katı ve sıvılar sıkıştırılmaz.

1.1.1.1. Akışkanların Sınıflandırılması

Viskoz Akış: Viskozite nedeniyle sürtünme kuvvetine karşı olan akışa denir.

Sıkıştırılabilen ve Sıkıştırılmayan Akış: Akışın yoğunluğu sıcaklık ve basınç ile çok değişiyorsa sıkıştırılabilen akış, sıcaklık ve basınç ile az değişiyorsa sıkıştırılmayan akış denir.

Laminer Akış: Çalkantısı olmayan akışkan tabakalarda görülen, çok düzenli akışkan hareketidir.

Türbülanslı Akış: Genellikle yüksek akış hızlarında gözlemlenir. Akışkanların çalkantılı ve düzensiz bir şekilde akmasına denir.

Zorlanmış Akış: Pompa veya fan gibi dış etkenlerle boru içinden veya yüzeyinden akmaya zorlanan akıştır.

Doğal Akış: Zorlama olmadan, doğal yollarla meydana gelen akıştır.

Daimi Akış: Akışın gerçekleştiği herhangi bir noktada zaman içerisinde akış özelliklerinde bir değişimin meydana gelmediği akıştır.

1.1.2. Petrol

Petrol sözcüğü Latince “petra (kaya)” ve “oleum (yağ)” sözcüklerinden türemiştir. Petrol, çoğunlukla hidrokarbonlardan (yapısında yalnızca karbon ve hidrojen bulunduran bileşikler) oluşan, kendine has kokulu, yoğun kıvamlı yanıcı bir sıvı karışımıdır. İçerisinde az miktarda kükürt, oksijen ve azot bulunabilir. Yeşilden kehribar rengine, kahverengiden siyaha çeşitli renklerde olabilmektedir.

Ham petrolün yapısı çıkartıldığı yere göre değişir. Bulunduğu yere göre ham petrolün rengi farklılık gösterebilir. Bunun nedeni petrolün içeriğindeki hidrokarbonların çeşitlerinin ve karışım oranlarının farklı olmasıdır.

Akışkanlıklarına göre petrol çeşitleri Tablo 1.1’de belirtilmiştir. Ham petrol, içindeki kükürt miktarına göre de sınıflandırılır. Kükürt içeriği az olana **tatlı petrol**, kükürt içeriği çok olana **ekşi veya acı petrol** denir.

Tablo 1.1: Akışkanlıklarına Göre Petrol Çeşitleri

Hafif Petrol	Ağır Petrol
Akışkanlığı çok	Akışkanlığı az
Uçucu	Buharlaşmaz

1.1.2.1. Petrolün Oluşumu

Petrol doğal yollarla ve çoğunlukla organik moleküllerden oluşan bir ham maddedir. Okyanuslarda sayısız çeşitliliği bulunan küçük canlıların petrol oluşumunda rol aldığı görülmüştür. Bu canlılardan en önemlisi planktonlardır. **Plankton**, gözle görülemeyecek kadar küçük canlılara verilen genel addır.

Planktonlar, milyonlarca yıl önce okyanuslarda sıklıkla rastlanan canlılardı. Planktonların yaşamı sona erince parçaları okyanusun dibine çöktü. Bu parçaların oksijensiz ortamlarda biyolojik ve kimyasal değişimleri sonucunda petrol oluştu. Petrol oluşum aşamaları şu şekilde sıralanır:

1. Diyajenez (Taşlaşma)

Bakterilerin oksijensiz solunumu sonucu silt ve kum ile kaplı organik maddeler parçalanarak bozulur. Organik tabakalar kalınlaştıkça yoğun ısı ve basınç ile parçalanıp bozulan maddeler kerojen denilen maddeye dönüşür. Kerojenler tortul kayalarda bulunur ve kahverengi, siyah tonlarındadır. Tortul kayalarda kil, kum ve kalsit de vardır. Bu kayalar 450-500 °C’de ısıtıldığında kerojen petrole dönüşür.

2. Katojenez (Parçalanma)

Sıcaklık kerojen oluşumunda önemli faktörlerden biridir. Kerojen, yüksek basınçta 60°C’den daha yüksek sıcaklıklara ulaştığında kimyasal olarak parçalanır. Bu evre **katojenez** adını alır. Bu evrede sıcaklık 50 °C ile 150 °C arasında değişir. Kerojenin olgunlaşması için uzun zaman aynı koşullarda kalması gerekir. Gerekli olan basınç ise 1500 bardır. Bu basınç atmosfer basıncının 1480 katıdır. Kerojenin parçalanmasıyla petrol ve doğal gaz ortaya çıkar.

3. Metajenez (Organik Bileşen Süreci)

Petrol oluşumunda son aşamadır. Bu aşamada organik tabaka, yer kabuğu içinde ilerler. Magmanın etkisiyle petrol ve gaz daha yüksek sıcaklık ve basınçla karşılaşır. Basınç, gerekli olan sıcaklığa erişmek için zorunludur. Metajenezde oluşan petrole birlikte metan gazı ve karbon kalıntısı da

kalır. Petrol ve gaz, basınç ve yoğunluk etkisiyle yeryüzüne doğru hareket eder.

1.1.3. Petrolün Fiziksel Özellikleri

- 1. Yoğunluk:** Bir maddenin birim hacminin kütesine denir. Petrolün yoğunluğu 1 atmosfer basıncında ve 15,5 °C'de ölçülür. Petroldeki hidrokarbon yüzdeleri, reçine ve gaz miktarı, sülfür oranı, sıcaklık, asfalt gibi faktörler petrolün yoğunluğunu etkiler. Yoğunluk azaldıkça petrolün değeri artar.
- 2. Hacim:** Petrolün hacmini etkileyen faktörler basınç, sıcaklık ve petrol içeriğindeki çözünmüş maddelerdir. Sıvı petrolün hacmi, 1 atmosfer basıncında ve 16°C'de ölçülür. Bu ölçü varille belirtilir. 1 varil 159 litredir.
- 3. Viskozite:** Sıvıların akmaya karşı gösterdikleri dirence denir. Petrolde viskozite, aktarım açısından önemli bir özelliktir. Katran ve gliserin gibi kalın sıvılar kolaylıkla dökülemez. Petrol, su, parafin gibi ince sıvılar çok kolay şekilde akar. Petrolde sıcaklık arttıkça viskozite azalır.
- 4. Kırılma İndisi:** Petrolün bileşimine bağlıdır. Petrolün kırılma indisi 1,39 - 1,49 aralığındadır.
- 5. Floresans:** Petrol; ultraviyole ışığa tutulduğunda sarı, yeşil ve mavi renkler verir. Ultraviyole ışıkla az miktardaki petrol kolayca belirlenmiş olur.
- 6. Renk ve Koku:** Petrolün rengi açık sarı, kırmızı, yeşil ve siyahtır. Petrolün rengi ve yoğunluğu arttıkça rengi koyulaşır. Kokusu hoş olan petrol hafif hidrokarbonludur. Kükürt, nitrojen ve doymamış hidrokarbon içeren petrol ise kötü kokuludur.
- 7. Kalori Değeri:** Belli bir miktardaki petrolün yandığında verdiği ısı miktarıdır.
- 8. Akma Noktası:** Petrolün jel kıvamına geldiği veya akmanın durduğu andaki sıcaklık değeri akma noktasıdır.
- 9. Parlama Noktası:** Petrole alev tutulduğunda ateşlendiği an, parlama noktasıdır. Parlama noktası, petrolün bileşenlerine göre değişkenlik gösterir.



Sıra Sizde 1

Aşağıdaki kutucuklara “petrol” kavramının çağrıştırdığı 10 kelimeyi yazınız.



1. UYGULAMA



AKIŞKAN VİSKOZİTESİNİN GÖZLEMLENMESİ

Amaç

Farklı sıvıların viskozitesini ölçme

Araç Gereç

Su, beher, bal, bunzen beki, ham petrol

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- 100 mililitrelik beherlere sırasıyla su, bal ve ham petrol koyunuz.
- Su, bal ve ham petrol konulmuş 100 mililitrelik beherleri buz konulmuş su banyosuna daldırınız.
- Bu işlem için 15-20 dakika bekleyiniz. Süre sonunda beherlerdeki sıvıların viskozitelerini gözlemleyiniz.
- Sıcak ve soğuk ortamdaki sıvıların akış sürelerini gözlemleyiniz.
- Su, bal ve ham petrolü 500 mililitrelik beherlere yavaşça aktarınız, sıvıların akışkanlığını dikkatle gözlemleyiniz.
- Beherleri bunzen bekine koyarak ısıtınız. Aktarma işlemi tekrar ederek sonuçları karşılaştırınız.
- İşlemler bittikten sonra deney malzemelerini yıkayıp kaldırınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Bunzen bekinin gaz bağlantılarını kontrol etti.				
3	Bunzen bekini dikkatlice ateşledi.				
4	Beherlere sıvıları yeteri kadar ekledi.				
5	Aktarma işlemi dikkatle yaptı..				
6	Beherlerde ısıtma işlemi yaptı.				
7	İşlemler sonunda karşılaştırma yaptı ve rapor yazdı.				
8	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

1.1.3.1. Petrolün Kimyasal Özellikleri

Petrolün kimyasal yapısını kükürt, oksijen, azot ve farklı uzunluklardaki hidrokarbon zincirleri oluşturur. Petrol içinde doymuş ve doymamış hidrokarbonlar vardır. Petrol içerisinde bulunan hidrokarbonlar şunlardır:

1. Parafin Serisi

- a) Doğal gaz
- b) Benzin, gazyağı, mazot
- c) Makine yağları ve jölemsi petrol ürünleri
- ç) Asfalt, zift, parafin

2. Olefin Serisi

Çift bağdan oluşan doymamış hidrokarbonlardır.

3. Aromatlar Serisi

Benzen ve türevlerini içeren doymamış hidrokarbonlardır. Renksiz ve uçucu sıvılardır. Çok kötü kokuları vardır.

4. Asetilen Serisi

Doymamış hidrokarbonlardır (Tablo 1.2). Petrolün içinde karbon sayısı çok olanlar bulunur.

Ham petrolde; kükürt, hidrojen sülfür ya da bileşikleri şeklinde bulunur. Rahatsız edici kokuları vardır. Petrolün içindeki oksijenli bileşikler, oldukça karmaşık yapıdadır. Nitrojen miktarı ise ağırlıkça %0,1'den azdır. Petrol içeriğinde çözülmüş hâlde doğal gaz da bulunur.

Tablo 1.2: Ham Petroldeki Hidrokarbonlar

Hidrokarbon Tipi	Ağırlık
Naftenler	%45
Parafinler	%28
Asfalttenler	%9
Aromatikler	%18

1.1.4. Petrol Ürünleri

Petrol rafineri ürünleri üçe ayrılır.

1. Yakıtlar
2. Yakıt olmayan ürünler
3. Petrokimyasal ham maddeler

1.1.4.1. Yakıtlar

1. Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG): Petrol rafinerilerinden ve doğal gaz proseslerinden çıkar. LPG; etan, propan, bütan, ağır hidrokarbonlar ve propilen içeren bir karışımdır. Oda koşullarında renksiz bir gaz olan LPG basınç altında kolayca sıvılaştığı için depolanması kolaydır.

2. Benzin: Farklı hidrokarbon bileşiklerinin bir karışımdır. Benzinin kalitesi oktan sayısına, uçuculuğuna ve buhar basıncına bağlıdır.

3. Jet Yakıtı : Naften, parafin veya aromatik yapıdaki hidrokarbonlar jet yakıtını oluşturur.

4. Dizel Yakıtlar (Motorin) : Dizel yakıtlar oksijen ile uzun süreli temas hâlinde olursa karbonlu kalıntılar oluşur. Dizel yakıtlar benzinden daha ağırdır ve daha fazla karbon sayısına sahiptir. Benzine göre yağlıdır ve mazot olarak bilinir.

5. Fuel Oil : Endüstride yakıt şeklinde kullanılır. Ayrıca bazı ürünleri elde etmek için ham madde olarak ağır gaz yağlar kullanılır.

6. Rafineri Gazları : Rafineride ünitelerdeki işlemler esnasında çıkan yoğunlaşmayan gazlardır. Bu gazlarda olefinler, hidrojen, metan ve etan bulunur.

1.1.4.2. Yakıt Olmayan Ürünler

Petrol kok, yağlama yağları, parafin vakslar ve bitüm (asfalt, yol ve yağı) yakıt değildir.

1.1.4.3. Petrokimyasal Ham Maddeler

Petrokimya sanayisinde nafta, doğal benzin, etan, bütan, propan ve gaz yağı ham madde olarak kullanılır.

1.1.5. Akış Ölçüm Yöntemleri

Akış ölçümünde kullanılan yöntemler şu şekilde sıralanır:

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| a) Kütleli ölçüm | ç) Elektromanyetik ölçüm |
| b) Hacimsel ölçüm | d) Ultrasonik ölçüm |
| c) Hız ölçümü | |



Sıra Sizde 2

Tabloda verilen araçlardan akış ölçümünde kullanılanları araştırınız.

Rotametre	Pitot tüpü	Bunzen beki	Debimetre	Barometre
Termometre	Valf	Balon joje	Gatemetre	Pervaneli sayaç

1.1.6. Transmitterler

Transmitter; basınç, sıcaklık gibi değişkenlerin algılayarak sinyallere dönüştüren aletlere denir (Görsel 1.2).

Kontrol ve otomasyon sistemleri tarafından çevresel değişkenler okunarak veri oluşturmak amacıyla kullanılır. Çevresel faktörlerin etkisi transmitter ile kontrol edilir. Transmitterler akış hızını da ölçer.

Transmitterlerin iki çeşidi bulunur.

1. Sıcaklık ölçen transmitter
2. Basınç ve nem ölçen transmitter



Görsel 1.2: Transmitter

1.1.7. Akış Ölçme

Herhangi bir kesitten birim zamanda geçen akışkanın hacmine **debi** denir. Akışkan hız ve debisinin ölçülmesi; endüstrinin çeşitli işlemlerinde, laboratuvarlarda, meteorolojik olayların incelenmesinde çok önemlidir. Ultrasonik debi ölçer ile ölçümler hassas şekilde yapılır.

1.1.8. Akış Ölçerler ve Akış Ölçerlerin Özellikleri

Akış kontrolünde akış kontrol valfi (vana) kullanılır (Görsel 1.3). Tek yönlü akış kontrol valfi, kontrolü sadece bir yönde yapar ve silindirlerin hızını kontrol etmek için kullanılır. Akış ölçümü için kütleli debi, hacimsel debi ve akışkanın aldığı yol bilinmelidir.



Görsel 1.3: Valf

1.1.8.1. Değişken Hacimli Akış Sayaçları

Sayacın her dönüşünde sayaç içinden belli hacimde akışkan geçer. Debi, belli bir zamanda sayaç içinden geçen akışkanın hacmi ölçülerek bulunur.

Akış sayaçlarının üç çeşidi bulunur.

1. Pervaneli sayaçlar
2. Türbinli sayaçlar
3. Girdaplı (vortex) sayaçlar

1.1.8.2. Diyaframlı Akış Ölçerler

Akışkanların hızını ölçmek için kullanılır. Akış engellenerek basınç farkı oluşturulur ve ölçüm yapılır. Diyaframlı akış ölçerler şu şekilde gruplandırılır:

- Orifis plakalı
- Akış memeli
- Venturi borulu
- Pitot tüpü

1.1.8.3. Değişken Alanlı Akış Sayaçları

Bu cihazlar basınç düşmesinin sabit değere yakın olduğu cihazlardır.

- a) **Rotametre:** Gaz ve sıvı akış ölçümleri için kullanılır. Tüplü olan rotametre de vardır (Görsel 1.4). İletim yapan rotametre genelde paslanmaz çelikten yapılır. Rotametre basit yapıdadır ve maliyeti düşüktür. Bir yere kolayca monte edilebilir. Diğer akış ölçerlerin doğruluğunu da kontrol eder. Bulanık ve içinde parçacıklar olan akışkanların debisi rotametre ile ölçülemez.
- b) **Gatemetre:** Akış hızını, akışkanın kanaldaki bir engelden geçerken sıvının yüksekliğini veya yükünü ölçer.



Görsel 1.4: Metal ve tüplü rotametreler

- c) **Gilflo Sayaçlar:** Gilflo sayaç ile doymuş buhar, kızgın buhar, basınçlı hava, azot, karbondioksit ve fuel oil gibi bir çok akışkanın ölçümü yapılır.
- ç) **Dahl Tüplü Sayaçlar:** Bu akış ölçer türü çok az kullanılır. Bu cihazda iki çıkış hattından oluşan boru dirseği bulunur.

1.1.8.4. Ultrasonik Akış Ölçerler

Bu cihazlar hidrokarbon sıvılarının, kimyasal maddelerin ve yağların akış hızını ses dalgaları yardımı ile ölçmede kullanılır (Görsel 1.5). Ultrasonik akış ölçerler yüksek sıcaklıklarda çalışabilir. Ölçüm güvenilirliği yüksek ve bakımı kolaydır. Ultrasonik akış ölçerler su, erimiş kükürt ve sıvılaştırılmış gazlar gibi ultrasonik dalgaların geçmesine izin veren sıvıların hızını ölçmek için yaygın olarak kullanılır.



Görsel 1.5: Ultrasonik akış ölçer

1.1.9. Ultrasonik Debimetre İle Ölçüm İşlemleri

Ölçüm işlemleri şu şekilde yapılır:

1. Boru hatlarının hangi maddelerden yapıldığı, kaplama cinsi ve kalınlığı, hangi tür akışkan olduğu kaydedilmelidir.
2. Boru seçilmelidir.
3. Metreyle borunun çapı ve çevresi ölçülmelidir.
4. Boruya konan sensörlerin kaplama malzemesinde boya ve pas olmamalıdır.
5. Kaplama malzemesi ile boru arasında hava kabarcıkları olmamalı, izolasyon sağlanmalıdır.
6. Sensörlerin uzaklığı ölçülmelidir.
7. Sensörlerin üzerine gres yağı sürülmelidir.
8. Ölçüm işlemi, istenen ölçüm biriminde başlatılmalıdır.
9. Ölçümler, belli aralıklarla yapılmak istenirse zaman ayarlamaları yapılmalı, cihaz bir enerji kaynağına bağlanmalıdır.
10. Cihazların doğru ölçüm yapması için cihaz güvenliği kontrol edilmelidir.



2. UYGULAMA



AKIŞ ÖLÇÜMÜNÜN KAVRANMASI

Amaç

Akış ölçümü yapan cihazların çalışma prensibini kavrama

Araç Gereç

Kullanım dışı su sayacı (Görsel 1.6), boru anahtarı, yıldız ve düz ağızlı tornavida



Görsel 1.6: Su sayacı

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Sayacı bulunduğu yerden boru anahtar kullanarak çıkarınız. İçinde sıvı var ise dikkatlice boşaltınız.
- Sayacın sıvı giriş kısmından itibaren sökülmesine öğretmenin yardımı ile başlayınız.
- Sıvı akış bölümünü açarak sayacın hangi tip sayaç olduğunu tespit ediniz.
- Günlük hayatta kullandığımız diğer sayaç türlerini tespit edip rapor hâlinde yazınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Uygun boru anahtarı kullandı.				
3	Kullanım dışı sayaç tespiti yaptı.				
4	Bulunan sayacı dikkatlice söktü.				
5	Bu işlemler esnasında öğretmeni ile uyum sağladı.				
6	Sayacın iç kısmını dikkatli bir şekilde söktü.				
7	Sayacın hangi tip akış ölçer olduğunu tespit etti.				
8	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

VANALAR

Hazırlık

Su, evlere hangi yolla taşınır? Suyun taşındığı yolda kullanılan ekipmanlar nelerdir?

1.2. VANALARIN KULLANIMI

1.2.1. Vanalar (Valfler)

Vana; bir prosesteki akışkanın akışını durdurmak, akışkanları karıştırmak veya akışkanın basıncını, sıcaklığını ayarlamak için özel olarak dizayn edilmiş mekanik akışkan kontrol aracıdır. Günümüzde en çok kullanılan vana tipleri; sürgülü vanalar, kelebek vanalar, çek vanalar, basınç kontrol vanaları, plug (musluk) vanalar, küresel (bilyeli) vanalar ve glob vanalardır.

Vana yapımında çelik, dökme demir, pirinç, bronz, plastik, plastik kaplı malzemeler ve çok çeşitli alaşımlar kullanılır (Görsel 1.7).

1.2.1.1. Vanaların Sınıflandırılması

Vanalar bazı özel tip vanalar dışında, şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

a) Akış Yönetim Fonksiyonuna Göre Vanalar

Açma ve Kapama Vanaları (On-Off Vanalar): Akışı durduran ya da akışın geçmesini sağlayan vanalardır.

Akışın Geçişini Sağlayan veya Engelleyen (Non Return) Vanalar: Tek yönlü akışa izin veren vanalardır. Bunlara geri tepme vanaları veya çek valfler de denir. Bu vanalar ters yöndeki akışı engeller.

Kısma Vanaları: Tam açık ve tam kapalı arasındaki herhangi bir konumda akışı ayarlayan vanalardır. Kısma veya ayar vanaları akış, sıcaklık ya da basıncın ayarlanması için kullanılır. Birçok kısma vanası manuel olarak kumanda edilir. Otomatik kontrolün sağlanabilmesi için vanaya aktüatör bağlantısı yapılmalıdır.

b) Bağlantı Şekline Göre Vanalar

Flanş Bağlantılı Vanalar: Flanşlar, boru hatları ve makinelerde kullanılır. İki flanş arasına conta konularak sızdırmazlık sağlayan bağlantı elemanıdır. Bu tip vanalarda flanş bağlantısı EN 1092 (ISO 7005) standardına göre yapılır. Vanalar flanş delik adedine bağlı olarak tesisata civata-somun veya saplama-somun yardımı ile bağlanır.

Dişli Vanalar: Bu tip vanalarda bağlama elemanı olarak kullanılan vida dişi standardı genellikle kendi kendine sızdırmazlık sağlayan TS 61-210 kendi kendine sızdırmazlık sağlamayan TS 61-200 vida dişi olarak kullanılır. Genellikle 2 inç (50,8 mm) ölçüsüne kadar olan vanalar dişli vana olarak kullanılır.



Görsel 1.7: Çeşitli vanalar

Kaynak Bağlantılı Vanalar: Bağlantı noktalarında tam sızdırmazlık gerektiğinde kaynak bağlantılı vanalar kullanılır. Özellikle rafineri ve kuvvet santrallerindeki su ve buhar hatlarında kaynak bağlantılı vanalar kullanılmaktadır.

Wafer (Sandwich) Tip Bağlantılı Vanalar: Kolay monte edilip sökülebilen, boyutları küçük ve ağırlığı az olan bağlantı elemanıdır. Boru tesisatında flanşlar arasına sıkıştırılarak monte edilir.

Yivli Bağlantılı Vanalar: Bu tip vanalar genellikle yangın tesisatlarında ve sulama sektöründe sıkça kullanılır. Yivler dairesel olarak işlenebildiği gibi aynı zamanda özel yiv açma makineleri ile de açılabilir.

c) Gövde Malzemesine Göre Vanalar

Dökme Demir (Pik ve Sfero) Gövdeli Vanalar: Dökme demir; su, gaz ve korozif olmayan akışkanlar için uygun bir malzemedir. İşlemesi kolaydır, fakat korozyona dayanımı zayıftır. Pik dökme demir daha dayanıklı, sfero malzeme daha esnek bir yapıya sahiptir.

Bakır Alaşımı (Pirinç ve Bronz) Gövdeli Vanalar: Korozyon direnci; pik ve sferoya göre daha iyidir. İşlemesi kolaydır. Daha fazla korozyon direnci istenen ve daha yüksek sıcaklık beklentisi olan tesisatlarda bronz alaşımı malzeme tercih edilir.

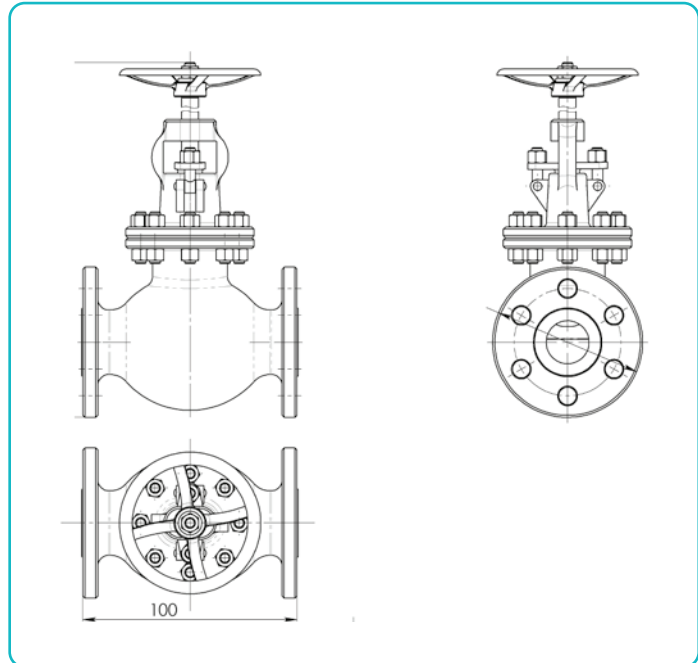
Çelik Gövdeli Vanalar: Akışkanın hava, kızgın buhar, korozif olmayan sıvılar ve her türlü gaz olduğu tesisatlarda en çok kullanılan vana tipidir. Pik ve sferodan dört kat daha dayanıklı olup, içeriği değiştirilerek dayanıklılığı daha da artırılabilir.

Paslanmaz Çelik Gövdeli Vanalar: Soğutma veya aşırı soğutma uygulamaları için kullanılan vanalarda en uygun malzemedir.

Plastik Türevi (PE ve PP) Gövdeli Vanalar: Dayanma güçleri daha zayıf olduğu için düşük basınçlı uygulamalarda ve küçük anma çaplarında, düşük operasyonel sıcaklıklarda kullanılır.

1.2.1.2. Diskli (Globe) Vanalar

Bu tip vanalara; ilk tasarımında gövde kısımlarının küresel olması ve bir diskin bir yuvaya oturarak akımı kapatmasından dolayı diskli vana adı verilmiştir. Aynı zamanda bu tür vanalara, **oturmali tip vanalar** da denilir. Bu vanalar Y tipi ve üç kollu olan ilk tasarımlarından farklı olarak değişik şekillerde tasarlanmıştır. Fakat bu vanaların çalışma prensipleri aynı kalmıştır. Düz ve açılı diskli vananın şematik görünümü ve bölümleri Görsel 1.8'de gösterilmiştir. Bu tip vanalar; mil ucuna bağlı klapenin akışkanın geçtiği deliği kapatarak akışı kesmesi veya açması prensibine dayanarak çalışır. Daha çok sıcak ve soğuk su tesisatlarında, buhar tesisatlarında ve kızgın yağ tesisatlarında kullanılmaktadır.



Görsel 1.8:Globe vana



3. UYGULAMA



GLOBE VANALARIN TANIMLANMASI

Amaç

Kazanlarda kaç çeşit globe vananın olduğunu gözleme

Araç Gereç

Kalorifer kazanında kullanılan vanalar

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Kalorifer sorumlusundan, kalorifer (Görsel 1.9) yakma ve su akışını sağlayan borular hakkında bilgi alınız.
- Öncelikle vanaları gözlemleyiniz ve glob vanaları arkadaşlarınızla paylaşmadan tespit ediniz.
- Çeşitli ebatlarda glob vanalardan herhangi birinin nasıl çalıştığını sorumludan öğreniniz.
- Vanaların çevirme yönlerini öğreniniz.
- Gözlemlerden sonra raporlama yaparak tartışma için muhafaza ediniz.



Görsel 1.9: Kalorifer sistemlerinde kullanılan vanalar

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

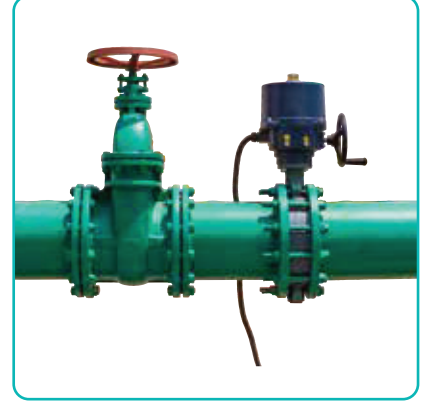
Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Anlatılan bilgileri dinledi.				
3	Gözlemleyerek glob vana tespiti yaptı.				
4	Vananın çalışma prensibini öğrendi.				
5	Vana açma ve kapama işlemini gerçekleştirdi.				
6	Rapor yazdı.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

1.2.1.3. Sürgülü (Gate) Vanalar

Sürgülü vanalar, en eski vana tiplerinden biridir (Görsel 1.10). Akışkanın geçişini, iki flanş halkası arasında, akım yönünü dik bir şekilde kesen sürgünün kapatması ile çalışır. Sürgü tek veya çok parçalı olabilir. Vana gövdesinde sürgü tam ortadadır ve orta eksene göre vana simetriktir. Bu tip vanalar akım miktarını azaltma ve artırmada kullanılmaz. Tam açık veya tam kapalı olarak çalıştırılır. Sürgülü vanalarda gövde şekli dayanıklılık kapasitesine göre değişir. Vananın çalışacağı basınç yükseldikçe vana konstrüksiyonu silindirik bir hâl alır. Düz kapama elemanı akışkanın önüne düşey ve doğrusal bir hareketle getirilerek akış kesilir. Daha çok sıcak ve soğuk su tesisatlarında, buhar tesisatlarında, petrokimya tesislerinde ve petrol boru hatlarında kullanılır. Tam sızdırmazlık istenen tesisatlara uygun olmadığından son yıllarda kullanımını azalmıştır.



Görsel 1.10: Sürgülü vana

1.2.1.4. Kelebek Vanalar

Kelebek vanalar (Görsel 1.11) her iki yönde akışa izin veren, genellikle tam açık veya tam kapalı pozisyonda çalıştırılmalarına rağmen ara açı değerlerinde de akışkan kontrolünü sağlayan vanalardır. Boru içindeki disk (klape), bir vana mili tarafından hareket ettirilerek açma ve kapama yapar. Kelebek vanalarda sızdırmazlık; gövde, seat (oturtma) ve disk arasında gerçekleşir. Doğru montajda sızdırmazlık tam olarak sağlanır. Diğer vana tiplerinden daha hafif olduğu için montajı daha kolay yapılır. En çok kullanılan kelebek vana çeşitleri wafer ve lug tipleridir. Bakım ihtiyaçları az olup kullanımları rahattır. Akışkan ile temas eden yüzeyleri azdır. Yüksek basınç altındaki akışlar için uygun değildir.



Görsel 1.11: Kelebek vana

1.2.2. Emniyet Vanaları

Emniyet vanaları sıkıştırılabilir akışkanlar için kullanılır. Farklı akışkanlara ve belli bir basınca göre tasarlanmış sistemler bulunmaktadır. Oluşabilecek aksaklıklara karşı korumak için, basınç belli bir değere çıktığında akışkanın kontrollü olarak boşaltılmasına yarayan vanalardır. Basınç tekrar düşmeye başladığı zaman yayın oluşturduğu kuvvet neticesinde vana kapanır.

Tamamen mekanik, çalışma prensibi basit ama bir o kadar da önemli ve kritik bir ekipmandır. Basıncılı kaplarda, kazanlarda, yüksek basınçlı boru hatlarında vb. yerlerde kullanılan emniyet vanaları, sistem ne kadar dijital da olsa mekanik bir şekilde meydana gelebilecek aşırı basınçları önlemek ve güvenliğini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Genel anlamda bir boşaltma vanasıdır. Emniyet vanaları fabrika çalışma basıncından daha yüksek basınçlarda açılacak şekilde ayarlanır. Bir tesisin güvenliğini en çok etkileyen ekipmanlardan biri olduğu için periyodik bakımları ve testleri ihmal edilmemelidir. Emniyet vanası seçilirken, hat çapı, işletme basıncı, vana set basıncı, akışkan cinsi, akışkan sıcaklığı, tahliye kapasitesi, sızdırmazlık sınıfları vb. bilgiler belirlenmelidir.

Emniyet vanaları;

- Uygulama alanlarına,
- Açma karakteristiğine,
- Dizaynına göre sınıflandırılır.

BAĞLANTI ELEMANLARININ KONTROLÜ

Hazırlık

Evlerde ısı ve sızdırmazlık yalıtımı nasıl sağlanır? Örnekler veriniz.

1.3. BAĞLANTI ELEMANLARININ KONTROLÜ

1.3.1. Borular

Borular su, petrol, doğal gaz gibi akışkanların bir yerden başka bir yere taşınmasında kullanılır. Metal veya metal olmayan malzemeler ile alaşımlardan yapılır. Borular yaklaşık 5000 yıldan beri kullanılmaktadır. İlk kullanılan borular ağaçtan oyularak yapılmış kanallardır. Bir akışkanın bir noktadan başka bir noktaya iletilmesini sağlayan boru veya tüp düzeneğine **borulama sistemi** denir. Araba motoru veya evinizdeki sıhhi tesisatta gördüğümüz borular, borulama sisteminin birer örneğidir. Fakat borulamanın ve boru tasarımının en karmaşık olduğu ve özel uzmanlık gerektiren alanlar petrokimya fabrikaları, rafineriler, nükleer enerji santralleri ve uzay teknolojileridir. Teknolojinin ilerlemesi sonucu ortaya çıkan gereksinimler boru malzemelerinin gelişmesini sağlamıştır. Boru yapımında kullanılan malzemeler iki ana sınıfta toplanabilir.

Metalik Boru Malzemeleri: Demir alaşımlardan (çelik, paslanmaz çelik, krom çeliği, dökme çelik vs.) ve diğer metallerden (bakır, pirinç, alüminyum ve bunların alaşımları) yapılan boru malzemeleridir.

Metal Olmayan Boru Malzemeleri: Cam, seramik, grafit, asbest, kil, beton, ağaç ve plastik gibi malzemelerden yapılan borulardır.

Akışkanlar çoğunlukla boru ve tüpler yardımıyla taşınır. Boru ve tüp arasında kesin bir ayrım yapılamamakla beraber boruların çapı oldukça büyüktür. Borular, genellikle 6-12 m uzunluğunda ve kalın duvarlıdır. Tüpler ise onlarca metre uzunluğunda olabilen, sarımlar şekline getirilebilen, ince duvarlı malzemelerdir. Metalik borulara dış açılabilir ancak tüplere dış açılmaz. Boruların duvarları az da olsa pürüzlüdür tüplerin duvarları pürüzsüzdür. Borular birbirlerine vidalanarak, kaynak yapılarak veya flanşlarla eklenir. Tüpler basınçlı, alevli veya lehimli bağlantı parçaları kullanılarak birbirine eklenir. Borular delici mil etrafında dövülerek kaynaklamayla ve dökme yoluyla üretilirken tüpler soğuk çekmeyle veya ekstruderde (püskürtücü) püskürtülerek üretilir.

Borular üretim şekline göre dikişsiz borular ve kaynaklı borular olmak üzere iki gruba ayrılır.

1. Dikişsiz Boru: Dikişsiz boru terimi ticari bir terim olup borunun tek parça bir malzemeden yapılmış olduğunu anlatır. Dikişsiz borular, boru yapılacak yekpare malzemeye bir delici mil ile girilerek malzemenin bu mil üzerinde dövülerek istenilen çapa getirilmesi ile elde edilir. Petrol sanayi, genelde dikişsiz çekme boru kullanmaktadır.

2. Kaynaklı Boru: Kaynaklı boru yapımında rulo hâline getirilmiş ve boru bandı olarak adlandırılan yaklaşık 70-100 cm enindeki sac şeritler, silindirik boru meydana getirecek şekilde açılır. Bu şekilde helezon bir çakışma çizgisi oluşturan şeritlerin uçları dikilir, kaynakla birleştirilir. Kaynaklı borularda sabit bir cidar kalınlığı sağlamak mümkündür. Kaynaklı borular, korozif ortamlarda ve yüksek basınçlarda kullanıma uygun değildir.

1.3.1.1. Boru Donanımı

Boru tesisatı, özellikle endüstriyel alanda gaz veya sıvı akışkan gibi kaynakların sistematik bir şekilde döşenmiş borular aracılığıyla taşınması için düzenlenen sisteme verilen addır. Kimyasal

proses endüstrisinde borular, akışkanları taşıyarak fabrika sistemlerini her an çalışır vaziyette tutan en önemli donanımdır.

1.3.1.2. Boru Çapları

Boru çapları; iç çap (ID) ve dış çap (OD) olmak üzere iki şekilde ölçülür (Görsel 1.12) (Görsel 1.13). Boruları sınıflandırmada kullanılan nominal çap boru iç çapına karşılık gelmekte olup kısaca "DN" ile gösterilmektedir. Nominal iç çap, ölçüsünün yuvarlanmış gösterimidir. Borularda dış ve iç çap; kumpas, lazer sensörleri, metre, mikrometreler, pergel gibi araç gereçler kullanılarak ölçülmektedir.

Dış çap, borunun dış bağlantıları ile eşleşebilmesi için çok önemli bir boyuttur ve ölçümündeki en ufak bir hata bağlantının yapılmasını engeller. Borunun dış çapını bulmak için önce borunun dış çevre uzunluğu uygun bir ölçüm aletiyle ölçülür ve sonuç π sayısına ($\pi=3,14$) bölünür.

$$\text{Boru dış çapı (OD)} = \text{Boru çevre uzunluğu (Ç)} / 3,14$$

İç çapı bulmak için boru cidar kalınlığı (h) pergel veya uygun bir ölçüm aletiyle ölçülür ve boru dış çap ölçüsünden iki kez çıkartılır. Dış çap belirli bir boru boyutu için sabitlendiğinden iç çap borunun cidar kalınlığına bağlı olarak değişecektir.

$$\text{Boru iç çapı (ID)} = \text{OD} - (2 \times h)$$



Görsel 1.12: Boru dış çap ölçümü



Görsel 1.13: Boru iç çap ölçümü

Örnek

Cidar kalınlığı 8 mm dış çevre ölçüsü 15,7 cm olan borunun iç çapı kaç mm'dir?

Çözüm

Borunun iç çapını bulmak için önce verilen ölçü birimlerini eşitlemeli sonra da borunun dış bulunmalıdır.

$$15,7 \text{ cm} = 157 \text{ mm olduğuna göre,}$$

$$\text{Boru dış çapı} = 157 / 3,14 = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Boru iç çapı} = 50 - (2 \times 8) = 34 \text{ mm olur.}$$

Sıra Sizde 3

Dış çapı 36 mm iç çapı 27 mm olan borunun cidar kalınlığı kaç mm'dir?

Çözüm



4. UYGULAMA



MİKROMETRE KULLANILARAK BORU DUVAR KALINLIĞININ ÖLÇÜLMESİ

Amaç

Mikrometre ile ölçüm yaparak nasıl okuma yapılacağını gözlemleme

Araç Gereç

Mikrometre (Görsel 1.14), herhangi bir su borusu



Görsel 1.14: Mikrometreler

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Mikrometreyi, borunun kalınlığına göre yeterince gevşeterek genişletiniz.
- Boru iç çapağına denk gelmeyen bir yere getirilen iki ucu yavaşça sıkınız. (İç çapak bölgesinden et kalınlığı ölçülmez.)
- Sıkıştırma vidasının ilk durduğu anda sıkma işlemini sona erdiriniz. (Bir somun sıkar gibi kuvvetli sıkılırsa yine sonuç hatalı çıkar. Yumuşak hareketle, mikrometre boru etini tam kavradığı yere kadar sıkıp bırakınız.)
- Yatay düzlemde sıfırdan başlayan çizgileri okuyunuz. (Altındaki her çizgi 0,5 mm, üstteki çizgi de 1,0 mm'dir. Burada kaç çizgi okunduysa not ediniz.)
- Daha sonra ise dikey düzlemde yer alan çizgileri sayınız. (Dikey düzlemdeki her bir çizgi 0,01 m'dir).
- Kaç çizgi okunduysa not ediniz.
- Son olarak yatay ve dikey çizgilerde yapılan ölçüm sonuçları toplanarak kalınlığı bulunuz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Malzemenin kullanım amacını açıkladı.				
3	Mikrometreyi doğru bir şekilde kullandı.				
4	Ölçüm sonucunu söyledi.				
5	Laboratuvar çalışma raporu hazırladı.				
6	Gözlem sonuçlarını açıkladı.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					



5. UYGULAMA



KUMPAS KULLANARAK BORU ÇAPININ ÖLÇÜLMESİ

Amaç

Kumpaslarla çalışmayı öğrenme

Araç Gereç

Kumpas (Görsel 1.15) ve herhangi bir su borusu



Görsel 1.15: Kumpas

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Kumpas ile boru dış çapı ölçümü yapılırken boruyu kumpasın iki ucu arasında sıkıp önce üstteki rakamı, sonra alttaki rakamı okuyarak not ediniz. (Kumpasta üstteki rakamlar milimetre cinsindedir ve her çizgi 1 mm'dir.)
- Burada kaç çizgi tam olarak geçildiyse bu virgülün sol tarafını oluşturur. Çıkan rakamı mm cinsinden not ediniz.
- Son geçilen çizgiden sonraki kısmı altta rakamlarla gösterilen cetvelden ölçünüz. Altta rakamlar 0,1 mm uzunluğu ifade eder ve her çizgi 0,05 mm uzunluğunu ifade etmektedir. (Üstteki çizgiler alttaki çizgilerin yarısı kadar bir uzunluğu gösterir, üst çizgiler için de uzunluğu 0,025 mm olarak alırız. Altta çizgilerin üstteki çizgi ile aynı hizaya geldiği ilk rakam da virgülün sağ tarafını oluşturacaktır.)
- Son olarak ölçülen iki sonucu toplayıp boru dış çapını bulunuz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Çalışma alanı kurallarına uydu.				
3	Malzemenin kullanım amacını açıkladı.				
4	Kumpası doğru bir şekilde kullandı.				
5	Ölçüm sonucunu söyledi.				
6	Laboratuvar çalışma raporu hazırladı.				
7	Gözlem sonuçlarını açıkladı.				
8	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

1.3.2. Metrik ve İnç Sistemli Boruların Tanımlanması

Tesisatlarda kullanılan inç ölçü birimi 1954 yılından bu yana Amerika, İngiltere ve Kanada'da yaygın olarak kullanılmaktadır. 1 inç 2,54 cm (1" = 2,54 cm)' dir. 1 inç tabiri 1 parmak olarak da bilinmektedir. 1 inç'lik (1 parmak) borunun nominal çapı DN 25 olarak adlandırılır (Tablo 1.3). 1 inç'lik borunun dış çapı 33,7 mm tekâbül ederken yarım parmak 1/2 borunun ise dış çapı 21,3 mm tekâbül etmektedir. 1/2 inç yazan bir boruda birinci sayı yani 1 yazan bölüm borunun çapının 1 inç olduğunu gösterir. İkinci kısım yani 2 sayısı ise borunun dişli kısmının kaç mm olduğunu gösterir. Plastik boru ve parçalarında ölçüler mm cinsinden, galvaniz malzemelerde de inç olarak kullanılır. Hidrolik, pnömomatik ve yağlama sistemlerinde ise hem inç hem metrik sistem kullanılmaktadır.

Tablo 1.3: Borularda Kullanılan Ölçüm Dönüşümleri

Anma Çapı (mm)	Dış Çap (mm)	Cidar Kalınlığı (mm)	İç Çap (mm)	
1/2"	DN15	21,3	2,8	15,7
3/4"	DN20	26,9	2,9	21,1
1"	DN25	33,7	3,4	26,9
1 ¹ / ₄ "	DN32	42,4	3,6	35,2
1 ¹ / ₂ "	DN40	48,3	3,7	40,9
2"	DN50	60,3	3,9	52,5
2 ¹ / ₂ "	DN65	73,0	5,20	6,26
3"	DN80	88,9	5,5	7,79
4"	DN100	114,3	6	102,3
5"	DN125	141,0	6,6	127,8
6"	DN150	168,3	7,1	154,1
8"	DN200	219,1	8,18	202,74

1.3.3. Borularda Kullanılan Kısaltmalar

Borularda yaygın olarak kullanılan bazı kısaltmaların anlamları Tablo 1.4'te verilmiştir.

Tablo 1.4: Borularda Kullanılan Kısaltmalar.

ASTM A312: Dikişsiz ve kaynaklı paslanmaz çelik boru	PE: Düz uçlu boru
ASTM C76: Beton boru	PBE: Her iki tarafı düz uçlu boru
ASTM D3033 / 3034: PVC boru	PLE: Büyük ucu düz boru
ASTM D2239: Polietilen boru	PSE: Küçük ucu düz boru
ASTM A36 : Karbon çelik boru	BW: Alın kaynaklı boru
DIPS: Sfero döküm boru boyutu	BBE: Her iki ucu kaynak ağızlı boru
SRM: Gerdirerek çekme yöntemi ile üretilmiş boru	BLE: Büyük ucu kaynak ağızlı boru
ERW: Boyuna kaynaklı borular	BSE: Küçük ucu kaynak ağızlı boru
SAW: Spiral kaynaklı borular	THD: Dişli boru
SKILS: Dikişsiz (çelik çekme) boru	SCH: Boru duvar kalınlığı

1.3.4. Boru Bağlantı Elemanları (Fittings)

Bağlantı Elemanları (Fittings) : Boruları birbirine eklemede, akışın doğrultusunu değiştirmede, akışın kollara ayrılmasında sızdırmazlıkta veya akış kollarının birleştirilmesinde kullanılır, değişik malzemelerin dövülmesi, dökülmesi, çekilmesi veya şekil verilip kaynatılmasıyla üretilir. Bir boru veya tüpe bağlantı yapılabilmesi, boru malzemesinin özelliklerine ve cidar kalınlığına bağlıdır. Kalın cidarlı borularda dişli, flanşlı veya kaynaklı bağlantılar kullanılır. Cam, karbon veya dökme demir gibi malzemelerden yapılan borularda bağlantı flanşlar ya da cam-musluk eklemlerle yapılır. Yangına ve depreme dayanıklılık, mekanik sağlamlık, hırsızlık direnci ve diğer faktörler de bağlantı elemanı seçimini etkiler.

Başlıca bağlantı elemanlarının adları ve görevleri Tablo 1.5'te verilmiştir.

Tablo 1.5 : Bağlantı Elemanları ve Görevleri

Bağlantı Elemanı	Bağlantı Elemanları ve Görevleri
Rakor (Rekor)	Sistem üzerinde bağlanacak boruları döndürme işlemine maruz kalmadan birleştiren bağlantı elemanıdır.
Dirsekler-Deveboynu	Tesisatta akışkanın yönünü 45°, 90° gibi açılar vererek değiştiren bağlantı elemanlarıdır.
T ve Y Parçalar	Tesisat üzerinde gelen akışı iki yöne yönlendiren ayraçlardır.
Redüksiyon	Sistemden kullanılan borunun çapını ve akışkan basıncını düşüren sistemdir.
Kep-Kör Tapa	Kullanılmayacak veya akışkan geçişi istenmeyen açık noktaları kapatmak için kullanılır.
Manşon-Nipel	İki borunun birbirine eklenmesini sağlayan, iç kısmı dişli veya dişsiz olabilen ek parçadır.
Çoklu Dağıtıcılar	Sistem üzerinde akışkanı birden çok boruya dağıtan parçalardır.
Hortum Ucları	Boruya bağlanıp sabitlenen, diğer ucu plastik ya da kauçuk olan bağlantı elemanıdır.
Kuruva (İstavroz)	Dörtlü giriş ve çıkışı olan, şekli artı (+) simgesine benzeyen, akışkanın yönünü isteğe göre belirleyen bağlantı elemanıdır.
Kompansatör	Sistem içerisinde sıcaklık ve basınç değişimlerini düzenleyerek sistemin zarar görmesini önleyen, sisteme esneklik sağlayan körüklü parçadır.
Kelepçeler	Tesisat üzerinde kullanılan hortumların gevşeyip çıkmasını önleyen sıkıştırma elemanıdır.
Flanşlar	Daha çok metal ve yüksek basınçlı tesisatlarda kullanılan, iki boruyu birleştirmek amaçlı boruların ucuna kaynatılır.
Kamlök	Hortumların ucuna takılarak sürekli söküp takmak için kullanılan hortum çabuk bağlantı elemanlarıdır.



7. UYGULAMA



ÇELİK BORUYA DİRSEK BAĞLAMA

Amaç

Boru ekipmanları ile ekleme yapma

Araç Gereç

50 cm iki ucu dişli dikişsiz çekme boru, boru ile uyumlu dirsek İngiliz anahtarı, keten, keten macunu, bez, tel fırça

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Boru üzerindeki yağ, kir, çapak kalıntılarını bezle temizleyiniz.
- Boruyu bir mengene yardımı ile doğru biçimde sabitleyiniz.
- Yeterli miktarda keten alınız. Keteni esneterek ve gergin tuturak boru ucundaki diş kısmına diş sıkma yönünde sarınız. Keten diş dibinden boru ucuna doğru sarılmalıdır.
- Tel fırça ile keten fazlalıklarını alarak keteni sıkıştırınız. Keten sarıldıktan sonra dişler görünür olmalıdır.
- Tesisata yeteri kadar keten macununu ketenin etrafına sarınız.
- Dirseği elle yeterince sıkabildiğiniz kadar sıkınız. Sonrasında geri kalan kısmı, İngiliz anahtarı ile açıkta bir diş kalıncaya kadar sıkınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Malzemenin kullanım amacını açıkladı.				
3	Malzemeyi uygun biçimde kullandı.				
4	Keteni sıkıca sardı.				
5	Sıkma işlemini doğru yaptı.				
6	Laboratuvar çalışma raporu hazırladı.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

1.3.5. İşletmede Tesis Çalışırken Yapılacak Teknik Kontroller

Teknik kontrolün asıl amacı tesis güvenliğinin devamlılığını sağlamaktır. Bunun için donanımın fiziksel durumu, yıpranma hızı ve yıpranma sebepleri hakkında bilgi sahibi olmak gerekir. Boru donanımının herhangi bir yerindeki çatlak veya sızıntının olması küçük bir sorun gibi gözükse de yangına, zehirlenmelere veya patlamalara yol açabilir.

Boru donanımının teknik kontrol işlemlerinde cidar kalınlığı ölçümleri mümkün olduğunca donanım çalışırken yapılmalıdır. Cidar kalınlığının ultrasonik yöntemle düşük ve yüksek sıcaklıklardaki yüzeylerden ölçülmesi mümkündür.

Sıcak devrelerde içteki borunun cidar kalınlığı radyografik görüntü yöntemi ile belirlenir. Radyografik yöntem boru içinde oluşan birikintilerin algılanmasında da kullanılır. Boru donanımlarının hangi kesimlerinin değiştirileceği geçmiş teknik kontrol kayıtları incelenerek belirlenmelidir.

Boru donanımındaki kaçaklar işletmede kolay belirlenir. Boru dayanakları gözden geçirilmelidir. Çarpılma veya hasar olup olmadığına, temellerde oturma veya kayma olup olmadığına ve temel civatalarının durumlarına bakılmalıdır. Boru sabit desteklerinin durumları gözden geçirilmelidir. Boruların sallanma ve titreşim durumlarının yanı sıra ve boru makaralarının serbest çalışıp çalışmadıkları da kontrol edilmelidir. Borularda ve dayanaklarda dış korozyonun, koruyucu boyanın ve yalıtım örtüsünün durumlarına bakılmalıdır. Borular üzerine korozyona neden olacak bir sıvının dökülmesine izin verilmemelidir.

1.3.6. Duruşlarda Yapılacak Kontroller

Sistem çalışırken yapılamayan kontroller sistem durduğunda yapılır. Sistem durduğunda, herhangi bir nedenle açılan boruların içten de kontrolü yapılmalıdır. İşletme sırasında saptanan kaçak, ayarsızlık, titreşim ve sallanma gibi durumların kaynağını belirlemede iz süren bir kontrol sistemi kullanılmalıdır.

Durma anında korozyon, çatlaklar, flanşların conta oturma yüzeyleri, vanalar, bağlantılar (flanşlı, kaynaklı, dişli, kenetli bağlantılar), ayarsızlıklar, titreşim ve sıcak lekeler (iç yalıtım malzemesinden kaynaklı) gözlemlenerek kontroller yapılır. Ayrıca kalınlık ölçme, basınç deneyleri, çekiç deneyi ve kaynak dikişlerinin kontrolü de gerekli araç gereç yardımıyla yapılabilir. Bu yöntemler yeni yapılmış bir boru hattı için de uygulanabilir.

1.3.7. Yalıtım (İzolasyon)

Boru ve havalandırma kanallarında bulunan akışkanların dış ortamdan etkilenmemesi için yapılan işlemlere **yalıtım** denir.

Donanımın neden olduğu yüksek ses basıncının azaltılması işlemi ise tesisatta yapılan yalıtım işleminin bir diğer uygulama alanıdır.

Endüstri işletmelerindeki ekipmanların sağlıklı biçimde çalışmasını sağlamak, çevreye olan etkilerini azaltmak ve insan sağlığına zarar vermesini engellemek için endüstriyel yalıtım uygulamaları gerçekleştirilir.

Endüstride yapılan yalıtım faaliyetleri, evsel ihtiyaçlardan oldukça farklı özellikler taşımaktadır. Sanayi tesislerindeki yalıtım, yapılan işlere göre daha ciddi uygulamalar gerektirir. Yanıcı ve patlayıcı

malzemelerin yanı sıra insan sağlığı üzerinde ciddi etkileri olan kimyasalların endüstriyel tesislerde kullanılması söz konusudur. Bir petrol rafinerisinde, ısı yalıtımı ve geçirgenlik izolasyonu tesisin sorunsuz çalışması için temel gereksinimlerden biridir. Bu temel gereksinim ancak yüksek standartlarda maksimum güvenliği sağlayacak endüstriyel yalıtım uygulamaları ile gerçekleştirilebilir.

Tesislerde genellikle ısı, su, yangın, ses, kimyasal madde, gaz, ve radyasyon yalıtımı yapılmaktadır. Yalıtımda kullanılan malzemenin su, buhar vb. kaçaqlara ya da yoğuşmaya maruz kalması durumunda korozyon tehlikesinin ortaya çıkabileceği unutulmamalıdır. Basma, çarpma, vurma vb. durumların olabileceği yerlerde, uygun yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır.

Yalıtım malzemesinin kalitesiz olması ve sağlıksız uygulanması boru tesisatlarında korozyona bağlı problemler yaratır. Korozyonu kontrol etmek için en etkili yol; doğru seçilmiş ve uygulanmış bir kaplama malzemesi kullanmaktır (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: Yalıtım

1.3.7.1. Yalıtım Yapmanın Faydaları

Yönetmeliklere uygun yapılacak tesisat yalıtımının faydaları şunlardır:

- a) Isıtma veya soğutma harcamalarından tasarruf ettirir.
- b) Yoğuşmayı engellediğinden tesisatın korozyona karşı korunmasını sağlar.
- c) Atık gaz salınımını azaltır.
- ç) Tesisatın çıkardığı seslerin azalması, insanların daha gürültüsüz bir ortamda yaşamasını ve çalışmasını sağlar.
- d) Titreşim kaynaklı seslerin yalıtımı yapılarak binanın taşıyıcı sisteminin zarar görmesi engellenir.
- e) Yangın yalıtımı duman ve alev geçişini geciktirir, tahliye için zaman kazandırır.

1.3.7.2. Sistem Yalıtımı Kontrolleri

İşletmelerde yapılan yalıtımın faydalı olabilmesi için bütün sistemlerin yalıtımının tam ve standartlara

uygun olarak yapılması gerektiği ve en iyi verimin ancak sistem bütünlüğü sağlanarak yalıtımla elde edilebileceği unutulmamalıdır.

İşletmede yapılan yalıtım kontrolünde dikkat edilecek hususlardan bazıları şunlardır:

- a) Tesisat borularında, boru elemanlarında, vanalarda yalıtım olup olmadığı kontrol edilmelidir. Sistem çalışırken boru ve boru elemanları ile vana yüzey sıcaklıkları dokunulduğunda rahatsız edici sıcaklıkta ise ısı yalıtımı yapılmadığını gösterir.
- b) Tesisatın soğutma hatlarında ısı yalıtımı ve yalıtım kalınlığının yeterli olup olmadığı kontrol edilmelidir. Hatlarda görülen siyah lekeler, yoğunlaşma ve su damlacıkları ile küf ısı yalıtımının yapılmadığını veya yanlış yalıtım kalınlığının seçildiğini gösterir.
- c) Havalandırma kanallarında ses yalıtımının olup olmadığı kontrol edilmelidir. Sistem devredeyken rahatsız edici sesin oluşması ses yalıtımı olmadığını ya da kanal tasarımının yanlış yapıldığını gösterir.
- ç) Atık su borularında ses yalıtımının yapıp yapılmadığı kontrol edilmelidir. Üst kattaki sifonun çekilmesi ile oluşan sesin alt katta duyulması ses yalıtımının olmadığını gösterir.
- d) İşletme veya tesisin hat donanımları ve havalandırma sisteminin geçmiş yıllardaki kayıtları incelenmelidir.
- e) Kullanılan ısı yalıtım malzemesinin etiketinde CE işaretinin varlığı kontrol edilmelidir. (CE işareti, ürünlerin mevzuatlarda tanımlanan asgari şartları gösterir). Bu işaretin bulunması yasal bir zorunluluktur.)
- f) Kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin yalıtım değerleri kontrol edilmelidir. Isı yalıtım malzemelerinin yalıtım değerleri, uygulama kalınlığında elde edilen tasarrufun miktarını belirler. Yalıtım uygulamalarında ürün ambalajındaki etikette gösterilen ısı direnç değeri (R) yüksek olan ürünler tercih edilmelidir.

1.3.7.3. Yalıtımda Kullanılan Malzemeler

Tesisattaki ısı kayıplarını engellemek için yalıtımda cam yünü, taş yünü, kauçuk köpüğü, polietilen köpüğü, vana ceketi gibi malzemeler kullanılır. Isı köprüsü oluşturmayacak ve süreklilik sağlanacak şekilde yalıtım uygulaması yapılmalıdır. Isı iletkenlik katsayısı, buhar difüzyon direnç katsayısı, yangına dayanıklılık, uygulama kolaylığı, ekonomiklik ve dayanım sıcaklığı tesisat yalıtımında kullanılan malzemelerde aranan temel özelliklerdir. Yalıtım yapılırken yaygın olarak kullanılan yalıtım malzemelerinin bazıları şunlardır:

- Mineral yünler (taş yünü, cam yünü, seramik yünü, fiber)
- Silikon mastikler
- Akrilik mastikler
- XPS, EPS paneller
- Polistiren yalıtım malzemeleri
- Membran ve benzeri petrokimya bazlı yalıtım malzemeleri
- Kauçuk köpükler
- Çimento bileşikler
- Aerojel gibi ileri teknoloji yalıtım ürünler



7. UYGULAMA



BORULARDA YALITIMIN YAPILMASI

Amaç

Kalorifer tesisatlarında yalıtım yapma

Araç Gereç

Elastomerik kauçuk köpüğü, alüminyum folyo, ısı ölçer prob

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Isı probunun kalibrasyon ayarlarını yapınız.
- Öğretmen gözetiminde ısı ölçerin kalibrasyon ayarlarını yapınız.
- Öğretmen gözetiminde temiz kalorifer borusuna elastomerik malzemeyi dikkatlice geçiriniz.
- İkinci aşamada alüminyum folyoyu sıkıca dolayınız.
- Son olarak başta alınan ısı ölçümü ve sondaki ölçümü karşılaştırıp rapor düzenleyiniz.
- 10 dakika bekledikten sonra yalıtım yaptığınız kalorifer borusunun sıcaklığını yalıtım malzemesinin dış yüzeyinden ölçünüz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Kalorifer borusunun temizliğini yaptı..				
3	Elastomerik malzemeyi dikkatlice sardı.				
4	Alüminyum folyoyu sardı.				
5	Isı ölçümlerini aldı.				
6	Sonuçları rapor tutarak değerlendirdi.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ

Hazırlık

Evlerde ısı ve sızdırmazlık yalıtımı nasıl sağlanır? Örnekler veriniz.

1.4. SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ

1.4.1. Sızdırmazlık ve Sızdırmazlık Elemanları

Sızdırmazlık elemanları, hareket hâlinde olan ekipmanların arasında her türlü sıvının akmasını engelleyen elemanlardır. Rulmanlar, dişliler ve diğer parçaların ömrü sızdırmazlık elemanlarının kalite ve işlevine bağlı olarak değişir. Sızdırmazlık elemanları boru ek yerleri ve vanalar için önemlidir. (Görsel 1.17).

Sızdırmazlık elemanları, görünüş olarak birbirine benzeyen parçalar ve malzeme kalitesindeki farklılıklar nedeni ile istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Sızdırmazlık elemanlarının önemli parçalarından biri keçelerdir. Keçelerin iki temel görevi vardır.



Görsel 1.17: Yağ keçeleri

1. Statik Sızdırmazlık: Keçe çapı ile yuva arasında hareketsizliği sağlar.

2. Dinamik Sızdırmazlık: Keçe, yağ dudağı denilen kısım ile dönen mil arasındaki sızdırmazlığı sağlar.

O-Ring, sızdırmazlık elemanlarından en çok tercih edilen elemandır (Görsel 1.18). Daha az yer kapladığı ve iki yönlü sızdırmazlık sağladığı için tercih edilir. Montaj hatlarında küçük risk taşır. Uygun çalışma ortamı ve malzeme sağlanarak hem statik hem de dinamik uygulamalarda kullanılabilir.

O-Ringler; uzay, havacılık, petrokimya, tıbbi teknolojiler gibi alanlar başta olmak üzere hemen hemen tüm sektörlerde kullanılır. Kolay kullanım ve montaj özelliğine sahiptir. Bu özelliği nedeniyle hidrolik, pnömatik (sıkıştırılmış hava ile çalışan mekanik sistemler), çeşitli sıvı ve gaz sistemlerinde yaygın olarak kullanılır. Bunun yanında soğuk bölgelerdeki boru hatlarında, şişe sanayisinde, otomotiv sanayisinde ve yapı izolasyonlarında kullanılır.



Görsel 1.18: O- Ring

1.4.2. Sızdırmazlık Kontrol İşlem Basamakları

Sızdırmazlık kontrolü; akışkanın işletme şartları altında boru içinde kaldığını, bir sızma yapmadığını ve sistemin hatasız çalıştığını doğrulamak amacı ile yapılır. Tüm tesisattaki kaçakların kontrolü önce çıplak gözle yapıp borularda herhangi bir çizilme veya deformasyon olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Vakumlu sızdırmazlık testi, kaynaklı birleştirmelerdeki kaçakların tespit edilmesinde kullanılan

pratik bir yöntemdir. Vakumlu sızdırmazlık testinde test edilen bölgenin ön ve arka yüzeyi arasında basınç farkı oluşturulduktan sonra kontrol yapılır (Görsel 1.19). Alternatif olarak kaynak yapılan bölgenin her iki yüzeyine de ulaşabiliyorsa yüzeylerden birinde penetrant (sıvının boşluğa işlediği kılcal etki prensibine dayanan yöntem) diğer yüzeye developer (geliştirici) uygulanarak test işlemi gerçekleştirilebilir. Kullanım alanlarının başında petrol iletim hat boruları, petrol tesislerinde kullanılan basınçlı tanklar ve depolama tankları vardır.



Görsel 1.9: Su tesisatındaki kaçakların kontrolü

Vakumlu sızdırmazlık testi, basınçlı depolama kapları, enerji santralleri, gaz ve sıvı iletim boruları, çelik konstrüksiyon inşaat yapı elemanları, döküm-dövme işletme ve sanayisinde yapılması zorunlu bir testtir. Vakumlu sızdırmazlık testinin faydaları şunlardır:

1. Hızlı sonuç alınır.
2. Küçük sızıntıların bile bulunmasına imkan verir.
3. Hatalar çabuk ve güvenli bir şekilde değerlendirilir.
4. Uygulaması kolaydır.

Test tulumbası, sistemin ya da sistemde kullanılan bazı elemanların (radyatör, kazan vb.) sızdırmazlık testlerinde kullanılan cihazlardır. Test yapılacak ekipmanda yer alır. Basınç belli bir seviyeye gelinceye kadar test yapılacak malzemeye su basılır. Belli bir süre beklendikten sonra test tulumbasındaki ibreye bakarak kaçak olup olmadığı belirlenir. Test tulumbası ile hem kapalı hem de açık devre sistemlerin testleri yapılabilir. Test tulumbalarında test yapılacak ekipmana cihazın ucu bağlanır. V1 vanası kapalı, V2 vanası açık olmalıdır. Test koluna art arda basılarak su pompalanır ve belli bir zaman sonra basınç değeri manometreden okunur. Basınç istenilen değere yükseldiğinde V1 vanası kapatılır. Bekleme süresinden sonra manometrede okunan ya da işaretlenen değerde bir değişim yoksa sızdırmazlığın olmadığı anlaşılır. Her iki vanayı açarak suyun boşalması sağlanır. Her cihaz için uygulanacak basınç ve beklenecek süre farklıdır. Sızdırmazlık testlerinde uygulanacak basınç değeri kullanma kılavuzunda belirtilen sınırlar içinde olmalıdır. Genel olarak uygulanacak basınç, normal basıncın iki katıdır. Üzeri beton gibi kalıcı malzemeler ile kaplanacak tesisatın testinde bir gün beklemek faydalı olacaktır. Diğer cihazlarda ise yaklaşık 10-20 dakika bekleme süresi yeterli olmaktadır.



8. UYGULAMA



MUSLUK SIZDIRMAZLIK KONTROLÜNÜN YAPILMASI

Amaç

Bir musluğun tesisata bağlanması ve bağlantı bölgesinde sızdırmazlık kontrolünün yapılması

Araç Gereç

Musluk, teflon keçe, İngiliz anahtarı, mengene

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Musluğu İngiliz anahtarı kullanarak çıkarınız. Bu işlemler yapılırken iş güvenliği gereği deri eldiven takılmalıdır.
- Musluğun monte edileceği alanı temizleyiniz.
- Musluğu bağlantı yeri dışarıda kalacak şekilde mengeneye sıkıştırınız.
- Musluğa teflonu sarınız.
- Teflonu saat yönüne ters istikamette dolayınız.
- İşlem bittikten sonra mengeneden musluğu çıkararak İngiliz anahtarı ile yerine takınız.
- Musluğu açarak musluğun sızdırmazlık durumunu kontrol ediniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Musluğu dikkatlice çıkardı.				
3	Musluğun bağlantı kısmını temizledi.				
4	Uygun ekipman kullandı.				
5	Musluğa teflonu sardı.				
6	Teflon keçeyi saat yönüne ters olarak sardı.				
7	Musluğu monte etti.				
8	Sızdırmazlık kontrolünü yaptı.				
9	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü



9. UYGULAMA



ISI YALITIMININ SONUÇLARINI GÖZLEMLEME

Amaç

Isı yalıtımı yapılan yüzey ile yapılmayan yüzey arasındaki sıcaklık farkını gözlemleme

Araç Gereç

İçerisi buz dolu metal kova, sıcaklık ölçer, elastomerik reçine esaslı yalıtım malzemesi, fırça

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Metal kovanın dışını temizleyiniz.
- Fırçanıza aldığınız elastomerik reçine esaslı yalıtım malzemesini, metal kovanın etrafına açık kalacak şekilde sürünüz.
- Yalıtım malzemesi sürülen ve sürülmeyen tarafın sıcaklığını sıcaklık ölçer ile ölçünüz.
- Ölçüm sonuçlarını karşılaştırınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Metal kovayı temizledi.				
3	Metal kovanın etrafına yalıtım malzemesi sürdü.				
4	Yalıtım yapılan ve yalıtım yapılmayan kısımların sıcaklığını ölçtü.				
5	Ölçüm sonuçlarını karşılaştırdı.				
6	Ölçüm sonuçlarını arkadaşları ile tartıştı.				
7	Isı yalıtımının etkilerini açıkladı.				
8	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü



Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz ve doğru ifadeler için (D), yanlış ifadeler için (Y) harfini kullanınız.

- 1.(....) Petrol, yanabilen bir maddedir.
- 2.(....) Akışkanlar mekaniği, akışkanların hareketini inceler.
- 3.(....) Petrol, hidrokarbon karışımlarından oluşmaz.
- 4.(....) Çek vanalar tek yönlü vanalardır.
- 5.(....) Metal borulara kaplama işlemi, yalıtım uygulandıktan sonra yapılır.

B) Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları kutularda verilen ifadelerle tamamlayınız.

hidrokarbonlar	oturmalı tip	organik bileşikler	basınç	katajenez
boru	hafif	ağır	sıcaklık	metal

6. Diskli vanalara vanalar da denilmektedir.
7. Petrolün yapısında, ve vardır.
8. Akışkanlığı az olan petrol çok olan petroldür.
9. Akışkanlar çoğunlukla ve tüpler yardımı ile taşınır.
10. Petrolün bir yerden başka bir yere hareket etmesinde ve etkilidir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Sızdırmazlık kontrolü nasıl yapılır? Açıklayınız.
12. Petrolün kimyasal yapısındaki hidrokarbonları gruplandırarak yazınız.
13. Emniyet vanalarının görevi nedir? Yazınız.
14. Rotametre ne işe yarar? Yazınız.
15. Bağlantı elemanları nelerdir? Nerelerde kullanılır? Yazınız.



D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

16. Aşağıdakilerden hangisi akışkanlara örnek değildir?

- A) Benzin
B) Su
C) Kömür
D) Hava
E) LPG

17. Aşağıdaki elementlerden hangisi petrolün yapısında bulunmaz?

- A) Karbon
B) Kükürt
C) Hidrojen
D) Bor
E) Oksijen

18. I. Isı iletkenlik katsayısı

II. Yangına dayanıklılık

III. Sertlik

Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri tesisat yalıtımında kullanılan malzemelerde aranan temel özelliklerdendir?

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

19. Tek yönlü akışa izin veren ve ters yöndeki akışı engelleyen vana tipi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kelebek vana
B) Sürgülü vana
C) Küresel vana
D) Çek valf
E) Diskli vana

20. Değişik amaçlarla kullanılan transmitterler aşağıdakilerden hangisini ölçmez?

- A) Kütle
B) Sıcaklık
C) Basınç
D) Nem
E) Akış hızı

21. Aşağıdakilerden hangisi petrolden elde edilen ürünlerden değildir?

- A) Yakıtlar
B) Nafta
C) Bitüm
D) Dezenfektan
E) Rafineri gazları

22. Aşağıdakilerden hangisi boru bağlantı elemanlarından biri değildir?

- A) O-Ring
B) Dirsek
C) Manşon
D) Kamlok
E) Rakor

23. Ham petrolün yoğunluğunu aşağıdakilerden hangisi etkilemez?

- A) Sülfür oranı
B) Gaz miktarı
C) Hidrokarbon oranı
D) Sıcaklık
E) Akma hızı

24. Aşağıdakilerden hangisi boru yapımında kullanılan malzemelerden değildir?

- A) Bakır
B) Grafit
C) Cam
D) Çelik
E) Cıva

25. Aşağıdakilerden hangisi petrolün oluşum aşamalarından değildir?

- A) Biyosentez
B) Katojenez
C) Metajenez
D) Diyajenez
E) Parçalanma

2 Birimi Öğrenme

P&ID ve PFD

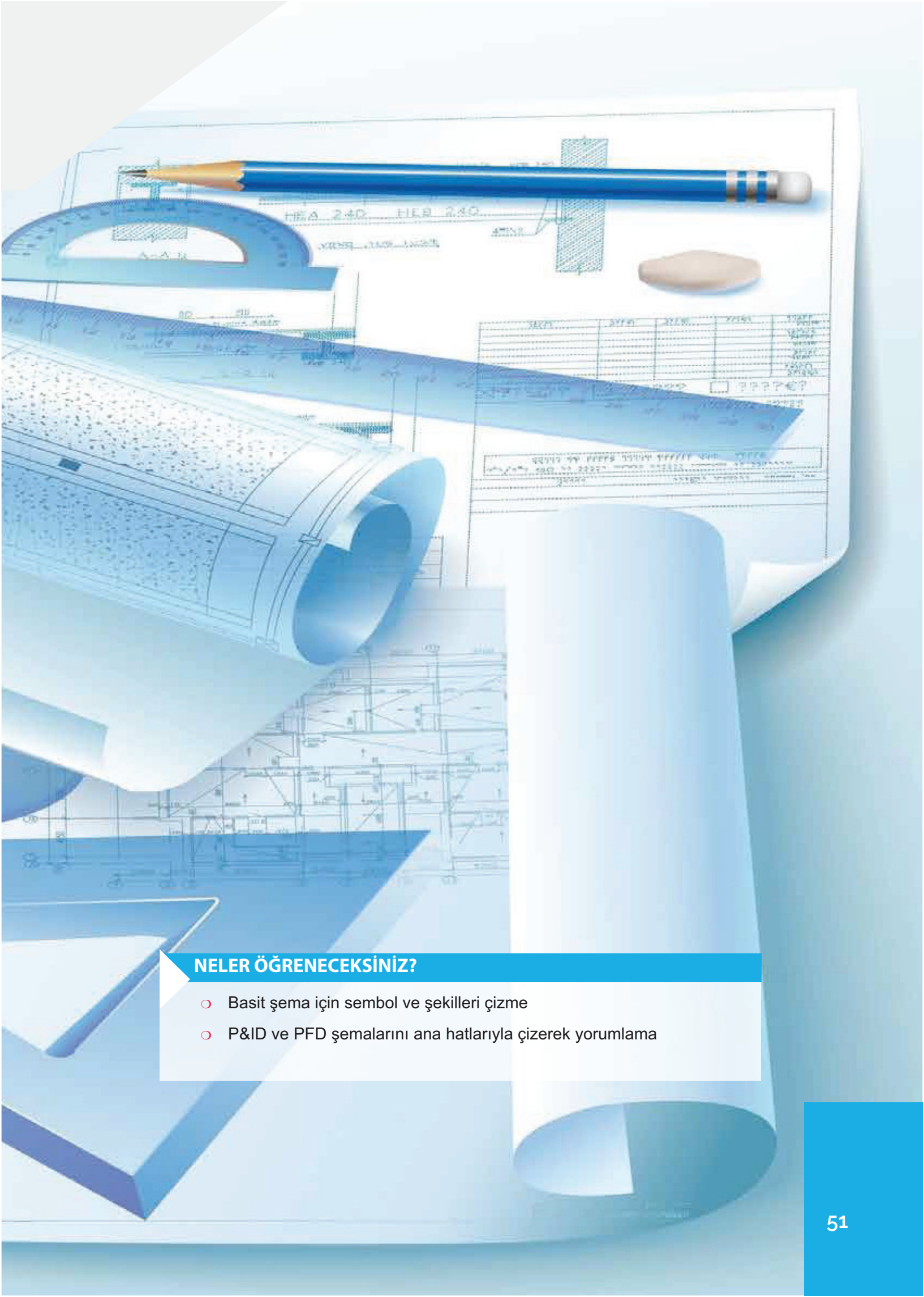


TEMEL KAVRAMLAR

- Teknik resim
- Şablon
- T cetveli
- Rapido
- Yazı alanı (antet)
- İzdüşüm
- PFD (proses akış diyagramı)

KONULAR

1. ŞEMA ÇİZİM TEKNİKLERİ
2. P&ID ve PFD ŞEMALARI



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Basit şema için sembol ve şekilleri çizme
- P&ID ve PFD şemalarını ana hatlarıyla çizerek yorumlama

P&ID ve PFD

Hazırlık

Bir teknik resim örneği bularak sınıfa getiriniz. Resmin hangi amaçla ve nasıl çizildiğini arkadaşlarınızla tartışınız.

2.1. ŞEMA ÇİZİM TEKNİKLERİ

2.1.1. Teknik Resim

Teknik resim; mühendislik ürünlerinin biçimini, boyutlarını, montaj ve teknik destek bilgilerini tarif etmede ve göstermede kullanılan ortak bir çizim dilidir. Teknik resim çizim kuralları, ulusal ve uluslararası standartlarla belirlenmiş olup mühendisler ve teknik elemanlar arasında iletişimi sağlar. Uzmanlarca tasarlanan ürünler, makineler, binalar, yapılar ve sistemler teknik resim yoluyla diğer paydaşlara aktarılır. Teknik resimde üç boyutlu nesnelere iki boyutlu olarak kâğıt üzerinde çeşitli şekil, grafik, sembol ve harflerle gösterilir. Teknik resim çizimleri serbest elle, mühendislik aletleri kullanılarak veya bilgisayar programları yardımıyla çizilebilir. Bir teknik resmi çizebilmek ve okuyabilmek için yazı, çizgi, ölçek, kroki, perspektif resim, görünüş (izdüşüm), kesit resim, ölçülendirme, yüzey özellikleri, toleranslar, teknik resim çiziminde bilgisayar kullanımı vb. konularda bilgi ve beceri sahibi olmak gerekmektedir.

2.1.2. Teknik Resim Çiziminde Kullanılan Araç ve Gereçler

Teknik resimlerin çiziminde kullanılan klasik çizim araç gereç (Görsel 2.1) aşağıda sıralanmıştır.

- ☞ Kurşun kalemler
- ☞ Silgi ve silgi şablonları
- ☞ Cetveller
- ☞ Gönye takımı
- ☞ İletki
- ☞ Pergel takımı
- ☞ Şablonlar (harf-rakam, daire ve sembol şablonları)
- ☞ Eğri (yay) cetveller
- ☞ Rapido kalemler
- ☞ Resim masası veya tahtası
- ☞ Ölçü aletleri (kumpas, mikrometre)
- ☞ Resim kâğıdı
- ☞ Mürekkep
- ☞ Yardımcı çizim araçları (şeffaf bant, zımpara tahtası, kazıma aracı, temizleme fırçası)



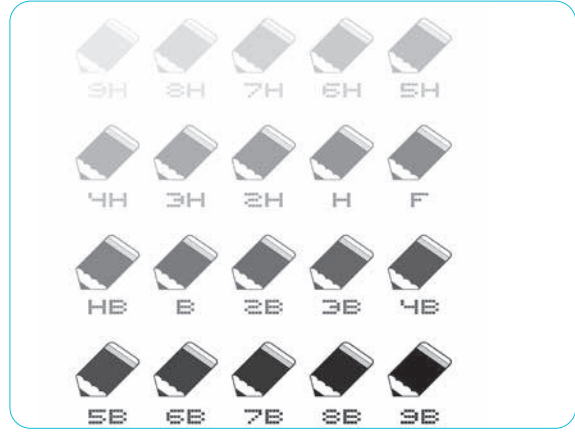
Görsel 2.1: Teknik resimde kullanılan araç gereçler

2.1.2.1. Kurşun Kalemler

Teknik resimde ince ve kalın takma uçlu versatil kalemlemler ile ağaç kalemlemler kullanılır. Kurşun kalemlemler uçlarının sertliğine göre sert, orta sert ve yumuşak olmak üzere üçe ayrılır. Sertten yumuşağa doğru kalemlemler Tablo 2.1'deki gibi sıralanabilir. Görsel 2.2'de ise bu sıralamanın temsili görseli verilmiştir.

Ağaç kalemlemlerle çizgi kalınlıklarını ayarlamak zor olduğu için kalemin ucu sık sık sivriltilmelidir. Ağaç kalem kullanırken aynı kalınlıkta çizgiler çizmek için kalem ile cetvel yüzeyi arasında 90°'lik bir açı, kalemle kâğıt yüzeyi arasında ise 60°'lik açı olmalıdır. Kalem kendi eksenini etrafında bir miktar döndürülerek hareket ettirilmelidir.

İnce takma uçlu versatil kalem kullanırken kalem, cetvel ve kâğıt yüzeyi ile 90°'lik bir açı ile döndürülmeden kullanılmalıdır. Kalın takma uçlu versatil kalem (Görsel 2.3) kullanırken kalemin ucu sık sık sivriltilmelidir. Kalem, kâğıt yüzeyi ile 60°'lik açı ile kendi eksenini etrafında bir miktar döndürülerek kullanılmalıdır.



Görsel 2.2: Kurşun kalem çeşitleri



Görsel 2.3: Takma uçlu versatil kalem

Tablo 2.1: Sertlik Derecesine Göre Kalemlemlerin Sıralanması

Sert Kalemlemler	Orta Sert Kalemlemler	Yumuşak Kalemlemler
9H, 8H, 7H, 6H, 5H, 4H	3H, 2H, H, F, HB, B	2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B, 9B

2.1.2.2. Silgi ve Silgi Şablonları

Silgiler, çizim esnasında yapılan yanlışlıkları düzeltmek ve çizim kâğıdını temiz tutmak için kullanılan araçlardır. Silgi; B harfi ile belirtilmişse yumuşak, TB harfleri ile belirtilmişse sert silgidir. Sert uçlu kalemle çizilen çizgileri silmek için sert silgi, yumuşak uçlu kalemle çizilen çizgileri silmek içinse yumuşak silgi kullanılır.

Silgi şablonları; üzerinde farklı ebat ve şekillerde kanallar olan, silme işlemi sırasında resme zarar vermemek amacıyla kullanılan araçlardır (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Silgi şablonu

2.1.2.3. Cetveller

Farklı uzunluklardaki düz çizgilerin çizilmesine, uzunlukların ölçülmesine ve bir yerden başka bir yere taşınmasına yarayan araçlardır. Taksimatları beyaz zemin üzerine siyah ve temiz olarak basılmış cetveller tercih edilmelidir. Taksimat aralıkları 1 mm'den küçük olanlar gözleri yorduğundan kullanılmamalı, bu ölçüler tahmin edilerek belirlenmelidir. Hassas bir ölçüm için cetvelin taksimatlı kenarının (Görsel 2.5) düz ve ince olması gerekir. Sıcaklık değişimlerinde taksimat sabit kalmalı, yere düşme gibi sebeplerle bozulmamaları için de özellikle taksimatlı kısmın kaplanması darbelere dayanıklı olmalıdır. Cetvel boyları çeşitli uzunluklarda olabilir. 25-30 cm boyunda ve her iki kenarında da taksimat bulunanlar daha kullanışlıdır.

Taksimatlı ölçekli olarak küçültülmüş cetveller (Görsel 2.6) daha çok inşaat ve mimari çizimlerde kullanılmaktadır. Uzunlukların doğrudan doğruya, istenilen ölçekte ve hesap yapmadan taşınmasına yararlar. Birden fazla ölçeği barındırabilmeleri için üç köşeli olarak yapılan ölçekli cetvellerin en çok kullanılanları 1:1 (1:10-1:100), 1:20, 1:25, 1:50, 1:75 ve 1:125 ölçekli olanlarıdır.

T cetveli, bir kenarı masa kenarına sabitlenip diğer kenarıyla paralel doğrular çizmeye yarayan mühendislik çizim cetvelidir. T harfine benzediği için bu isimle adlandırılmıştır. T cetveli (Görsel 2.7) yatay çizgilerin çizilmesi ve gönyelerin oturtulması için kullanılır. Sabit, ayarlı ve çift başlı ayarlı olmak üzere üç çeşidi vardır. Hassas çizimlerde T cetveli tercih edilmelidir.

2.1.2.4. Gönyeler

Farklı açılardaki düz çizgilerin çizilmesinde kullanılan kenarlarında milimetrik taksimatlar yazan çizim araçlarıdır (Görsel 2.8). Teknik resimde 20, 30 ve 50 cm boyundaki gönyeler kullanılır. Çini mürekkeple çizgiler çizmek için bazı gönyelerde çelik veya mika kenar bulunur. Tek veya birden fazla gönye kullanılarak belli başlı açılar çizilebilir. Gönyeler T cetveli üzerinde kullanılırken bir elle T cetveli masa kenarına sabitlenmeli, diğer elle de gönye hareket ettirilmelidir.

2.1.2.5. İletki

Açıların ölçümü ve çizimi için kullanılan, yarım veya tam daire şeklindeki çizim aracıdır. Yarım daire şeklinde olan iletkenin çevresi 180°'lik taksimata bölünmüştür. Açı



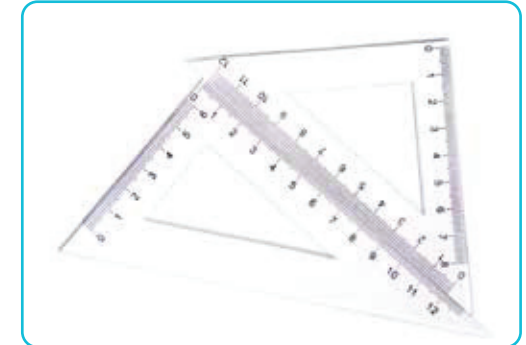
Görsel 2.5: Cetveller



Görsel 2.6: Üç köşeli ölçekli cetvel



Görsel 2.7: T cetvelii



Görsel 2.8: Gönye

ölçmek için iletkinin kenarı, açığı oluşturan birinci çizgiye getirilir ve sonra iletkinin orta noktası açığı oluşturan ikinci çizginin başlangıç noktasına getirilerek iletki üzerinde denk geldiği taksimat okunur (Görsel 2.9).

2.1.2.6. Pergel Takımları

Birbirine mafsalla bağlanmış iki koldan oluşan, daire ve yayların çiziminde kullanılan çizim takımlarıdır (Görsel 2.10). Sabit ve eklemliy ayaklar, uç takma aparatı, çevirme kolu ve iğne kısımlarından oluşur. Bu parçalar tirlin, kalem adaptörü ve uzatma ayağı da takılabilir. **Tirlin**, çini mürekkebi ile yapılacak çizimler için pergel ayağına takılan, daire ve yay çizimleri için kullanılan parçaya denir.

Pergel takım çeşitleri şunlardır:

1. Nokta Pergeli: Çapı 10 mm'den küçük dairelerin çizimine uygundur. Bir ayağı sabittir.

2. Bölme Pergeli: Küçük uzunlukların ölçülmesi ve taşınmasını sağlar.

3. Ayarlı Pergel: İki ayağı arasındaki vida sayesinde ölçü ayarı yapılır. Hassas çizimlerde kullanılır.

4. Takma Ayaklı Pergel: Çapı 10 mm'den büyük daire ve yayların çizimine uygundur. Pergelin ayaklarından biri sabit, diğeri hareketlidir.

5. Baston Pergeli: Çapı 50 cm'ye kadar olan daire ve yayların çiziminde kullanılır.

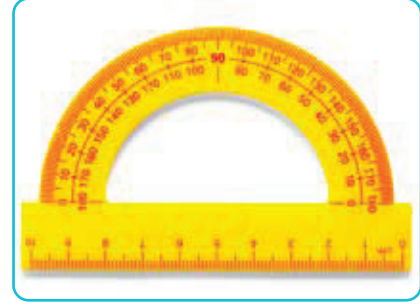
2.1.2.7. Şablonlar

Standart şekil, sembol, işaret, rakam ve yazıların daha kolay ve hassas çizilmesinde kullanılan çizim takımlarıdır. Üç türlü şablon vardır.

1. Daire Şablonları: Daire, yay ve elipslerin daha hızlı ve hassas çiziminde kullanılır (Görsel.2.11).

2. Yazı Şablonları: Büyük ve küçük harfler, rakamlar ve yazı sembollerinin yazılmasında kullanılır (Görsel 2.12).

3. Sembol Şablonları: Her meslek dalına özel şekil, sembol ve işaretlerin çiziminde kullanılır.



Görsel 2.9: İletki



Görsel 2.10: Pergel takımı



Görsel 2.12: Harf şablonu



Görsel 2.11: Daire şablonları



1. UYGULAMA



YAZI ŞABLONU KULLANARAK ÖZDEYİŞ YAZMA

Amaç

Yazı şablonunu doğru kullanma

Araç Gereç

Kurşun kalem, silgi, harf şablonu, silgi şablonu, A4 kâğıdı

Uygulamanın Yapılışı

- Yazı alanını hazırlayınız.
- Yazımda kullanılacak araç gereç hazırlayınız.
- A4 kâğıdı üzerine harf şablonundaki harflerin boyutuna göre kılavuz çizgiler çiziniz.
- Kılavuz çizgilerin arasına Atatürk'ün "Hayatta en hakiki mürşit ilimdir." sözünü büyük harf şablonunu kullanarak yazınız.
- Yaptığınız çalışmaları arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Yazım yanlışlarını bulunuz.
- Çalışma sonucunu değerlendiriniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	Yazı malzemelerini hazırladı.				
2	Kılavuz çizgileri cetvelle çizdi.				
3	Harf şablonu kullanımını doğru yaptı.				
4	Yazıyı doğru yazdı.				
5	Çalışma alanını düzenledi.				
Öğretmen Görüşü					

2.1.2.8. Eğri Cetveller

Pergel ile çizilemeyen ve standart olmayan eğrilerin çiziminde kullanılan çizim araçlarıdır. Her çeşit yay çizimine uygundur (Görsel 2.13).

2.1.2.9. Rapido Takımları

Çini mürekkepli çizimler için kullanılan, üzerinde mürekkep deposu ve kapağı bulunan çizim takımlarıdır (Görsel 2.14). Çizim sırasında kâğıda fazla bastırmadan ve çizim yapılan tarafa doğru eğimli tutularak kullanılır. Genellikle aydıngeçer kâğıdına yapılan çizimlerde tercih edilir. Aydıngeçer kâğıdına çizim yapılırken kalem ucu masa yüzeyine dik tutulmalıdır.

2.1.2.10. Teknik Resim Masası

Resim kâğıtlarını bağlamak için yapılan, özel yapılmış ayaklar üzerine yerleştirilmiş düzgün yüzeyli çizim tah-talarıdır (Görsel 2.15). Daha rahat çizim yapabilmek için ayar yapılarak istenilen eğimde ve yükseklikte kullanılabilir. Resim masaları kâğıt büyüklüklerine göre standart ölçülere uygun olarak çeşitli boylarda olabilir. Masanın T cetveli dayanan kenarı düz olmalıdır. Genellikle büyük çizimler için resim masası, A3 ve A4 boyutunda küçük çizimler için yazı tahtası kullanılır.

2.1.3. Teknik Resim Kâğıtları

Teknik resim çizmek için kullanılan kâğıtlar dayanıklı olmalıdır. Resim kâğıtları çeşitli genişlik ve uzunlukta top halinde veya önceden standart ölçülere göre kesilmiş büyüklüktedir. Kâğıtların üst yüzleri hafif pürüzlü veya parlaktır. Pürüzlü yüz daha çok kurşun kalemle, parlak yüz ise çini mürekkebi ile resim yapmakta kullanılır.

Genel olarak kâğıtlar iki gruba ayrılır.

1. Saydam Olmayan Resim Kâğıdı: Genellikle beyaz, bazen de sarımtırak renktedir. İyi kalitedeki bir resim kâğıdı sert, yırtılmaya ve rutubete karşı dayanıklıdır. İyi cins kâğıt, kurşun kalemle iyi resim yapılmasına imkân verir. Rahatça ve iz bırakmadan silinebilir, pürüzlenmez. Mürekkep, bu cins kâğıda kalın çini mürekkebi ile dağılmadan çizilebilir. Ayrıca sulu boya ile boyama da yapılabilir. Katlandığı takdirde kat yerlerinden kolayca yırtılmaz.

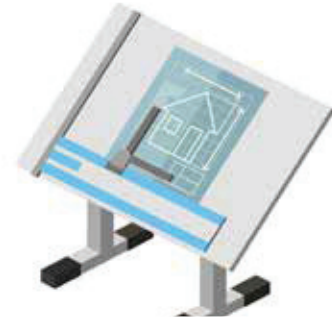
2. Saydam Resim Kâğıdı (Aydıngeçer): Beyaz, çok açık mavi veya griye çalan renktedir. Saydam kâğıtlarla, kopyası çıkartılıp çoğaltılacak resimler çizilir. Çoğaltma işlemi saydam olmayan resim kâğıdına çizilmiş resmin saydam kâğıdın altına koyularak kurşun kalemle yapılır. Saydam kâğıtlar nem ve sıcaklıktan kolayca etkilenir ve katlandıkları zaman kat yerinden kırılabilir. Sık kullanılan veya uzun zaman muhafaza edilmesi gereken resimler resim, muşambası denen saydam resim kâğıtlarına çizilir.



Görsel 2.13: Eğri cetvel



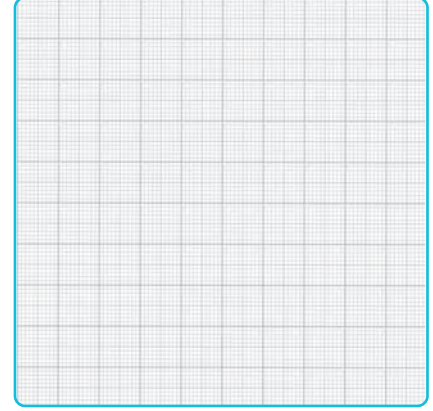
Görsel 2.14: Rapido kalem



Görsel 2.15: Teknik resim masası

Bazı özel tip kâğıtlar şunlardır:

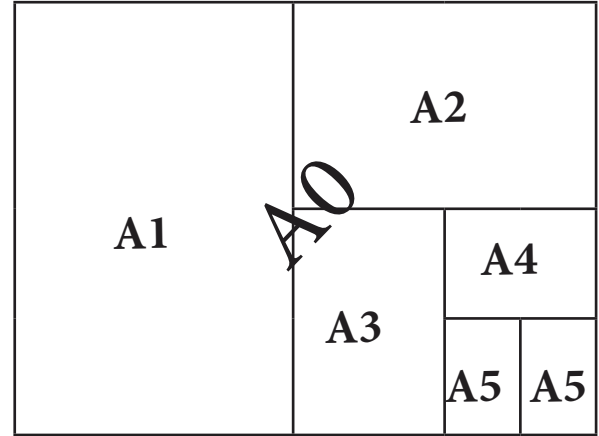
- **Milimetrik Kâğıt:** Üzerlerine herhangi bir renkle ve genellikle milimetrik taksimat basılmış saydam veya saydam olmayan kâğıtlardır (Görsel 2.16). Bu kâğıtlarda en çok kullanılan taksimat çizgisi rengi kırmızı ve mavidir. Bu kâğıtlar genel olarak grafik, bazen de kroki çiziminde kullanılır.
- **Ozalit Kâğıdı:** Açık mavi, açık sarı veya beyaz renkte; yağlı, şeffaf ve bir yüzüne ışığa karşı hassas özel madde sürülmüş kâğıtlardır. Aydınger kâğıdına çizilmiş resmin kopyalanması için ozalit makineleri kullanılır. Neme dayanıklıdır ancak ışığa duyarlıdır.
- **Fotokopi Kâğıtları:** Resimler, fotokopileri alınarak da çoğaltılabilir. Fotokopinin ozalit kopyaya üstünlüğü, resimlerin saydam kâğıda çizilme zorunluluğu olmamasıdır. Bu nedenle herhangi bir kâğıda çizili resmin fotokopisini çıkarmak mümkündür. Fotokopi aletlerinin kuru veya ıslak banyo metoduna göre çalışan çok çeşitli tipleri mevcuttur. Aletlerin boyutları sınırlı olduğu için genel olarak A4 ve A3 boyutundaki resimlerin fotokopileri çıkartılabilir.



Görsel 2.16: Milimetrik kâğıt

2.1.3.1. Resim Kâğıdı Ölçüleri

Resim kâğıtlarının temelini alanı 1 m² ve uzun kenarı 1189 mm, kısa kenarı 841 mm olan A0 kâğıdı belirlemiştir. A0 kâğıdının uzun kenarın ortasından katlanmasıyla A1, A1 kâğıdının uzun kenarın ortasından katlanmasıyla A2, A2 kâğıdının uzun kenarın ortasından katlanmasıyla A3, A3 kâğıdının uzun kenarın ortasından katlanmasıyla A4, A4 kâğıdının uzun kenarın ortasından katlanmasıyla A5 kâğıdı elde edilir (Görsel 2.17).



Görsel 2.17: Resim kâğıdının adlandırılması

2.1.3.2. Yazı Alanı (Antet)

Teknik resimde resim üzerindeki ölçüler ve açıklamalar, çizimlerde belirtilemeyen veya belirtilmesi uygun olmayan diğer tüm bilgiler resim kâğıtlarının sağ alt köşesindeki antet bölümünde (Görsel 2.18) gösterilir. Resim kâğıtları katlanırken antet üst tarafa gelmelidir ve dosya açıldığı zaman antet hemen görülmelidir.

	TARİH	İSİM	İMZA	FİRMA ADI				
PROJE								
ÇİZEN								
KONTROL				ÖLÇÜLER	mm	cm	inç	
ONAY								
PAFTA EBADI	RESİM ADI							
ÖLÇEK								
RESİM NO:								REV.

Görsel 2.18: Antet örneği

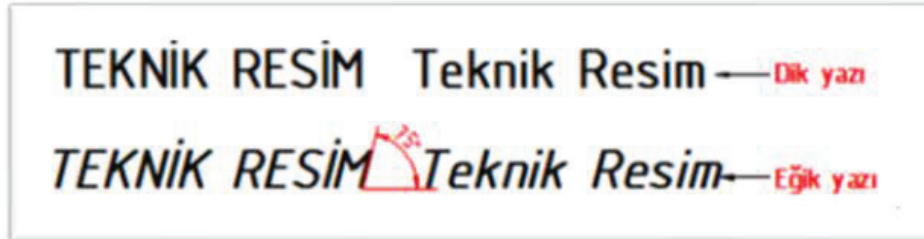
2.1.4. Yazı Karakterleri

Teknik resimde yazılar TS 10841 EN ISO 3098-2/05.03.2002 numaralı standart ile düzenlenmiş olup bu standart teknik resim ve ilgili dokümanlarda kullanılan Latin harflerini, Arap rakamlarını ve işaretleri kapsar. Teknik resimde yazıların özellikleri şunlardır:

1. Yazılarda süslü karakterler kullanılmamalıdır.
2. Yazıların tamamında aynı yazı karakteri kullanılmalıdır.
3. Mikروفilm ve fotografik çoğaltmalarda harf ve sayılar arasındaki boşluklar, çizgi ve yazı kalınlığının en az iki katı olmalıdır.
4. Küçük veya büyük harflerde çizgi kalınlığı aynı olmalıdır.
5. Kalınlıkları farklı olan komşu yazılar arasındaki boşluk, kalınlığı fazla olan yazı kalınlığının iki katı olmalıdır.
6. İki harf veya rakam arasındaki boşluk yarıya düşürülebilir.
7. A3 ve A4 büyüklüğündeki resimler için yazı yüksekliği 2,5 veya 3 mm; A2, A1 ve A0 ebatlarında 4 veya 5 mm olmalıdır. Yazı kalınlığı yazı yüksekliğine göre ayarlanır.

2.1.4.1. Yazı Çeşitleri

Teknik resimde kullanılan yazılar dik ve eğik olmak üzere ikiye ayrılır. Eğik yazılar sağ tarafa dikeyle 15°, yatayla 75° açı yapar (Görsel 2.19).



Görsel 2.19: Dik ve eğik yazıların gösterimi

Tablo 2.2' de dik ve eğik harfler verilmiştir. Şablon yazısı olan bu yazılar süslü olmayan yazılardır. Bilgisayar programlarındaki ISOCPEUR yazı tipi şablon yazıdır. Ayrıca arial tipi ve benzeri yazılar da teknik resme uygun yazılardır.

Yazılar çizgi kalınlıklarına göre A ve B olarak ikiye ayrılır. A tipi yazılarda çizgi kalınlığı yazı yüksekliğinin 1/14'ü kadardır. B tipi yazılarda çizgi kalınlığı yazı yüksekliğinin 1/10'u kadardır.

A tipi yazıların çizgi kalınlığı B tipi yazıların çizgi kalınlığından daha azdır.

Tablo 2.2: Dik ve Eğik Harfler

DİK VE EĞİK HARFLER	
ABCÇDEFGĞHIİJKLMNOÖPRSŞTUÜVWXYZ	
abcçdefgğhiijklmnoöprsştuüvwxyz	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 ! ? & % = () / ^ ' + _	
ABCÇDEFGĞHIİJKLMNOÖPRSŞTUÜVWXYZ	
abcçdefgğhiijklmnoöprsştuüvwxyz	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 ! ? & % = () / ^ ' + _	



2. UYGULAMA



HARF VE RAKAM YAZMA

Amaç

Harfleri ve rakamları tekniğine uygun olarak doğru yazma

Araç Gereç

Kurşun veya rapido kalem, silgi

Uygulamanın Yapılışı

- Yazım alanına harf ve rakamları örneğe uygun olarak dikkatlice yazınız.

A	R
B	S
C	Ş
Ç	T
D	U
E	Ü
F	V
G	Y
Ğ	Z
H	1
I	2
İ	3
J	4
K	5
L	6
M	7
N	8
O	9
Ö	0
P	

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

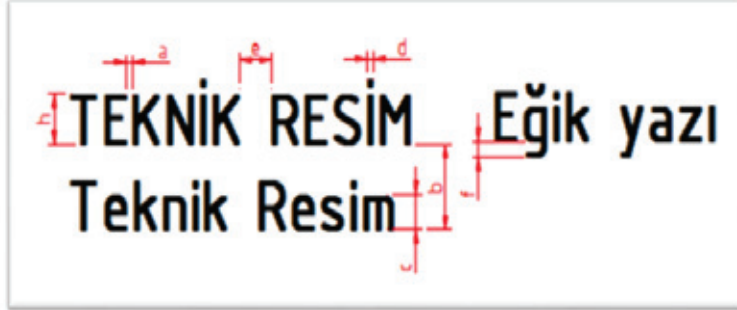
Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	Yazı malzemelerini hazırladı.				
2	Harf ve rakamların yazım yönüne dikkat etti.				
3	Harf ve rakamları eğik yazdı.				
4	Yazıyı doğru yazdı.				
5	Çalışma alanını düzenledi.				

Öğretmen Görüşü

2.1.4.2. Yazı Boyutları

Büyük harf yazı yükseklikleri standart olarak 2,5, 3,5, 5,7, 10, 14 ve 20 mm olarak tespit edilmiştir. Görsel 2.20'de yazıların sembolik olarak ölçülendirilmesi gösterilmiştir. A ve B tipi yazıların boyutları Tablo 2.3 ve Tablo 2.4'te verilmiştir.



Görsel 2.20: Yazıların sembolik olarak ölçülendirilmesi

Tablo 2.3 : A-Tipi Standart Yazı Boyutları

Özellikler	Oran	Boyutlar (mm)							
		2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Büyük harf yüksekliği (h)	14/14.h	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Harfler arasındaki boşluk (A)	2/14.h	0,35	0,5	0,7	1	1,42	2	2,8	
Satırlar arasındaki normal aralık (h)	21/14.h	3,75	5,25	7,5	10,5	15	21	30	
Küçük harf yüksekliği (c)	10/14.h	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	
Harflerin satır altı ölçüsü (f)	4/14.h	0,71	1	1,4	2	2,8	4	5,6	
Yazı çizgi kalınlığı (d)	1/14.h	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	
İki kelime arasındaki boşluk (e)	6/14.h	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6	8,5	

Tablo 2.4 : B-Tipi Standart Yazı Boyutları

Özellikler	Oran	Boyutlar (mm)							
		2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Büyük harf yüksekliği (h)	10/10.h	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Harfler arasındaki boşluk (A)	2/10.h	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	
Satırlar arasındaki normal aralık (b)	15/10.h	3,75	5,25	7,5	10,5	15	21	30	
Küçük harf yüksekliği (c)	7/10.h	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	
Harflerin satır altı ölçüsü (f)	3/10.h	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6	
Yazı çizgi kalınlığı (d)	1/10.h	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	
İki kelime arasındaki boşluk (e)	6/10.h	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12	

2.1.4.3. Yazı Yazma Kuralları

Elle yazı yazmak için herkes kendine göre bir yol izleyebilir. Yazı yazma, el becerisinin gelişiminde önemli bir yer tutar. Görsel 2.21'de rakamların ve büyük harflerin tavsiye edilen yazım yönleri gösterilmiştir.



Görsel 2.21: Harflerin yazım yönleri


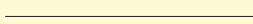





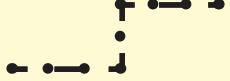

Serbest yazı yazılırken aşağıdaki kurallar uygulanır.

1. Harf ve rakamların yazım şekilleri doğru bilinmelidir.
2. Yapı resimlerinde elle yazı yazılırken yazıların aynı büyüklükte olması için yardımcı çizgiler çizilmelidir. Çizgileri çizmek için delikli gönyeler kullanılmalıdır.
3. Eğik yazılar için 75°'lik açıda birkaç tane eğik çizgi çizilmelidir.
4. Yazı şablonları standart yazı ölçülerine göre hazırlanmalı, yazı şablonları ile yazı yazmak için rapido kalemleri kullanılmalıdır.
5. Elle yazı yazarken HB ve B kalemleri kullanılmadır.

2.1.5. Çizgi ve Çeşitleri

Resmi çizilen ürünün farklı özellikteki resim bileşenlerinin ifade edilmesi için farklı tip ve kalınlıklarda standart çizgiler kullanılmaktadır. Bir teknik resmin doğru okunması ve anlaşılması için kullanılan çizgilerin de kusursuz ve standartlara uygun olması gerekir. Resme bakıldığında çizgilerin kalınlık ve şekline göre neyi ifade ettiğinin anlaşılması için çizgilerin kalınlıkları ve şekilleri Tablo 2.5'te gösterildiği gibi standart hâle getirilmiştir (TS 88-20, ISO 128-20). Teknik resimde kullanılan çizgi kalınlıkları çizilecek resmin büyüklüğüne göre değişir. Fakat aynı ölçekle yapılan çizimlerde aynı tip çizgi ve kalınlık kullanılmalıdır.

Tablo 2.5: Çizgi Çeşitleri

Çizgi Çeşitleri (TS -10845)	Çizgi Kalınlığı (mm)	Kullanıldığı Yerler	Çizgi Tipi
1 Kalın sürekli çizgi	0,5-1,0	Görünen kenarlar, çerçeveler	
2 İnce sürekli çizgi (cetvelle)	0,25-0,35	Ölçülendirme, tarama, izdüşüm ve vida dişi çizgileri	
3 İnce sürekli çizgi (elle)	0,25-0,35	Görünüş veya kesitleri sınırlayan çizgiler	
4 İnce noktalı kesik çizgi	0,25-0,35	Eksenler, dişlilerin bölüm dairesi, yörüngeler, simetri çizgileri	
5 İnce kesik çizgi	0,35-0,5	Görünmeyen kenarlar ve çerçeveler	
6 Kalın kesik çizgi	0,5-1	İşlenmiş yüzey sınırları çevresi, görünmeyen kenar	
7 Kalın noktalı kesik çizgi	0,5-1	Kesit düzleminin gösterilmesi	
8 Kesit eksen çizgisi	0,25-0,35	Kesit düzlem izlerinin gösterimi	
9 İnce iki noktalı kesik çizgi	0,25-0,35	Özel alan çevresi, şekillendirme öncesi çevre	



3. UYGULAMA



ÇİZGİ ÇİZME

Amaç

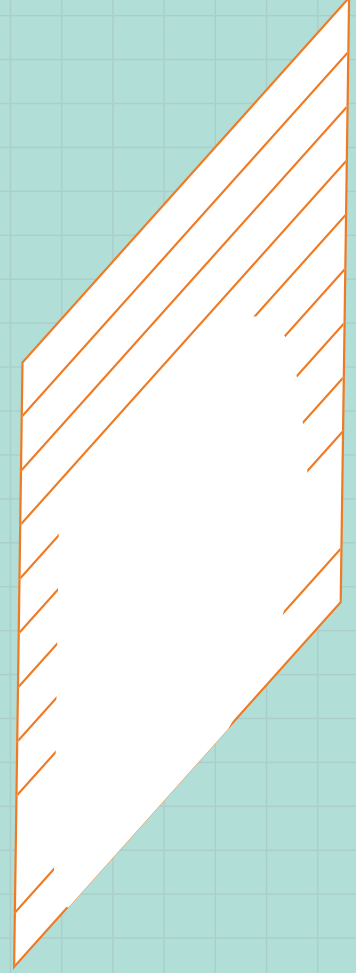
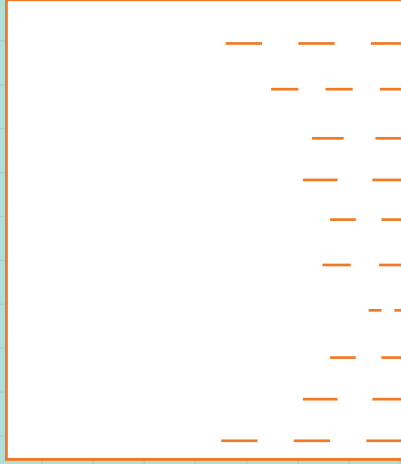
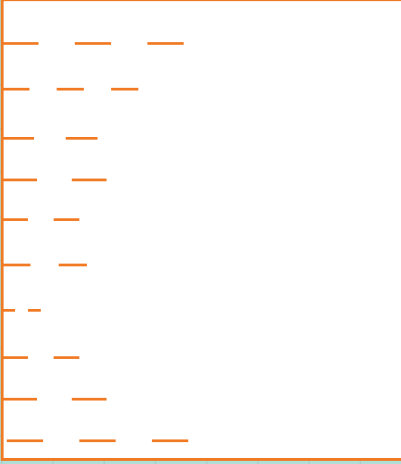
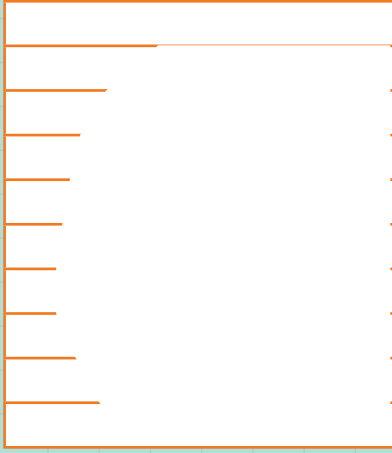
Cetvel kullanarak çizgi çeşitlerini çizme

Araç Gereç

Kurşun veya rapido kalem, silgi, cetvel

Uygulamanın Yapılışı

- Aşağıdaki tablolarda yarım bırakılan çizgileri cetvel kullanarak tamamlayınız.



DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

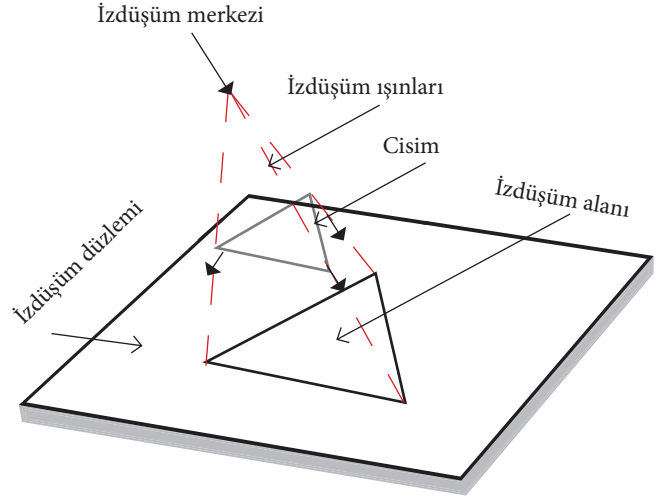
Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	Çizim malzemelerini hazırladı.				
2	Çizimleri cetvelle doğru çizdi.				
3	Cetvel kullandı.				
4	Çalışma alanını düzenledi.				
Öğretmen Görüşü					

2.1.6. İzdüşüm

Teknik resimde üç boyutlu nesnelerin ışınlar yardımı ile bir düzlem üzerine düşürülen görüntüsüne **izdüşüm** denir. Görüntünün elde edilmesi için uygulanan metoda **izdüşüm metodu** denir. İzdüşüm çeşitleri şunlardır:

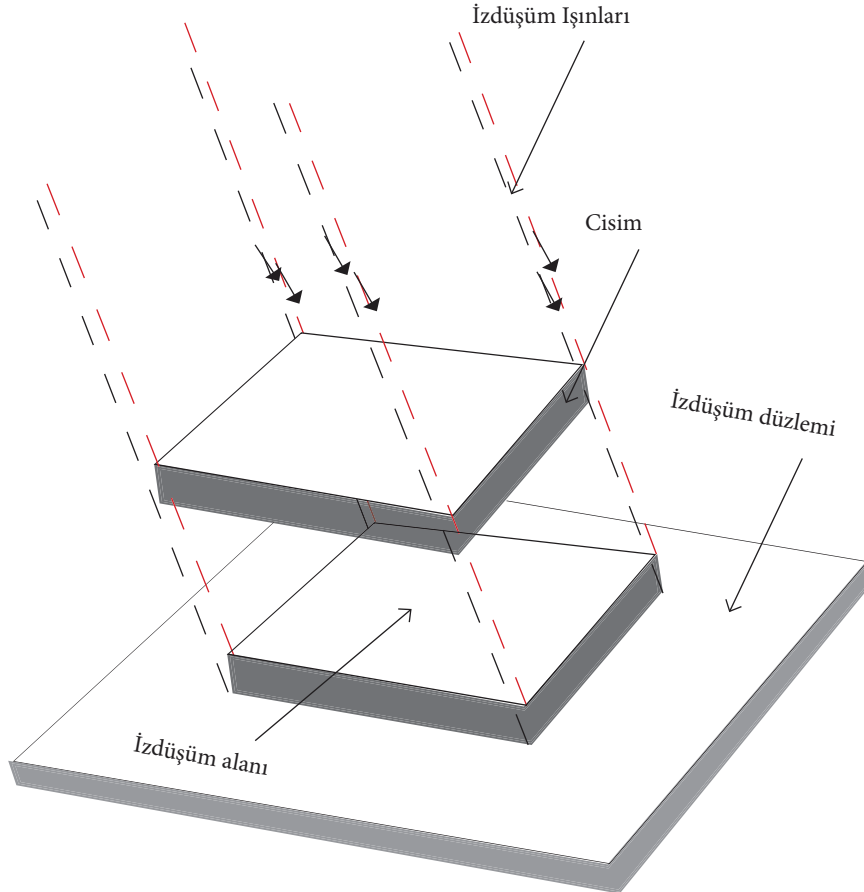
1. Merkezi (Konik) İzdüşüm: Bir merkezden (izdüşüm merkezi) çıkan ışınların (izdüşüm ışınları) bir açıyla cismin kenarlarından geçerek izdüşüm düzlemi üzerinde görüntü meydana getirmesiyle oluşur. Meydana gelen görüntünün büyüklüğü ve biçimi o cismin merkezine ve izdüşüm düzlemine olan uzaklığına, cismin duruşuna, şekline bağlıdır. Merkezi izdüşüm (Görsel 2.22) genellikle afiş, dekor ve mimari çizimlerde kullanılmaktadır.



Görsel 2.22 : Merkezi (konik) izdüşüm

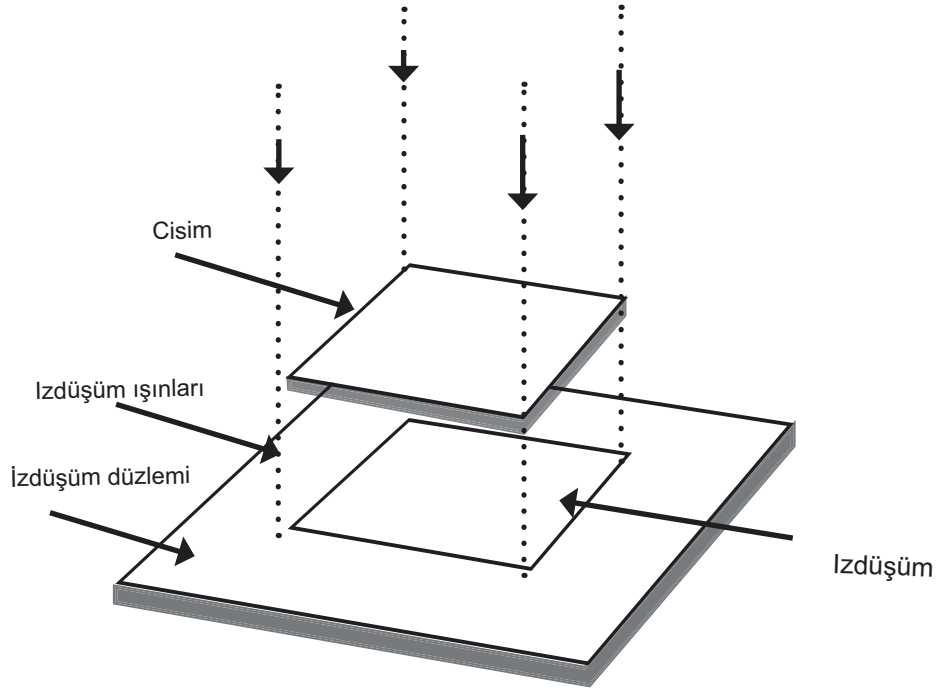
2. Paralel İzdüşüm: Işınlar birbirine paralel olacak şekilde cismin çevresinden geçerek düzlem üzerinde bir görüntü oluşturur. Eğik ve dik paralel izdüşüm olmak üzere iki çeşidi vardır.

a) Eğik Paralel İzdüşüm: Bu yöntemde ışınlar birbirine paralel ve izdüşüm düzlemine eğik olacak şekilde cismin kenarlarından geçerek izdüşüm düzlemi üzerinde görüntü oluşturur (Görsel 2.23).



Görsel 2.23: Eğik izdüşüm

- a) **Dik Paralel İzdüşüm:** Bu yöntemde izdüşüm ışınları birbirine paralel ve izdüşüm düzlemine dik olarak gelir (Görsel 2.24). Cisim sabitse uzaklık değişse bile görüntünün büyüklüğü ve şekli değişmez.



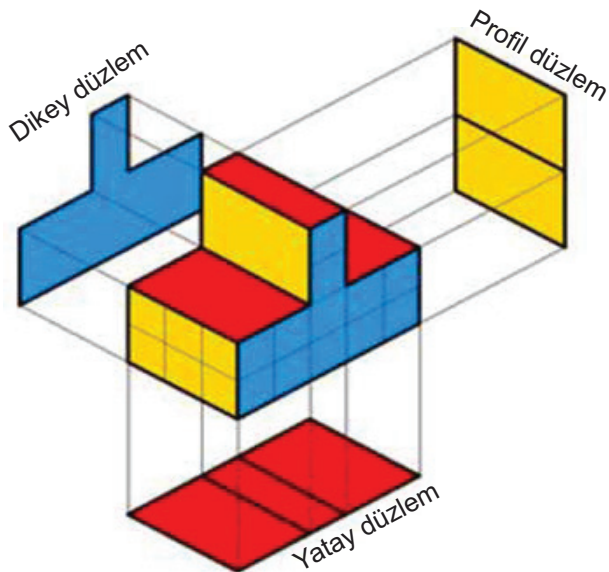
Görsel 2.24: Dik paralel izdüşüm

Izdüşümün elde edildiği düzlemlere **izdüşüm düzlemleri** denir (Görsel 2.25 ve Görsel 2.26). Üç çeşit izdüşüm düzlemi vardır.

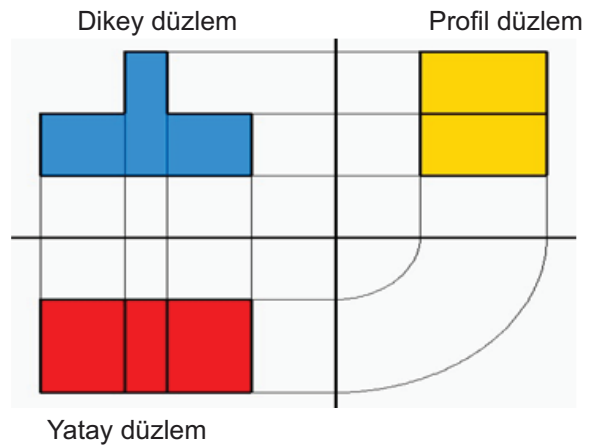
Alın (Düşey) Düzlem: Cisme karşıdan ve yatay eksene dik bakıldığında elde edilen izdüşüm düzlemidir.

Yatay Düzlem: Yatay eksene paralel olan ve cismin üst konumundan bakıldığında elde edilen izdüşüm düzlemidir.

Profil (Yanal) Düzlem: Cisme sol yandan bakıldığında elde edilen ve yatay eksene dik olan izdüşüm düzlemidir.



Görsel 2.25 :Düzlemlerin kapalı hali

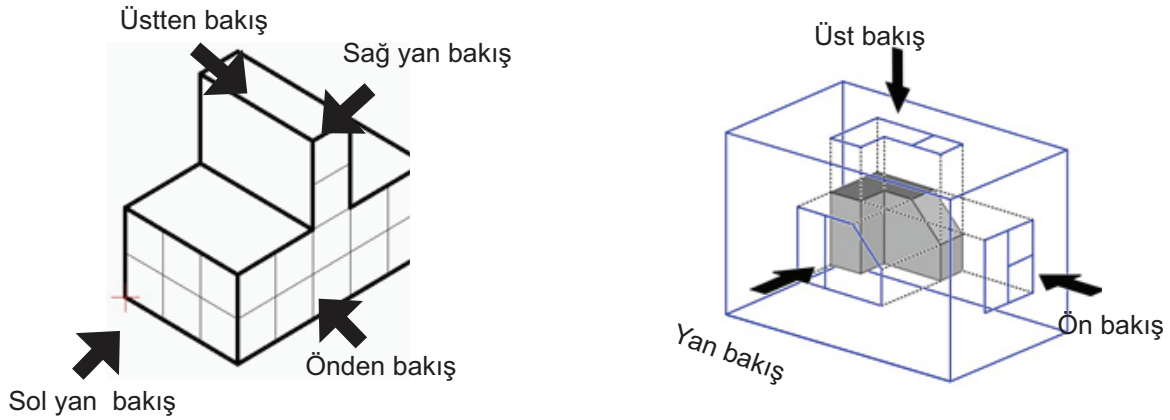


Görsel 2.26: Düzlemlerin açılmış hali

2.1.7. Görünüş

Izdüşüm düzlemlerinde oluşan görüntünün, belirli kurallara göre çizilmesi ile oluşan şekillere **görünüş** denir. Cisimlerin daha önce belirtilen izdüşüm düzlemlerinde çeşitli görünüşleri oluşur. Bunlar ön, sol, yan ve üst görünüşlerdir. Ayrıca daha detaylı çizimlerde sağ yan, arkadan ve alttan görünüşler de çizilebilir.

Bir cisme üstten baktığımızda üst görünüşü, karşıdan baktığımızda ön görünüşü, sol yandan baktığımızda sol yan görünüşü görülür (Görsel 2.27). Ön görünüş alın (düşey) izdüşüm düzleminde, sol yan görünüş sol profil (yanal) izdüşüm düzleminde ve üst görünüş ise yatay izdüşüm düzleminde meydana gelir. İş parçalarının çiziminde genellikle ön, sol yan ve üstten görünüş kullanılır. Ön görünüş her zaman merkezde yer alır. Tüm görünüşlerin ön görünüşe göre konumları sabittir. Görünüşlerin hepsi birbirini tam olarak karşılamalıdır.



Görsel 2.27: Yüzeylerin bakış yönlerine göre görünüşleri



Sıra Sizde 1

Yüzey Görünüşlerini Adlandırmak

Amaç: Yüzey görünüşlerini adlandırma

Etkinliğin Yapılışı: Aşağıdaki örnek çizime bakıp çizim üzerindeki harflerin yüzey görünüşlerinin hangi parçasına ait olduğunu yazarak belirtiniz (Ok yönü parçanın ön tarafını göstermektedir).

Örnek Çizim	Yüzey Görünüşleri		

Değerlendirme: Yüzey görünüş adlandırmalarını arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.2. P&ID VE PFD ŞEMALARI

2.2.1. P&ID

P&ID (borulama ve enstrümantasyon diyagramı); proses tasarımında kullanılan boru bileşenlerini, ekipmanları ve prosesi kontrol etmek için kullanılan ölçüm aletlerinin ara bağlantısını gösteren bir şemadır. P&ID diyagramları ayrıntılı olup büyük ve küçük akışlar, kontrol döngüleri ve enstrümantasyondan oluşur. P&ID'ler genellikle proses teknisyen ve mühendisleri tarafından kullanılır. Bir mühendislik projesinin tasarım koşullarını daha iyi anlamak, proses sisteminin verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak, sistemlerin fiziksel sırasını uygun bir şekilde düzenlemek ve göstermek için kullanılır. P&ID şemaları, karmaşık kimyasal ya da mekanik adımlara sahip fiziksel bir tesis tasarlamak ve bu tesiste çalışacak personeli eğitmek için de kullanılmaktadır. P&ID şemaları eskiden elle hazırlanırken artık bilgisayar ortamında çeşitli programlar yardımı ile hazırlanmaktadır.

P&ID şemalarında proste kullanılan her ekipmana uygun bir numara verilir. Proseste kullanılan boruların tümüne ayrı bir hat numarası verilerek boru ölçüleri ve yapı malzemesi gösterilir. Boru çizimindeki ok yönü, akış yönünü belirtir. Proses ana boruları 0,8 mm; diğer boru hatları, bağlantı elemanları 0,5 mm ve vanalar 0,3 mm kalınlığındaki çizgilerle belirtilir.

Tüm vanalara ayrı bir tanımlama numarası verilerek vanaların tipi ve büyüklüğü belirtilir. Kontrol vanalarındaki ok yönü vanaya doğru ise kapatma arızasını, vananın dışına doğruysa açma arızasını gösterir.

Borulama sisteminin iç hat parçaları olan yardımcı bağlantılara (süzgeç, buhar tuzakları, gözetleme camı gibi) ayrı bir tanımlama numarası verilir. Ayrıca pompalara uygun bir kod numarası ve tüm kontrol devreleri ile ölçüm araçlarına da ayrı bir numara verilir.

Borulama ve enstrümantasyon diyagramının standart bir formu olmamakla beraber genel olarak bir P&ID şemasının elemanları şunlardır:

- Drenaj ve redüktörler (dişli sistemleri) dâhil olmak üzere tüm donanım
- Boyut, etiket numarası, derecelendirme, kapasite gibi donanım detayı
- Vanalar dâhil tüm semboller
- Eleman tanımlama, yalıtım ihtiyacı, akış yönleri, ara bağlantı referansları, kalite seviyesi kalıcı başlatma ve yıkama hatlarını da içeren şema ayrıntıları

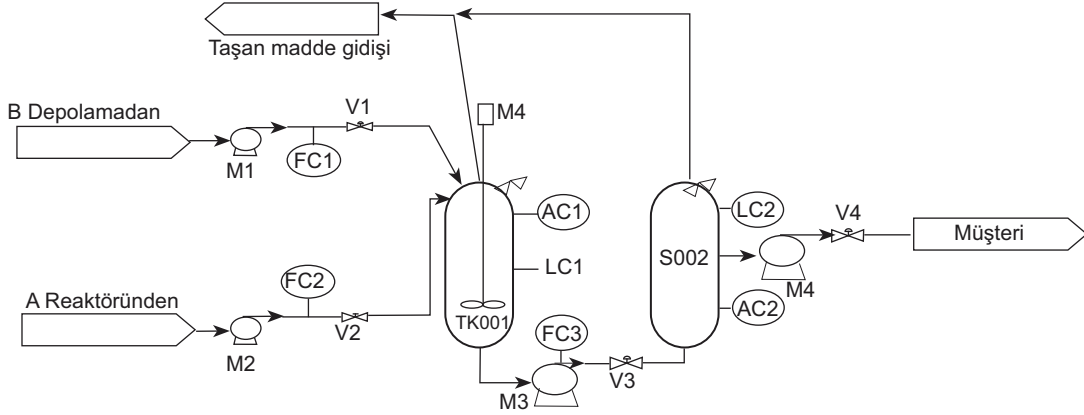
Borulama ve enstrümantasyon diyagramlarında bulunmayan bilgiler şunlardır:

- İşletme koşulları
- Basınç ve sıcaklık değerleri
- Cihaz yerleşimleri
- Akım akış değerleri
- Boru boyu ve boru bağlantıları
- Destekler, yapılar ve kurumlar

2.2.1.1. P&ID Sembolleri

Borulama, ölçüm aletleri ve sistem donanım birimleri arasındaki ilişkiyi gösteren P&ID şemasında kullanılan semboller kullanıcıların konuyu anlamaları açısından önemlidir. Bu semboller bir sistemin sürecini ve süreçte kullanılan ekipmanları, vanaları, ölçüm aletlerini ve kontrol şemalarını

göstermek için kullanılır. Görsel 2.28'de P&ID sembolleri(Görsel 2.29) kullanılarak oluşturulmuş basit bir P&ID şema örneği verilmiştir.



Görsel 2.28: Basit P&ID şeması

	Boru		Isı yalıtımlı boru		Ceketli boru		Soğutulmuş veya ısıtılmış boru
	Esnek bağlantı		Hidrolik pompa		Pompa		Vakum pompası veya kompresör
	Fan		Eksenel Fan, MK		Radyal Fan		Kurutma makinesi
	Ceketli karıştırma kabı (otoklav)		Yarım boru karıştırma kabı		Basınçlı yatay kap		Basınçlı dikey tank
	Paketlenmiş sütun		Plaka sütunu		Fırın		Soğutma kulesi
	Isı eşanjörü		Bobinli ısı eşanjörü		Soğutucu		Pakalı çerçeve ısı eşanjörü
	Çift bobinli ısı eşanjörü		Sabit düz borulu ısı eşanjörü		U şekilli borulu eşanjör		Spiral ısı eşanjörü
	Kapalı gaz menfezi		Eğimli gaz çıkışı		Hava (filtresi)		Huni veya tandiş
	Buhar kapanı		Cam		Basınç düşürücü valf		Kapak
	Sürgülü vana		kontrol vanası		Manuel valf		Çek valf
	İğne vana		Kelebek vana		Diyaframlı valf		Küresel vana
	Çek valf		Geri çekişli damper		Sırt çantası		Gaz şişesi

Görsel 2.29: P&ID sembolleri

Tüm boru tesisatı ve enstrümantasyon şema sembolleri yedi ana bölüme ayrılır.

1. **Ekipman:** Kompresörler, taşıyıcı bant sistemleri, motorlar, türbinler ve vakumlar gibi tesis ve cihazlardan oluşur.
2. **Borular ve Bağlantılar:** Borular akışkan maddeleri taşımak için kullanılır. Borulama sistemlerinde kullanılan boru ve bağlantı elemanları kullanım alanına göre metal ve plastik malzemelerden yapılır.
3. **Tanklar:** Bir sıvıyı depolamak veya depolama sırasında sıvının özelliğini değiştirmek amacıyla kullanılır.
4. **Isı Eşanjörleri (Isı Değiştiriciler):** Bir akışkandan diğerine ısı transferi yapan aletlere verilen addır. Kazanlar, kondansatörler, hortum makarası gibi birçok cihaz türünü içerir.
5. **Pompalar:** Endüstriyel tesislerdeki sıvıları basınç kullanarak sıkıştırmak ve taşımak için kullanılır. Fanlar, ejektörler, spreylar örnek gösterilebilir.
6. **Enstrümanlar:** Akış, sıcaklık, basınç gibi miktarları ölçmek ve kontrol etmek için kullanılan araç ve gereçlerdir.
7. **Vanalar:** Sıvı akışını kontrol eden elemanlardır.

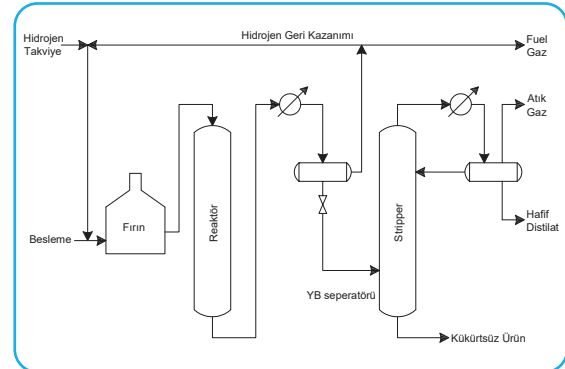
2.2.2. PFD

PFD (proses akış diyagramı), kimya ve proses mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan kimyasal maddelerin üretim akışını ve prosese dahil olan ekipman türlerini gösteren bir şemadır. PFD kavramını ilk olarak Amerikalı endüstri mühendisi Frank Gilbreth 1920 yılında kullanmış ve takip eden yıllarda da kullanımı yaygınlaşmıştır.

PFD; planlamadan bilgi yönetimine, kapasite yönetiminden kaynak organizasyonuna ve karar analizinden maliyet hesaplamasına kadar proses mühendisliğinin birçok alanında kullanılır. Kimyasal bir proses hakkında bilgi aktarmanın en etkili yolu, görsel bilgi olan PFD diyagramlarını (Görsel 2.30) kullanmaktır. Günümüzde PFD diyagramları bilgisayar programları kullanılarak çizilmektedir.

Bir PFD şemasında;

- a) Proses borulaması,
- b) Başlıca donanım sembolleri, isimleri, kimlik numaraları,
- c) Sistemin çalışmasını etkileyen kontrol valfleri ve valfler,
- ç) Diğer sistemlerle ara bağlantı,
- d) Büyük by-pass ve devridaim hatları,
- e) Akış, sıcaklık, basınç, buhar kesri,
- f) Toplam kütle ve molar akış hızı,
- g) Her bileşenin akış hızı değerleri ve sıvıların bileşimi gösterilir.



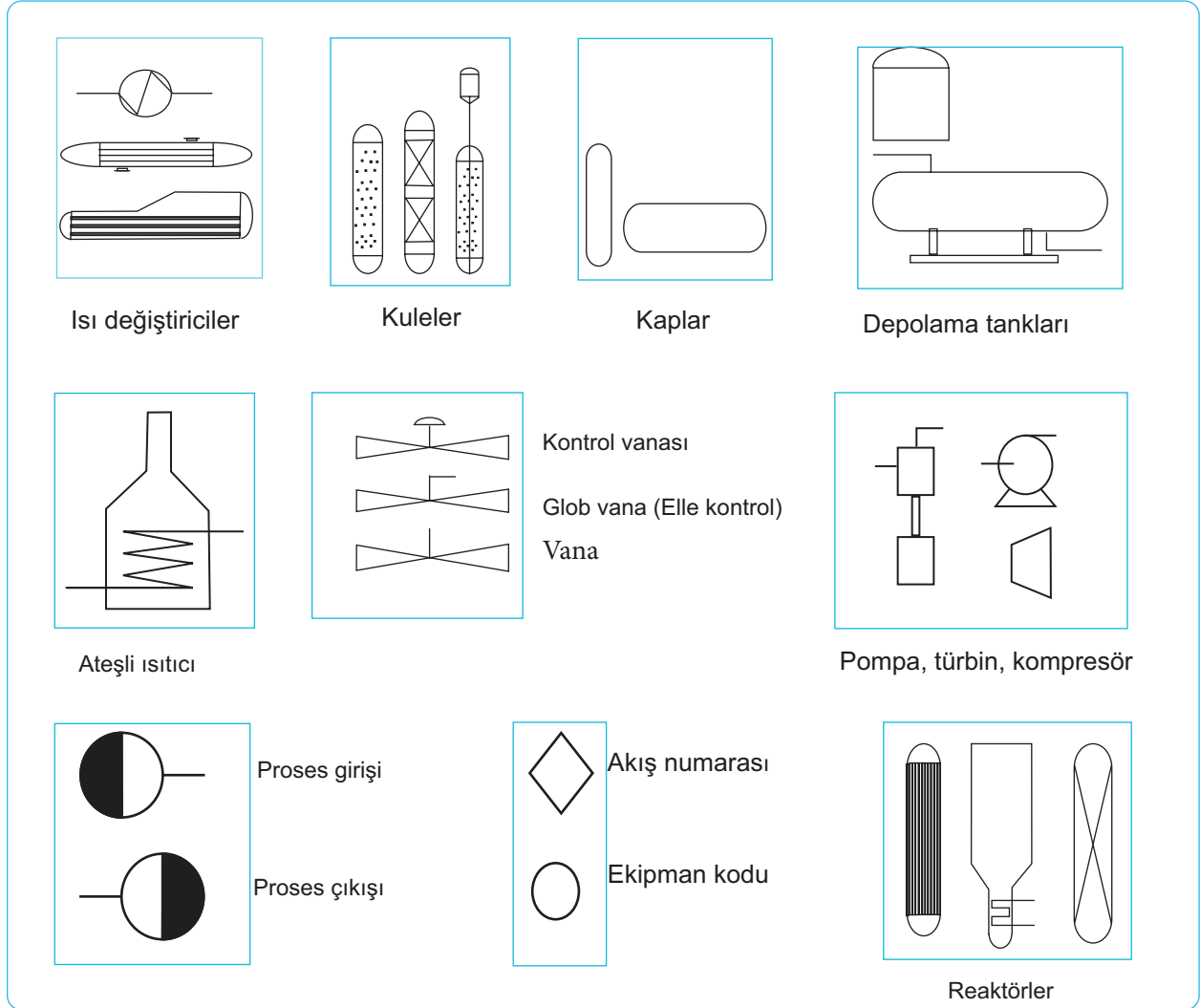
Görsel 2.30: Kükürt giderme ünitesi akım şeması

Bir PFD'deki bilgiler üç bölümde incelenebilir:

1. **İşlem Topolojisi:** PFD'deki ekipman ve proses akımlarının konumunu ve aralarındaki etkileşimi gösteren bilgilerdir.
2. **Akış Bilgileri:** Akışla ilgili sıcaklık, basınç, bileşim ve akış hızı gibi bilgileri gösterir.
3. **Ekipman Bilgileri:** Proseste kullanılan kule, tank, reaktör, pompa, ısıtıcı gibi bilgileri içerir.

2.2.2.1. PFD Sembolleri

Proses akış şemasında oklar malzeme akışını gösterir. Semboller ise pompaları, tankları, valfleri ve diğer donanımı temsil eder. Sistem tesisleri ve cihazlar arasındaki ilişkiyi kolayca göstermek için proses akış şeması sembolleri (Görsel 2.31) renkli veya siyah-beyaz olarak kullanılabilir. PFD çiziminde yararlanılan kurallar ve semboller DIN, ISO veya ANSI gibi standardizasyon kuruluşları tarafından belirlenmiştir.



Görsel 2.31: PFD sembolleri

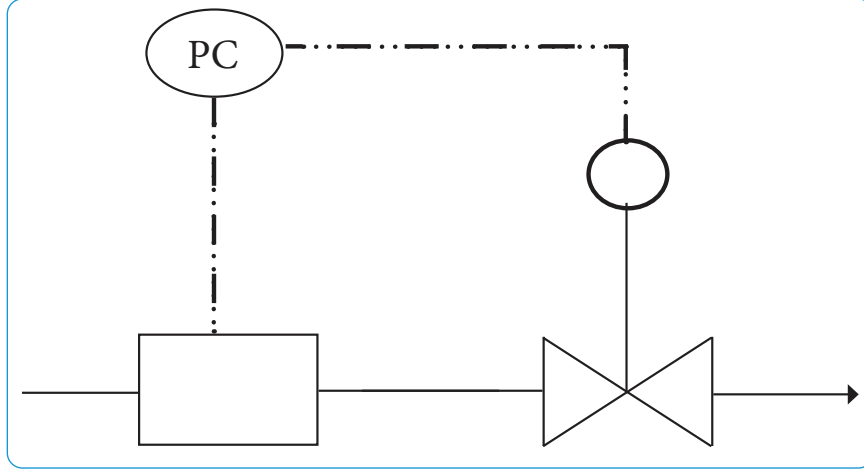
2.2.2.2. Hatların Kodlanması

PFD'de her bileşenin akış hızı, toplam akış hızları, akışların yüzde bileşimleri akım şemaları üzerinde çeşitli şekillerde (Tablo 2.6) gösterilir. Proses akışları gösterilirken prosteki tüm akışlara bir numara verilerek açıklayıcı bilgiler akımın yanında kutucuk içerisinde ya da tablo olarak ekte gösterilmelidir.

Tablo 2.6: Akış Tanımlama Sembolleri

Sembol	Anlamı
◇	Akış numarası
□	Sıcaklık
△	Basınç
⊗	Sıvı akış hızı
⬡	Gaz akış hızı
○	Molar akış hızı
▭	Kütle akış hızı

PFD şemasında ana hat çizimleri kalın düz çizgi ile belirtilir. Prosesteki enstrüman bağlantı hatlarını (yardımcı hatları) ana hattan ayırt etmek için noktalı kesik çizgi (Görsel 2.32) kullanılmalıdır. Şema, bir kâğıda sığmayacak ölçüdeyse ikinci kâğıda geçerken devam eden akış hattının numarası çift daire içerisinde belirtilmelidir.



Görsel 2.32: Yardımcı hat çizimi

2.2.2.3. Ekipmanların Kodlanması

Proses akış şemasında ünite ekipmanlarının kodlanmasında genel format “XX-YYY A/B” şeklindedir. Burada XX ekipman sınıflandırılması için tanımlama harfleridir. Y tesis içerisindeki birimi, ZZ ise birimdeki ekipman numarasıdır. A/B ise PFD’de gösterilmeyen yedek ekipmanları gösterir. Ekipman adlandırma kullanılan bazı kısaltmalar Tablo 2.7’de verilmiştir.

Ünite ve ekipman kodlamaları 101’den başlar ve akış hatlarına göre aynı hattaki üniteler 101, 102, 103, 104, 105... şeklinde devam eder. Farklı bir hatta geçildiğinde kodlama 100 birim artırılarak 201, 202, 203, 204... şeklinde yapılır. Örneğin P-101 A/B kodlamasında P, ekipmanın pompa olduğunu; 101 pompanın 100. birimde 1 numaralı pompa olduğunu ve A/B, iki özdeş pompa bulunduğunu anlatır. Prosesteki yardımcı akımların tanıtımı için kullanılan simgeler Tablo 2.8’de verilmiştir.

Tablo 2.7: Ekipman Adlandırma

Kısaltma	Anlamı
C	Kompresör veya türbin
E	Eşanjör (ısı değiştirici)
H	Ateşlemeli ısıtıcı
P	Pompa
R	Reaktör
T	Kule
TK	Depolama tankı
V	Kap

Tablo 2.8: Yardımcı Akım Simgeleri

Yardımcı akım simgesi	Anlamı
lps	Düşük basınç akımı
mps	Orta basınç akımı
hps	Yüksek basınç akımı
htm	Isı transfer bölgesi
cw	Soğutma suyu
wr	Nehir suyu
rw	Soğutulmuş su
rb	Soğutulmuş tuzlu su
cs	Kimyasal atık su
ss	Sıhhi atık su
ng	Doğal gaz
fo	Fuel oil
fg	Yakıt gazı
el	Elektrikli ısıtıcı

Proseste kullanılan ekipmanlara ait tüm bilgiler ekipman özetinde (Tablo 2.9) belirtilir.

Tablo 2.9: Ekipman Özeti

Ekipman Türü	Ekipman Tanımında Yer Alan Bilgiler	
Kuleler	Boyut (yükseklik ve çap) Sıcaklık Yükseklik ve ambalaj şekli	Basınç Tepsi sayısı ve tipi Yapı malzemesi
Isı değiştiriciler	Türü (gaz-gaz, gaz-sıvı, sıvı-sıvı, yoğunlaştırıcı, buharlaştırıcı) Alan Sıcaklık Basınç Kabuk ve tüp geçiş sayısı Yapı malzemesi (borular ve kabuk)	
Tanklar ve reaktörler	Yükseklik Yönlendirme Sıcaklık	Çap Basınç Yapı malzemeleri
Pompalar	Akış Sıcaklık Sürücü tipi Yapı malzemeleri	Tahliye basıncı ΔP şaft gücü
Kompresörler	Gerçek giriş debisi Basınç şaft gücü	Sıcaklık Sürücü tipi
Isıtıcılar (Alevli)	Tip Tüp sıcaklığı Yakıt	Tüp basıncı Görev Yapı malzemesi
Diğer ekipmanlar	Ekipmanla ilgili kritik bilgiler	

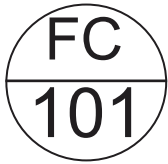
2.2.2.4. Enstrümanların Kodlanması

Proses kontrol devrelerinde kullanılan ve kaydedilen bilgiler ile tesislerde ölçülebilen tüm proses bilgileri PFD'de bir daire şareti içerisinde gösterilir.

Enstrüman kodlama örneğinde (Görsel 2.33), üstte yazılan X ölçülen değişkeni, Y enstrümanın fonksiyonunu ve Z ise cihazın türünü ifade etmektedir. Alt bölümde yazılan 123 rakamları ise kontrol devresi hat numarasını belirtir. Enstrüman kodlamada kullanılan ve sembollerin okunuğu şekilleri Tablo 2.10'da verilmiştir.



Görsel 2.33: Enstrüman kodlama örneği



Yanda verilen enstrüman kodlamasında 101 numaralı hatta akış hızı kontrolü (FC) yapıldığı anlatılmaktadır.



Sıra Sizde 2

Aşağıda verilen enstrüman kodlamalarının okunuğu Tablo 2.10'dan yararlanarak yazınız.

1.	
2.	



Sıra Sizde 3

Proses Akım Şeması

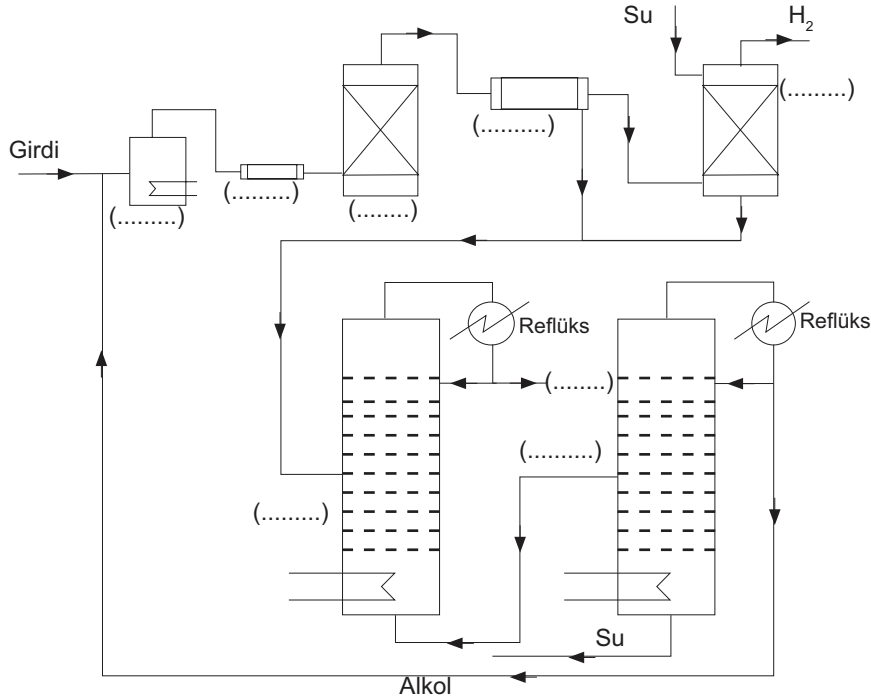
Amaç

Proseste kullanılan ekipmanları sıralama

Etkinliğin Yapılışı

İzopropil alkolden nasıl aseton üretildiğini okuyunuz. Üretime ait proses akım şemasındaki boşluklara ekipman isimlerini ve maddeleri yazınız.

Sıvı izopropil alkol buharlaştırıcıya gönderilir. Oluşan buhar ön ısıtıcıda ısıtılarak reaktöre aktarılır. Reaktörden çıkan gaz karışımı (aseton, hidrojen ve izopropil alkol) yoğuşturucuya gönderilir. Yoğuşturucuda, asetonun çoğu, su ve izopropil alkol yoğunlaşır. Yoğuşturucudan çıkan gazın içerisinde az miktarda aseton ve izopropil alkol bulunduğundan bir absorpsiyon kolonuna gönderilerek su ile yıkanır. Kolonun altından ve yoğuşturucudan alınan sıvılar birleştirilerek distilasyon kolonuna gönderilir. Distilasyon kolonunun üst kısmından saf aseton alınır. Bu kolonun altından su ve izopropil alkol karışımı, ikinci bir distilasyon kolonuna aktarılır. İkinci kolonun üst kısmından alınan %91 alkol içeren karışım tekrar proses girdi kısmına devredilir.



Değerlendirme: Proses akım şemasına göre izopropil alkolden aseton elde edilirken açığa çıkan maddeleri belirtiniz.



Sıra Sizde 4

P&ID ve PFD Sembolleri

Amaç

P&ID ve PFD şemalarında kullanılan sembolleri tanıma

Etkinliğin Yapılışı

Tabloda yer alan sembollerin anlamlarını verilen boşluklara yazınız.

Sembol	Anlamı	Sembol	Anlamı
	(.....)		(.....)
	(.....)		(.....)
	(.....)		(.....)
	(.....)		(.....)
	(.....)		(.....)
	(.....)		(.....)
	(.....)		(.....)

Değerlendirme: P&ID ve PFD şemalarında sembol kullanmanın faydaları nelerdir?



A) Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz ve doğru ifadeler için (D), yanlış ifadeler için (Y) harfini kullanınız.

- 1.(....) Baston pergeli, çapı 50 cm'ye kadar olan daire ve yay çiziminde kullanılır.
- 2.(....) Daire, yay ve elipslerin daha hızlı ve hassas çiziminde yazı şablonu kullanılır.
- 3.(....) Kesit düzleminin gösterilmesinde kalın kesik çizgi kullanılır.
- 4.(....) Eğik yazılar sağ tarafa dikeyle 15°, yatayla 75° açı yapar.
- 5.(....) Proses akış şemasında oklar ekipmanı gösterir.

B) Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları tamamlayınız.

üç	sertliğine	yumuşak	sert	tirlin	üst tarafa	izdüşüm	iki
----	------------	---------	------	--------	------------	---------	-----

6. Teknik resimde boyutlu nesnelere boyutlu olarak kâğıt üzerine çeşitli şekil, grafik, sembol ve harflerle gösterilir.
7. Kurşun kalemler uçlarının göre sert, orta sert ve yumuşak olmak üzere üçe ayrılır.
8. Silgi, B harfi ile belirtilmişse silgidir.
9. çini mürekkebi ile yapılacak çizimler için pergeli ayağına takılan daire ve yay çizimleri için kullanılan parçaya denir.
10. Resim kağıtları katlanırken antet kısımları gelmelidir.
11. Teknik resimde üç boyutlu nesnelere ışınlar yardımı ile bir düzlem üzerine düşürülen görüntüsüne denir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

12. T cetveli hangi amaçla kullanılır?
13. P&ID ve PFD şemaları arasındaki farklar nelerdir?
14. Proses akış şemasında ünite ekipmanlarının kodlanması nasıl yapılır?



D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

- 15.** Ham petrol — ön ısıtıcı — tuz giderici —? — atmosferik distilasyon kolonu

Yukarıdaki ham petrolün atmosferik distilasyonu proses akış sıralamasında soru işareti ile gösterilen yere aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

- A) Fırın
B) Gaz giderici
C) Vana
D) Eşanjör
E) Pompa

- 16.** Aşağıdakilerden hangisi teknik resim araç ve gereçlerinden biri değildir?

- A) T cetveli
B) Pergel takımı
C) Yay cetvel
D) Y cetvel
E) Rapido takımı

- 17.** Resme zarar vermeden resmi silme işlemi için kullanılan çizim takımı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Silgi makinesi
B) Silgi şablonu
C) Yumuşak silgi
D) Cetvel
E) Yazı şablonu

- 18.** Yazı alanı (antet) üzerinde aşağıdaki bilgilerden hangisi bulunmaz?

- A) Kurum adı
B) Pafta ebadı
C) Yapılan işin adı
D) Sorumlu kişinin adı
E) Kullanılan aletlerin adı

- 19.** Aşağıda yer alan yardımcı akım simgelerinden hangisinin anlamı doğru verilmemiştir?

- A) cw-soğutma suyu
B) cs-kimyasal atık su
C) mps-düşük basınç akımı
D) fo-fuel oil
E) el-elektrikli ısıtıcı

- 20.** Ölçekli cetvel ile ilgili verilen bilgilerden hangisi doğru değildir?

- A) Uzunlukların ölçülmesinde kullanılır.
B) Hassas ölçümler için kullanılır.
C) Açık ölçmek için kullanılır.
D) Üç köşeli cetveller çeşitli ölçekleri ihtiva eder.
E) Uzunlukların bir yerden başka bir yere taşınmasına yarar.

- 21.** Aşağıdakilerden hangisi bir merkezden çıkan ışınların belirli bir açıyla cismin kenarlarından geçerek izdüşüm düzlemi üzerinde oluşturduğu görüntü çeşididir?

- A) Paralel izdüşüm
B) Konik izdüşüm
C) Alın düzlem
D) Yatay düzlem
E) Düşey düzlem

- 22.** Teknik resimde kullanılan kurşun kalemlerinin sertten yumuşağa doğru dizilimini hangi aralıkta gösteririz?

- A) 9H-4H
B) 3H-B
C) 9H-B
D) 2B-4H
E) 9H-9B

3 Birimi Öğrenme

PETROL PROSESLERİNDE SICAKLIK KONTROLÜ



TEMEL KAVRAMLAR

- Sıcaklık
- Transmitter
- Termometre
- Termokupl

KONULAR

1. PETROL PROSESLERİNDE SICAKLIK ÖLÇÜMÜ
2. ANİ SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN YARATACAĞI ZARARLAR

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Petrol proseslerinde sıcaklık ölçümü yapma
- Ani sıcaklık değişimlerinin neden olabileceği zararlara karşı önlem alma

PETROL PROSESLERİNDE SICAKLIK KONTROLÜ

Hazırlık

Vücut sıcaklığını ölçmek için hangi aletler kullanılır? Araştırınız.

3.1. PETROL PROSESLERİNDE SICAKLIK ÖLÇÜMÜ

3.1.1. Sıcaklık

Sıcaklık, maddeyi oluşturan atom veya moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin ölçümüdür ve sistemdeki ısı akışının yönünü belirler. Isı ve sıcaklık çoğu zaman karıştırılan iki kavramdır. Isı bir enerji çeşididir. Sıcaklık ise bir enerji çeşidi değildir. Sıcaklık, bir sistemin mikroskobik parçacıklarının hareketiyle ortaya çıkan enerjinin mikroskobik seviyedeki yansımasıdır.

Bir sistemin ortam ısısından bahsedemeyiz ama sıcaklığından bahsedebiliriz. Sıcaklık ölçümlerinde °C (Celsius), °F (Fahrenheit), °R (Reaumur) ve K (Kelvin) gibi ölçekler kullanılmaktadır (Görsel 3.1).

Örnek

212 Fahrenheit derecenin kaç Celsius'a eşit olduğunu hesaplayınız.

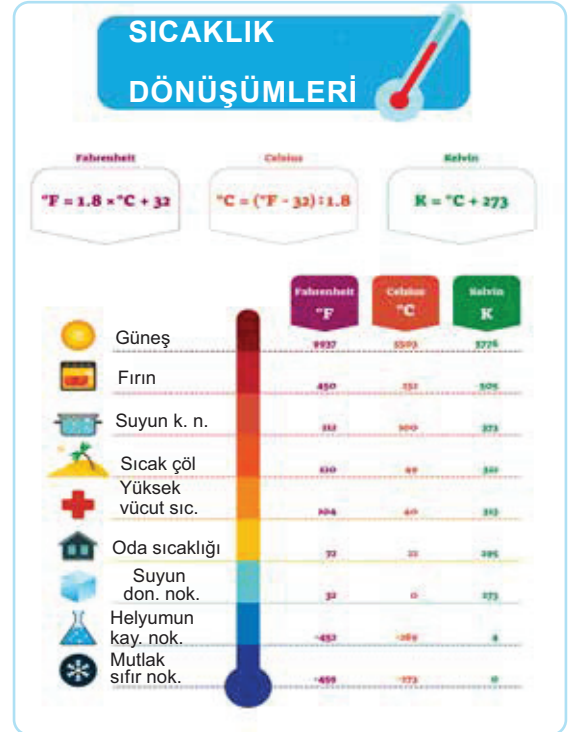
Çözüm

$$^{\circ}\text{C} = \frac{t^{\circ}\text{F} - 32}{1,8} \Rightarrow ^{\circ}\text{C} = \frac{212 - 32}{1,8} = 100^{\circ}\text{C}$$

Sıra Sizde 1

15 Celsius derecenin kaç Reaumur'a eşit olduğunu hesaplayınız.

Çözüm



Görsel 3.1: Bazı maddelerin sıcaklık değerleri

3.1.2. Sıcaklık Transmitterleri

Transmitterler, sıcaklığın bir fonksiyonu olan elektriksel bilgiyi anlamlı sinyallere dönüştüren cihazlardır. Belirli ölçek bilgileri elektriksel sinyallere dönüşür. Bu sinyallerin kontrol edilmesi ve okunabilmesi için çeşitli noktalarda hassas sensörler kullanılır.

Sıcaklık transmitterleri özellikle rafinerilerin üretim alanlarında açığa çıkan ısı enerjisini ölçmek için tercih edilir. Enerji değerlerini elektriksel akım birimine dönüştürerek onların okunmasını sağlar.

3.1.3. Sıcaklık Ölçme Teknikleri

Sıcaklık ölçen alete **termometre** denir. Termometrede sıcaklık ölçümlerini değerlendirmek için bazı termometrik özellikler kullanılır. Bu özellikler hacim; basınç, uzunluk, elektrik direnci, potansiyel fark değişimi ve yüzeylerin ışıyım şiddetidir. Sıcaklık ölçümleri kontrol, gözlem ve güvenli enerji verimliliği kaynaklı ölçümlerdir.

Sıcaklık Ölçme Sistemi	Sıcaklık Ölçeği	Termodinamik Sıcaklık Ölçeği
SI sistemi	Celcius (°C)	Kelvin (K)
İngiliz birim sistemi	Fahrenheit (°F)	Rankine (Ra)

3.1.4. Sıcaklık Ölçen Cihazlar

Sıcaklık ölçen cihazlar temaslı ve temassız cihazlar olarak ikiye ayrılır. Genişleme tipli ve birleşik devreli termometreler, direnç ve sıvı termometreleri, termistörler ve ısıl çiftler temaslı termometrelerdir. Kızıl ötesi ve optik termometreler ise temassız termometrelerdir.

3.1.4.1. Sıvı Genişlemeli ve Cam Muhafazalı Termometreler

Sıvı genişlemeli cam termometreler, sıcaklık ölçümünde en çok kullanılan termometrelerdir (Görsel 3.2). Temel çalışma prensibi, haznesindeki sıvının sıcaklığa maruz kalarak genişlemesi ve kılcal boru içinde yükselmesidir. Cıva yerine günümüzde alkol bazlı termometreler kullanılmaktadır. Doğrudan okuma olanağı sunması, taşınmasının kolaylığı ve ergonomik olmaları alkol bazlı termometrelerin avantajları arasındadır. Sanayide cam tipli termometrelerde toluen, etil alkol, kerosen, petrolin eteri ve pentan gibi sıvıların kullanımı yaygındır.



Görsel 3.2: Sıvı genişlemeli cam muhafazalı termometre

3.1.4.2. Bimetal Tip Termometreler

Sıcaklıkla doğrusal uzama ilkesine dayanarak çalışan termometrelerdir. Endüstride bimetal termometreler helisel şekilde sarım yapılarak kullanılır. Bimetal termometrenin bir ucu ibreye bağlıdır. Termometrenin diğer ucu ise sıcaklık ölçer. Hacimsel genişleme sağlayan uç dönme hareketleri yaparak ibreyi döndürür (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Bimetal tip termometreler

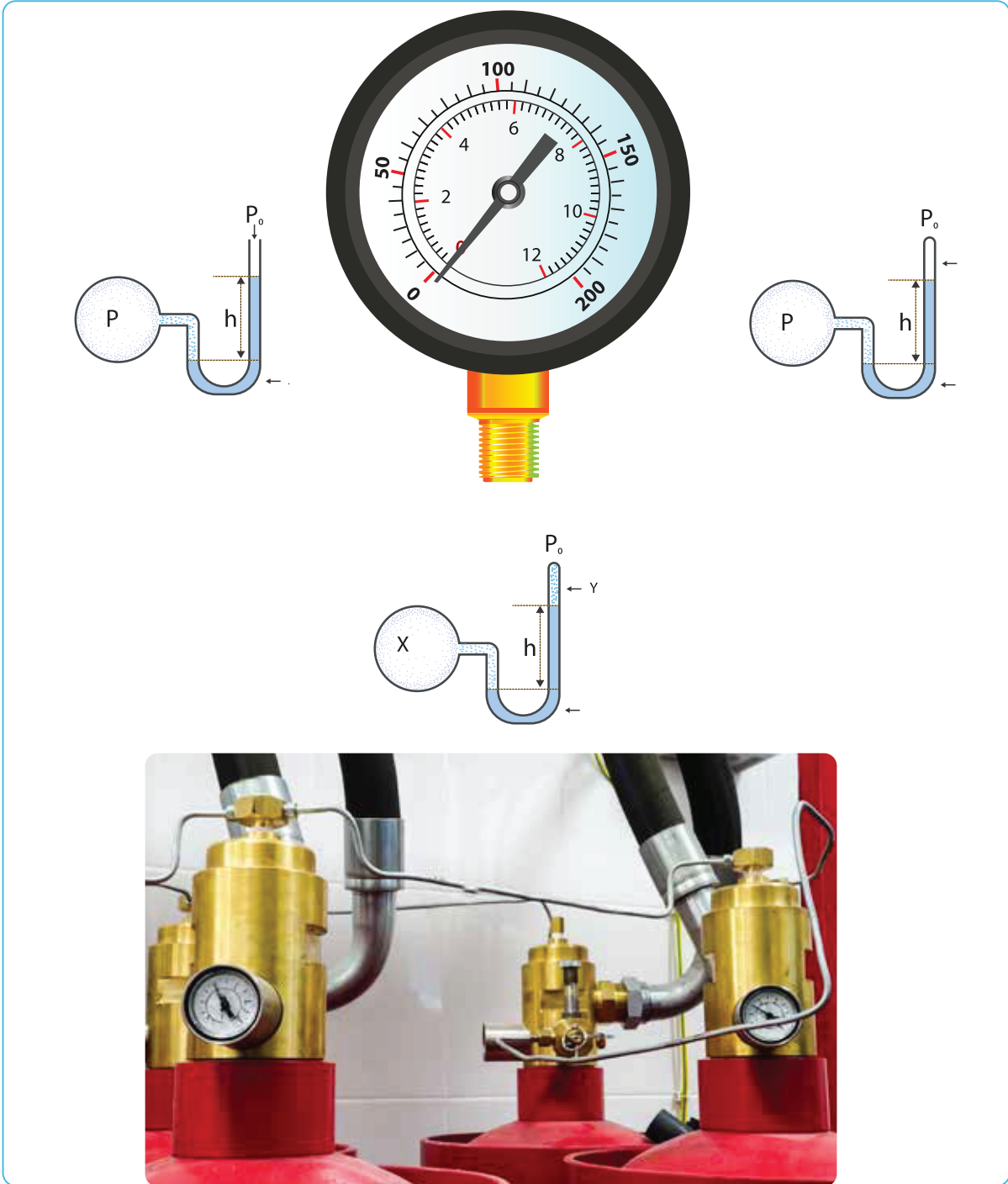


3.1.4.3. Basıncı Tip Termometreler

Basıncı tip termometreler, gaz ve sıvı doldurulmuş basınç termometreleri olmak üzere iki çeşittir.

Sıvı ya da gaz ile doldurulmuş basınç ölçen termometreler ideal gaz termometreleri ile aynı özelliğe sahiptir. Basınç ölçen termometrelerin haznesi sıvı (alkol), gaz (azot) veya sıvı buhar (etil benzen, aseton, propilen ve freon 22) ile doldurulmuştur.

Basıncı tip termometreler çalışma ilkesi olarak Bourdon manometresi (Görsel 3.4) ile benzerlik gösterir. Basıncı tip termometrelerde hazne içindeki akışkan sıvının ısıl genişlemeye uğraması sonucunda oluşan basınç ölçülür. Bu termometrelere **akışkan genişlemeli termometreler** denir.



Görsel 3.4: Bourdon manometresi



1. UYGULAMA



BENZİN VE MOTORİNİN DONMA SICAKLIĞI

Amaç

Benzin ve motorinin donma sıcaklığını ölçme

Araç Gereç

Beher, motorin, benzin, kuru buz, termometre, soğuk su tankı

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Su banyosunun dibine bol miktarda kuru buz ekleyiniz.
- Soğuk su tankına içi sıvı dolu beher oturtarak sıcaklığı ölçünüz.
- Sıcaklığı sürekli ölçünüz.
- Motorin ve benzinin fiziksel durumunu kontrol ediniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Beherleri benzin ve motorin ile doldurdu.				
3	Beherleri su banyosuna koydu.				
4	Kuru buzu yeteri kadar doldurdu.				
5	Sürekli ölçüm olarak izledi.				
6	Benzin ve motorinin donma sıcaklıklarını buldu.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

3.1.5. Termokupl

1821 yılında Thomas Johan Seebeck tarafından bulunmuştur. Termokupl (Görsel 3.5) iki farklı metal alaşımı kullanılır. Alaşımın uçları kaynak yapılmıştır. Kaynak yapılan noktaya **sıcak nokta**, açık iki uca **soğuk nokta** adı verilir. Sıcak ve soğuk noktalar arasındaki sıcaklık farkı termokupl üzerinde gerilim oluşturur.

Diğer termometrelerin kullanılmadığı çok yüksek sıcaklıklarda termokupllar ile ölçüm yapılabilmektedir. -200 ve +2300 °C arasındaki sıcaklıkların ölçümünde kullanılır. En çok kullanılan standart termokupl eleman teli çeşitleri şunlardır:



Görsel 3.5: Termokupl

Cu-Const (CuNi)	Bakır-Konstantan	-200 ~ + 300°C
Fe-Const (Cu-Ni)	Demir-Konstantan	-200 ~ + 800°C
Cr-Al	Kromel-Alüme	-200 ~ + 1200°C

Termokupllar; küçük ev aletlerinde, bilim ve endüstride, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, fırınlarda, gaz türbin egzozlarında, dizel motorlarda, plastik sektöründe, uzay araçları ve uydularda kullanılır.



Sıra Sizde 2

Termokupl ile Erimiş Metal Ölçümü

Amaç: Erimiş metallerde termokupllar ile ölçüm yapma

Araç Gereç: Termokupl, lehim, porselen kroze, bunzen beki, metal makas

Etkinliğin Yapılışı: Tel lehimi metal makas ile keserek porselen krozeye koyunuz. Krozeyi bunzen bekinde ısıtarak eritiniz. Eriyen lehimi termokupl ile ölçünüz, çıkan sonuçları not ediniz.

Değerlendirme: Sıvı hale getirilen metalleri termokupllar ile ölçerek alaşımı oluşturan metallerin (lehim ve kalay karışımı) erime noktalarını karşılaştırınız.



Sıra Sizde 3

Aşağıdaki tabloda verilen araçlardan sıcaklık ölçümünde kullanılanları işaretleyiniz.

	Termokupl		Barometre
	Anemometre		Higrometre
	Termometre		Sıvı genişlemeli termometre



2. UYGULAMA



SICAKLIK ÖLÇÜMÜ

Amaç

Alkollü termometre ile sıcaklık ölçme

Araç Gereç

Alkollü termometre, erlenmayer, kısıkaç, bunzen beki veya ispirto ocağı, mantar tıpa

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Kıskaçla sıkıştırılan erlenmayer içindeki suyu bunzen beki üzerinde ısıtmaya başlayınız.
- Öğretmen kontrolünde bunzen bekini yakınız.
- Erlenmayerin üzerindeki mantardan içeriye takılan termometredeki değeri yazınız.
- Uygulama sonunda cam malzemeleri temizleyerek kaldırınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Kısıkaç kullandı.				
3	Erlenmayeri kısıkaçla sıkıştırdı.				
4	Mantarı erlenmayere taktı.				
5	Bunzen bekini yaktı.				
6	Termometreyi bunzen bekine yerleştirdi.				
7	Isıtma işlemini başlattı.				
8	Çalışılan alanı temizledi.				

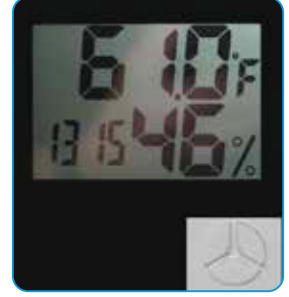
Öğretmen Görüşü

3.2. ANİ SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN YARATACAĞI ZARARLAR

3.2.1. Sıcaklığın Kimyasal Maddeler Üzerindeki Etkisi

Depolanması gereken malzemeler çevresel etkenlerden kolayca zarar görebilir. Depo alanları %30 ile %60 arasında bağıl nemi tutmalıdır. Bu aralığın dışında çıkan nem seviyeleri depolanan herhangi bir ürünün steril olma özelliğini yitirmesine sebep olmaktadır.

Gıda, ilaç ve kimyasal maddelerde korozyon, yoğuşma, küf ve çözünmenin önüne geçmek için nem ölçümü oldukça önemlidir. Nemi izlemek, nemin ideal aralıkta tutulmasına yardımcı olmaktadır (Görsel 3.6). Bunun için ortamda bir higrometre, nem ölçüm ve kayıt cihazı .bulundurulması üretim ve kalite için oldukça yararlıdır.



Görsel 3.6: Ev tipi sıcaklık ve nem ölçer

3.2.2. Ani Sıcaklık Değişimlerinin Neden Olabileceği Zararlar ve Alınacak Tedbirler

Uygun bir çalışma ortamı (Görsel 3.7) oluşturmak için ortamın ısı, sıcaklık, nem, ışık, hava sirkülasyonu, hijyen, ses yalıtımı, hava kirliliği, gibi koşulların gerekli düzeyde olması gerekmektedir (TS EN ISO 9004/Nisan 2001).

Kış ve yaz mevsimlerinde makine montajı, inşaat, borulama ve kaynak gibi işlerin kısa zamanda bitirilmesi gerekir. Bu mevsimlerde yapılan işlerde iş sağlığı ve güvenliği risklerine karşı dikkatli olunmalıdır.

Soğuk yerlerde oluşan sarkıt buzlar ayrı bir tehlikedir. Bazı durumlarda 180 °C sıcaklıkta, 10-60 bar basınçta kızgın buharın olduğu vana sistemlerine ve yüksek voltajlı sistemlerin olduğu elektrik panolarına müdahale edilmesi gerekmektedir.



Görsel 3.7: Çalışmaya uygun olmayan ortam

Bu tür durumlarda çatı kontrolleri günlük, vana sızdırmazlık kontrol ve bakımları periyodik olarak yapılır. Yüksek voltajlı sistemler için izolasyon uygulaması gereklidir. Çalışanların uzun kollu, alev almaz iş kıyafetleri giymeleri önemlidir. Ayrıca çalışma ortamlarının havalandırma ve konfor açısından sağlıklı olması gerekir. İş yerinde bulunan makine ve ekipmanların filtrelerinin tıkanmaması, nemden dolayı korozyona uğramaması için filtre sistemlerinin kontrol ve bakımları yapılmalıdır. Korozyona karşı kuru ve nemsiz alanlar oluşturulması gerekir. Personel bu konularda sürekli eğitilmelidir.



Sıra Sizde 4

Termokuplların Farklı Sıcaklıklardaki Ölçümleri

Amaç: Termokupl ile ölçüm yapma

Araç ve Gereç: Termokupl, cam yünü, tıpa, su, erlenmayer, kapiler boru, bunzen beki

Etkinliğin Yapılışı: Erlenmayere tıpayı takınız. Kapiler boruyu tıpayı yerleştiriniz. Kapiler borunun orta kısmını cam yünü ile izole ediniz. Erlenmayeri bunzen beki ile ısıtınız. Termokupl ile kapiler borunun orta kısmının sıcaklığını ölçünüz. Termokupl ile kapiler borunun açık ucunu da ölçerek sonuçları not ediniz.

Değerlendirme: Sıcaklık değişimlerini termokupl ile ölçerek sonuçları tartışınız.



3. UYGULAMA



NEM DEĞİŞİMİ

Amaç

Çözeltilerde nem çekicilerin etkisini gözlemlene

Araç Gereç

Hassas terazi, süzgeç kâğıdı, desikatör, tuz, silika jel

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Silika jelleri desikatöre koyunuz ve desikatörün kapağını kapatınız.
- Desikatörde nem varsa vakum yapınız ve desikatörden nemi uzaklaştırınız.
- Süzgeç kâğıdına bir miktar tuz koyunuz, kâğıdı hassa terazide tartıp sonucu kaydediniz.
- Süzgeç kâğıdına az miktar su dökünüz ve kâğıdı tekrar terazide tartınız, sonucu kaydediniz.
- Hazırladığınız süzgeç kâğıdını desikatöre yerleştiriniz.
- Bir gün sonra desikatörden çıkardığınız süzgeç kâğıdını tartınız. Sonuçları sınıfta tartışınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçüğü doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Silika jeli doğru kullandı.				
3	Desikatörün amacını öğrendi.				
4	Süzgeç kâğıdı ile çalışma prensibini kavradı.				
5	Desikatörde vakum çalıştırma prensibini kavradı.				
6	Hassas terazi ile çalıştı, doğru tartım yaptı.				
7	Nemin ortamdan nasıl uzaklaştırılacağını kavradı.				
8	Çözeltilerdeki nemin uzaklaştırılmasını sağladı.				
9	Sonuçları deftere yazdı.				
10	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü



A) Aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyunuz ve doğru ifadeler için (D), yanlış ifadeler için (Y) harfini kullanınız.

- 1.(....) Sıcaklık, maddeyi oluşturan atom veya moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin ölçümüdür.
- 2.(....) Sıcaklık trasmitterleri en çok inşaat sektöründe kullanılır.
- 3.(....) Günümüzde sıcaklık ölçümleri için cıva yerine alkol bazlı termometreler kullanılmaya başlanmıştır.
- 4.(....) Bourdon manometresi, hacim ölçümünde kullanılır.
- 5.(....) Elektronik proses sürecinde endüstriyel amaçlı kullanılan algılayıcılara sensör denir.

B) Aşağıdaki cümlelerde noktalı yerleri tabloda bulunan uygun ifadelerle tamamlayınız.

termokupl	proses	termal	termometre
transmitterler	helisel	termometrik	

6. Sıcaklık ile ölçülür.
7. Girdilerin bir çıktıya dönüştürülmesi sürecinin bütününe..... denilir.
8. Sıcaklık ölçen en çok endüstriyel olarak sanayi sektöründe kullanılır.
9. Elektriksel sinyallere dönüşen veriler aracılığıyla ölçülür.
10. Bimetaller, endüstri ve sanayide biçimde sarım yapılmış olarak kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Sıcaklık nedir? Endüstride sıcaklık nasıl ölçülür?
12. Sıvı genişlemeli termometrelerin avantajları nelerdir?
13. Termokupllar nerelerde kullanılır?
14. Çalışma ortamının sıcaklığı neden önemlidir?
15. Ani sıcaklık değişimlerinin neden olabileceği zararları açıklayınız.



Ölçme ve Değerlendirme

D) Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

16. Aşağıdakilerden hangisi bir sistemin mikroskobik parçalarının hareketi ile ortaya çıkan yansımadır?

- A) Kütle
B) Hacim
C) Enerji
D) Sıcaklık
E) Basınç

17. Aşağıdakilerden hangisi bir sıcaklık ölçü birimidir?

- A) Reaumur
B) Litre
C) Kilogram
D) Santimetre
E) Desimetre

18. 30 Celsius kaç Reaumur'dur?

- A) 12
B) 48
C) 24
D) 25
E) 30

19. 392 Fahrenheit derecesi kaç Celsius'a eşittir?

- A) 200
B) 300
C) 400
D) 500
E) 600

20. Elektriksel bilgiyi anlamlı sinyallere dönüştüren transmitterler neyi ölçer?

- A) Gerilim
B) Direnç
C) Akım
D) Sıcaklık
E) Uzaklık

21. Aşağıda verilen araçlardan hangisi sıcaklık ölçer?

- A) Anemometre
B) Termometre
C) Barometre
D) Metre
E) Higrometre

22. Aşağıdakilerden hangisi bir transmitter çeşididir?

- A) Basınç transmitteri
B) Bimetalik transmitter
C) Analog transmitter
D) Kafalı tip transmitter
E) Açık uçlu transmitter

23. Aşağıdakilerden hangisi sıcaklık ölçerlerden birisi değildir?

- A) Sıvı genişlemeli cam termometreler
B) Basınç termometreleri
C) Bourdan manometresi
D) Bimetalik tip termometreler
E) Gaz termometreleri

24. Termometrelerin kullanılmadığı çok yüksek sıcaklıklarda da ölçüm yapılabilir. Bunun için kullanılır?

- A) Termosifon
B) Tank
C) Termokupl
D) Transmitter
E) Turmetre

4. Birimi Öğrenme

PETROL PROSESLERİNDE BASINÇ KONTROLÜ

TEMEL KAVRAMLAR

- Basınç
- Basınç transmitteri
- Manometre
- Barometre
- Aşırı basınç

KONULAR

1. PETROL PROSESLERİNDE BASINÇ ÖLÇÜMÜ
2. ANİ BASINÇ DEĞİŞİMLERİNİN YARATACAĞI ZARARLAR



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Petrol proseslerinde basınç ölçümü yapma
- Ani basınç değişimlerinin neden olabileceği zararlara karşı önlem alma

PETROL PROSESLERİNDE BASINÇ KONTROLÜ

Hazırlık

Denizin derinliklerine inildikçe hissedilen basınç niçin artar?

4.1. PETROL PROSESLERİNDE BASINÇ ÖLÇÜMÜ

4.1.1. Basınç ve Basınç Birimleri

Bir alana uygulanan kuvvete **basınç** denir.

$$P = \frac{F}{A} \quad P: \text{Basınç} \quad F: \text{Kuvvet} \quad A: \text{Alan}$$

Basınç birimleri şunlardır:

1. Bar: 1 mm² yüzeye 0,1 Newton kuvvetin dik olarak etki etmesi sonucu oluşan basınca denir. Genellikle basınç ölçümlerinde bar kullanılır. Bar, mühendislik alanında da çok kullanılan bir birimdir.

2. Pascal (Pa): 1 m² yüzeye dik olarak etki eden 1 Newton kuvvetin oluşturduğu basınca denir. SI (uluslararası birim sistemi) birim sisteminde basınç birimidir.

3. PSI (Poundsper Square Inch): İngiliz standartlarında çalışan ülkelerde sık kullanılan bir basınç birimidir.

$$1 \text{ bar} = 14,7 \text{ PSI'dir.}$$

4. Atmosfer: Dünyamızın etrafında atmosfer denilen gaz tabakası bulunur. Atmosferin üzerine temas ettiği yüzeylere uyguladığı basınca **atmosfer basıncı** denir. Hava çeşitli gazların karışımından oluşur. Torricelli (Toriçeli) açık hava basıncını 760 milimetre cıva (mmHg-cıva) olarak ölçmüştür. Milimetre cıva birimi, Torricelli'nin adının kısaltılmasıyla "**Torr**" şeklinde de gösterilir.

$$760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr}$$
$$1 \text{ atmosfer} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr}$$



Sıra Sizde 1

Dünyanın etrafını saran atmosfer tabakasının canlılara etkilerini anlatan bir çalışma yapınız. Çalışmanızı görsellerle zenginleştirerek rapor hâlinde yazınız. Öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



1. UYGULAMA



AÇIK HAVA BASINCI

Amaç

Açık hava basıncının etkisini gözlemleme

Araç Gereç

İnce uzun bardak, su, çakmak, tabak, mum, gıda boyası

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Tabağa koyduğunuz suya gıda boyası damlatarak renkli su hazırlayınız.
- Tabağın ortasına bir mum koyunuz ve mumu yakınız.
- Cam bardağı ters çevirerek yanan mumun üzerine kapatınız.
- Renkli suyun bardaktaki yükselişini gözlemleyiniz.
- Bardağın içindeki mumu gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi tartışınız ve gözlemlerinizin sonuçlarını yazınız.
- Uygulama bittikten sonra araç gereci yıkayınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Suyu ve mumu tabağa dikkatli yerleştirdi.				
3	Çakmağı dikkatle kullandı.				
4	Cam bardağı mumun üzerine dikkatle koydu.				
5	Suyun bardakta yükselişini izledi.				
6	Mumun niçin söndüğünü açıkladı.				
7	Uygulama sonunda sonuçları açıkladı.				
8	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

4.1.2. Akışkanlarda Basınç

Gazlar ve sıvılar akışkandır. Bu akışkan madde, basıncın yüksek olduğu yerden düşük olduğu yere doğrudur. Açık kapı ve pencere arasında oluşan hava akımı bu duruma örnek gösterilebilir.

Sabit sıcaklıkta akışkanların buhar basıncı vardır. Sıvıların buhar basıncı sıcaklıkla değişir. Akışkanların alanı daraldıkça akış hızı da artar. Bir borunun dar bölümünden akan sıvının hızı, borunun geniş bölümünden akan sıvının hızından yüksektir. Akışkanın hızı azalırsa basıncı artar.

4.1.3. Yoğunluğun Sıvıların Basıncına Etkisi

Geniş bir kaptaki sıvı basıncı, kabın şekline ve sıvı miktarına bağlı değildir. Sıvı basıncı sıvının yüksekliğine, yoğunluğuna ve yer çekimi ivmesine bağlı olarak değişir.

- Sıvı basıncı, yükseklik ve yoğunlukla doğru orantılıdır.
- Sıvı basıncının sabit olduğu durumlarda yükseklik ve yoğunluk ters orantılıdır.

$$P = h \cdot d \cdot g$$

P: Basınç h: Yükseklik d: Yoğunluk g: Yer çekimi ivmesi

Sıra Sizde 2

Tabloda verilen birimlerden basınç ile ilgili olanları işaretleyiniz.

Atmosfer	Mililitre
Santigrat derece	Pascal
Kilogram	Volt
Milimetre cıva	Bar

Sıra Sizde 3

Tabloda verilen kutucuklara basınç kavramının çağrıştırdığı kelimelerden 6 tane yazınız.



2. UYGULAMA



SIVI BASINCININ YOĞUNLUKLA DEĞİŞİMİ

Amaç

Basıncın yoğunlukla doğru orantılı değiştiğini belirleme

Araç Gereç

Beher, U borusu, plastik huni, lastik hortum, gıda boyası ile renklendirilmiş su, sıvı yağ

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Bir behere su koyunuz.
- U borusunun açık olan ucuna plastik boruyu bağlayınız ve onun ucuna da huniyi bağlayınız.
- U borusunun açık olan ucundan renkli suyu dökünüz.
- Huniyi beher içindeki suya daldırıp U borusundaki renkli su seviyesini kaydediniz.
- Huniyi beherin içinde daha derine daldırarak hunideki renkli su seviyesini ölçünüz.
- Behere sıvı yağ koyunuz ve aynı işlemleri tekrar ediniz.
- Her iki beherdeki hunileri eşit derinliğe daldırınız ve ve hunilerin renkli su seviyelerini karşılaştırınız.
- Derinlik arttıkça U borusundaki renkli su seviyesindeki değişimi gözlemleyerek kaydediniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Behere su ve sıvı yağı dikkatle koydu.				
3	U borusuna plastik hortum ve huniyi arkadaşlarıyla yardımlaşarak doğru bağladı.				
4	U boruya cıvayı dikkatle koydu.				
5	U borudaki cıva seviyelerini dikkatli ölçtü.				
6	Sıvı yağ ile aynı işlemleri yaptı.				
7	Su ve sıvı yağ için cıva seviyelerini karşılaştırdı.				
8	Sonuçları tespit etti ve deftere yazdı.				
9	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					



3. UYGULAMA



SIVILARIN BASINCININ DERİNLİK VE YOĞUNLUKLA İLİŞKİSİ

Amaç

Sıvı basıncının derinlik ve yoğunluğa bağlı olduğunu farklı sıvıları kullanarak bulma

Araç Gereç

Su, limonlu su, sıvı yağ, cetvel, üç adet uzun plastik kap, yapıştırıcı bant

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Plastik kapların üst, orta ve alt kısmına delik açınız.
- Açtığınız delikleri bantla kapatınız.
- Plastik kapların birincisine limonlu su, ikincisine su, üçüncüsüne sıvı yağ koyunuz.
- Cetveli, limonlu su ile dolu olan kabın önüne dik olacak şekilde yerleştiriniz.
- Kabın en üstündeki delikte bulunan bandı kaldırınız ve suyun ne kadar uzağa fıskırdığını cetvelle ölçünüz.
- Önce kabın ortasındaki bandı sonra da en alttaki bandı kaldırınız ve suyun ne kadar uzağa fıskırdığını cetvelle ölçünüz.
- Aynı işlemleri su ve sıvı yağ ile yapınız. Su ve yağ seviyelerinin kaplarda aynı olmasına dikkat ediniz.
- Cetvelle ölçtüğünüz değerleri yazınız. Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Plastik kaplarda aynı büyüklükte delik açtı..				
3	Plastik kapların bantlarını düzgün yapıştırdı.				
4	Sıvıları kaplara dikkatli şekilde koydu.				
5	Bantları sırayla kaldırdı.				
6	Sıvıların fıskırma yüksekliğini dikkatli ölçtü.				
7	Sıvı basıncına nelerin etki ettiğini açıkladı.				
8	Sonuçları karşılaştırarak yazdı.				
9	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

4.1.4. Basınç Transmitterleri

Akışkanların basıncını ölçerek basınç değerini ve basınç değişimini standart elektriksel değere dönüştüren cihaza **basınç transmitteri** denir (Görsel 4.1). Petrokimya endüstrisinde, pompa testlerinde, filtre kirlenmelerinde, basınçlı tankların seviye ölçümlerinde, arıtma tesislerinde, tekstil ve makine sanayisinde; gıda, ilaç, ısıtma ve havalandırma endüstrisinde ve kimya sektöründe basınç transmitteri kullanılır.

Basınç transmitteri, sıvının veya gazın basıncını izlemede kullanılır. Transmitter, istenen basınç değerlerine geldiğinde sinyal verir ve basıncın devamlı izlenmesine yardımcı olur.



Görsel 4.1: Basınç transmitteri

Ekran üzerinde basınç, debi ve sıcaklık ölçümleri gösterilir. En az ve en çok basınç ölçüm değeri kaydedilir. İki ölçüm değeri arasındaki basınç farkı tespit edilir.

Basınç transmitterinin üç çeşidi vardır,

- 1. Mutlak Basınç Transmitteri:** Bu transmitter, atmosfer basıncının altındaki değerleri de ölçebilir.
- 2. Elektronik Basınç Transmitteri:** Bu transmitterde, atmosfer basıncı 0 (sıfır) kabul edilir. 1000 bar değerine kadar ölçüm yapabilir.
- 3. Fark Basınç Transmitteri:** Mutlak basıncı, bir noktada oluşan basıncı ya da iki nokta arasındaki basınç farkını ölçen bir cihazdır. Seviye ölçümü, debi ölçümü ve filtre tıkanıklığını tespit etmede kullanılır.



Sıra Sizde 4

Tabloda verilen araçlardan basınç ölçümünde kullanılanları işaretleyiniz.

Barometre	Anemometre	Desikatör
Dinamometre	Transmitter	Metre
Manometre	Termometre	Higrometre



4. UYGULAMA



TRANSMİTTER İLE BASINÇ ÖLÇÜMÜ

Amaç

Su tankındaki basıncı transmittter ile ölçme

Araç Gereç

Basıncı transmittteri, tank, su

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Küçük bir tank içine su doldurunuz.
- Tankın altındaki ve üstündeki borulara bağlı vanaları kontrol ediniz.
- Su tankının alt tarafındaki boruya bağlı vananın yanına transmittter bağlayınız (Görsel 4.2).
- Vanaları açarak tank içindeki su basıncı değişimlerini transmittter ile ölçünüz.
- Basıncı değişimlerini karşılaştırınız. Basıncı ölçüm değerlerini yazınız.



Görsel 4.2: Basıncı ölçen transmittter

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	Önlüğünü ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Tankın içine su doldurdu.				
3	Borudaki vanaları kontrol etti.				
4	Basıncı ölçen transmittteri boruya doğru şekilde yerleştirdi.				
5	Basıncı transmittteri ile doğru ölçüm yaptı.				
6	Basıncı ölçüm farklarını karşılaştırdı.				
7	Basıncı ölçüm değerlerini yazdı.				
8	Transmittterin niçin kullanıldığını açıkladı.				
9	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

4.1.5. Basınç Ölçen Alet ve Cihazlar

Basınç ölçümünde kullanılan alet ve cihazlar şunlardır:

1. Manometre: Kapalı kaplardaki gazların ve sıvıların basıncını ölçer (Görsel 4.3) (Görsel 4.4). U tüplü manometrelerde gaz haznesi ve içinde cıva olan U tüpü bulunur.

U tüplü manometrenin iki çeşidi vardır.

- a) Kapalı uçlu manometre
- b) Açık uçlu manometre

Kapalı uçlu manometrenin bir ucu kapalıdır. Diğer ucuna ince kılcal cam boru konur ve cam boru içinde cıvadaki yükselmeye bakılır. Açık uçlu manometrenin ise her iki ucu açıktır.

Açık uçlu manometrelerde cıva yüksekliği, atmosfer basıncına göre değişir.

Kapalı uçlu manometrelerde ise atmosfer basıncı 0 (sıfır) değerini gösterir.

2. Barometre: Açık hava basıncını ölçen bir alettir. Cıvalı barometre içi cıva dolu, üstü kapalı, altı açık dikey bir borudur (Görsel 4.5). Cıvanın boruda yükselme değeri mm cıva birimiyle hesaplanarak açık hava basıncı bulunur. Madeni barometreler (Görsel 4.6), atmosfer basıncına bağlı olarak daralma genişleme miktarını ölçek üzerinde gösterir.

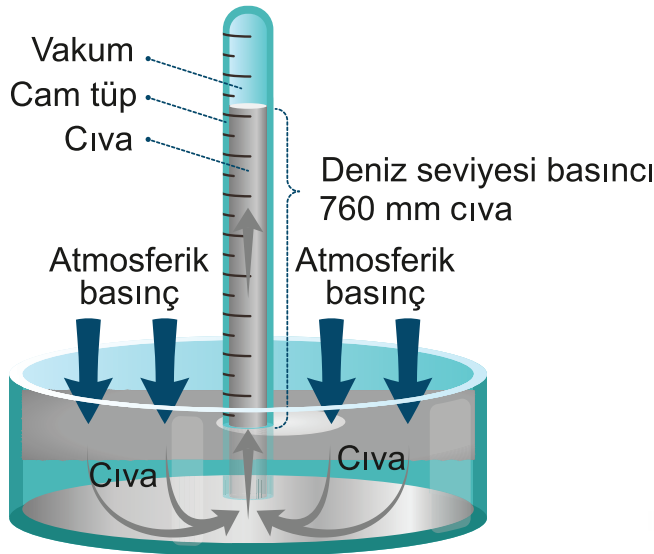
3. Basınç Transmitteri: Akışkanların basınç değerlerini ve basınç değişimlerini ölçer.



Görsel 4.3: Manometre



Görsel 4.4: Manometre



Görsel 4.5: Cıvalı barometre



Görsel 4.6: Barometre



5. UYGULAMA



MANOMETRE İLE SIVILARIN BASINCINI ÖLÇME

Amaç

Çeşitli sıvıların basınç değerlerini manometre ile ölçme

Araç Gereç

İki ucu açık U borulu manometre, kısa ve düz cam boru, kıvrımlı cam boru, lastik hortum, 500 mL'lik beher, ispiroto, tuz, su, mürekkep

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Manometreye 1/3 oranında mürekkepli su koyunuz.
- Manometrenin bir ucuna plastik boruyu takınız.
- Plastik borunun diğer ucuna kısa düz cam boruyu takınız ve cam boruyu behere daldırınız.
- Cam borunun su içindeki derinliğini değiştirerek manometredeki basınç değerini kaydediniz.
- Çalışmayı kıvrımlı cam boru ile tekrar ediniz.
- Aynı işlemleri tuzlu su ve ispiroto gibi farklı yoğunluktaki sıvılarla da yapınız.
- Sıvının derinliğini ve yoğunluğunu çarparak bulduğunuz basınç değerini, manometrede ölçtüğünüz basınç değeri ile karşılaştırıp kaydediniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Manometreyi doğru kullandı.				
3	Manometrenin uçlarına boruları doğru taktı.				
4	Manometrede ölçülen değerleri kaydetti.				
5	Sıvıları kullanırken dikkatli oldu.				
6	Sıvıların manometredeki basınç ölçümlerini karşılaştırdı.				
7	Manometrenin kullanım amacını belirtti.				
8	Çalışma sonunda ortamı temiz ve düzenli bıraktı.				
Öğretmen Görüşü					

4.1.6. Basınç Kontrol İşlemleri

Basıncı kontrol etmek için şunlar yapılmalıdır:

- Boru hattının belirli yerlerine basınç göstergeleri yerleştirilmelidir.
- Kontrol valfi ile yüksek basınç kontrol altında tutulmalıdır.
- Akışkanın basıncı belli seviyede olmalıdır.
- Sistemdeki akışkanın basıncı azaldığında kompresör (akışkanı istenilen basınca göre sıkıştıran cihaz) çalıştırılmalıdır.
- Basınç, transmitterler ile ölçülmelidir.

4.2. ANİ BASINÇ DEĞİŞİMLERİNİN YARATACAĞI ZARARLAR

Rafinerilerde ani basınç değişimleri çalışma sistemlerini olumsuz etkiler. Basıncın kontrol edilmesi çok önemlidir.

4.2.1. Basıncın Çalışma Sistemine Etkileri

Kapalı sistemlerde gaz hâlindeki akışkanların basıncı sıcaklıktan etkilenir. Sıcaklık ve gaz basıncı doğru orantılıdır.

Basıncılı ortamda çalışan kişilerin en önemli sorunu kulaklarında hissettikleri ağrı ve tıkanmadır. Bunun nedeni orta kulağın yeterince hava almamasıdır. Orta kulakta bulunan östaki borusu, kulaktaki basıncı dengeler. Ani basınç değişimlerinde östaki borusunun çalışması engellenir. Basıncılı ortamda çalışan kişilerde geçici veya kalıcı işitme kaybı oluşur. Eğer basınç çok hızlı düşerse azot sarhoşluğu (vurgun hastalığı) ve kulak rahatsızlıkları oluşur. Vurgun hastalığına yakalanan kişinin kanında oksijen yerine azot gazı çözünür. Bu durum kişinin duyu organlarında önemli zararlar oluşturur.

4.2.2. Basıncın Kimyasal Maddeler Üzerindeki Etkileri

Yüksek veya düşük basınç, bazı kimyasal maddeleri etkiler. Kimyasal maddelerde büzülme, kuruma ve çatlama görülebilir. Bu etkiler çok belirgin değildir.

4.2.3. Ani Basınç Değişikliklerinin Etkileri

Bir işletmedeki donatımın maksimum basıncını aşan basınca **aşırı basınç** denir. Aşırı basınç da ciddi zararlar meydana getirebilir. Ani basınç yükselmesini engellemek için gerekli önlemler alınmalıdır. Aşırı basıncın yarattığı zararlar şu şekilde sıralanır:

- Boru donanımlarında basınç yükselirse contalar sıvı kaçıtır ve boru eklerinde kaymalar görülür.
- Pompalarda basınç artarsa contalar sıvı kaçıtarak gövdeyi çatlatır.
- Sıvı kaçıran bir vana, sistemin basıncını aşırı yükseltir.
- Tankın gövdesinde ve üst kısmındaki aşırı basınç, çökme veya şişmelere, hatta yırtılmalara neden olabilir.
- Tanklarda gaz halinde hidrokarbonlar bulunuyorsa aşırı basınç sonucu patlamalar olabilir.

4.2.4. Basınç Değişikliklerine Karşı Alınacak Önlemler

Aşırı basıncı önlemek için basınç kontrol odalarına alarm sistemi kurulmalıdır. Ayrıca hidrokarbon dedektörleri belli zaman aralıklarında kontrol edilmelidir.



- A) Aşağıda 'Tanılayıcı Dallanmış Ağaç' tekniğinde bir soru verilmiştir. İlk ifadeden başlayınız. Doğru veya yanlış sorularına verdiğiniz cevaba göre ilerleyiniz. Yalnızca bir şıkkı işaretleyiniz.

Açık hava basıncı 760 mmHg'dır.			
↓ Doğru		↓ Yanlış	
Basınç ölçen alet termometredir.		Basınç ölçümünde mililitre birimi kullanılır.	
↓ Doğru	↓ Yanlış	↓ Doğru	↓ Yanlış
A	B	C	D

- B) Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz ve doğru ifadeler için (D), yanlış ifadeler için (Y) harfini kullanınız.

- 1.(....) Akışkanlar, basıncı çok olan yerden az olan yere doğru akar.
- 2.(....) Basınç, sıvının derinliğine ve yoğunluğuna bağlıdır.
- 3.(....) Açık uçlu manometrede cıvadan yararlanılarak sıvı basıncı ölçülür.
- 4.(....) Kapalı uçlu manometrede açık hava basıncı değeri 100 mmHg'dır.
- 5.(....) Atmosfer tabakası basınç uygulamaz.

- C) Aşağıdaki cümlelerde noktalı yerlere verilen sözcüklerden uygun olanı yazınız.

manometre	barometre	basıncı	Torricelli
760	derinliğine	yoğunluğuna	termometre

6. Basınç, sıvının ve bağlıdır.
7. Kapalı sistemlerde gaz hâlindeki akışkanların sıcaklıktan etkilenir.
8. Bir atmosfer basıncı mmHg değerine eşittir.
9. Basınç ölçen aletler ve dir.
10. Açık hava basıncını ilk kezölmüştür.



D) Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

11. Aşağıda verilen birimlerden hangisi basınç birimi olarak kullanılmaz?

- A) Bar
B) N/m²
C) Pascal
D) Amper
E) Atmosfer

12. Akışkanların basıncı aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?

- A) Yoğunluk
B) Yer çekimi ivmesi
C) Akışkanın bulunduğu kabın şekli
D) Derinlik
E) Akışkanın sıcaklığı

13. Aşağıdakilerden hangisi açık hava basıncını ölçer?

- A) Manometre
B) Transmitter
C) Barometre
D) Anemometre
E) Termometre

14. Akışkanların basınç değerini ölçen cihaz aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Higrometre
B) Bunzen beki
C) Termometre
D) Transmitter
E) Desikatör

15. Aşağıdakilerden hangisi basınç birimi değildir?

- A) m/s
B) mmHg
C) N/m²
D) kg/cm
E) Bar

16. Sıvıların basıncı aşağıdakilerden hangisine bağlıdır?

- A) Kabın şekli
B) Kabın cinsi
C) Sıvı yüksekliği
D) Sıvı miktarı
E) Sıvı rengi

17. Aşağıda verilen birimlerden hangisi ya da hangileri basınç birimi değildir?

- I. sHg
II. N/m²
III. kg/cm²
A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

18.

- I. Akışkanların basıncı sıcaklığa bağlıdır.
II. Basınç, sıvının yoğunluğu ile ters orantılıdır.
III. Basınç, sıvının derinliğine bağlı değildir.

Yukarıdaki ifadelerden hangisi veya hangileri doğrudur?

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

19. Sıvıların basıncı aşağıdaki ifadelerinden hangisine ya da hangilerine bağlıdır?

- I. Sıvı derinliği
II. Yer çekimi ivmesi
III. Sıvı yoğunluğu
A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

5 Birimi

Öğrenme

ISI AKTARIMI



TEMEL KAVRAMLAR

- Isı aktarımı
- Konveksiyon
- Isı değiştirici
- Kondüksiyon
- Termal radyasyon

KONULAR

1. KONVEKSİYON İLE ISI AKTARIMI
2. KONDÜKSİYON İLE ISI AKTARIMI
3. RADYASYON İLE ISI AKTARIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Konveksiyon ile ısı aktarımını gerçekleştirme
- Kondüksiyon ile ısı aktarımını gerçekleştirme
- Radyasyon ile ısı aktarımını gerçekleştirme

KONVEKSİYON İLE ISI AKTARIMI

Hazırlık

Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farklılığının nedenini açıklayınız?

5.1.KONVEKSİYON İLE ISI AKTARIMI

Konveksiyonun kelime anlamı taşınmadır. Katı yüzey ile akışkan arasındaki ısı aktarım çeşididir.

5.1.1. Isı ve Sıcaklık

Sıcaklık, maddenin atom veya moleküllerinin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsü olup termometre ile ölçülür. Isı ise sıcaklık farkı nedeniyle sistemin sahip olduğu enerji miktarıdır. Isı bir enerji türüdür ve kalorimetre kabı ile ölçülür. Isı miktarı doğrudan ölçülemez ancak belli bir referans sıcaklığına göre hesaplanabilir.

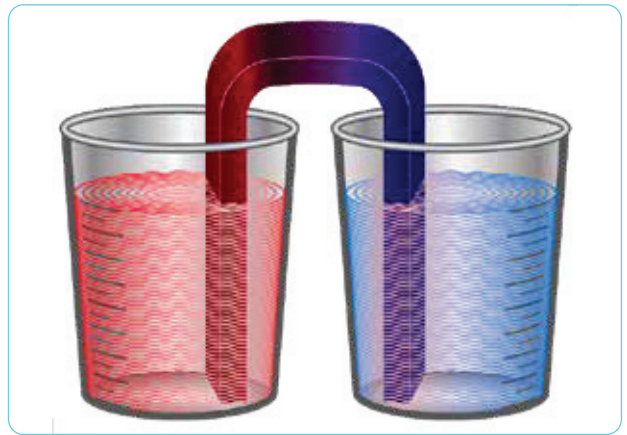
5.1.2. Isı Aktarımı

Bir ortam içinde veya ortamlar arasında sıcaklık farkından dolayı birim zamanda aktarılan enerjiye **ısı aktarımı (transferi)** denir. Isı aktarımı ısı iletim hızıyla ve sıcaklık dağılımları ile ilgilenen bir bilim dalıdır. Isı aktarımı insanlığın var oluşuyla birlikte kendiliğinden gelişen bir bilim dalıdır. Yemeğin tencerede pişirilmesi, binaların kerpiçten kalın duvarlarla yapılması ve dövülen sıcak demirin maşa ile tutulması (Görsel 5.1) ısı aktarımının tipik örnekleridir. Gıdaların uzun süre saklanabilmesi için kurutulmasında ısı ve kütle aktarımı birlikte gerçekleşir. Bilgisayardaki çiplerin ya da elektronik aletlerin soğutulması ısı transferinin önemli problemleri arasında yer alır.



Görsel 5.1: Sıcak demirin maşa ile tutulması

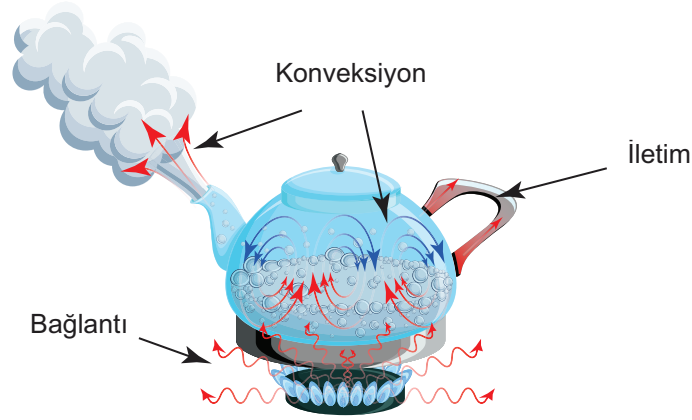
Isı, yüksek sıcaklıktaki ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama doğru akar (Görsel 5.2). İki ortam aynı sıcaklığa ulaştığında ısı aktarımı biter ve sistem denge noktasına ulaşır. Örneğin eller birbirine sürtüldüğünde her iki el de ısınır. Ellerdeki ısınmanın nedeni sürtünme sırasında kinetik enerjinin ısı enerjisine dönüşmesidir. Isı akışı, herhangi bir fiziksel varlıktan onu çevreleyen nesnelere doğru her zaman gerçekleşen bir olaydır. Isı bir ortamdan başka bir ortama konveksiyonla (taşınım), kondüksiyonla (iletim) ve radyasyonla (ışınım) aktarılır (Görsel 5.3).



Görsel 5.2: Sıcak maddeden soğuk maddeye ısı aktarımı

Isı aktarımı bu yollardan sadece biri ile gerçekleşebileceği gibi üç yolun birlikte olduğu durumlar da söz konusudur. Gerçekte ısı aktarımı üç yolu kapsayacak şekilde olur. Endüstride kullanılan elektrikli ısıtıcılarda ısı aktarımı kondüksiyonla

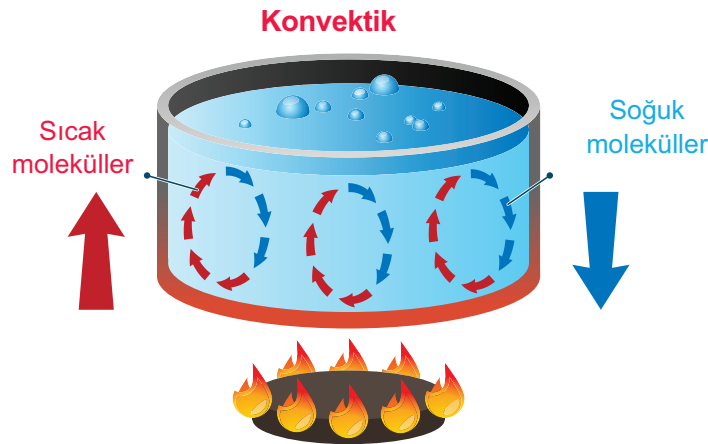
sağlanır. Kondenseler, ısı değiştiriciler ve kaynatma kazanlarında ısı aktarımı hem kondüksiyon hem de konveksiyonla olur. Fırınlr ve radyant ısıtıcılı kurutucularda ise ısı aktarımı radyasyonla gerçekleşir.



Görsel 5.3: Isı aktarım metotları

5.1.3. Konveksiyonla Isı Aktarımı

Katı yüzey ile bu katı yüzey üzerinde hareket eden akışkan arasındaki sıcaklık aktarımına **konveksiyonla ısı aktarımı** denir (Görsel 5.4).



Görsel 5.4: Konveksiyonla ısı aktarımı

Yüzeyden akışkana transfer edilen konveksiyonla ısı aktarımı Newton Soğutma Kanunu kullanılarak şu şekilde ifade edilir.

$Q = h \cdot A \cdot (T_{\text{Yüzey}} - T_{\text{Akışkan}})$	
Q: Konveksiyonla ısı aktarımı (W)	A: Isı aktarımı yüzey alanı (m ²)
h: Yüzeyin konveksiyonla ısı aktarım katsayısı (W/m ² K)	T _{Yüzey} : Yüzey sıcaklığı (K)
	T _{Akışkan} : Akışkan sıcaklığı (K)

ÖRNEK

Bir odanın kaybolan ısı miktarı 3000 W olarak bulunmuştur. Odadaki kalorifer peteğinin yüzey alanı 5 m²'dir. Oda sıcaklığı 25 °C olup hava ile kalorifer peteğinin yüzeyi arasındaki ortalama ısı taşınım katsayısı 60 W/m² °C olduğuna göre, odanın sıcaklığını sabit tutmak için kalorifer yüzey sıcaklığı ne olmalıdır? (*Radyasyonla ısı aktarımı dikkate alınmayacaktır.*)

ÇÖZÜM

$$Q = 3000 \text{ W} = 5 \text{ m}^2 \cdot 60 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \cdot (T_{\text{Yüzey}} - 25 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ ise}$$

$$T_{\text{Yüzey}} = 35 \text{ }^\circ\text{C} \text{ bulunur.}$$

**Sıra Sizde 1**

Yüzey sıcaklığı 90°C olan 30 mm çapında ve 120 mm yüksekliğindeki bir silindir 10°C sıcaklığında su ile soğutulduğunda silindir yüzeyinden suya 27 kW/m ısı transfer ediliyor. Verilen şartlarda silindirin konveksiyonla ısı aktarım katsayısını bulunuz.

$$[\text{Silindirin alanı} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r+h)] (\pi = 3 \text{ alınacak})$$

Akışkan partikülleri, sürtünme ve yüzey etkileşimi nedeniyle katı yüzeyine yapışır. Katı yüzeyde durgun akışkan tabakası oluşturur. Yüzey sıcaklığı akışkan sıcaklığından büyükse ısı yüzeyden durgun akışkan tabakaya önce kondüksiyonla sonra da konveksiyonla aktarılır. Akışkan hızı arttıkça konveksiyonla ısı aktarımı artar. Akışkanın hareketi durduğunda ısı aktarımı yalnızca kondüksiyonla olur. Soba borusundan çıkan sıcak havanın odayı ısıtması bu aktarıma örnek olarak verilebilir. Tenceredeki su ocakta ısıtıldığında, ısının suyun tamamına aktarılması konveksiyonla olur. Sıcak bir yemek tabağına üflenirse tabaktaki ısının bir bölümü hava molekülleri vasıtasıyla taşınır ve tabaktaki yemek soğur. Burada soğumayı sağlayan faktör konveksiyonla ısı aktarımıdır.

**Etkinlik 1****Akışkan Hızının Isı Aktarımına Etkisi**

Amaç: Isı aktarımının akışkanın hızıyla arttığını anlama

Araç Gereç: Vantilatör

Etkinliğin Yapılışı: Sınıfa getirilen vantilatörü farklı hız kademelerinde çalıştırarak sınıf içerisindeki hava akışının ne gibi sonuçları olduğunu gözlemleyiniz.

Değerlendirme: Hangi kademede ısı aktarımının daha hızlı olduğunu tartışınız.

Konveksiyonla ısı aktarımı iki şekilde olur.

1. Doğal Konveksiyon: Konveksiyonla ısı aktarımı sıcaklık farkıyla oluşan yoğunluk nedeniyle gerçekleşirse bu olaya **doğal konveksiyon** denir. Isınan havanın sıcaklığı artar ve yoğunluğu azalır. Soğuk havanın yoğunluğu daha az olduğundan sıcak hava yukarıya, soğuk hava ise aşağıya hareket eder. Kalorifer peteği üzerindeki perdenin petek ısınınca sallanması ve uçan balonların yükselmesi doğal konveksiyona örnektir.

2. Zorlanmış Konveksiyon: Akışkan madde, katı madde yüzeyinde hareket etmesi için dış etkenler tarafından (fan, pompa, rüzgâr) zorlanıyorsa bu olaya **zorlanmış konveksiyon** denir. Zorlanmış konveksiyonda ısı aktarımı daha hızlı olur. Örneğin fırın içerisinde kullanılan fanlar pişirme işlemini hızlandırır (Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Fırın fanı

Isı değiştiriciler, ısı enerjisinin bir akışkandan katı bir yüzey aracılığı ile diğer akışkana aktarıldığı proses ekipmanlarıdır. Isı değiştiricilerde ısı enerjisi, hem konveksiyon hem de kondüksiyon metodu ile aktarılır. Isı değiştiriciler proste kullanılan ham maddeyi distilasyon kulelerinde ve rafineri proseslerinde reaksiyon sıcaklığına kadar ısıtır (Görsel 5.6). Isıtma işleminde buhar veya sıcak hidrokarbon kullanılır.



Görsel 5.6: Rafineride kullanılan ısı değiştiriciler



Sıra Sizde 2

Tabloda verilen kutucuklara doğal ve zorlanmış konveksiyon ile ısı aktarımına üçer tane örnek yazınız.

Doğal Konveksiyon ile Isı Aktarımı	Zorlanmış Konveksiyon ile Isı Aktarımı
1.	1.
2.	2.
3.	3.



1. UYGULAMA



KONVEKSİYONLA ISI AKTARIMI

Amaç

Konveksiyonla ısı aktarımını gözlemleme

Araç Gereç

A4 kâğıdı, 4 tane tutturgaç (ataş), su, ispiro ocağı, kibrit, termometre

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Kâğıdın kenarlarını 3 cm'lik yükseklikte kıvrınız ve kâğıdı köşelerinden tutturgaçla tutturunuz.
- Oluşturulan kâğıt tepsiye 1-2 cm yüksekliğe kadar su doldurunuz.
- İki elle dikkatlice tuttuğunuz tepsiyi ispiro ocağının alevine tutunuz.
- Tepsideki suyun sıcaklık değişimini termometreyle ölçerek kontrol ediniz ve değişim sonuçlarını raporlayınız.
- Gözlem sonuçları üzerinde tartışınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	İspiro ocağını hazırladı.				
3	Kâğıt tepsiyi hazırladı.				
4	Sudaki ısı değişimlerini ölçerek kontrol etti.				
5	Ölçüm sonuçlarını değerlendirdi.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü



2 . UYGULAMA



BOYALI SU

Amaç

Konveksiyonla ısı aktarımını gözlemleme

Araç Gereç

Gıda boyası, beher, ispirto ocağı, kibrit, su

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Yarısına kadar su dolu behere birkaç damla gıda boyası damlatınız
- Beheri ispirto ocağında ısıtarak sudaki boyanın yayılma şeklini gözlemleyiniz.
- Boyanın yayılma şekli ile ısı aktarımı arasındaki ilişkiyi belirleyiniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

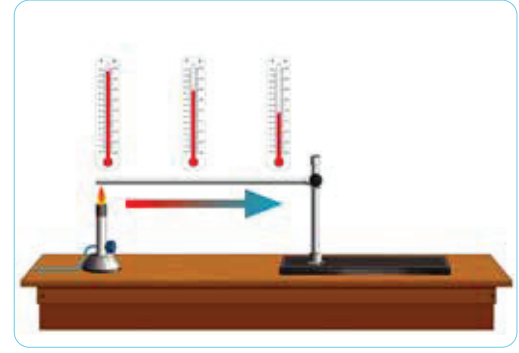
	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	İspirto ocağını hazırladı.				
3	Uygulama düzeneğini hazırladı.				
4	Boyanın sudaki yayılmasını gözlemledi.				
5	Gözlem sonuçlarını arkadaşlarıyla paylaşarak değerlendirdi.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

KONDÜKSİYON İLE ISI AKTARIMI

5.2. KONDÜKSİYON İLE ISI AKTARIMI

Sıcaklık arttıkça moleküllerin kinetik enerjisi artar. Yüksek sıcaklıktaki bir molekülden düşük sıcaklıktaki komşu moleküle birim zamandaki enerji aktarımına kondüksiyonla **ısı aktarımı** denir (Görsel 5.7). Kondüksiyonla ısı aktarımı; katılar, sıvılar ve gazlar için geçerli bir ısı aktarım metodudur. Fırının beton duvarının ve tüpün metal çevresinin ısınmasının nedeni kondüksiyonla ısı aktarımıdır. Gazlardaki kondüksiyonla ısı aktarımı yüksek enerjili moleküllerin düşük enerjili moleküllerle çarpışması sonucu enerjilerini ilemesiyle gerçekleşir. Gazlara göre sıvılarda moleküller birbirine daha yakın olduğundan mo-



Görsel 5.7: Kondüksiyonla ısı aktarımı

leküller arasında enerji aktarımı daha kolay ve etkili biçimde gerçekleşir. Katılarda enerji aktarımı atomik seviyede maddeyi oluşturan kafeslerin (kristal örgü yapıları) titreşimleri veya yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine serbest elektron kaymasıyla gerçekleşir. Isı iletim katsayısı madde yapısının bir özelliği olup birim zamanda, birim uzunluk ve birim sıcaklık farkı başına maddenin iletebileceği enerji miktarını gösterir. Isı iletim katsayısı değerleri (Tablo 5.1) küçükten büyüğe doğru; gazlar, sıvılar ve katılar şeklinde sıralanır. Bu sıralamada moleküller arasındaki uzaklık etkilidir. İletken katılarda ısı iletim katsayısının değerini serbest elektronlar belirlerken yalıtkan katılarda kafeslerin titreşim sıklığı belirler. Isı iletim katsayısı küçük olan maddeler yalıtkan olarak kullanılır. Yüksek ısı iletkenliğine sahip metaller, soğutma ve ısıtma sistemlerinde kullanılır.

Tablo 5.1: Bazı Maddelerin Isı İletim Katsayısı

Madde	Isı İletim Katsayısı (W/mK)	Madde	Isı İletim Katsayısı (W/mK)
CO ₂	0,017	İnsan derisi	0,37
Hava	0,026	Su	0,61
Sert köpük	0,026	Cam	0,78
Mantar	0,039	Cıva (sıvı)	8,54
Cam elyaf	0,043	Paslanmaz çelik (18/8)	15,1
Kauçuk (yapay)	0,13	Karbon çeliği (% 1)	43
Helyum	0,15	Saf demir	80,2
Benzen (sıvı)	0,159	Saf alüminyum	237
Meşe ağacı	0,17	Saf altın	317
Hidrojen gazı	0,18	Saf bakır	399
Plastikler	0,2-0,3	Saf gümüş	429
Etilen glikol (sıvı)	0,26	Elmas	2300



Sıra Sizde 3

Kenar uzunluğu 1 m olan küp şeklinde bir derin dondurucunun iç sıcaklığını $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ de tutabilmek için ısı iletim katsayısı 0.03 W/mK olan bir izolasyon malzemesi kullanılıyor. Ortam sıcaklığı $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ iken dolabın bir yüzeyindeki ısı transfer miktarını 300 W ile sınırlamak için kullanılan izolasyon malzemesinin kalınlığı kaç mm olmalıdır?

Soğutma ve ısıtma sistemlerinde hızlı bir ısı aktarımı için ısı iletim katsayısı büyük olan metaller kullanılır. Soğutma ve ısıtma sisteminde bulunan evaporatördeki (buharlaştırıcı), hava borularının içindeki soğutucudan daha yüksek sıcaklıktadır. Evaporatörden boru içindeki soğutucu akışkana doğru ısı aktarımı olur. Böylelikle soğutucu madde hızla buharlaşır. Oluşan buhar kondansere (yoğunlaştırıcı) geçer. Kondanserdeki soğutma ortamı daha düşük sıcaklıkta olduğu için düşük sıcaklığa doğru ısı aktarımı olur. Isı alan soğutucu madde yoğunlaşarak tekrar sıvı hâle geçer. Bu olay soğutma sistemlerinde sürekli olarak tekrarlanır.



Etkinlik 2

Isı Aktarımı Yapan Maddeleri Bulma

Amaç: Isıyı aktaran ve aktarmayan maddeleri belirleme

Araç ve Gereç: Demir tel, alüminyum folyo, cam, su, cam baget, tahta, seramik kroze, plastik, altın zincir, kum, yün iplik, kaşık, çelik tel, köpük, taş

Etkinliğin Yapılışı: Sınıfı gruplara ayırıp her gruba farklı maddeler veriniz. Bunlardan hangilerinin ısıyı aktarıp hangilerinin aktarmadığını tespit etmek için birer metot geliştirmelerini isteyiniz. Sonuçlar üzerinde tartışınız.

Değerlendirme: Hangi maddelerin ısıyı daha çok aktardığını nedenleri ile yazınız.



Sıra Sizde 4

Tabloda verilen maddelerden ısıyı iletenleri işaretleyiniz.

Cam	Su	Hava	Köpük
Alüminyum	Çelik	Tahta	Kum
Yün	Plastik	Demir	Seramik



3. UYGULAMA



METALLERDE ISININ KONDÜKSİYONLA İLETİMİ

Amaç

Metallerde kondüksiyonla ısı iletimini gözlemleme

Araç Gereç

Metal tel, mum, ataş veya iğne, ispirto ocağı veya bunzen beki, kibrit

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Metal tele aralıklarla mum damlatınız.
- Her mum damlasının üzerine bir ataş veya iğne sabitleyiniz.
- Metal telin bir ucunu maşa ile tutunuz.
- Metal teli bunzen beki alevinde ısıtınız.
- Oluşan değişiklikleri gözlemleyiniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

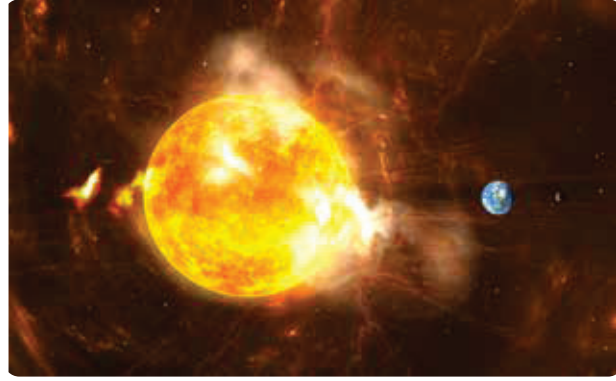
Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	İspirto ocağını ve bunzen bekini hazırladı.				
3	Metal tel üzerine ataşları veya iğneleri sabitledi.				
4	Ataş veya iğnelerin hareketini yorumladı.				
5	Metallerin iletkenliğini açıkladı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

5.3. RADYASYON İLE ISI AKTARIMI

Termal radyasyon, atom veya moleküllerin dizilişlerindeki değişiklikler sonucu maddede oluşan enerjinin elektromanyetik dalgalarla veya fotonlarla yayılmasıdır. Sıcaklığı mutlak sıfırdan farklı her cisim radyasyonla ısı yayar. Sıcak yüzeyler buldukları ortamlarla radyasyon ve konveksiyonla ısı alışverişinde bulunur. Konveksiyon ve kondüksiyonla ısı aktarımı için bir ortama (madde) ihtiyaç duyulurken radyasyonla ısı aktarımı için bir ortama ihtiyaç yoktur. Güneş'in Dünya'yı ısıtması buna en iyi örnektir (Görsel 5.8).

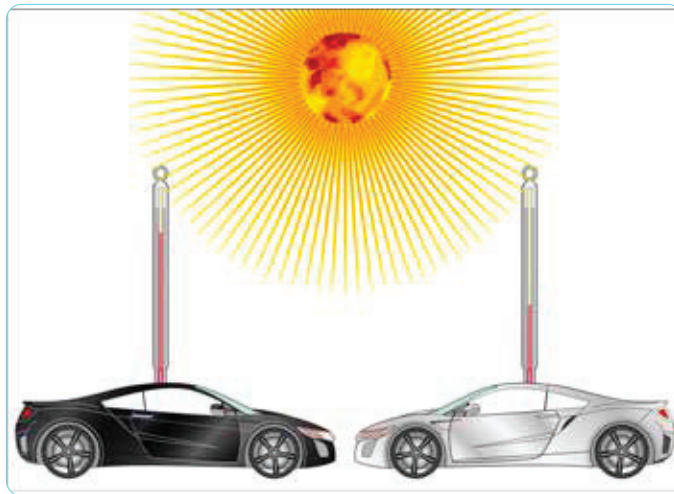


Görsel 5.8: Güneş'in Dünya'yı ısıtması

Radyasyonla ısı aktarımı en hızlı ısı aktarım mekanizmasıdır. Isıtılan maddeler sıcaklık nedeniyle termal radyasyon yayar. Termal radyasyon, sıcaklıkla ilgili olmayan X-ışınları, gama ışınları, mikrodalgalar ve radyo dalgaları gibi radyasyon formlarından farklıdır. Elektromanyetik dalga geniş dalga boylarını içeren genel bir terimdir. Radyasyonla ısı aktarımında 0,1 mikron ile 10 mikron dalga boyları arasındaki elektromanyetik dalgalar rol oynamaktadır. Mutlak sıfır değerinin üzerindeki sıcaklığa sahip her madde termal radyasyon yayar. Akkor flamanlı ampul, ev radyatörü, elektrikli ısıtıcı ya da kırmızı kızıl ötesi ışıması termal radyasyon örnekleridir.

Maddeler; katı, sıvı ve gaz hâlleri fark etmeksizin radyasyonla ısı aktarımı yapar. Katı bir cisme enerji verildiğinde bazı moleküller, atomlar veya elektronlar bir üst enerji seviyesine çıkıp tekrar düşük enerji seviyesine döner. Bu sırada verilen enerji, elektromanyetik radyasyonla yayımlanır. Mikrodalga fırınlarda magnetron tüp mikrodalga enerji üretir (Görsel 5.9).

Enerji dalgaları, kaplardan geçerek yemeklerin yüzeyine ulaşır. Soğurulan mikrodalga enerjisi yemeğin içindeki moleküllerin hızlı hareket etmelerine neden olur ve ısı açığa çıkar. Üzerine düşen ışınları tamamen soğuran cisimlere **siyah cisim**; bir kısmını soğurup bir kısmını geçiren, bir kısmını da yansıtan cisimlere ise **gri cisimler** denir (Görsel 5.9). Siyah cisimler, üzerine düşen radyasyonu soğurma özellikleri ve radyasyonla ısı aktarımı bakımından ideal cisimlerdir. Soğurulan, geçirilen ve yansıtılan enerjinin toplamı, cismin üzerine düşen toplam enerjiye eşittir ve katsayıları toplamı 1'dir.



Görsel 5.10: Siyah ve gri cisimlerin radyasyonu soğurması

Sıra Sizde 5

Alt ve yan yüzeyleri yalıtılmış, bir kenarı 10 mm olan kare şeklindeki bir elektronik çipin yüzey sıcaklığı 150 °C'dir. Çip yüzeyinin temasta bulunduğu bilgisayar kasasının iç sıcaklığı 30 °C'dir. Çip yüzeyinden bulunduğu ortama ışınlam ile gerçekleşen ısı transferi kaç Watt'tır?

$$(\epsilon = 0,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K})$$

Etkinlik

Radyasyonla Isı Aktarımı

Amaç: Radyasyonla ısı aktarımının nasıl gerçekleştiğini anlama

Etkinliğin Yapılışı: Aşağıdaki örnek durumu okuyunuz. Beyin fırtınası yöntemi ile cevaplarınızı rapor olarak yazınız. Daha sonra ortak rapor hazırlayınız.

“Duvarları tamamen yalıtılmış bir oda düşününüz. Bu odanın içine karşılıklı iki duvara gelecek şekilde iki levha yerleştiriniz. Levhalardan birine sıcaklık ölçümlerinin dışarıdan okunabileceği şekilde termokupl bağlayınız. Diğer levhaya da elektrik akımı bağlayınız. Bu odanın havasını duvara yerleştirilmiş bir borudan pompa ile boşaltınız. Oda içerisinde basıncın sıfır olduğu andan itibaren levhaya elektrik akımı veriniz.”

Yukarıda anlatılan durum için;

- Diğer levhadaki sıcaklık ölçümleri nasıl bir değişim gösterir?
- Bu sıcaklık değişiminin nedenleri nelerdir?
- Çevrenizde bu örneğe benzer durumlar nelerdir? Tartışınız.

Değerlendirme: Çevrenizde ısı aktarımının gerçekleştiği bir olayı gözlemleyerek hangi tür ısı aktarımı olduğunu belirleyiniz.

Sıra Sizde 6

Tabloda verilen ısı aktarım türlerinin karşısına günlük yaşamdan birer örnek yazınız.

Isı Aktarım Türü	Örnek
Konveksiyon ile ısı aktarımı	
Kondüksiyon ile ısı aktarımı	
Radyasyon ile ısı aktarımı	



4. UYGULAMA



RADYASYONLA ISI AKTARIMI

Amaç

Radyasyonla ısı aktarımını gözlemleme

Araç Gereç

Termometre, akkor flamanlı ampul, duya, fişli iletken kablo, metal levha

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Duya, iletken kabloyu uygun şekilde bağlayınız.
- Ampulü duya yerleştirerek ampulün 5-6 cm uzağına metal levhayı yerleştiriniz.
- Metal levhanın sıcaklığını ölçünüz.
- Ampulü yaktıktan 4-5 dakika sonra metal levhanın sıcaklığını ölçünüz.
- Ampulü kapattıktan 4-5 dakika sonra tekrar metal levhanın sıcaklığını ölçünüz.
- Ölçüm sonuçlarını not edip sonuçlar üzerinde tartışınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Duy bağlantılarını yaptı.				
3	Metal levha üzerinde termometre ile ölçüm yaptı.				
4	Ölçüm sonuçlarını değerlendirdi.				
5	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü



Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz ve doğru ifadeler için (D), yanlış ifadeler için (Y) harfini kullanınız.

- 1.(....) Sıcaklık bir enerji türüdür.
- 2.(....) Isı aktarımı sadece kondüksiyonla olur.
- 3.(....) Akışkan hızı arttıkça konveksiyonla ısı aktarımı artar.
- 4.(....) Zorlanmış konveksiyonda ısı aktarımı daha hızlı olur.
- 5.(....) Radyasyonla ısı aktarımında ortama ihtiyaç yoktur.

B) Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları tamamlayınız.

radyasyonla

hızlı

sıcaklık

skaler

ısı

serbest elektronlar

6. Isı, farkı nedeniyle sistemin sahip olduğu enerji miktarıdır.
7. Sıcaklık bir büyüklüktür ve ölçümü farklı aletlerle doğrudan yapılabilir.
8. Fırın ve radyant ısıli kurutucularda ısı aktarımı gerçekleşir.
9. Zorlanmış konveksiyonda ısı aktarımı daha olur.
10. İletken katılarda ısı iletim katsayısının değerini belirler.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Isı ve sıcaklık arasındaki farklar nelerdir?
12. Gece, gündüzden niçin daha soğuktur?
13. Evdeki sobadan yayılan ısı hangi metotla aktarılır?
14. Isının farklı maddelerde farklı hızlarda yayılmasının sebebi nedir?
15. Soğutucuların çalışma prensibini açıklayınız.



D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

16. Aşağıdakilerden hangisi sadece katılar için ısı aktarım yollarından biridir?

- A) Konveksiyonla B) Kondüksiyonla
C) Radyasyonla D) Taşımayla
E) Termal yolla

17. Aşağıda verilen cihazlardan hangisinde ısı aktarımı en çok radyasyonla gerçekleşir?

- A) Kazan B) Fırın
C) Kondenser D) Isı değiştirici
E) IR ısıtıcı

18. Aşağıdakilerden hangisi yalıtkan özellik gösteren bir maddedir?

- A) Plastik B) Demir
C) Hava D) Karbon çeliği
E) Su

19. I. Katıların ısı iletim katsayısı büyüktür.
II. Siyah cisimler radyasyonla ısı aktarımı bakımından ideal cisimlerdir.
III. Termal radyasyon ve X-ışınları birbirine benzer özellik gösterir.

Yukarıda verilen yargılardan hangisi ya da hangileri doğrudur?

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

20. Aşağıdaki olayların hangisinde en etkili ısı aktarım metodu kondüksiyonla ısı aktarımıdır?

- A) Güneş'in Dünya'yı ısıtması
B) Saç kurutma makinesiyle saçların kurutulması
C) Fırında ısının fan ile dağıtılması
D) Isıtılan tavanın kulpunun ısınması
E) Mikrodalga fırında yemek ısıtılması

21. Radyasyonla ısı aktarımı için aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Radyasyonla ısı aktarımı, en hızlı ısı aktarım mekanizmasıdır.
B) Gaz maddeler sadece radyasyonla ısı aktarımı yapar.
C) Mutlak sıfır derecenin üzerindeki her madde termal radyasyon yayar.
D) Siyah cisimler radyasyonla ısı aktarımı için ideal cisimlerdir.
E) Elektromanyetik dalga, geniş dalga boylarını içerir.

22. Aşağıdaki maddelerden hangisi ısı yalıtımında kullanılabilir?

- A) Demir
B) Alüminyum
C) Elmas
D) Hava
E) Cıva

23. Isı iletim katsayısının maddenin hallerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanışı nasıldır?

- A) Katı-sıvı-gaz
B) Gaz-sıvı-katı
C) Sıvı-katı-gaz
D) Katı-gaz-sıvı
E) Sıvı-gaz-katı

6. Birimi Öğrenme

KOLON, DRAM VE EŞANJÖRLERDE KONTROL

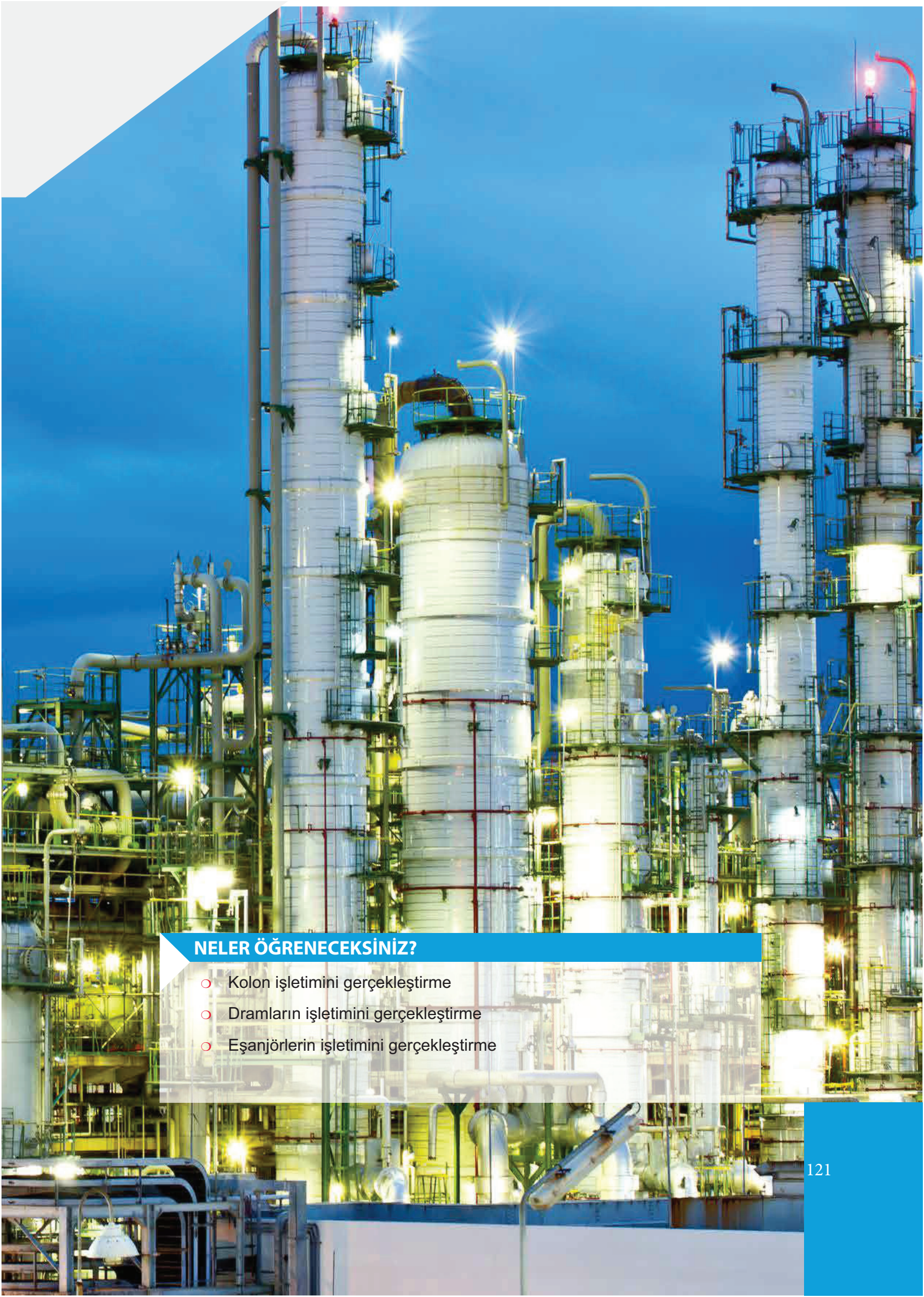


TEMEL KAVRAMLAR

- Kolon
- Genleşme
- Dram
- Reflüks
- Eşanjör
- Isı enerjisi

KONULAR

1. KOLONLARIN İŞLETİMİ
2. DRAMLARIN İŞLETİMİ
3. EŞANJÖRLERİN İŞLETİMİ



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Kolon işletimini gerçekleştirme
- Dramların işletimini gerçekleştirme
- Eşanjörlerin işletimini gerçekleştirme

KOLONLARIN İŞLETİMİ

Hazırlık

Günlük yaşamda hangi aletlerde ısı ayarı yapılır? Açıklayınız.

6.1. KOLONLARIN İŞLETİMİ

Distilasyon işleminin yapıldığı önemli donanımlardır. Kolonun diğer adı kuledir.

6.1.1. Kolon

İçinde tepsiler veya dolgu maddeleri olan dik silindirik şeklindeki kulelere **kolon** denir (Görsel 6.1). Petrol rafinerilerinde önce ham petrol parçalanır. Sonra petrole fraksiyon (ayırma) işlemi uygulanır.

Rafinerilerdeki kolonlarda ham petrol ısıtılınca önce petrolün içindeki kaynama sıcaklığı düşük olan sıvı kaynar. Kaynama derecesine gelen sıvı yoğunlaştırılarak karışımdan ayrıştırılır ve kolon dışına alınır. Distilasyon (damıtma) kolonunda (Görsel 6.2) ayırma işlemleri devam eder. Bu şekilde ham petrolden yakıtlar, LPG (likit petrol gazı), nafta, parafin, fuel oil, motorin, benzin ve bitüm gibi çeşitli ürünler elde edilir. Kaynama derecesi çok yüksek olan bitüm, asfalt yol yapımında kullanılır.



Görsel 6.1: Petrol rafinerisindeki kolonlar



Görsel 6.2: Distilasyon kolonları



Sıra Sizde 1

Ham petrolün distilasyonu ile elde edilen petrol ürünlerini ve bu ürünlerin günlük yaşamımızda nerelerde kullanıldığını araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek rapor hâlinde yazınız. Arkadaşlarınıza sunum yapınız.

6.1.1.1. Kolonun Özellikleri

Kolonda üç kısım bulunur. Kolonda tepsinin altında kalan bölgeye **alt bölge**, tepsi bölgesine **flaş bölge**, tepsi bölgesinin üzerinde kalan bölgeye de **üst bölge** denir. Kolonda yukarıdan aşağıya sıvı akışı, aşağıdan yukarıya ise gaz akışı vardır.

Kolon içindeki tepsiyer iki akışkanın birbirine karışmasını sağlar. Kolonda kullanılan tepsi çeşitleri şunlardır:

1. **Kabarcık Tutucu Tepsi:** Sıvı-buhar teması ve akış dağılımı için kullanılan tepsiyerdir.
2. **Delikli Tepsi:** Genellikle kolonun sıyırma kısmında bulunur.
3. **Valf Tepsi:** Kolonda buhar akışı yukarı doğru olduğunda tepsideki valf yukarı kalkar ve buhar geçişi sağlanır. Rafinerilerde en çok kullanılan tepsiyer valf tepsiyerdir.

Tepsili ve dolgulu olmak üzere iki kolon türü vardır. Tepsili kolonlarda, yukarı çıkan gaz ile aşağı inen sıvı, tepsiyer üzerinde temas ederek sıvı-gaz transferi sağlanır. Dalgulu kolonların içinde dolgu malzemesi bulunur. Dolgu malzemeleri sıvı ve gaz akışkanları parçalayarak temas yüzeylerinin artmasını sağlar.

Dalgulu kolonun özellikleri şunlardır:

- Kapasitesi fazla olmalıdır.
- Az miktarda basınç farkı oluşturmaldır.
- Boşluk alanı geniş olmalıdır.
- Kolon ağırlığı ve sıvının tutunması az olmalıdır.
- Birim hacimdeki temas alanı geniş olmalıdır.
- Korozyon (aşınma) direnci yüksek olmalıdır.
- Uzun zaman aynı şekilde çalışmalıdır.
- Maliyeti az olmalıdır.

Ham petrolün içinde kaynama noktası farklı olan bileşenler vardır. Distilasyon (damıtma) yöntemi ile bileşenler buharlaştırılır. Bu bileşenler kolon içindeki uygun tepside yoğunlaştırılır ve kolonun belirli bölmelerinden çekilerek ayrılır. Bunun için kolonda ısı düşürülür.



Sıra Sizde 2

Distilasyon çeşitleri nelerdir? Petrol rafinerilerinde kullanılan distilasyonu araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek yazınız. Arkadaşlarınızla paylaşınız.



Sıra Sizde 3

Endüstride kullanılan kolon çeşitlerini ve bu kolonların hangi üretim süreçlerinde kullanıldığını araştırınız. Araştırmanızı öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

6.1.1.2. Genleşmenin Kolona Yaptığı Etkiler

Sıcaklığı artırılan bir maddenin uzunluğunun veya hacminin değişmesine **genleşme** denir. Genleşme kısaca genişleme şeklinde açıklanabilir. Bütün gazların genleşme katsayısı aynı şartlar altında aynıdır. Isıtılan bir sıvının hacmi artar ve sıvı genleşir. Bir kabın içindeki sıvı ısıtıldığında sıvı ve kap genleşir. Sıvıların genleşme değeri katıların genleşme değerinden fazladır. Bu nedenle sıvı, içinde bulunduğu kaptan daha çok genleşir ve sıvıda taşma görülür. Bunun için kolondaki sıvı artışları önlenmelidir. Sıvı ve gazların genleşmelerini kontrol etmek için genleşme tankları kullanılır (Görsel 6.3).



Görsel 6.3: Genleşme tankları



Sıra Sizde 4

Katı, sıvı ve gaz maddelerin genleşmesine örnekler yazınız.

Katı	1.
	2.
Sıvı	1.
	2.
Gaz	1.
	2.



1. UYGULAMA



KATI MADDELERDE GENLEŞME

Amaç

Isıtılan katı maddelerde genleşmeyi belirleme

Araç Gereç

Küçük cam şişe, tıpa, maşa, bunzen beki

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Cam şişenin ağız kısmına tıpayı koyunuz.
- Bunzen bekini açınız.
- Maşa ile tuttuğunuz cam şişeyi bunzen bekinde ısıtınız.
- Cam şişedeki tıpayı gözlemleyiniz.
- Tıpanın şişenin içine düşmesinin nedenini açıklayınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Cam şişenin ağız kısmına tıpa koydu.				
3	Bunzen bekini yaktı.				
4	Cam şişeyi bunzen bekinde ısıttı.				
5	Cam şişedeki tıpayı gözlemledi.				
6	Tıpanın şişenin içine hareket etmesinin nedenini açıkladı.				
7	Gözlem sonuçlarını açıkladı.				
8	Katı maddelerin genleşmesini arkadaşlarıyla paylaştı.				
9	Sonuçları deftere yazdı.				
10	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

6.1.1.3. Kolonu Devreye Alma İşlemleri

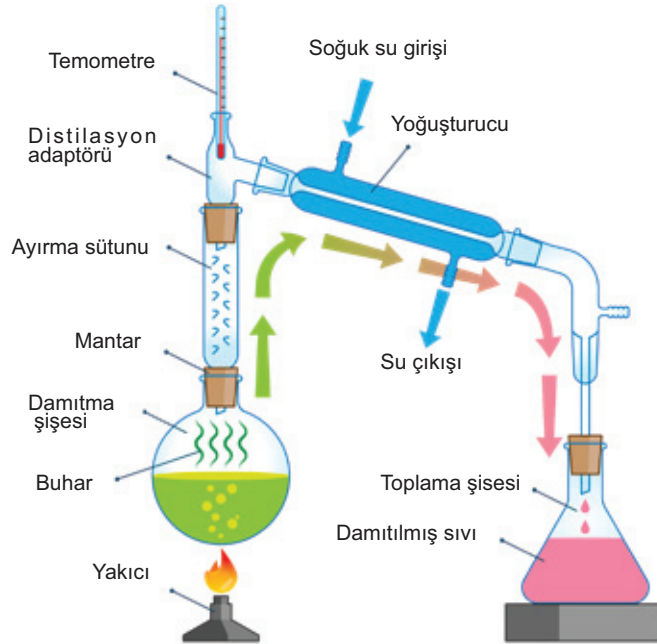
1. Ham petrol kolona girmeden önce tepsiler ısıtılır.
2. Basınç, seviye gösterge ve kontrol vanaları açılır.
3. Giriş, reflüks dönüş, ürün ve reflüks dram vanaları açılır.
4. Kolon ve reflüks dramı dreyn ventleri, reflüks pompa vanaları ve kontrol vanası kapatılır.

6.1.1.4 Kolonu Devreden Çıkarma İşlemleri

1. Kolon dip seviyesi, seviye camından kontrol edilir.
2. Kolon dip seviyesi dolduğunda dip ısıtıcı ısıtma hattı çıkış vanası açılır.
3. Kolon dip ürünleri kontrol edilir.
4. Sıcaklık kontrol edilir.
5. Dram yardımı ile sistemden ısı çekilir.

6.1.1.5 Kolon İşletiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Kolondaki dolgu malzemesi düzenli olmalıdır.
- Akışkanlar oluşan kanallarda kalmamalıdır.
- Kolon içindeki sıvı birikmeleri önlenmelidir.
- Gaz akış hızı sıvının akışını önleyecek kadar çok olmamalıdır.
- Sıvı akışkanın hızı belli seviyede olmalıdır. Sıvı akışkanın hızı yüksek olursa gaz akışkanın hareketi engellenir.
- Tepsilerin bakım ve temizliğine dikkat edilmelidir.
- Kolonun sıcaklık, basınç ve seviye ölçümlerinin işletme koşullarına uygunluğu kontrol edilmelidir.



Görsel 6.4: Fraksiyonlu distilasyon düzeneği



2. UYGULAMA



DİSTİLYASYON YÖNTEMİ İLE KARIŞIMLARI AYIRMAK

Amaç

Etil alkol ve su karışımını distilasyon yöntemiyle ayırma

Araç Gereç

Balon joje, soğutucu, distilasyon borusu, ısıtıcı, bağlantı boruları ve hortum, etil alkol-su karışımı, termometre, erlenmayer, distilasyon borusu bağlama düzeneği

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Balon jojeye etil alkol ve su karışımını koyunuz.
- Balon jojeyi ısıtıcının üzerine koyunuz.
- Distilasyon borusuna soğutucuyu, bağlantı borularını ve termometreyi yerleştiriniz.
- Distilasyon düzeneğinin (Görsel 6.4) uç kısmına sıvının akması için erlenmayeri koyunuz.
- Su bağlantı hortumlarını distilasyon borusuna bağlayınız.
- Isıtıcıyı açarak distilasyonu başlatınız.
- Balon jodede ısınan etil alkol ve su karışımının sıcaklık değerlerini termometreden okuyunuz.
- Kaynamaya başlayan karışımı takip ediniz
- Etil alkol ve su karışımında maddelerin birbirinden ayrılmasını gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi tartışınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Balon jojeye karışımı koydu.				
3	Distilasyon düzeneğini hazırladı.				
4	Bağlantı borularını doğru bağladı.				
5	Termometreyi doğru kullandı.				
6	Isıyı kullanırken dikkatli oldu.				
7	Distilasyonla karışımın birbirinden ayrılmasını gözlemledi.				
8	Gözlem sonuçlarını açıkladı.				
9	Sonuçları deftere yazdı.				
10	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

6.2. DRAMLARIN İŞLETİMİ

Rafinerideki ekipmanlar arasında yer alan bazı kaplar dramdır.

6.2.1. Dram

Rafineride kullanılan en basit yapıdaki kaba **dram** denir (Görsel 6.5). Stok tankı, sıvı-gaz ile sıvı-sıvı ayırıştırma kabı ve dinlenme tankı dram olarak bilinir. Dramın diğer adı reflüktür (geri akış).

Üç çeşit dram vardır.

- 1. Sıcak Dram:** Kolonun alt bölümündeki dram istenilen sıcaklığa ayarlanır. Kolonda istenilen sıcaklık değeri bu bölümden verilir.
- 2. Soğuk Dram:** Sıcaklığı belirli değerde tutan kolonun en üst bölümüdür.
- 3. Sirkülasyon (Dolaşım) Dramı:** Kolondaki buhar yükünü azaltan bölümdür. Kolonun yan bölümünde bir veya birden fazla sayıda bulunur.

6.2.1.1. Dramın Özellikleri

Dram; besleme (şarj), giriş nozulu ve rayzer kısımlarından oluşur. Petrolün distilasyonu sırasında gaz akıntısı ile sıvı kaçaklarını tutmak için kullanılır.

6.2.1.2. Genleşmenin Drama Yaptığı Etkiler

Dramda genleşme faktörü önemlidir. Stok ve dinlenme tankları ile ayırıştırma kaplarında sıcaklık artışı ile genleşme olur. Tank ve ayırıştırma kaplarının içinde bulunan sıvı ve gazların genleşmeleri genleşme tankları ile kontrol edilir.



Görsel 6.5: Rafineride dram



Sıra Sizde 5

Tabloda verilen maddelerden genleşmesi diğerlerine göre fazla olanları işaretleyiniz.

Ham petrol		Hava		Su		Etil alkol		Cam	
Sıvı yağ		Demir		Tahta		Cıva		Plastik	



3. UYGULAMA



SIVI MADDELERDE GENLEŞME

Amaç

Isıtılan sıvı maddelerde genleşmeyi belirleme

Araç Gereç

Erlenmayer, bunzen beki, su, maşa

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Erlenmayerin yarısına kadar su koyunuz.
- Bunzen bekini açınız.
- Erlenmayeri maşa ile tutarak bunzen bekinde ısıtınız.
- Erlenmayerin içindeki su seviyesini gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Gözlem sonuçlarını yazınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Erlenmayerin yarısına kadar su koydu.				
3	Bunzen bekini kullandı.				
4	Erlenmayeri ısıttı.				
5	Erlenmayerin içindeki su seviyesini gözlemledi.				
6	Erlenmayerin içindeki suyu bekleterek soğuttu ve su seviyesini kontrol etti.				
7	Gözlem sonuçlarını öğretmeni ve arkadaşları ile paylaştı.				
8	Sonuçları deftere yazdı.				
9	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

6.2.1.3. Dramı Devreye Alma İşlemleri

Dramı devreye alma işlemleri şunlardır:

1. Dramda hidrokarbonların alındığı rayzerin yüksekliği uygun ölçüye ayarlanır.
2. Dramdaki besleme bölümü 90°C'lik bir dirsekle dramın yan tarafından verilir.
3. Giriş nozulu ile su, hidrokarbon ve buhar çıkışları arasındaki mesafe en yüksek seviyeye ayarlanır.

6.2.1.4. Dramı Devreden Çıkarma İşlemleri

Dramı devreden çıkarma işlemleri şunlardır:

1. Gaz akıntısı ile sıvı kaçaqlarını tutmak için gaz hızı azaltılır.
2. Sıvı damlalarının dramın en alt bölümüne inmesi sağlanır.
3. Tutulamayan sıvı damlalarının dramın üst bölümündeki buhar giderici tarafından tutulması sağlanır.
4. Sıvının içindeki gaz, çıkış borularından çıkarılır.

6.2.1.5. Dram İşletiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler

Dramı işletirken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Ayrışmanın iyi olması için dram içinde karışım olmamalıdır.
- Dramların bakım, onarım ve temizliği düzenli olarak yapılmalıdır.
- Seviye kontrolleri yapılmalıdır.
- Teknik kontroller düzenli aralıklarla yapılmalıdır.
- Yıpranmayı önlemek için dram ve kolonlar gereksiz yere durdurulmamalıdır.
- Kullanılan malzeme, üretim hataları, korozyon ve mekanik kuvvetler dram ve kolonları çabuk yıpratmaktadır.
- İşletmede görevli olan kişiler bakım ve onarım işlerini takip etmelidir.



Sıra Sizde 6

Tabloda verilen terimlerden hangileri petrol endüstrisinde kullanılır?

Kolon	Desikatör	Atom	Genleşme tankı	Yoğunlaşma
Rafineri	Distilasyon	Ham petrol	Eşanjör	Barometre

6.3. EŞANJÖRLERİN İŞLETİMİ

Eşanjör, akışkanlar arasında ısı transferini sağlar. Rafineride önemli araçlardan biridir.

6.3.1. Eşanjör

İki veya daha fazla akışkan arasında ısı geçişini sağlayan araca **eşanjör** denir (Görsel 6.5). Eşanjör, ısı değiştirici olarak da bilinir.

Eşanjör iklimlendirme sistemlerinde, petrokimya endüstrisinde, proseslerde, enerji santrallerinde, gıda ve kâğıt endüstrisinde, kombilerde, atık ısının geri kazanılmasında ve araba radyatörlerinde kullanılır. Eşanjörler her gün kullanılan ve hayatı kolaylaştıran araçlardır.



Görsel 6.5: Eşanjör

6.3.1.1. Eşanjör Çeşitleri

Lehimli, borulu ve plakalı olmak üzere üç eşanjör türü vardır.

Tablo 6.1: Eşanjör Çeşitleri

Lehimli Eşanjör	
Borulu Eşanjör	a) Tek gövde tek boru geçişli eşanjör
	b) Tek gövde iki boru geçişli eşanjör
	c) İki gövde dört boru geçişli eşanjör
Plakalı (levhalı) Eşanjör	a) Paralel aynı yönlü eşanjör
	b) Paralel ters yönlü eşanjör
	c) Dik akışlı eşanjör
	ç) Çok yönlü akışlı eşanjör

Eşanjörler gövde ve tüp tiplerine göre şu şekilde sınıflandırılır:

- a) Sabit aynalı eşanjör
- b) U tüp demetli eşanjör
- c) Yüzen kafalı eşanjör
- ç) Destek halkalı eşanjör

6.3.1.2 Eşanjörün Özellikleri

Eşanjör, sıvı ya da gaz hâlindeki akışkanlar arasındaki ısı geçişini sağlar. Isı geçişini akışkanların birbirleri ile karışmasını önleyerek yapar. Isı aktarımı eşanjörün içindeki yüzeylerde olur.

Eşanjörün özellikleri şunlardır:

- o Günlük yaşamda en sık kullanılan ısı değiştiricilerdir.
- o Eşanjörün yapısında plâka, boru veya lehimli yüzeyler vardır.
- o Eşanjörde ısı aktarımı iletim ve taşınma yolu ile yapılır.
- o Eşanjörün gövdesinde tüpler ve tüp aynaları vardır.
- o Eşanjörün uç kısımlarında tüp giriş ve çıkış yerleri bulunur.

6.3.1.3. Genleşmenin Eşanjöre Yaptığı Etkiler

Isıtma ve soğutma sistemlerinin güvenli çalışması için basıncın uygun değerde olması gerekir. Bunun için genleşme tankları kullanılır. Genleşme tankında birbirinden ayrılmış su ve gaz bölmeleri vardır. Eşanjörde bulunan sıvı ve gazlar sıcaklık nedeniyle genleşir. Genleşme tankındaki sıvı tank sistemine bağlıdır. Gaz ise belli bir basınç değerinde tanka doldurulur. Sıvı ısınıp genleştiğinde fazla su tanka dolar ve gaz basıncı yükselir. Sistem soğuduğunda suyun hacmi azalır ve su tanktan boşalır. Tanktaki gazın basıncı azalır. Böylece tanktaki gazın basıncı azalarak genleşmeden dolayı oluşan basınç değişikliği önlenmiş olur.

6.3.1.4. Eşanjörü Devreye Alma İşlemleri

Eşanjörü devreye alma işlemleri şunlardır:

1. Petrolün içindeki hidrokarbonlar hava ile karışırsa patlar. Bunun için önce eşanjörün içindeki hava ve sıvı, gaz ya da buharla atılır.
2. Soğutma suyu açılır.
3. Sıcak akışkan devresi yavaşça açılarak çalışma sıcaklığına ulaşılır.

6.3.1.5. Eşanjörü Devreden Çıkarma İşlemleri

Eşanjörü devreden çıkarma işlemleri şunlardır:

1. Eşanjördeki sıcak akışkan önce çıkarılır. Böylece eşanjör soğumuş olur.
2. Soğutma suyu devresi kapatılır.
3. Eşanjörün içindeki su boşaltılır.
4. Vanalar kapatılır.
5. Eşanjörün gövdesindeki hidrokarbonların basıncı yavaşça düşürülür.
6. Hidrokarbonlar buhar veya gaz püskürtülerek temizlenir.

6.3.1.6. Eşanjör İşletiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Eşanjörün gövdesi ve tüpleri farklı malzemeden yapılmışsa sıcaklığa karşı genleşme hızları farklı olur.
- Ani sıcaklık değişimlerinde eşanjör bağlantılarında zorlanma ve kopmalar olur.
- Sıcak eşanjöre soğuk akışkan, soğuk eşanjöre sıcak akışkan yavaşça koyulmalıdır.
- Eşanjör kapatıldıktan sonra vanalar kapatılmalıdır.
- Eşanjörün dış ortamındaki sıcaklığı sıfırın altında ise eşanjör tüplerinde kalan su donar. Donan su genleşir ve tüpleri patlatır. Bu nedenle hava sıcaklığı sıfırın altında ise eşanjörün içindeki su boşaltılmalıdır.
- Eşanjörde kalan hidrokarbonlar buhar veya gaz püskürtülerek mutlaka temizlenmelidir. Çünkü eşanjörün içindeki patlayıcı karışımlar tehlike oluşturur.
- Kirli eşanjör kullanmak verimi azaltır. Bunun için eşanjörün temizliği ve bakımı düzenli olarak yapılmalıdır.

6.3.2. Isı Enerjisinin Önemi

Isı enerjisi fırınlarda, enerji üretim sistemlerinde, seralarda, endüstride, ısıtma ve soğutma sistemlerinde ve birçok alanda kullanılan enerji türüdür. Rafinerilerde ham petrolden petrol ürünlerinin elde edilmesinde ısı enerjisi kullanılır. Hidrokarbonların parçalanması işleminde ısı enerjisi önemli bir faktördür.

6.3.3. Isı Enerjisi Kayıplarının Oluşturduğu Sonuçlar

Isı enerjisi kayıpları tüketicilere maddi zararlar verir. İklim değişikliği; su, gıda, hava gibi yaşamsal ihtiyaçlarımızı, şehir alt yapılarını ve enerji kaynaklarını olumsuz etkiler. İklim değişikliğine karşı enerji tasarrufu sağlanarak önlemler alınmalıdır. Sıcak akışkandan daha soğuk ortama veya sıcak ortamdan daha soğuk akışkana doğru bir ısı aktarımı gerçekleşir. Isıtma ve soğutma sistemlerinin beklenen verimlilikte çalışmaları için bu kayıp ve kazançların miktarı dikkate alınarak akışkanın sıcaklığı değiştirilir. Fazladan enerji tüketimine neden olan ısı enerjisi kayıplarını en aza indirmek için yapı ve tesisatlarda mutlaka yalıtım yapılmalıdır. Isı yalıtımı yapılan yapı ve tesisatlarda kullanılan enerji miktarı önemli derecede azalır. Böylece küresel ısınma ve hava kirliliğinin artması önlenir. Özellikle enerji kaynakları dikkatli kullanılmalıdır. Isı enerjisini elde etmede tükenmez bir enerji kaynağı olan güneşten yeterince faydalanılmalıdır.



Araştırma

Isı enerjisi kayıplarını önlemek için yapılması gerekenler ile ilgili araştırma yapınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek rapor hâlinde yazınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



4. UYGULAMA



ISI ENERJİSİ ALIŞ VERİŞİ

Amaç

Isı alış veriş ile buzun eridiğini gözlemleme

Araç Gereç

İki adet buz kalıbı, bir adet kova, bir adet bardak, su

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Bir kovaya ve bardağa su doldurunuz.
- Buz kalıbının birini bardağa, diğerini kovaya koyunuz.
- Buz kalıplarındaki değişimi gözlemleyiniz.
- Buz kalıplarının erime nedenini açıklayınız.
- Kova ve bardaktaki suyun sıcaklığını kontrol ediniz.
- Öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla sonuçları tartışınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Kova ve bardağın içine su koydu.				
3	Buz kalıbını kova ve bardağın içine koydu.				
4	Kova ve bardağı gözlemledi.				
5	Bardak ve kovadaki buzun erime nedenini açıkladı.				
6	Bardak ve kovanın içindeki su sıcaklığını karşılaştırdı.				
7	Katı maddelerin genişmesini arkadaşlarıyla paylaştı.				
8	Gözlem sonuçlarını öğretmeni ve arkadaşları ile paylaştı.				
9	Gözlem sonuçlarını karşılaştırarak defterine yazdı.				
Öğretmen Görüşü					



5. UYGULAMA



ISI YALITIMININ ÖNEMİNİ GÖZLEMLEMEK

Amaç

Isı yalıtımının farkını belirleme

Araç Gereç

Pamuk, iki adet bardak, iki adet buz kalıbı, streç film, bant

Uygulamanın Yapılışı

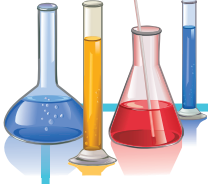
- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Birinci bardağın etrafını pamuk ile sarınız ve bantla pamuğu sabitleyiniz.
- İkinci bardağın içine buz kalıbını koyunuz ve bardağın ağız kısmını streç film ile kapatınız.
- Birinci bardağın içine buz kalıbını koyunuz ve bardağı streç film ile kapatınız.
- Bir süre bekleyerek buz kalıplarını gözlemleyiniz.
- Pamuk sarılı bardaktaki buz ile pamuk sarılı olmayan bardaktaki buzu karşılaştırınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla tartışınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Bardağın etrafını pamukla sardı.				
3	Buz kalıbını 1. ve 2. bardağa koydu.				
4	Bardakların üzerini streç film ile sıkıca kapattı.				
5	Bardaklardaki buz kalıplarını gözlemledi.				
6	Pamuk sarılı olan bardaktaki buzun geç erimesinin nedenini açıkladı.				
7	Gözlem sonuçlarını arkadaşları ile tartıştı.				
8	Isı yalıtımının önemini belirtti.				
9	Sonuçları deftere yazdı.				

Öğretmen Görüşü



Ölçme ve Değerlendirme

- A) Aşağıda 'tanılayıcı dallanmış ağaç' tekniğinde bir soru verilmiştir. İlk ifadeden başlayınız. Doğru veya yanlış sorularına verdiğiniz cevaba göre ilerleyiniz. Yalnızca bir şıkkı işaretleyiniz.

Ham petrolden distilasyon yöntemi ile ürünler elde edilir.							
↓ Doğru				↓ Yanlış			
Dramın diğer adı filtredir.				Eşanjör sadece rafineride kullanılır.			
↓ Doğru		↓ Yanlış		↓ Doğru		↓ Yanlış	
Kolonda 4 çeşit tepsi vardır.		Eşanjör ısı değiştiricidir.		Kolonda 3 reflüks bulunur.		Rafineride eşanjör temizlenmez.	
↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru
Asfalt, yol yapımında kullanılır.	En basit kap borudur.	Kolonda 2 çeşit tepsi vardır.	Rafineride temel kap kazandır.	LPG petrolden elde edilir.	En basit kap dramdır.	Dinlenme tankı bir çeşit dramdır.	Isı bir enerjidir.
↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru	↓Doğru
A	B	C	D	E	F	G	H

- B) Aşağıdaki cümlelerde noktalı yerleri tabloda bulunan uygun ifadelerle tamamlayınız.

kolon	dram	eşanjör	genleşme	gaz
sıvı	önlem	tepsili	dolgulu	buhar

1. Rafineride kullanılan kaplar ,ve dir.
2. Kolon çeşitleri vekolondur.
3. Sıcaklığı artırılan bir maddenin hacminin artmasına denir.
4. Kolonda yukarıdan aşağıya akışı olur.
5. Isı kayıplarını azaltmak için alınması gerekir.



C) Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

6. Aşağıda petrol rafinerilerinde kullanılan kaplardan hangisi temel kap değildir?
- A) Kolon B) Eşanjör
C) Tepsi D) Reflüks
E) Dram
7. Akışkanlar arası ısı değişimini sağlayan ve farklı kullanım alanları olan eşanjörler aşağıda verilen seçeneklerin hangisinde kullanılmaz?
- A) Kombilerde
B) Dokuma tezgahlarında
C) Petrokimya endüstrisinde
D) Enerji santrallerinde
E) Araç radyatörlerinde
8. Aşağıda verilen maddenin bulunduğu formlarda hangisinde genişleme miktarı diğerlerinden daha fazladır?
- A) Gaz B) Katı
C) Sıvı D) Buhar
E) Plazma
9. Aşağıdakilerden hangisi rafinerideki kolonların şeklini gösterir?
- A) Daire
B) Silindir
C) Küre
D) Dikdörtgen
E) Kare
10. Aşağıdakilerden hangisi sıvı ve gaz karışımının drama giriş yeridir?
- A) Alt yan kısmı
B) Sadece üst kısmı
C) Sadece alt kısmı
D) Orta yan kısmı
E) Alt ve üst kısmı
11. Aşağıdakilerden hangisi en sık kullanılan eşanjördür?
- A) Lehimli
B) Plakalı
C) Borulu
D) Levhalı
E) Rejeneratif
12. Aşağıdakilerden hangisi ham petrol-den elde edilmez?
- A) Nafta
B) Fuel oil
C) Parafin
D) Petrol gazı
E) Cam
13. Aşağıdaki ayırma yöntemlerinden hangisi petrol rafinerilerinde kullanılır?
- A) Yüzdürme
B) Distilasyon
C) Eleme
D) Süzme
E) Çöktürme

7 Birimi

Öğrenme

YANAR EKİPMAN KONTROLÜ



TEMEL KAVRAMLAR

- Fırın
- Buharla parçalama
- Kok
- Kazan
- Kurum üfleyici
- Kojenerasyon

KONULAR

1. YAKMA İÇİN FIRINI HAZIRLAMA VE YAKMA
2. FIRINDA SICAKLIK KONTROLÜ
3. BUHAR KAZANININ İŞLETİMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Fırını hazırlayarak yakma
- Fırında sıcaklık kontrolü yapma
- Buhar kazanı işletimini gerçekleştirme

YAKMA İÇİN FIRINI HAZIRLAMA VE YAKMA

Hazırlık

Çevrenizde kullanılan fırınlara örnek veriniz.

7.1. YAKMA İÇİN FIRINI HAZIRLAMA VE YAKMA

Rafineride ısı enerjisi, yakıtın yanması ile elde edilir. Yakıtın yanma işlemi kontrollü olarak yapılmalıdır.

7.1.1. Fırınlr

Rafinerilerde belirli bir sıcaklıktaki akışkanın sıcaklığını yakıt kullanarak daha yüksek bir sıcaklığa getirebilmek için kullanılan ekipmanlara **fırın** denir. Fırınlarda yakıt olarak sıvı fuel oil ve gaz kullanılır. Fırınlr, petrol rafinerilerinde hidrokarbonların ısıtılarak ham petrol türevlerinin elde edilmesini sağlar. Hidrokarbonlar ağır ham petrolün ilk ürünü olan petrol gazı ile en son ürünü olan asfaltene elde etmek için kullanılan petrol türevidir.

7.1.1.1. Fırınlrın İşlevi

Ham petrol, 220°C ısıtılan fırına dört koldan alınarak ısıl işlemden geçirilir. Fırınlarda ısıl işlem esnasında sıcaklık 330-360°C'ye çıkar.

Fırınlarda fraksiyonlama (ayırma) ve sıyırma işlemleri yapılır. Fırınlarda 350°C'ye kadar ısıtılan ham petrol atmosferik distilasyon (damıtma) kolonuna alttan iki koldan girer ve fraksiyonlama sonucu LPG, nafta, kerosen ve dizel yakıt gibi ürünler elde edilir. Kolondaki buhar yükünü dengelemek için nafta, kerosen ve reflüks yaparak ısı bir miktar düşürülür. Burada buharla sıyrılan ürünler eşanjör ile 40°C'ye kadar soğutulup tanklara gönderilir.

7.1.1.2. Fırın Çeşitleri

Fırın çeşitleri şunlardır:

Kutu Fırınlr: İç kısmı yatay borulardan oluşan fırınlardır. Bu tip fırınlarda bölgesel olarak ısıyı değiştirmek mümkündür.

Düşey Borulu Fırınlr: Bu tip fırınlrın silindirik veya dört köşeli olanları vardır. Boru demetlerinin hepsi düşey borulardan oluşur (Görsel 7.1).

Helisel Borulu Fırınlr: Silindirik bir gövdeye sahip olan bu boru tipleri konulduğu yerde spiral şekilde yükselir.

Wicket Fırınlr: Bu fırınlarda radyant adı verilen borular ters, düz, U veya L şeklinde paralel durur.



Görsel 7.1: Düşey borulu fırınlr



1. UYGULAMA



FIRINLARDA YAKMA İŞLEMLERİ

Amaç

Fırını yakmayı gerçekleştirme

Araç Gereç

Küçük ateşleyici (Görsel 7.2), sanayi tipi fırın (Görsel 7.3), eldiven, katı yakıt (odun ve kömür)

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Fırının alt kısmına kömürü, üst kısmına odunu koyunuz.
- Öğretmeninizin gözetiminde ateşleyici kullanarak fırını üst kısmından yakınız.
- Dumanın fırından kontrollü bir şekilde çıktığını kontrol ediniz.
- İşlem bittikten sonra ateşi söndürünüz.



Görsel 7.2: Ateşleyici



Görsel 7.3: Küçük sanayi tipi fırın

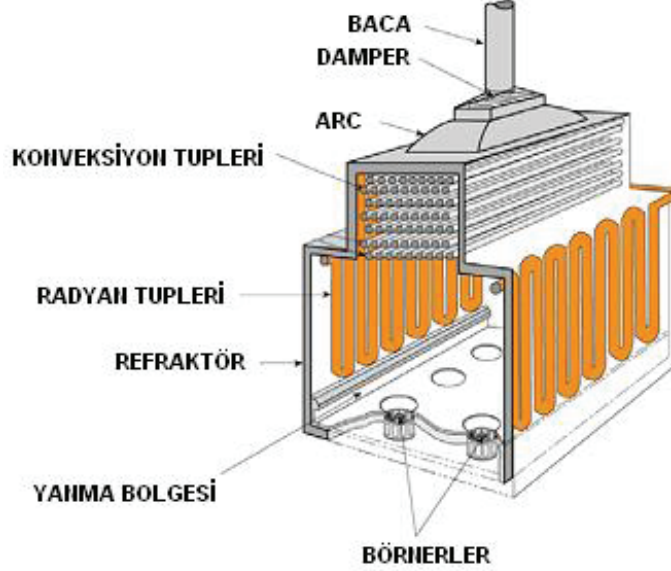
DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Kömürü alt kısma, odunu üst kısma koydu.				
3	Ateşleyici kullanarak fırını üst kısmından yaktı.				
4	Duman çıkışını kontrol etti.				
5	Uygulama bittikten sonra ateşi söndürdü.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

7.1.1.3. Fırın Bölümleri

Fırın, çeşitli bölümlerden oluşur (Görsel 7.4). Fırının en önemli bölümlerinden biri börnerdir. Sıvı ya da gaz yakıt börnerde buhara dönüşür. Buharın havayla karışarak düzgün bir yanma sağladığı bölümdür.



Görsel 7.4: Fırının bölümleri

7.1.1.4 Fırında Kullanılan Yakıtlar

Fırınlarda kullanılan yakıtlar cinsine göre farklılık gösterir. Fırınlarda; katı, sıvı, gaz yakıtlar tek başına kullanıldığı gibi birlikte de kullanılabilir.

Kazanlarda rafineriden elde edilen yan ürünler yakılır. Rafineri koku denilen katı yakıtların da kullanıldığı bilinmektedir.

Rafineride üretilen yakıtların başında doğal gaz gelir. Bu yakıtın kullanımı oldukça avantajlıdır. Doğal gaz boru hatları; kara ve deniz yolu ile taşınır (Görsel 7.5).



Görsel 7.5: Doğal gaz boru hattı

7.1.1.5. Fırınların Yakılması İçin Hazırlık İşlemleri ve Güvenliğin Sağlanması

Fırınlarda yakma işlemi gerçekleştirilmeden önce yapılması zorunlu işler vardır.

1. Baca kontrollerinde bacaya girmeden önce güvenlik önlemleri alınmalıdır.
2. Yanma gazlarının uzaklaştırılması için fırın yeterince havalandırılmalıdır.
3. Personelin iş güvenliği üst düzeyde sağlanmalıdır.
4. Yakıt geçişlerinin ve buhar hatlarının fırın ile bağlantısı kesilmelidir.
5. Birden fazla fırın bağlantısı var ise diğer fırınlardan duman çıkışının kesilmesi gerekmektedir.
6. Fırının dışındaki tüm boru donatılarının izolasyonu yapılmış olmalıdır.

7.2. FIRINDA SICAKLIK KONTROLÜ

Rafinerilerde fırının kullanılmasının amacı, akışkanı belli bir sıcaklığa çıkarmak ve bu sıcaklıkta sabit tutmaktır. Bu nedenle akışkanın sıcaklığı sürekli kontrol edilmelidir.

7.2.1. Fırın Operasyonları

İskele, salıncak ve merdiven gibi ekipmanlar kullanılarak fırın operasyonları başlatılır. Kullanılacak ekipmanların güvenli olduğu kontrol edilmelidir. Gerekli yerlere uyarı levhaları konulmalıdır. Fırını içten kontrole başlamadan önce duman kanallarında ve baca etrafında çalışanlara bilgi verilmelidir.

İçeride kontroller devam ederken fırın borularının ve fırına ait diğer ekipmanların sarsılmamasına dikkat edilmelidir. Aksi hâlde sıcaklığa dayanıksız olan malzemenin gevşemiş olan bölümleri sarsıntı ile hasar alır ve yaralanmalara neden olur.

7.2.2. Fırında Sıcaklık Kontrolleri İçin Kullanılan Elemanlar

Fırınlarda boruların ve ekipmanların metal sıcaklığı işletmenin sıcaklığına bağlıdır. Fırındaki yıpranmanın türünü belirleyen en önemli faktör metal sıcaklığıdır. Metal ekipmanların sıcaklığındaki aşırı değişim, borunun tıkanmasına ve yanmanın ayarsızlığına neden olur. Sıcaklık, aşağıdaki nedenlerle sık sık kontrol edilmelidir.

- 1. Sarkma:** Aşırı ısınan metalin yapısal olarak dayanımının bozulmasıdır.
- 2. Eğrilme:** Metalin sıcaklık dağılımındaki düzensizliklerdir. Bu durum alev çarpması ya da metal içinde kok birikmesi sonucunda gerçekleşir.
- 3. Oksitlenme ve Tufallanma:** Boruların yanma ile tıkanması ya da yüksek yanma sıcaklığı nedeniyle hasar görmesidir.
- 4. Genleşme:** Tüm metaller sıcaklıkla genişler. Sıcaklık, korozyonun (metal yorgunluğu) hızlanmasına neden olur. Sıcaklığın yükselmesiyle çalışan parçalar ciddi ölçüde yıpranır ve zayıflar. Sıcaklık kontrolleri bu tür durumların tespit edilmesini sağlar. Sıcaklık kontrollerinin yapılması ısıl yorulmayı ve ısıl darbeyi engeller. Fırınların sıcaklık kontrollerinde kullanılan en avantajlı ve sağlıklı ölçüm cihazı termokupllardır.

7.2.3. Fırında Güvenlik Kontrolü

Fırınlarda yanmanın güvenli bir şekilde yapılabilmesi için kontrollerin düzenli ve dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Öncelikle baca ve yabancı madde kontrolü yapılmalıdır. Fuel oil ya da gaz ile çalışan bir fırında yakıtın yeterli miktarda geldiği kontrol edilmelidir. Manuel çalıştırılan fırın, daha sonra istenilen sıcaklığa geldiğinde otomatiğe alınmalıdır. Bu prosedüre **start-up prosedürü** denir.

Fırında sıcaklık, genellikle ısıtma hattında bir vana ile kontrol edilir (Görsel 7.6). Kontrol noktası ayrıca bir alt bölme tepsisinde de olabilir. Sıcaklık kontrol noktasında dikkatli olunmalıdır. Fırınlar, kontrol vanası ve ısıtma hattında eksiksiz bir akış kaydedici kontrolöre (FRC) sahiptir. FRC'nin ayar noktası, sıcaklık kaydedici kontrolör (TRC) tarafından değiştirilir.



Görsel 7.6: Fırın sıcaklık kontrolü

7.2.4. Fırınlarda Oluşabilecek Aksaklıklar ve Dikkat Edilecek Hususlar

Fırınlarda meydana gelen en önemli aksaklıklardan biri aşırı ısınmadır. Su, yağ, kazan taşı ve çamurlanma aşırı ısınmaya neden olabilir. Aşırı ısınma metalin oksitlenmesine, basınçlı parçaların deformasyonuna ve yarılmalara sebep olur. Bir başka aksaklık tıkanmalardır. Tıkanma kısa süreli olsa bile borunun kızgınlaşan bölümünün soğuk su ile teması sonrasında sertleşmesine ve çatlamasına neden olur.

Kızdırıcı emniyet vanaları, buhar dramı emniyet vanalarından daha düşük basınç koşullarına ayarlanmalıdır. Fırın basıncı herhangi bir sebeple normalden daha yüksek bir değere çıktığında öncelikle kızdırıcı boru ekipmanında buhar akımının devamı sağlanmalıdır. Bu şekilde buharsız kalmaları engellenir ve sistemin düzgün çalışmaları sağlanmış olur.

7.2.5. Fırınlarda Kok Oluşumu ve Etkileri

Etilen, gaz ve sıvı hidrokarbonların termal parçalanması sonucu ortaya çıkan petrol türevidir. Gaz fazında oluşan termal parçalanma reaksiyonuna **buharla parçalama** veya **ısı ayrışma** denir. Etilen üretimi çok karmaşık bir prosestir. Buharla parçalanmanın ardından soğutma, sıkıştırma ve ayırma basamakları uygulanır. Termal krakingte, yüksek molekül ağırlıklı hidrokarbonlar katalizör kullanılmadan yüksek sıcaklıklarda daha hafif fraksiyonlarına ayrılır. Koklaşma, termal parçalanmadan kaynaklı yan reaksiyondur. Kok oluşumunda görülen etki, ısı kaynağı sisteminde görülen ana problem olarak açıklanabilir.

Katalitik kok oluşumu, kok birikmesi ve koklaşma, parçalama fırınlarına giden nikel ve sodyumdan kaynaklanır. Sülfürleştirici maddeyi devamlı vermek, kokun azaltılması ve karbonmonoksit gazının oluşumunun kontrol edilmesi için iyi bir metottur.

Fırın tüplerinden buhar geçirilirken börnerler yakılır ve fırından çıkan buharın sıcaklığı 540 °C'ye çıkarılır. Bu aşamada tüplere kontrollü olarak hava verilir. Tüp yüzeylerinde bulunan kok, karbon-dioksit ve karbonmonoksit'e dönüşerek uzaklaşır.

7.2.6. Dekoking İşleminde Uyulması Gereken Kurallar

Dekoking işlemi, kok tamburlarında biriken kok kömürünü giderme işlemidir. Koklaşmanın giderilmesi işleminde iki kok tamburu kullanılır. Birinci tambur dolduğunda temizlemek için çıkarılır ve temizlenmiş olan ikinci tambur takılır. Bu işlem 18 saatte bir tekrarlanır. Dekoking işlemi, yüksek basınçlı su jeti ile gerçekleştirilen günlük rutin bir uygulamadır. Önce kok tamburunun üst ve alt kafaları çıkarılır. Sonra biriken kok üzerinde tamburun üstünden altına doğru bir delik açılır ve deliğin içinde yana doğru su jeti püskürtülür. Yüksek basınçlı su jeti kok kömürünü topaklar hâlinde keser ve bu parçalar tamburun dibinden düşer.

Ancak kok kömürünün tamamen temizlenmesi her zaman mümkün değildir. Böyle bir durumda pahalı ve yıkıcı bir temizleme yöntemi olan borunun sökülmesi gerekebilir. Yanlış prosedürler tüplerin aşırı ısınmasına ve ısıtıcıda ciddi hasarlara neden olabilir. Bundan dolayı işlemleri yalnızca deneyimli ve eğitilmiş personelin gerçekleştirmesi gerekir.

Dekoking işlemi tek başına yeterli olmaz. Sıcak kok ve havanın kimyasal reaksiyonu sonucunda atmosfere yaydığı CO, CO₂ ve H₂ gazlarının salınmasını engellemek de gerekmektedir.

Dekoking işlemi sırasında kokları ve tortuyu giderirken fırın tüplerine zarar vermemek gerekir. Fırınlara düzenli olarak temizlenmesi ve denetlenmesi güvenilirliği ve sürekliliği artırır.



2. UYGULAMA



KOK PARÇALANMASI

Amaç

Borulardaki koku parçalama

Araç Gereç

Yüksek basınçlı sıcak su borusu

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Katı yakıtla çalışan kalorifer kazanındaki tahliye borusunu çıkarınız.
- Boru içindeki kok oluşumunu tespit ediniz.
- Boruyu sıcak su pompası ile yıkayınız.
- Kok oluşumu giderilinceye kadar işleme devam ediniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama için tahliye borusunu getirdi.				
3	Boru içinde kok oluşumu tespit etti.				
4	Yüksek basınçlı sıcak su pompası ile yıkama işlemi yaptı.				
5	Kok oluşumu giderilene kadar uygulamaya devam etti.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

7.3. BUHAR KAZANI İŞLETİMİ

Kazanlar işleme başlamadan önce kalıntı, kireç ve kurumlardan temizlenmiş olmalıdır. Ayrıca kazanın güvenlik kontrolleri yapılmalıdır.

7.3.1. Buhar Kazanı ve İşlevi

Buhar kazanları, buhar elde etmek için kullanılan kazanlardır. Kömür, doğal gaz, fuel oil ve motorin gibi yakıtlar yakılarak kazandaki suyun ısıtılıp buhar elde edilmesi prensibi ile çalışır. Buhar kazanlarındaki su, yüksek ısıda buhara dönüşür ve yüksek basınç oluşturur. Buhar kazanlarında oluşan yüksek basınç, kazandaki ekipmanlar ve kurulu sistem ile kontrol altına alınır.

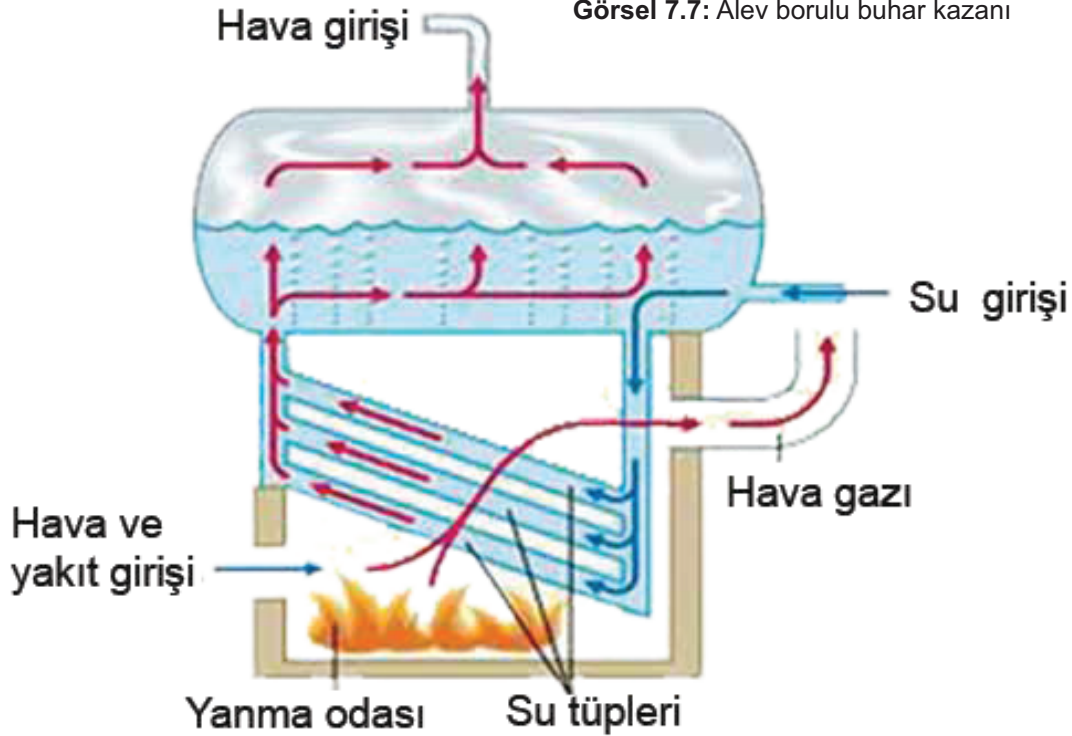
7.3.1.1. Buhar Kazanı Çeşitleri

Kazanın yapısal tasarımını açısından dört çeşidi vardır. Kazan çeşitleri şunlardır:

1. Alev borulu buhar kazanı (Görsel 7.7)
2. Su borulu buhar kazanı (Görsel 7.8)
3. Alev duman borulu kazan
4. Duman borulu kazan



Görsel 7.7: Alev borulu buhar kazanı



Görsel 7.8: Su borulu buhar kazanı



3. UYGULAMA



BUHAR ÜRETİMİ

Amaç

Buhar üretimini gözleme

Araç Gereç

Balon joje, mantar tıpa, U boru, metal kısıkaç, bunzen beki, metal spor çubuk

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Balon jojeyi su ile doldurunuz.
- U borusunu tıpadan geçiriniz, balon jojeye takınız.
- Bunzen beki ile balon jojeyi ısıtınız.
- Buhar çıkışını gözlemleyiniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama malzemelerini hazırladı.				
3	Balon jojeyi su ile doldurdu.				
4	Balon jojeye U borusunu taktı.				
5	Bunzen beki ile balon jojeyi ısıttı.				
6	Buhar çıkışını gözlemledi.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü



4. UYGULAMA



BUHAR SICAKLIĞI

Amaç

Suyun kaynama sıcaklığını ve buhar sıcaklığını ölçme

Araç Gereç

Beher, su, termometre, bunzen beki

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Behere su doldurup suyun sıcaklığını ölçünüz.
- Beherdeki suyu bunzen bekinde ısıtınız.
- Beherdeki suyu kaynama noktasına ısıtınız. Buhar çıkışını gözlemleyiniz. Kaynama sıcaklığını ölçünüz.
- Suyun ve buharın sıcaklığını ölçüp karşılaştırınız.

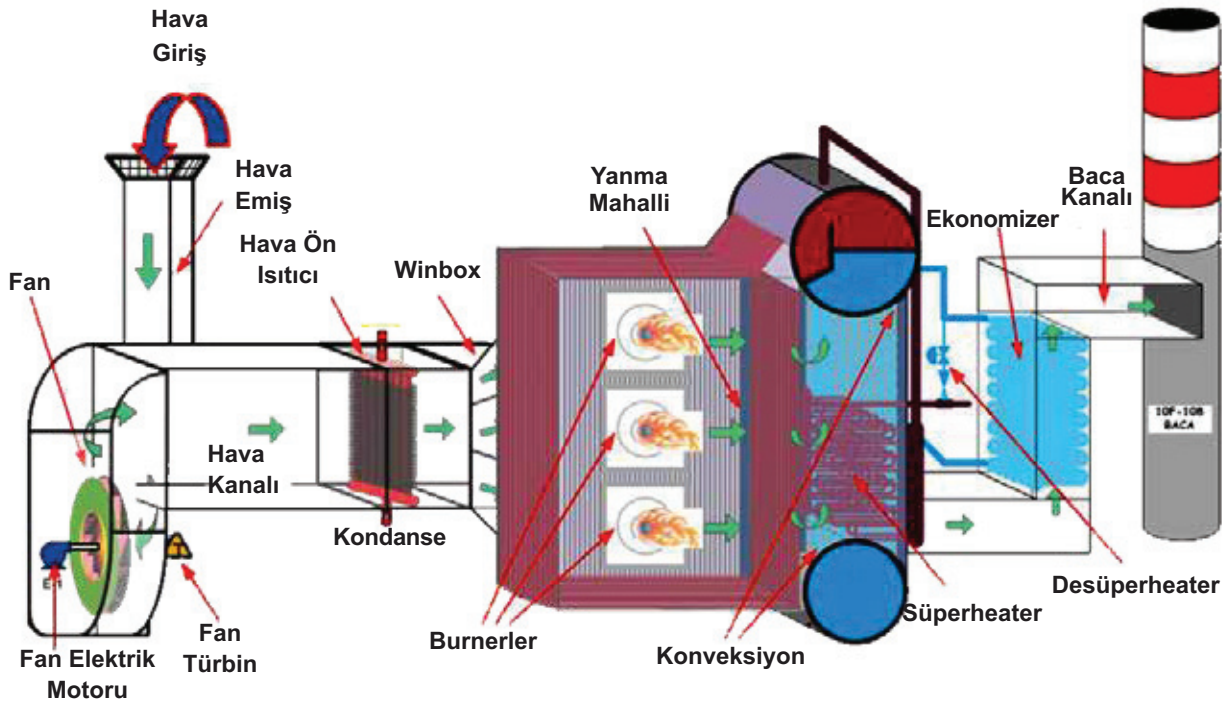
DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama malzemesini hazırladı.				
3	Beher içine buz dolurup sıcaklığını ölçtü.				
4	Suyun kaynama noktasını ölçtü.				
5	Buhar ve suyun sıcaklığını ölçüp karşılaştırdı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

7.3.1. 2. Buhar Kazanının Bölümleri



Görsel 7.9: Buhar kazanının bölümleri

7.3.1.3 Fırın Kazanlarında Deneme İşlemleri

Buhar kazanlarının teknik elemanlar tarafından deneme yapılarak kurulumu yapılmalıdır. Kazan, yüksek veya normal basınç koşullarında çalıştırılmalıdır. Yakıt kullanılarak ilk yanma sağlanır ve buhar elde edilir. Yakıt sistemlerinin içinde yer alan pompalar ve süzgeçler düzgün çalışmalıdır.

Kazan su ile doldurularak basınç testine tabii tutulup kaçak kontrolleri yapılmalıdır. Kazanda hava kalmamalıdır. Eklenecek suyun aşırı sıcak ya da soğuk olmaması gerekir.

7.3.1.4. Buhar Kazanını Yakmak İçin Gerekli İşlem Basamakları

Yanmanın gerçekleşebilmesi için üç bileşen gereklidir.

1. Yanıcı madde (yakıt)
2. Yakıcı madde (hava veya oksijen)
3. Bu yanıcı madde ile yakıcı maddenin tutuşma sıcaklığına kadar ısıtılması (ısı)

Buhar kazanını yakmak için brülör devresinin ve devir daim pompasının aktif olup olmadığı kontrol edilmelidir. Pompalar çalışmadan brülörün çalışmayacağı unutulmamalıdır. Sistem yağ seviyesi kontrol edilmelidir. Devir daim pompası çalıştırılmalı ve brülör devreye alınmalıdır.

Kazan çalıştıktan sonra sıcaklık istenilen seviyeye geldiğinde çalışma durdurulur.

7.3.1.5. Buhar Kazanlarında Sıcaklık Kontrolü İçin Kullanılan Elemanlar

Termostatlar, kazanın içindeki suyun sıcaklığının belli seviyede olmasını sağlar. Sıvı yakıt kullanılan kazanlarda sıcaklık arttığında brülör durur, azaldığında ise brülör çalışır. Yakıt olarak kömür kullanılan kazanlarda sıcaklık arttığında veya azaldığında brülör vantilatörü durdurur ya da çalıştırır. Fan kazan veya gidiş kollektörü üzerinde bulunur.

7.3.1.6. Buhar Kazanlarında Sıcaklık Kontrolünde Dikkat Edilmesi Gerekenler

Kazandaki buhar basıncının istenilen sabit değerde olması için kazanda ölçü ve kontrol yapılır. Buhar basıncının kazanın etiketinde belirtilen en yüksek basınç değerini geçmemesi gerekir. Yanma kontrolü iki şekilde yapılabilir.

- a) **Gözle Kontrol:** Buhar basıncı manometresinde kırmızı renk ile işaretlenen en yüksek basınç değeri üzerine çıkılıp çıkılmadığı devamlı olarak kontrol edilir.
- b) **Otomatik Kontrol:** Basınç kontrol cihazı ile otomatik yanma sistemi kontrol edilir.

Buhar basıncı belli bir seviyenin üzerine çıktığında mekanizma brülörü otomatik olarak durdurur, seviyenin altına indiğinde ise brülörü çalıştırır. Kazanlarda sıcaklık kontrolü yapılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilir.

1. İş yerinde kullanılan bütün kazanlar yangına ve patlamaya karşı dayanıklı olmalı ve çatı kısmı hafif malzemedan yapılmalıdır. Kazanlar ayrı bir bölmede veya kapalı bir binada olmalıdır. Kazan dairesinin üzerinde kat olmamalı ve personel çalıştırılmamalıdır.
2. Kazan dairelerinin sürekli büyük havalandırma sistemleri ile etkin bir şekilde havalandırılması sağlanmalıdır.
3. Her kazanın görünür bir yerinde; imalatçı firmanın adı, kazanın seri numarası, imal edildiği yıl ve en yüksek çalışma basıncını gösteren bir plaka ve kazan bakım kartları bulunmalıdır.

7.3.1.7. Buhar Kazanlarında Kurum Üfleyiciler

Yanma sonucunda kül ve kurum ortaya çıkar. Kül ve kurum, duman gazları ile sürüklendiğinde ısının geçtiği yüzeylere yapışması önlenmiş olur. Kurumlar ısı geçişini olumsuz etkiler ve buhar oluşumunu azaltır. Bu nedenle kurumların oluştuğu yüzeyleri temizlemek için kurum üfleyici cihazlar kullanılır. Bu cihazlar buhar veya basınçlı hava ile çalışır.

7.3.1.8. Kurum Üfleyicileri Çalıştırma İşlem Basamakları

Rafinerilerde genellikle hareketli kurum üfleyiciler kullanılmaktadır. Bu cihazlar, elle çalıştırılabileceği gibi bir kumanda panelinden otomatik olarak da çalıştırılabilir. Otomatik çalıştırma şu şekilde yapılır:

- Buhar giriş valfleri ve drenaj valfleri açılır.
- Zamanı geldiğinde drenaj valfleri kapatılır.
- Programa uygun olarak sırayla kurum üfleyiciler çalıştırılır.
- En son kurum üfleyici, işlemi tamamladıktan sonra buhar hattındaki valf kapatılır ve sistem devre dışı bırakılır.

7.3.1.9. Buhar Kazanlarında Meydana Gelebilecek Aksaklıklar ve Dikkat Edilecek Hususlar

Buhar kazanlarında meydana gelebilecek aksaklıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Buhar kazanında su seviyesinin düşmesi
2. Brülörün sönmesi, hareket etmemesi
3. Ateşlemeden sonra alev oluşmaması
4. Enerji kesintisi

Dikkat edilecek hususlar şu şekilde sıralanabilir:

- Kazanda su bulunmadığında kesinlikle kazan yakılmamalıdır.
- Kazan yanarken içine girilmemelidir.
- Bacaların temiz ve bakımlı olması iyi bir yanma için gereklidir. Baca çekişi de kontrol edilmelidir.
- Baca ve baca bağlantıları hava sızdırmamalıdır.
- Yanma esnasında kazanın baca temizleme kapağı ve duman sandığı asla açılmamalıdır.
- Brülör çalıştığında kazan kapakları kesinlikle açılmamalıdır.

7.3.2. Buhar Kayıplarının Önemi

Buhar kullanan işletmelerde kazandaki yakıtın yanması ile elde edilen ısı enerjisi kullanılır ve buhar elde edilir. Buhar ısı enerjisini taşır ve proses ekipmanına iletir. Üretilen ısı enerjisi kaybı iki şekilde gerçekleşir.

1. **Blöf Kaybı:** Kazanda meydana gelen yüzeyde ve dip blöflerde atılan ısı enerjisi kaybıdır.
2. **Yanma Kaybı:** Kazan brülöründe yanmamış olarak atılan yakıtın sahip olduğu ısı enerjisine bağlı kayıplardır. Bu durumlar dikkate alınmalı ve gerekli düzeltici faaliyet öncelikli olarak yapılmalıdır.

7.3.1.1. Buhar Kayıplarının Parasal Değeri

Bir işletme hattında dış ortama atılan buhar oranı %25 civarındadır. Bu da işletmede ciddi ekonomik zararların oluşmasına neden olmaktadır. Bacadan çıkan gazın sıcaklığının 220°C'den 120°C'ye düşürülmesi bacada oluşabilecek asit oluşumunu azaltır. Böylece enerji tasarrufu işletmenin büyüklüğüne ve üretimine göre yıllık kâr oranı değişir.

7.3.3. Kojenerasyon Sistemlerinin Amacı

Üretim tesislerinde fosil yakıtlardan elektrik üretilmesi israfa neden olur. Kombine güç sistemleri (kojenerasyon) ünite ise ihtiyaç duyulan yerde elektrik üretir ve sıcak su üretimine de olanak sağlar.

Gaz türbini sadece elektrik ürettiğinde kullandığı enerjinin %30-40'lık bölümünü elektriğe çevirebilir. Sistem kojenerasyon olarak kullanıldığında, sistemden ayrılacak ısı enerjisinin büyük bir bölümü kullanılabilir enerjiye dönüştürülür. Bu durumda toplam enerjinin %80-95'lik bölümünden faydalanılabilir. Kojeneratörler sayesinde büyük oranda tasarruf sağlanabilir.

7.3.4. Kojenerasyon Sistemlerinin Bölümleri

Kojenerasyon ünitesinin bölümleri şu şekildedir:

- Gaz kompresörü
- Yanma odası
- Gaz türbini
- Alternatör (jeneratör)
- Atık su kazanı



A) Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz ve doğru ifadeler için (D), yanlış ifadeler için (Y) harfini kullanınız.

- 1.(....) Tuzlu sudan arındırılmış ham petrole buhar denir.
- 2.(....) İç kısmı yatay borulardan oluşan fırınlara wicket fırınları denir.
- 3.(....) Boruların yanma ile tıkanmış olmasına ya da yüksek yanma nedeni ile meydana gelen kusurlara tufallaşma denir.
- 4.(....) Kurum üfleyiciler çalışırken buhar giriş valfleri açılır.
- 5.(....) Termal krakingte katalizör kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde noktalı yerleri tabloda bulunan uygun ifadelerle tamamlayınız.

alternatör	kojenerasyon ünitesi	Wicket fırınları	kül	ısı
börner	helisel	-20 kPa ve +100 kPa	kurum	

6. Radyant adı verilen boruların ters veya düz olarak U veya L şeklinde paralel duran boru sistemlerine denir.
7. Fırının en önemli bölümlerinden biri dir.
8. Kazanlarda yanma sonucunda ve ortaya çıkar.
9. Yüzeyleri temizlemek için buhar veya basınçlı hava ile çalışan adı verilen cihazlar kullanılır.
10. İşletmelerde ihtiyaç duyulan elektriği üreten ve ortaya çıkan fazla ısı sayesinde sıcak su üreten sistemlere denir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Fırın çeşitleri nelerdir?
12. Fırının bölümlerini açıklayınız.
13. Fırınlarda meydana gelebilecek aksaklıklar nasıl giderilir?
14. Kojenerasyon sistemlerinin bölümleri nelerdir?
15. Elektrikli motoru çalıştırırken nelere dikkat edilmelidir?



Ölçme ve Değerlendirme

D) Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

16. Ağır ham petrolden üretilen en son ürün aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Benzin
B) Motorin
C) Kerosen
D) Asfaltın
E) Nafta

17. İç kısmı yatay borulardan oluşan fırınlara ne ad verilir?

- A) Kutu fırınlar
B) Düşey borulu fırınlar
C) Helisel borulu fırınlar
D) Wicket fırınları
E) Doğal çekişli fırınlar

18. Aşağıdakilerden hangisi fırınlarda sıcaklık kontrol periyotlarının sık aralıklı olmasının nedeni olamaz?

- A) Sarkma
B) Oksitlenme
C) Eğrilme
D) Tufallaşma
E) Buharlaşıma

19. Aşağıdakilerden hangisi fırının bölümlerinden biri değildir?

- A) Konveksiyon bölgesi
B) Süperheater bölgesi
C) Börner
D) Baca damperi
E) Etüv

20. Aşağıdakilerden hangisi elektriksel özelliklerin değişimine dayanan sıcaklık ölçme cihazıdır?

- A) Termistörler
B) Börnerler
C) Yanma odası
D) Termometreler
E) Jeneratörler

21. Aşağıdakilerden hangisi fırınlarda tıkanmaya neden olmaktadır?

- A) Yanma
B) Genleşme
C) Çatlama
D) Erime
E) Bozunma

22. I. Kurum üfleyiciler buhar veya basınçla
II. Kazanın içinde su bulunmadığında yakılmamalıdır.
III. Kojenerasyon ünitesinde buhar üretilir.

Yukarıda verilen ifadelerden hangisi veya hangileri yanlıştır?

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

8 Birimi Öğrenme

DÖNER EKİPMAN KONTROLÜ



TEMEL KAVRAMLAR

- Pompa
- Santrifüj
- Kavitasyon
- Kompresör
- Pistonlu kompresör
- Eksenel kompresör

KONULAR

1. POMPA İŞLETİMİ
2. KOMPRESÖR İŞLETİMİ
3. TEMEL DÖNER EKİPMANLARIN BAKIMI



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ ?

- Pompa işletimini gerçekleştirme
- Kompresör işletimini gerçekleştirme
- Temel döner ekipmanların bakımını yapma

POMPA İŞLETİMİ

Hazırlık

İnsan vücudundaki kanın vücuda yayılmasını sağlayan organ hangisidir?

8.1.POMPA İŞLETİMİ

Pompa çalıştırılmadan önce yağlama ve soğutma sistemleri kontrol edilmelidir.

8.1.1. Pompalar

Pompalar, akışkanların enerjisini veya basıncını arttıran, akışkana enerji veya basma yüksekliği (akışkanın iletileceği yükseklik) kazandıran makinelerdir (Görsel 8.1). Bir sıvının düşük basınçlı alandan yüksek seviye ve basınçlı alana aktarılması için pompalar kullanılır. Sıvının akış hızını veya debisini artırmak için de kullanılır. Mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürür. Sıvı yardımı ile kuvvet ve hareket iletimine **hidrolik** denir. Basınç uygulanmış sıvı iletildiği yerde mekanik düzenekler (silindir ve piston gibi) yardımı ile kuvvet ve hareket oluşturur.



Görsel 8.1: Pompa

8.1.1.1. Pompaların İşlevleri

MÖ.3. yüzyılda Archimedes (Arşimet) tarafından tasarlanan pompalar, mekanik kuvvetin fiziksel kaldırma ve sıkıştırma etkisiyle akışkanı itmesi temeline dayanır. Sıvıların basıncını ve toplam enerjisini artırır. İçine çektiği akışkana kinetik ya da potansiyel enerji kazandırır. Pompa, akışkanları bir yerden bir yere iletmeye, daha yükseğe çıkarmaya veya kapalı kaplardaki gazların sıkıştırılıp boşaltılmasına yarar. Pompa dinamik eksenel iş makinelerinin alt sınıfıdır.

Pompalar içme suyu, kanalizasyon, tarım, petrol ve petrokimya alanlarında yaygın olarak kullanılır. Santrifüj pompalar yüksek, debisi, aşındırıcı çözeltilere dayanımı, karıştırma özelliği ve basit yapısı nedeniyle tercih edilir.

8.1.1.2. Pompa Çeşitleri ve Pompa Çeşitlerinin Genel Özellikleri

Pompalar, hacimsel (pozitif yer değiştirmeli) ve rotadinamik (pozitif iletimli olmayan) pompalar olmak üzere iki çeşittir. Rotadinamik pompaların çıkış tarafı kapatılırsa pompa durur ve basılan debi sıfırlanır. Hacimsel pompalarda pompanın çıkış tarafı kapatıldığında pompa akışkan basmaya devam eder ve bu esnada sistem basıncı sürekli artar.

8.1.1.2.1. Hacimsel (Pozitif Yer Değiştirmeli) Pompalar

Belli bir hacimdeki sıvının silindir gövde içine alınarak hareketli bir parça ile pompalanması prensibiyle çalışır. Hareketli parça, ileri geri (piston) ya da dönme hareketi yapan (dişli palet) bir aksamdır. Bu pompalarda akışkan emme bölgesinden (düşük basınç) basma bölgesine (yüksek basınç) taşınır. Dönmeli ve doğrusal hareketli olmak üzere iki farklı türü vardır.

8.1.1.2.2. Pozitif İletimli Olmayan (Rotadinamik) Pompalar

Sıvı dolu bir çarkın hızlı bir şekilde döndürülerek sıvının merkezkaç kuvvetine maruz bırakılması prensibiyle çalışır. Bu pompalar, basınç yükseltme, atık su tahliyesi, su temini, ısıtma ve soğutma

dağıtım amacıyla kullanılır. Rotadinamik pompalar santrifüj; pompalar, yarı santrifüj ve yarı aksenal pompalar olarak üç grupta sınıflandırılır.

8.1.1.3. Santrifüj Pompaları Devreye Alma

Pompa çalıştırılmadan önce hareket verici kontrol edilip aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

1. Bütün havalandırma ve boşaltma delikleri ile bunların vanaları kapatılmalıdır.
2. Yağlama mekanizması pompa çalıştırılmadan önce kontrol edilmelidir.
3. Yağlama sistemi içine su kaçması önlenmeli ve sistem temizliği yapılmalıdır.
4. Pompa sıcak sıvı ile çalışıyorsa salmastra kutusu soğutulmalıdır.
5. Soğutma sistemi pompa çalıştırılmadan önce kontrol edilmelidir.
6. Pompaya giren ve çıkan akışkanın viskozitesinin uygunluğu kontrol edilmelidir.
7. Pompaya hareket veren motor, türbin ve yağlama devresi kontrol edilmelidir.
8. Pompa giriş ve çıkış vanaları talimatlara uygun olarak ayarlanmalıdır.
9. Pompa işletmeye alınmadan önce sıvı ile doldurulmalıdır.

8.1.1.4. Santrifüj Pompaları Devreden Çıkarma

Pompa devreden çıkarılacaksa uygun bir şekilde durdurulmalı ve aşağıdaki işlemler sırasıyla yapılmalıdır.

1. Hareket verici durdurulmalı ve hareket vericinin çalışmaması için gerekli emniyet tedbirleri alınmalıdır.
2. Emme ve çıkış vanaları kapatılmalıdır.
3. Pompa sıvısı boşaltılmalıdır.
4. Yağlama ve soğutma sistemleri durdurulmalı ve donmaya karşı soğutma sisteminin suyu tahliye edilmelidir.
5. Refakatçi buhar boruları işletme şartlarına bağlı olarak çalışır hâlde bulundurulmalıdır.
6. Pompa devreden çıkarıldıktan sonra olduğu yerde bakım görecekseniz hatlara kör tapa ve kapak konulmalıdır.
7. Pompa tamir için atölyeye alındığında temizlenerek yıkanmalı, yerinden söküldükten sonra hatlara kör tapa konulmalıdır.
8. Pompada bulunan tehlikeli buhar ve sıvılar temizlenmelidir.
9. Pompa yedek pompa olarak kullanılacaksa soğutma ve yıkama sistemleri açık bırakılmalıdır.
10. Pompa, emme ve basma vanaları açılarak çalışmaya hazır durumda bekletilmelidir.



Sıra Sizde 1

Pompalar günlük yaşamda nerelerde kullanılır? Aşağıdaki kutucuklara beş örnek yazınız.

POMPALARIN KULLANILDIĞI YERLER	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	



1. UYGULAMA



SANTRİFÜJ POMPALARI

Amaç

Santrifüj pompaları devreye alma

Araç Gereç

İki adet 20 mm'lik dirsek, masa, kova, santrifüj pompası, bağlantı elemanları,

İki adet 1 m uzunlukta 20 mm'lik PVC su borusu

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanları giyiniz.
- Öğretmen gözetiminde uygun bir elektrik motoru seçiniz.
- İki tane 90 derecelik dirsek ve iki tane 20 mm'lik PVC boru alınız, dirsekleri borulara takınız.
- Dirsekleri motorun emme ve basma hattına bağlayınız.
- Kovayı su ile doldurup boruları suyun içine koyunuz.
- Pompaya enerji hattını bağlayınız.
- Pompayı çalıştırınız.
- Pompanın çalışmasını gözlemleyiniz.
- Pompayı enerji kapama düğmesine basarak durdurunuz.
- Yapılan işlemler ile ilgili rapor hazırlayınız.
- İşlemler bittikten sonra deney malzemelerini kaldırınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Uygun dirsekleri seçti.				
3	Motoru kova seviyesine getirerek su ile doldurdu.				
4	Motorun emme hattına uygun PVC borusu bağladı.				
5	Pompayı enerji düğmesine basarak çalıştırdı.				
6	Pompayı enerji düğmesini kullanarak kapattı.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

8.1.1.5 Hacimsel Pompaları Devreye Alma

Hacimsel pompaları devreye alırken aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

1. Emme bölümü ile basma bölümünü birleştiren baypas hattı açık olmalıdır.
2. İçten yanmalı motor tüm parçaları işletme sıcaklığına çıktığında yüklenmelidir.
3. Pompa, işletme sıcaklığına ulaşınca çıkış vanası açılır ve baypas hattı kapatılır. Böylece pompa devreye alınmış olur.
4. Pompa devredeyken kaçaklar ve sıcaklık kontrol edilmelidir.

8.1.1.6. Hacimsel Pompaları Devreden Çıkarma

Pompanın devreden çıkarılması için aşağıdaki işlemler sırasıyla yapılmalıdır.

1. Motor durdurulmadan önce az yüklü veya yüksüz vaziyette 10-15 dakika çalıştırılmalıdır.
2. Pompa durdurulduktan sonra bütün vanalar kapatılmalıdır.
3. Pompanın devreden çıkarılması için önce buhar giriş vanası, sonra egzoz vanası kapatılmalı ve silindirdeki yoğunlaşmış sıvı boşaltılmalıdır.
4. Pompa soğutma sistemindeki su donma ihtimaline karşı boşaltılmalıdır.
5. Sıcaklıktan dolayı pompada basınç, gaz veya buhar oluşması ihtimaline karşı havalandırma malar açılmalıdır.
6. Bir pompanın tamiri gerekiyorsa pompaya irtibatlı proses hatlarına körler konulmalı ve pompa, kaidesinden sökülmeden önce buhar ile temizlenmelidir.
7. Pompa yedekte bekleyecekse soğutma sistemi çalışır hâlde bırakılmalıdır.
8. Emme ve basma vanaları açık tutulmalıdır.

8.1.1.7. Pompada Meydana Gelebilecek Aksaklıklar

Pompalarda meydana gelebilecek aksaklıklar şunlardır:

8.1.1.7.1. Pompa Kapasitesinin Düşmesi

Pompa kapasitesinin düşmesine neden olacak sorunlar ve çözüm önerileri Tablo 8.1'de verilmiştir.

Tablo 8.1: Pompa Kapasitesinin Düşmesinin Nedenleri ve Çözüm Önerileri

Problemin Muhtemel Sebebi	Çözüm Önerileri
Fana kaçan yabancı maddeler	Pompa emme hattında filtre veya süzgeç kullanılır.
Dengeleme bileziğinin aşınması ve gövde ile bilezik arasındaki boşluğun artması	Gövde ile bilezik arasındaki boşluk giderilir.
Pompa çıkışında herhangi bir tıkanma	Tıkanma giderilir.
Fanın kanat uçlarının aşınması	Aşınma giderilir.
Yetersiz güç ve hız verilmesi	Hareket verici (buhar türbini) revize edilir.
Revize edilen pompanın elektrik motorunun yanlış bağlanması ve fanın ters yönde dönmesi	Elektrik motorunun bağlantısı kontrol edilir.

8.1.1.7.2. Pompanın Düşük Hızda ve Yüksek Hızda Emiş Kaybı

Düşük hızdaki pompanın emme hattında oluşan tıkanıklık emme basıncında azalmaya sebep olur. Pompa yüksek devirde iken emme basıncı yeterli değilse emiş kaybı yaşanır. Pompalardaki bu kayıplar basınç kaynaklıdır.

8.1.1.7.3. Pompanın Devamlı Olarak Emişten Düşmesi

Pompanın devamlı olarak emiş kaybı yaşamasının nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Pompanın emme hattının pompa çalışmadan önce sıvı ile tam doldurulmaması
2. Emme hattında hava ve buhar cebi oluşması
3. Emme süzgecinin tıkanması
4. Vakumlu pompalarda salmastra (sızdırmazlık sağlayan parça) kutusuna giden sızdırmazlık hattının tıkalı olması ve pompaya hava girmesi

8.1.1.7.4. Kavitasyon

Emme bölümündeki sıvıda oluşan buhar taneciklerinin basma bölümünde aniden yoğuşması olayına **kavitasyon** denir. Emme hattındaki basınç, buharlaşma basıncının altına düştüğünde buhar tanecikleri oluşur. Buhar tanecikleri, yüksek basıncın etkisi ile yoğunlaşır ve sıvı boşluğa hücum ederek fanın kanatlarına çarpar. Bunun sonucunda pompadan farklı bir ses gelir. Bununla birlikte kanatlarda aşınma ve karıncalanma oluşur.

8.2. KOMPRESÖR İŞLETİMİ

Kompresör devreye alınmadan önce tüm bakımları tamamlanmalıdır. Kompresörlerin çalıştırılmasında güvenlik kurallarına uyulmalıdır.

8.2.1. Kompresörler

Gazları taşımak, sıkıştırmak ve basınçlı hava elde etmek için kullanılan makineye **kompresör** denir. Hemen her işletmede basınçlı hava kullanılmaktadır. Kompresörler vakumlu veya basınçlı hava ile kurutma, temizleme ve havalandırma işlemlerinin yapılmasında kullanılır. Toz veya tane halindeki maddelerin taşınması, basınçlı yıkama, vakumlu temizleme, filtreleme, şişeleme, tüp doldurma ve ambalajlama gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Kompresörler gaz basıncını artırmak için kullanılır. Gaz üzerinde iş yaparak ona enerji verir veya gazın toplam enerjisini artırır. Kompresörün belli bir zaman aralığında hareket ettirdiği gazın hacmine **kompresör kapasitesi** denir. Kompresör kapasitesi m^3/dk , cm^3/sn , $feet/dk$ (CFM) gibi birimlerle ölçülür. CFM değeri (Cubic Feet per Minute) dakika başına düşen küpsel uzunluğu ifade eder. Genel olarak fanlarda kompresör kapasitesi bu ölçüm değeri ile belirlenir. Bu değer ne kadar yüksek olursa fanın hava sirkülasyonu o kadar fazla olur.

8.2.1.1. Kompresörün İşlevleri

Kompresörler dışarıdan aldıkları havayı daha yüksek basınçlara çevirerek çalışan sistemlerdir. Kompresör havanın belirli oranlarda sıkıştırılmasını sağlar. Sıkıştırma oranına bağlı olarak havanın basıncı artar. Yüksek basınçlı hava elde etmek maliyetli olsa da kullanım alanı çok geniştir. Basınçlı havanın ekonomik şekilde elde edilmesi için uygun kompresörler seçilmelidir.

8.2.1.2. Kompresör Çeşitleri ve Özellikleri

Çalışma prensipleri bakımından kompresörler dinamik ve pozitif ötelemeli kompresörler olarak iki gruba ayrılır.

1. Dinamik Kompresörler: Yüksek debiye uygun kompresörlerdir. Akış esnasında hava basıncı artırılır. Kompresör türbininin hızı yükseltilip düşürülerek yüksek basınç elde edilir. Dinamik kompresörlerin santrifüj ve eksenel olmak üzere iki çeşidi bulunur.

2. Pozitif Ötelemeli Kompresörler: Yüksek basınca uygun olan kompresörlerdir. Pozitif ötelemeli kompresörlerde hava sıkıştırılarak basınç arttırma işlemi yapılır. Sıkıştırma işlemi kompresör içindeki pistonun ileri geri hareketiyle veya krank milinin dönme hareketiyle yapılır. Pozitif ötelemeli kompresörler döner, kompresörler, pistonlu kompresörler ve diyaframlı kompresörler olmak üzere üç gruba ayrılır.

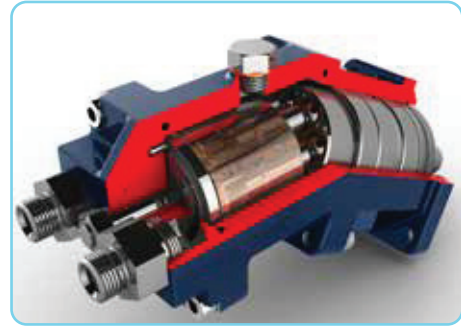


Görsel 8.2: Santrifüj kompresör

8.2.1.2.1. Santrifüj Kompresör

Santrifüj kompresörler (Görsel 8.2) merkezkaç kuvvet prensibinden yararlanılarak üretilmiştir. Basit ve kullanışlı olup yağlama yapmaz. Santrifüj kompresörler santrifüj pompalara benzer ilkeyle çalışır. Her iki tür makine de bir dış kaynaktan aldığı enerjiyi dönen çarklar aracılığı ile basınç enerjisine dönüştürür.

Santrifüj kompresörler, bir mile geçmiş çark veya çarklar yardımıyla dönme enerjisini santrifüj (merkezkaç) etkisiyle akışkana aktarır. Çarkın içinde hızlandırılan akışkanın kazandığı kinetik enerji, çarkı çevreleyen difüzörler içinde basınç enerjisine dönüşür. Kompresörün çıkışına doğru akışkanın hızı düşürülerek basıncı artırılır. Tek ve çok kademeli türleri vardır. Çok kademeli türleri daha yüksek basınç elde etmede kullanılır. Santrifüj kompresörlerde kademeler arasındaki sızdırmazlık, mil ve çark labirentleri ile sağlanır.



Görsel 8.3: Eksenel kompresör

8.2.1.2.2. Eksenel Kompresör

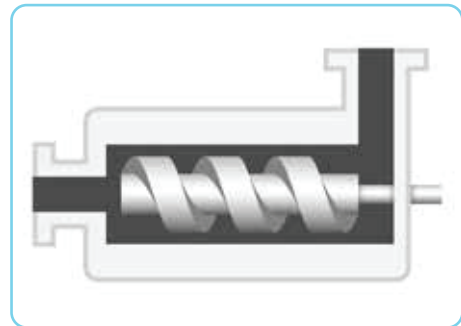
Eksenel kompresörlerde (Görsel 8.3) akışkan mil eksenine paralel olarak hareket eder. Her bir kademede sabit ve dönen kanat takımları vardır. Sıkıştırma hareketi akışkanın bir kademedен diğerine geçtiği esnada hacmin yarıçap doğrultusunda azaltılması ile oluşturulur.

8.2.1.2.3. Kayar Paletli Kompresör

Kayar kanatlı kompresörlerde rotor üzerinde bulunan bir sıra kayar, kanat ileri ve geri hareket eder. Rotorun dönmesiyle oluşan merkezkaç kuvvetin etkisi ile paletler dışa doğru savrulur. Rotor, kompresör gövdesinin merkezinden uzakta bulunduğundan gövdeye yakın bölümlerde kanatlar tekrar rotor üzerindeki yuvaya girer. Bu şekilde akışkanın basıncı kanatların hareketi ile artırılmış olur.

8.2.1.2.4. Vidalı Kompresör

Vidalı kompresörlerde, spiral dişli iki adet rotor bulunur. Vida şeklindeki rotorun dişleri arasındaki mesafe kompresör çıkışına doğru azalır. Karşılıklı dönen rotorlar üzerindeki dişler arasına giren gazın gittikçe azalan hacim nedeniyle basıncı artar. Rotor ve gövde arasında herhangi bir sürtünme ortamı bulunmadığından iç yağlama sistemine gerek yoktur. Gövde içinde yağlama işlemi yapılmadığından akışkan içine yağ karışmaz (Görsel 8.4).



Görsel 8.4: Vidalı kompresör

8.2.1.2.2. Pistonlu Kompresör

Pistonlu kompresörün yapısını silindir, piston, emme ve basma supapları oluşturur. Pistonlu pompadan farkı sıkıştırılabilir akışkanlar için yapılmış olmasıdır. Pistonlu kompresörde krank milinin dönme hareketi, klasik biyel kolu ve piston başlığı düzeneği ile ileri geri harekete dönüşür. Bu hareket piston koluna ve pistonu aktarılır. Gaz, pistonun ileri hareketi ile sisteme basınçlı olarak aktarılır. Pistonun geri hareketiyle gaz silindirin içine alınır.

8.2.1.3. Kompresörleri Devreye Alma

Kompresörü devreye almadan önce periyodik bakımlarının yapıp yapılmadığı kontrol edilmelidir. Çalıştırma işlemi, emniyet kurallarına uygun olarak başlatılmalıdır. Kompresörü çalıştıracak personelin kompresör çeşitleri, özellikleri ve çalışma ilkeleri hakkında çok iyi bilgi sahibi olması gerekir. Kompresör ve hareket sağlayıcı makineyle ilgili işletme ve bakım kılavuzları önceden incelenmelidir.

Kompresörün çalıştırmadan önce çıplak gözle kontrolü yapılmalıdır. Kompresör boşta iken hareket verici makine (dizel ve benzinli motor) işletme sıcaklığına gelene kadar bir süre çalıştırılmalı ve daha sonra kompresörü yükleme işlemi başlatılmalıdır.

8.2.1.4. Kompresörleri Devreden Çıkarma

Kompresör durdurulmadan önce yükü boşaltılmalıdır. Durdurma işlemi, kompresörü yükleme işleminin tersidir. Vent vanası kademeli olarak tamamen açılırken emme blok vanası da aynı şekilde kademeli olarak tamamen kapatılmalıdır.

Çok kademeli kompresörlerdeki blok vanalarda, önce en düşük basınç kademesi sonra sırasıyla diğer kademeler boşaltılmalıdır. Basma hattı ile emme hattını birleştiren baypas vanası açılırken basma vanası da kademeli olarak kapatılır. Böylece kompresörün yükü boşaltılmış olur.

8.2.1.5. Kompresör Çalışırken Dikkat Edilecek Hususlar

Kompresörde gerekli kontroller yapılmaz. Basınç ve sıcaklığın normal değerlerde olduğundan emin olunmalıdır. Cihazın istikrarlı çalışması önemlidir. Kompresörün emme basma basıncında bir düzensizlik olması bir hatanın göstergesi olabilir. Yağlama ayar sıcaklığı normal şartlarda 50-60 °C arasında olmalıdır. Bu değerlerin dışında olması muhtemel bir soğutucu probleminin göstergesi olabilir. Kompresörün çalışma sesindeki her bir değişikliğin hemen incelenmesi ve hatanın düzeltilmesi gerekmektedir. Kompresörün bakım onarım kayıtlarının düzenli tutulması makinenin uzun süreli ve sağlıklı çalışmasını sağlar.



Sıra Sizde 2

Aşağıdakilerden hangileri döner ekipmandır? İşaretleyiniz.

Vidalı kompresör	Eksenel pompa	Eşanjör	Transmitter	Rotametre
Santrifüj kompresör	Termometre	Kinetik pompa	Kelebek vana	Barometre



2. UYGULAMA



KOMPRESÖRÜN ÇALIŞMA SİSTEMİNİ KAVRAMAK

Amaç

Kompresörü çalıştırma

Araç Gereç

Pnomatik hareket mekanizması, kompresör, bağlantı hortumu

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Kompresörü çalışma düğmesine basarak çalıştırınız.
- Hava akımını el ile kontrol ediniz.
- Bağlantılarda kaçak olup olmadığını kontrol ediniz.
- Sistemin çalışmasını gözlemleyiniz.
- Kompresörü kapama düğmesine basarak durdurunuz.
- Gözlemlerinizi rapor hâlinde yazınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Kompresörü çalıştırmadan önce sistemi kontrol etti.				
3	Uygun basınçta kompresörü çalıştırdı.				
4	Kompresörün hava basıncını kontrol etti.				
5	Bağlantı elemanlarını kullanarak piston hareketine yön verdi.				
6	Kompresörü kapatırken basınç altındaki elemanların enerjisini boşalttı.				
7	Kompresördeki basınç değerini okuyarak buldu.				
8	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

TEMEL DÖNER EKİPMANLARIN BAKIMI

Hazırlık

Evlerde kullanılan araçlardan hangileri pompa ile çalışır?

8.3. TEMEL DÖNER EKİPMANLARIN BAKIMI

Pompanın periyodik olarak bakım ve kontrollerinin yapılması gerekir. Pompa yağ seviyeleri mutlaka kontrol edilmelidir.

8.3.1. Pompa Bakım Teknikleri

Santrifüj pompalar, normal işletme şartlarında bozulmaya karşı dayanıklıdır. Bozulma ancak proses sıvısı kaçaklarının makine bileşenlerinin içine sızmasıyla olur. Sızıntılar gözle kontrol edilerek belirlenir. Pompaların bağlı olduğu donanım önce çıplak gözle kontrol edilmelidir. Pompanın ayrıntılı kontrolü ancak sökülerek yapılır. Sökme işleminden sonra mekanik parçalar, aşınma, boşluk, deformasyon (şekil bozukluğu), korozyon, erozyon ve çalışma güvenliği açısından kontrol edilmelidir (Görsel 8.5).



Görsel 8.5: Pompa bakımı

Periyodik bakımlarının ne zaman yapılacağı pompa uygulama alanına göre belirlenmelidir. Pompa ilk çalıştırmadan sonra bir süre durdurulup kontrol edilmelidir. Değişik zamanlarda periyodik bakımlar yapılmalıdır.

Günlük yapılması gereken periyodik bakımlar şunlardır:

1. Yatak sıcaklıklarının kontrolü
2. Yağlama yağına su girme durumunun ve yağ renginin kontrolü
3. Keçelerde yağ kaçağı kontrolü
4. Sızdırmazlık elemanlarının kontrolü
5. Soğutma sistemi ve sıcaklığının kontrolü
6. Kavite ve yataklarda gürültü kontrolü
7. Motor amperleri ve şebeke voltaj kontrolü

Aylık yapılması gereken bakımlar şunlardır:

1. Yataklara gerekiyorsa yağ ilavesi yapılması
2. Yağ göstergesi ve doldurma tapalarının temizlenmesi
3. Yağ seviyesinin gerekli konuma ayarlanması
4. Muhafazaların çıkarılıp mil ve diğer elemanların kontrol edilmesi
5. Kaplin ayarının yapılması

Yıllık yapılması gereken bakımlar şunlardır:

1. Pompa kullanılmıyorsa çalıştırarak durumunun kontrol edilmesi
2. İşlenmiş yüzeylere korozyon önleyici uygulamanın yapılması
3. Pompa yardımcı ekipmanlarının (vanalar, yağlama ekipmanları vb.) temizliğinin yapılması
4. Kaplin bağlantılarının çözülerek lastiklerin ve aşınmanın olup olmadığının incelenmesi
5. Kaplin ayarının yapılması
6. Pompa ve motor milinin aksenal oynamasının kontrol edilmesi
7. Yardımcı ekipmanların sökülerek durumlarının incelenmesi

İki yıllık veya 10000 saatlik çalışma sonunda yapılacak bakımlar şunlardır:

1. Pompanın sökülerek genel incelemeye alınması
2. Yataklar, çarklar, mil burçları ve aşınma halkaları incelenerek gerekirse değiştirilmesi

8.3.2. Kompresör Bakım Teknikleri

8.3.2.1. Vidalı Kompresörlerde Bakım

Vidalı kompresörlerde yağ kontrol edilerek gerektiğinde değiştirilmelidir. Kompresör bakımlarında sık aralıklarla yağ, yağ filtresi ve hava filtresi değişimi yapılmaktadır. Ancak seperator (ayırıcı), panel filtresi, emiş grubu tamir takımı, vida rulman tamir takımı gibi malzemelerin değişimi periyodik olarak yapılmalıdır.

8.3.2.2. Pistonlu Kompresörlerde Bakım

Pistonlu kompresörlerde belirli aralıklarla yağ kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir. Kompresör yağının ne kadar kullanılacağı ancak sürekli kontrol edilerek anlaşılabilir. Kompresör, hava emme menfezlerinin kapalı olması durumunda havayı sıkıştırma gücünü kaybeder. Bu durum kompresörün kalitesini kademeli olarak düşürür. Emme havalandırma delikleri mümkün olduğunca temiz tutulmalıdır.

8.3.3. Temel Döner Ekipman Bakımı İçin Araç ve Gereçler

Bu ekipman düzenli olarak temizlenmeli, durulanmalı ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Temel döner ekipman bakımı yapılırken filtre, membran, conta, hortum, fan kanatları ve menfezler kullanılır.



Sıra Sizde 3

Aşağıdakilerden hangileri döner ekipman bakımı için gerekli araç gereçlerdendir? İşaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	Filtre	<input type="checkbox"/>	Menfez	<input type="checkbox"/>	Manometre	<input type="checkbox"/>	Hortum	<input type="checkbox"/>	Tank
<input type="checkbox"/>	Conta	<input type="checkbox"/>	Dram	<input type="checkbox"/>	Jeneratör	<input type="checkbox"/>	Fırın	<input type="checkbox"/>	Radyatör



3. UYGULAMA



KOMPRESÖR BAKIMI

Amaç

Kompresörün bakımını yapma

Araç Gereç

Su, yağ, kompresör, eldiven, İngiliz anahtarı

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Kompresör filtre kapağını uygun anahtar kullanarak açınız.
- Filtreyi sökünüz ve filtrenin fiziksel durumunu inceleyiniz. Filtre üzerindeki kalıntıları gözlemleyiniz.
- Filtreyi temizleyerek tekrar yerleştiriniz.
- Yağ kontrolü için kapağı açınız.
- Kompresörde yağ azalmış ise yağı kompresörün içine dikkatlice koyunuz.
- Yağ kapağını tekrar kapatınız.
- Hava içindeki suyu almak için su çıkış düğmesini açınız.
- Su çıkışını kontrol ediniz, suyun bittiğinden emin olunca su çıkış düğmesini kapatınız.
- Gözlemlerinizi rapor şeklinde yazınız.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Kompresör filtre kapağını uygun anahtar ile açtı.				
3	Filtreyi söktü, filtre üzerindeki kalıntıları inceledi.				
4	Yağ kontrolü için kapağı açtı..				
5	Yağ eksiğini tamamladı.				
6	Hava içindeki suyu almak için su çıkış düğmesini açtı.				
7	Suyun bittiğinden emin olunca su çıkış düğmesini kapattı.				
8	Gözlemlerini rapor şeklinde yazdı.				
9	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					



4. UYGULAMA



HAVA KOMPRESÖRÜ YAĞ DEĞİŞİMİ

Amaç

Kompresörün yağ değişimini yapma

Araç Gereç

Kompresör (Görsel 8.6), yıldız veya düz tornavida, temiz bez, sentetik motor yağı, filtre, hortum, alyan anahtarı

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Kompresör yağ haznesi tapasını, alyan anahtarı ile sökünüz.
- Yağ boşaltma hortumu ile tüm yağı boşaltınız.
- Yağın boşaltıldığından emin olmak için kompresörü 5 saniye çalıştırınız.
- Yağ tamamen boşalınca filtreyi değiştiriniz, yeni sentetik yağı doldurunuz.
- Yağ dolumundan sonra tapayı yerine takınız, motoru kısa süreli çalıştırıp kontrol ediniz.



Görsel 8.6: Hava kompresörü

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Kompresörün yağ tapasını alyan anahtarı ile söktü.				
3	Yağ boşaltma hortumu ile tüm yağı boşalttı.				
4	Yağı boşalttıktan sonra kompresörü 5 saniye çalıştırdı.				
5	Kompresörün filtresini ve yağını değiştirdi.				
6	Tapayı yerine takarak kısa aralıklarla motoru çalıştırdı.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					



A) Aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyunuz ve doğru ifadeler için (D), yanlış ifadeler için (Y) harfini kullanınız.

- 1.(....) Her sıvının bir potansiyel enerjisi vardır.
- 2.(....) Temel döner ekipmanları düzenli olarak temizlenmeli ve kontrolleri yapılmalıdır.
- 3.(....) Kompresörün kapasitesi, belli bir zaman aralığında hareket ettirdiği gazın hacmidir.
- 4.(....) Pompalar akışkana potansiyel ve kinetik enerji kazandırır.
- 5.(....) Kompresör yağının ne kadar kullanılacağı ancak sürekli kontrol edilerek anlaşılabilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde noktalı yerleri tabloda bulunan uygun ifadelerle tamamlayınız.

tam yükte	yükleme	kavitasyon	su	merkezkaç	rotor
-----------	---------	------------	----	-----------	-------

6. Santrifüj kompresörler kuvvet prensibinden yararlanılarak üretilmiştir.
7. Donma ihtimali varsa pompa soğutma sistemindeki boşaltılmalıdır.
8. Bazı hareket vericilerin düşük hızda ve çalıştırılmaları sakıncalıdır.
9. Kompresörün yükten boşaltılması işleminin tersidir.
10. Vidalı kompresörlerde helisel dişli olarak yapılmış iki adet vardır.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Pompalar kaç çeşittir? Pompa günlük yaşamda nerelerde kullanılır?
12. Düşük kapasitede çalışan bir pompanın kapasitesini arttırmak için neler yapılabilir?
13. Kompresörler niçin kullanılır?
14. Kompresör çeşitleri nelerdir?
15. Kompresör çalışırken nelere dikkat edilmelidir?



D) Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

16. Aşağıdakilerden hangisi temel döner ekipman bakımı için gerekli araç ve gereçlerden değildir?

- A) Membranlar B) Contalar
C) Fan kanatları D) Vanalar
E) Menfezler

17. Aşağıdakilerden hangisi vidalı kompresörlerde bakım ekipmanı değildir?

- A) Seperator
B) Panel filtresi
C) Hava filtresi
D) Vida rulman tamir takımı
E) Emiş grubu tamir takımı

18. Dakika başına küpsel uzunluk birimi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) DFM B) DMF
C) CFM D) CMF
E) CFR

19. Aşağıdakilerden hangisi pompalarda fan kanatlarında aşınmaya sebep olur?

- A) Kaviteasyon
B) Vakum
C) Kondensat
D) Rotor
E) Kompresör

20. Aşağıdakilerden hangisi pompalarda yapılan yıllık bakım işlemidir?

- A) Yağ sıcaklığı kontrolü
B) Keçe yağ kaçağı kontrolü
C) Kaplin ayarının yapılması
D) Yağ ilavesinin yapılması
E) Soğutma sisteminin kontrolü

21. Sıvı dolu bir çarkın hızlı bir şekilde dönerek sıvının merkezkaç kuvvetine maruz kalması ve bu kuvvetin etkisiyle sıvının boşaltılması esasına dayanan pompa çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Hacimsel pompalar
B) Santrifüj pompalar
C) Kinetik pompalar
D) Gaz pompaları
E) Su pompaları

22. Aşağıdakilerden hangisi pompa kapasitesinin düşme nedenlerinden biri değildir?

- A) Fana kaçan yabancı maddeler
B) Pompa çıkışında herhangi bir tıkanma
C) Fanın kanat uçlarının aşınması
D) Yetersiz güç ve hız verilmesi
E) Su akışının kesilmesi

23. Kompresör çalışırken yağlama ayar sıcaklığı kaç °C olmalıdır?

- A) 50-60 °C
B) 10-20 °C
C) 60-70 °C
D) 40-50 °C
E) 50-70 °C

9 Birimi Öğrenme

SÜRÜCÜ EKİPMAN KONTROLÜ



TEMEL KAVRAMLAR

- Elektrikli motor
- Alternatif motor
- Doğru akım motor
- Turmetre
- Senkron hız
- Asenkron hız
- Rotor
- Türbin
- Buhar türbini

KONULAR

1. ELEKTRİKLİ MOTORLARIN KONTROLÜ
2. TÜRBİN KONTROLÜ
3. TEMEL SÜRÜCÜ EKİPMANLARIN BAKIMI



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Elektrikli motorları kontrol etme
- Türbin kontrolünü gerçekleştirme
- Temel sürücü ekipmanların bakımını yapma

ELEKTRİKLİ MOTORLARIN KONTROLÜ

Hazırlık

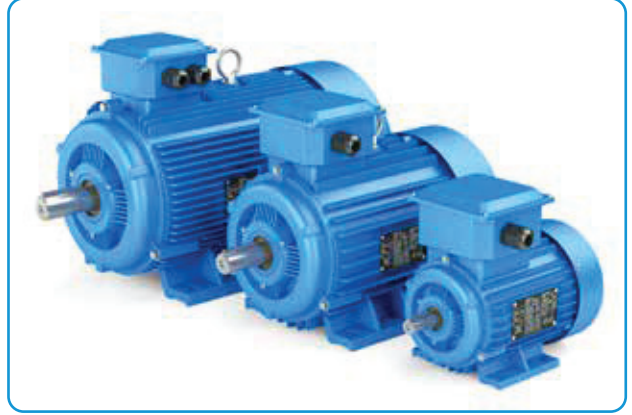
Elektrikli motorlar günlük yaşamda nerelerde kullanılır?

9.1. ELEKTRİKLİ MOTORLARIN KONTROLÜ

Elektrikli motorlar günlük yaşamda pek çok alanda kullanılır. Motorların kontrol ve bakımlarının yapılması çok önemlidir.

9.1.1. Elektrikli Motorlar

Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinelere **elektrikli motorlar** denir (Görsel 9.1). Elektrikli motorlar; mutfak aspiratörünün pervanesini, buzdolabının kompresörünü ve çamaşır makinesinin pompasını çalıştırır. Elektrikli motorlar tekrarlanan işlemler için kullanılır. Elektrikli motorlarda bobin (sargı) yerine samaryum-kobalt mıknatısı gibi sabit mıknatıstan da yararlanır. Günümüzde elektrikli motorlarda mikro işlemciler bulunur. Böylece elektrikli motorlar ihtiyaca göre ayarlanabilir.



Görsel 9.1: Elektrikli motor

9.1.1.1. Elektrikli Motor Çeşitleri ve Motorların Çalışma Prensipleri

Elektrikli motorların iki çeşidi vardır.

1. AC (Alternatif Akım) Motorlar: Motorun rotor bölümündeki dönme hareketi ile elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren motorlardır. Sanayide en çok tercih edilen motor türüdür (Görsel 9.2).

AC motorlarda; stator, rotor, gövde, kapak, rulman, yatak ve soğutucu pervane bölümleri bulunur. AC motorlar alternatif akım ile çalışır.

AC motorların iki çeşidi bulunur.

a) Asenkron (Eş Zamanlı Olmayan) Motorlar: Üç fazlı asenkron motorlarda statorda,, manyetik alan oluşturan kutup sargıları bulunur. Sargılara enerji verildiğinde oluşan manyetik alan üzerindeki iletkende de manyetik alan oluşur. Böylece motorda sürekli dönme hareketi gerçekleşir.



Görsel 9.2: AC motor

b) Senkron (Eş Zamanlı) Motorlar: Yükü de-
ğişirken devir sayısı sabit kalan motorlar-
dır.

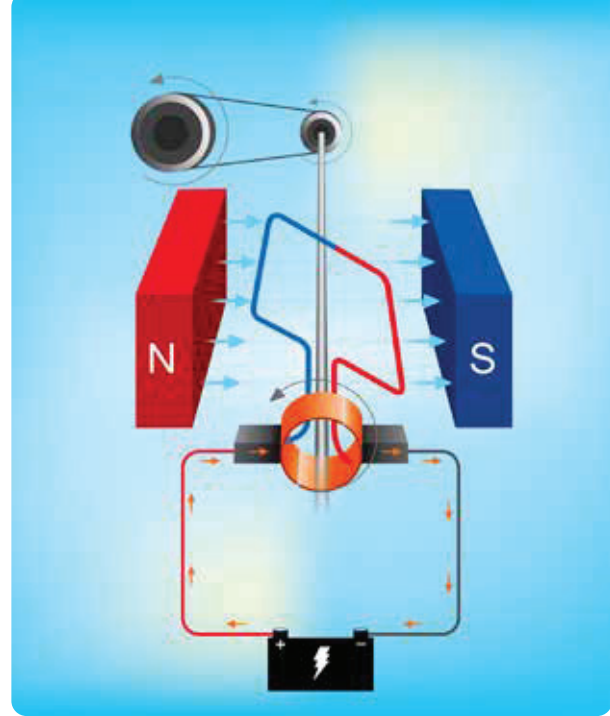
2. DC (Doğru Akım) Motorlar: Doğru akımlı elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürmek amacıyla kullanılan motorlardır. DC motorlarda bir iletken doğru akım uygulanırsa iletken, sabit manyetik alan oluşturur (Görsel 9.3). Manyetik alan kuzey (N) ve güney (S) kutuplarının oluşmasını sağlar. Manyetik alan içine giren cisimler mıknatıs özelliği gösterir. İletken, cisimleri kendine doğru çekmeye başlar ve motor çalışır.

Üç çeşidi bulunur.

a) Fırçalı Motorlar: Kaynaktaki gerilimin fırçalar yardımı ile iletildiği motorlardır.

b) Fırçasız Motorlar: Fırça ve kolektörün olmadığı motorlardır. Verimi yüksektir ve sessiz çalışır.

c) Adım (Step) Motorlar: Elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren motorlardır. Motorun rotor bölümünün hareketleri ve hızı dijital sinyallerle değişir.



Görsel 9.3: DC motorda manyetik alan oluşumu



Etkinlik

Arkadaşlarınızla birlikte pil, mıknatıs, bakır tel, çengelli iğne ve bant kullanarak basit bir elektrikli motor hazırlayınız. Hazırladığınız elektrikli motorun çalışmasını anlatınız.



Sıra Sizde 1

Elektrikli motorlar günlük yaşamda nerelerde kullanılır? Aşağıdaki kutucuklara beş örnek yazınız.

ELEKTRİKLİ MOTORLARIN KULLANILDIĞI YERLER	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	



1. UYGULAMA



DC MOTORU ÇALIŞTIRMA

Amaç

DC motorla pervaneyi döndürme

Araç Gereç

DC motor, plastik pervane, enjektör pompası, lastik, bakır tel, pil yatağı ve pil

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- DC motora bakır teli bağlayınız.
- Bakır telin diğer ucunu pil yatağındaki pil kutuplarına bağlayınız.
- DC motoru enjektör pompasının üzerine koyunuz (Görsel 9.4).
- Bakır teli kaymayacak şekilde lastikle enjektör pompasının üzerine bağlayınız.
- DC motorun ucuna plastik pervaneyi takınız.
- Motorun pervaneyi döndürmesini gözlemleyiniz.



Görsel 9.4: DC motor ve pervane düzeneği

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	DC motora bakır teli bağladı.				
3	Bakır teli, pilin kutuplarına bağladı.				
4	DC motoru enjektör pompasının üzerine koydu.				
5	Bakır teli lastikle bağladı.				
6	DC motorun ucuna pervaneyi taktı.				
7	Pompayı hareket ettirerek pervanenin dönüşünü gözlemledi.				
8	Gözlemlerini arkadaşları ile paylaştı.				
9	Sonuçları kaydetti.				
10	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					



Sıra Sizde 2

Tabloda yer alan AC motorları ile ilgili kavramları işaretleyiniz.

Stator	Pompa	Dinamometre	Gövde	Rotor	Turmetre
Kapak	Mıknatıs	Soğutucu pervane	Yatak	Rulman	İletken tel

9.1.1.2. Elektrikli Motoru Çalıştırma İşlemleri

Elektrikli motorda stator ve rotor adı verilen iki bölüm bulunur. Hareket etmeyen bölüm statordur. Statorun gövdesinde oyuklar vardır ve oyuklara iletkenler (elektrik akımını ileten madde) yerleştirilmiştir. Yerleştirilen iletkenlerden akım geçer ve manyetik alan oluşur. Rotorda iletkenlerden geçen manyetik akım manyetik alan ile sağlanır. Akım, ters ve iki yönde olacak şekilde olmalıdır. Alternatif akımda kutupların yönü değiştiğinde geçen akımın yönünde değişmiş olur. Ters yönde geçen akım iki yönde de etkili olur.

9.1.1.3. Elektrikli Motorların Çalıştırılması Esnasında Dikkat Edilmesi Gerekenler

- İlk çalıştırıldığında devir çok yüksekse motor durdurulmalıdır.
- Motoru çalıştırmadan önce gevşeyen elektrik kabloları sıkılmalıdır.
- Aşınan kablolar mutlaka onarılmalıdır.
- Teknik kontroller düzenli olarak yapılmalıdır.

9.1.1.4. Elektrikli Motorlarda Meydana Gelen Aksaklıklar

- Motorlardaki mekanik hatalar verimliliği azaltır.
- Motorların hatalı kullanılması, hareketli parçaların aşınması ve aşırı derecede çalıştırılması motorda yıpranmalara neden olur.
- Teknik kontroller yapılmazsa donatımın ve çalışan personelin güvenliği tehlikeye girer.
- Rafinerideki nem, bakteri ve buhar; kaplama yüzeyleri etkiler.
- Motor aşırı ısınırse verimliliği azalır veya bozulabilir.

9.1.1.5 Elektrikli Motorları Durdurma İşlemleri

- Motorun kullanma ve bakım kılavuzu incelenmelidir.
- Motorun durması için durdurma düğmesine basılmalıdır.
- Eğer acil bir durum varsa acil durum durdurma düğmesi kullanılmalıdır.
- Elektronik kontrollü bir motoru durdurmak için motora giden güç veya hava beslemesi kesilmelidir.



2. UYGULAMA



ELEKTRİK MOTORU

Amaç

Basit düzeyde elektrik motoru hazırlama

Araç Gereç

Bakır tel, pense, bir adet mıknatıs, bir adet 1,5 voltluk kalem pil, iki adet çengelli iğne, iki adet boncuk, 1,5 metre emaye kaplı bakır tel, tahta plaka, maket bıçağı

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Emaye kaplı bakır teli kalem pil üzerine en az on tur sarınız.
- Sarımın her iki tarafında 2-3 cm'lik düz iletken tel parçası bırakınız.
- Maket bıçağı ile sarımların uç kısmındaki emaye kaplamayı kazıyınız.
- İki adet çengelli iğne kullanarak sarımların oturacağı destekleri hazırlayınız.
- Tahta plaka üzerine pense ile destekleri sabitleyiniz ve mıknatısı plakanın ortasına yerleştiriniz.
- Bakır tel sarımlarının her iki ucuna boncuk geçiriniz ve çengelli iğne üzerindeki halkalara yerleştiriniz.
- Bakır teli kullanarak elde ettiğiniz motorun uçlarını kalem pile bağlayınız.
- Motorun dönüşünü ve çıkan kıvılcımları gözlemleyiniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Motorun dönüşünü ve çıkan kıvılcımları gözlemledi.				
3	Bakır teli kalem pile sardı.				
4	Sarımların iki tarafında düz iletken parçası bıraktı.				
5	Sarımların uç kısmındaki emaye kaplamayı kazıdı.				
6	Çengelli iğne kullanarak destekleri hazırladı.				
7	Tahta plaka ve mıknatısı yerleştirdi.				
8	Bakır tel sarımlarının her iki ucuna boncuk geçirdi.				
9	Motorun uçlarını zil teli ile pile bağladı.				
10	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

9.1.2. Turmetre

Döner makinelerin devir sayısını ölçmek için kullanılan araca **turmetre (takometre)** denir. Turmetre makinenin hızını ölçmez, dakikadaki devir (tur) sayısını ölçer. Dönen bir cismin birim zamanda yaptığı tam dönüş (tur) sayısına **devir** denir. Turmetre endüstride ve araçlarda kullanılır (Görsel 9.5).

Devir = Tur / Zaman bağıntısı ile bulunur.

Elektrik motorunda motorun devri için birim zaman dakikadır. Turmetre bir dakikadaki devir sayısını ölçer, makinenin hızını ölçmez. Bir motor dakikada 800 devir yapar. Turmetreler analog ve dijital turmetre olmak üzere iki çeşittir.



Görsel 9.5: Turmetre

9.1.2.1. Turmetrenin İşlevleri

Turmetrede makinenin dakikadaki devir sayısını ölçen bir kadran, okunan değeri gösteren bir iğne ile güvenli ve tehlikeli seviyeleri gösteren işaretler vardır. Turmetre otomobil, uçak, kamyon, traktör, tren ve raylı araçlarda, tıbbi cihazlarda kullanılır.

9.1.2.2. Turmetre ile Asenkron Motorun Devir Sayısını Ölçme

Motordaki rotor hızına **asenكرون hız** veya **asenكرون devir sayısı** denir. Rotorun ve döner alanın devir sayısı aynı olmaz. Asenkron devir sayısı “ n_r ” ile gösterilir. Asenkron hız rotor ucundan turmetre ile ölçülür. Rotor sargılarında rotor hızının döner manyetik alan hızından küçük olması gerekir.

9.1.2.3. Motorlarda Senkron Hızının Bulunması

Döner alanın devir sayısına **senkron hız** veya **senkron devir sayısı** denir. Senkron devir sayısı “ n_s ” ile gösterilir. Senkron devir sayısı yandaki formül ile bulunur:

$$n_s = 60 \cdot \frac{f}{p}$$

n_s : Senkron hızı

p : Makinenin çift kutup sayısı

f : Kuvvet

9.1.2.4. Rotor Devrini ve Senkron Devrini Kullanarak Kayma Hesaplamaları

Rotor ve senkron hız arasındaki farka **kayma** denir. Kayma “S” sembolü ile gösterilir. Kayma senkron devir sayısının yüzdesini gösterir.

Asenkron motor boş olarak çalıştığında kayma değeri küçüktür. Yük oranı arttıkça kayma değeri de artar. Kayma sıfır olmaz. Kayma değeri bir ise rotor durur. Bu durumda motor şebekeden yüksek akım çeker. Turmetredeki motor mili ile rotor devir sayısı ölçülür. Motorun kutup sayısı frekansı kullanılarak rotor hızı bulunur ve kayma hesaplanır. Kayma değeri, senkron devri ile rotor devri arasındaki fark çok olduğunda (motor yüklü iken) bulunur.

Sıra Sizde 3

Tabloda yer alan elektrik motorlarıyla ilgili kavramları işaretleyiniz

Rotametre	Stator	Termometre	Devir	Rotor	Turmetre	
Etüv	Distilasyon	Asenkron	Mil	Senkron	Kayma değeri	

9.1.3. Elektrikli Motorları Kontrol Etme İşlemleri

Elektrikli motorlar dönen ve malzeme taşıyan donatılara yakın olduklarından zamanla yıpranır. Toz ve havanın yıpratıcı etkileri, asit buharları ve su buharı motorları olumsuz etkiler. Elektrik motorları sahadaki yerinden sökülüp kapalı yerde kontrol edilmelidir. Bunun için aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

- Motor bağlı olduğu devreden sökülmelidir.
- Motorun dışı önce el fırçası ile temizlenir. Motor üzerinde sert kalıntılar varsa kum püskürtme yapılarak motor temizlenmelidir.
- Parçalara ayrılan motorun sargılar hariç tüm parçaları buharla temizlenmelidir.
- Motor sargılarının arasındaki kirler, düşük basınçlı kuru hava ile temizlenir. Sargı yüzeyi nemli bezle silinmelidir. Bu işlem yapılmadan sargının yalıtım direnci kontrol edilmelidir.
- Motor parçaları kurutma fırınında kurutulmalıdır.
- Motorda kısa devre olup olmadığı kontrol edilmeli, varsa sorun giderilmelidir.
- Motor sargıları üzerine kolayca kuruyabilen yalıtım verniği sürülmelidir.
- Motor yatakları kontrol edilmeli ve uygun bir gres yağı ile doldurulmalıdır.
- Motor toplanıp dışında kalan uzantısı plastik bantla sarılmalıdır.
- Motor sargısının dışına çıkan uçları sac kutu içine alınmalı ve mil her hafta bir defa döndürülmelidir.

Elektrik motorları sahadaki yerinde de kontrol edilebilir. Bunun için aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

- Bağlı olduğu devreden ayrılan motorun yataklarındaki yağ boşaltılmalı ve motora başka koruyucu yağ doldurulmalıdır.
- Motorun gövdesinden sargı uçları sökülmelidir.
- Motorun içine şerit ısıtıcı koyulmalıdır.
- Klasik ısıtıcıyla veya ampullerle motor dış kısmından ısıtılmalıdır.
- Sargı uçları yerine takılmalıdır.
- Motorun yatak yeri gres yağı ile doldurulmalıdır.
- Havalandırma delikleri ve diğer delikler kapatılmalıdır.
- Şerit ısıtıcıya elektrik verilmelidir.
- Mil haftada bir defa döndürülmelidir.

9.1.4. Elektrik Enerjisinin Önemi

Elektrik enerjisi; ısı, ışık ve hareket enerjisine aynı anda çevrilebilir. Yaşamın her alanında kullanılan elektrik, hidroelektrik santrallerinde suyun hareket enerjisinden yararlanılarak üretilir. Elektrik; evlerde, iş yerlerinde ve fabrikalarda kullanılır. Elektrik enerjisi; ulaşım, tarım, iletişim tıp, sanayi, haberleşme, güvenlik ve birçok alanda kullanılır. Elektrik enerjisi ile çalışan çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, buzdolabı, fırın, süpürge, asansör, klima ve diğer ev aletleri yaşamı kolaylaştırır.

9.1.5. Elektrik Enerjisi Kayıpları

Elektrik enerjisi doğal kaynaklardan elde edilir. Doğal kaynaklar sınırlıdır. Ancak güneş, rüzgar, dalga gibi bazı kaynaklar tükenmeyebilir. Enerji kaynakları, yenilenebilen ve yenilenemeyen kaynaklar olarak sınıflandırılabilir. Elektrik enerjisi ile çalışan tüm makine ve aletler kullanılmadığı zaman kapatılmalıdır. Elektrik enerjisi tasarruf edilerek kullanılırsa ekonomik kayıplar önlenmiş olur. Bu nedenle tüm doğal kaynaklar ve elektrik enerjisi dikkatli kullanılmalıdır.



Sıra Sizde 4

Elektrik enerjisinin nasıl elde edildiğini ve elektriğin yaşamınızdaki önemini anlatan bir araştırma yapınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek yazınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

9.2. TÜRBİN KONTROLÜ

Akışkanın akış enerjisini, hareket enerjisi ve elektrik enerjisine çevirmeye yarayan araçlara **türbin** denir. Türbin; küçük boyutlu olması, bakıma az ihtiyaç duyması, değişik hızlarda çalışabilmesi sebebiyle tercih edilir. Türbin esas itibarıyla üzerine çepeçevre kanatlar takılmış bir rotordan, rotor kanatları üzerine buharı yönlendirerek püskürtülen sabit nozullardan (buhar püskürtme sistemleri) ve bu sistemi içine alan bir gövdeden oluşur. Türbinlere gönderilen akışkanlar aracılığıyla kanatlara bağlı rotor hareket eder. Bu hareket ile mile bağlı olan elektrik motoru hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür. Buhar enerjisinden daha fazla yararlanmak için çok kademeli olarak yapılmış türbinler de vardır. Rafinerilerde genellikle buhar türbinleri ve gaz türbinleri kullanılır. Gaz türbinleri yüksek basınçlı hidrokarbon gazlarının genleşmesi sonucu açığa çıkan enerji ile çalışır.

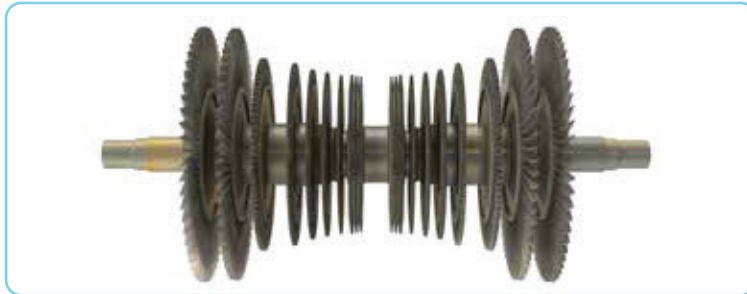
9.2.1. Buhar Türbinleri

Buhar türbini yüksek basınçlı buhardaki ısı enerjisini sırasıyla kinetik enerjiye, mekanik enerjiye ve elektrik enerjisine dönüştüren sisteme denir (Görsel 9.6). Türbinlerde rafineri donatımları buharın itme gücünden yararlanılarak hareket ettirilir.



Görsel 9.6: Buhar türbini

Bir buhar türbininde, genel olarak yatay eksenli etrafında dönebilen bir rotor (döner silindir), bu rotorla birlikte dönen hareketli kanatlar (Görsel 9.7) ve bunları koruyan türbin gövdesi bulunur. Türbin gövdesi; iç gövde, sabit kanat taşıyıcıları ve sabit kanatlardan oluşur. Ayrıca türbine giren buhar miktarını ayarlayan vanalar da sistemin önemli bir parçasıdır.



Görsel 9.7: Rotor ve kanatlar



Sıra Sizde 5

Aşağıdaki tabloda boş bırakılan yerleri uygun sözcüklerle eşleştiriniz.

1. Buharlı trenler temel olarak () işe dönüştürerek hareket eder.

2. Termik santraller () ile çalışan güç santralidir.

3. Rüzgâr türbini rüzgârın sahip olduğu kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye daha sonra da () dönüştürür.

4. Her buhar makinesinde buhar üretmek için basınç sağlayabilecek bir () bulunur.

a) Su kazanı

b) Elektrik enerjisine

c) Buhar gücüyle

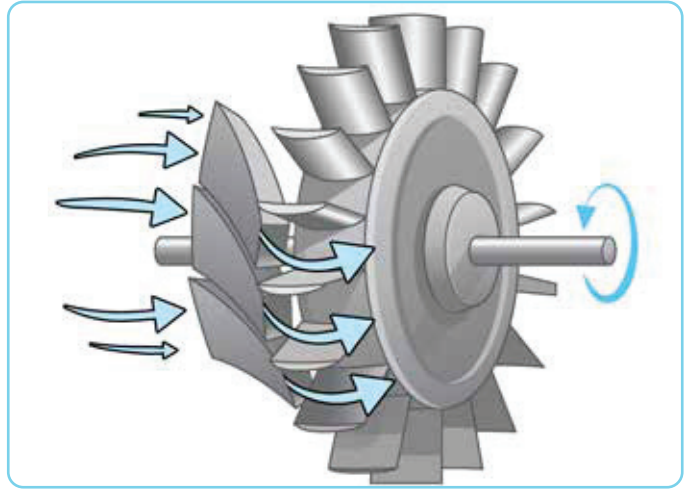
ç) Isı enerjisini

d) Jeneratör

e) Dram

Yakıttaki kimyasal enerji kazanlarda ısı enerjisine dönüştürülür. Kazanlarda katı veya sıvı yakıtların yanması sonucu oluşan ısı, kazan borularındaki suyu buharlaştırır. Böylece yüksek basınç ve sıcaklığa sahip taze buhar elde edilir. Buhar türbinlerindeki sabit kanatlara giren buhar, kanatlardan geçerken basınç ve sıcaklığı düşer. Buhar ve hız kazanır. Rotor üzerindeki kanatçıklara nozullar tarafından püskürtülen hızlandırılmış buhar rotorun dönmelerini sağlar (Görsel 9.8). Rotora bağlı mil ile mekanik enerji elde edilir. Türbin çıkışında türbin rotoruna kaplinle (döner bir ekipmandan güç olarak bu gücü, dönen diğer bir elemana aktaran güç ve güvenlik ekipmanı) bağlanmış olan jeneratör rotoru bulunur.

Enerjisini kaybederek türbinden çıkan buhara **çürük (yaş) buhar** denir. Çürük buhar kondensere (yoğuşturucu) (Görsel 9.9) gönderilir ve orada yoğunlaşarak suya (kondensat) dönüştürülür. Oluşan su, pompalarla tekrar kazana iletilir.



Görsel 9.8: Buhar türbininin çalışma mekanizması



Görsel 9.9: Kondenser



3. UYGULAMA



BUHAR TÜRBİNİNİN ÇALIŞMA MEKANİZMASI

Amaç

Buhar türbininin nasıl çalıştığını kavrama

Araç Gereç

Destek çubukları, üçayak, su çarkı, bunzen kıskacı, bağlama parçası, 500 mL'lik cam balon, lastik tıpa, ucu çekik dik açılı cam boru, bunzen beki

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Destek çubuklarını üçayağa monte ediniz.
- Destek çubuğuna bağlama kıskacını takınız.
- Cam balonu yarısına kadar su ile doldurunuz.
- Cam balonun ağzına lastik tıpa takınız.
- Lastik tıpayı dik açılı cam boruyu geçiriniz.
- Cam balonu bunzen kıskacına dikkatlice yerleştiriniz.
- Bir başka üçayağa destek çubuğu ve bağlama parçasını takınız.
- Su çarkını bağlama parçasına yerleştiriniz.
- Cam balonu bunzen beki ile ısıtınız.
- Çıkan buharın su çarkına, doğru açı ile gelmesini sağlayınız (Görsel 9.10).
- Oluşan durumu gözlemleyerek rapor ediniz.



Görsel 9.10: Buharla su çarkını döndürme

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Deney düzeneğini hazırladı.				
3	Buharın doğru açı ile gelmesini sağladı.				
4	Çarkın hareketini gözlemledi.				
5	Gözlem raporu hazırladı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü



4. UYGULAMA



BUHAR TÜRBİNİ İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ

Amaç

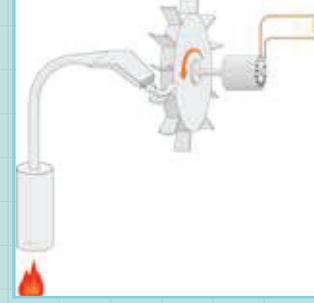
Buhar enerjisini kullanarak elektrik elde etme

Araç Gereç

Destek çubukları, iki adet üçayak, çark bağlanmış dinamo, iki adet bunzen kıskacı, 500 mL'lik cam balon, lastik tıpa, ucu çekik dik açılı cam boru, bunzen beki, ampermetre

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Destek çubuğunu üçayağa sabitleyiniz ve destek çubuğuna bunzen kıskacını takınız.
- Cam balona su doldurup lastik tıpa takınız.
- Lastik tıpayı ucu çekik dik açılı cam boruyu yerleştiriniz.
- Cam balonu bunzen kıskacına yerleştiriniz.
- Çark bağlanmış dinamoyu üçayağa sabitlenmiş destek çubuğuna kıskaç ile tutturunuz.
- Cam balonu bunzen bekinde ısıtarak çıkan buharın dinamo çarkını çevirmesini sağlayınız (Görsel 9.11).
- Dinamoda oluşan elektrik akımının şiddetini ampermetre ile ölçünüz.



Görsel 9.11: Buhar enerjisi ile elektrik üretimi

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Deney düzeneğini hazırladı.				
3	Buharın dinamo çarkını çevirmesini sağladı.				
4	Oluşan elektrik akımının şiddetini ampermetre ile ölçtü.				
5	Gözlem raporu hazırladı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

9.2.2.1. Buhar Türbinlerinin Sınıflandırılması

Buhar türbinleri beş başlık altında sınıflandırılır.

1. Çalışma Prensiplerine Göre Buhar Türbinleri

- a) Aksiyon Türbinleri:** Sabit kanatlarda basınç ve sıcaklığı değiştiren ısı düşüşleri gerçekleşir.
- b) Reaksiyon Türbinleri:** Basınç ve sıcaklık değişmesine yol açan sıcaklık düşüşleri hem hareketli hem de sabit kanatlarla yapılmaktadır.

2. Buhar Akış Doğrultusuna Göre Buhar Türbinleri

- a) Eksenel Türbinler:** Akışkanın türbin miline yatay olarak hareket ettiği türbin çeşididir.
- b) Karmaşık Akışlı ve Çapsal Türbinler:** Çapsal türbinlerde buharın akış yönü mil eksenine diktir. Buharın akış yönü karmaşık akışlı türbinlerde karmaşık bir şekildedir.

3. Kullanım Yerlerine Göre Buhar Türbinleri

Kullanım yerlerine göre buhar türbinleri kara türbini ve gemi türbini olmak üzere iki çeşittir.

4. Basamak Sayısına Göre Buhar Türbinleri

- a) Tek Basamaklı Türbinler:** Tek basamaklı türbinler alçak buhar basıncı ve düşük güçte çalışan türbinlerdir. Sadece aksiyon tiplerde üretilmektedir.
- b) Çok Basamaklı Türbinler:** Çok basamaklı türbinler yüksek buhar basıncında çalışır. Bu türbinlerin hem aksiyon hem de reaksiyon tipleri bulunmaktadır.

5. Çalışma Koşullarına Göre Buhar Türbinleri

- a) Kondensasyonlu Türbinler:** Türbin çıkışında buhar basıncı atmosfer basıncından düşüktür. Bu basınç düşüklüğü, türbin çıkışında kondenser adı verilen ısı eşanjörü yardımıyla buharın yoğunlaştırılması ile sağlanır.
- b) Karşı Basıncılı Türbinler:** Bu türbinlerde türbin çıkış basıncı atmosfer basıncından yüksektir. Elektrik enerjisi ve ısı enerjisinin beraber kullanıldığı endüstri türbinleri bu tiptedir. Burada elektrik üretiminin yanında tesisin ihtiyacı olan ısı ihtiyacı da karşılanır.
- c) Ara Buhar Türbinleri:** Endüstri tipi olan bu türbinlerde belirli basamaklarda çekilen buhar ile donanımın gerekli olan ısı üretilir.
- ç) Çift Basınç Türbinleri:** Türbine; ana girişten taze buhar, diğer girişten düşük basınç ve sıcaklıktaki buhar girer.

9.2.1.2. Buhar Türbinlerini Çalıştırma

Buhar türbinini çalıştırmadan önce türbin, türbin yardımcı ekipmanlarının ve acil durum valfi kontrol edilmelidir. Buhar türbinini çalıştırmak için sırayla şu işlemler uygulanır: Yağ soğutucusuna ve kondensatöre soğutma suyu gönderilir. Motor sürücüsü yardımcı yağ pompası çalıştırılır. Kondensat çıkarma pompası ve enjektör sistemi başlatılır. Düşük basınçlı yağ valfi üzerindeki sıfırlama düğmesine 5-10 saniye basılı tutulur. Regülatördeki hız kontrol düğmesi minimum hıza ayarlanır. Engelleme dişlisi başlatılır. Ana durdurma vanası türbin gövdesine buhar almaya yetecek kadar açılır. Türbin ısındığında ve tüm su dışarı atıldığında türbin tahliyeleri kapatılır. Kondenser fanı çalıştırılır. Rotor hızı dakikada 300-400 devir olana kadar türbin ana durdurma vanası açılır. Senkronizasyon hızına ulaşılacak şekilde türbin hızı ayarlanır. Türbin üzerindeki yük kademeli olarak artırılır.



5. UYGULAMA



BUHAR TÜRBİNİ OLUŞTURMA

Amaç

Buhar enerjisinden hareket enerjisi elde etme

Araç Gereç

İki adet statif çubuk, iki adet üçayak, su çarkı, bunzen kısıkcı, bağlama parçası, cam balon, lastik tıpa, ucu çekik dik açılı cam boru, ispirto ocağı

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Üçayaklara statif çubukları bağlayınız.
- Birinci statif çubuğa su çarkını bunzen kısıkcı ile bağlayınız.
- İkinci statif çubuğa bağlama parçasını kısıkaç ile tutturunuz ve cam balonu bağlayınız.
- Cam balona su doldurunuz.
- Cam balonun ağızına lastik tıpayı koyup dik açılı cam boruya geçiriniz.
- Cam balonu ispirto ocağı üzerine koyunuz.
- Su çarkının kanatlarını cam balona yaklaştırınız.
- İspirto ocağını açınız ve kaynayan su buharının çarkı döndürdüğünü gözlemleyiniz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlüğünü taktı.				
3	Cam şişenin ağız kısmına tıpa koydu.				
4	Bunzen bekini yaktı.				
5	Cam şişeyi bunzen bekinde ısıttı.				
6	Cam şişedeki tıpayı gözlemledi.				
7	Tıpanın şişenin içine hareket etmesinin nedenini açıkladı.				
8	Gözlem sonuçlarını açıkladı.				
9	Katı maddelerin genleşmesini arkadaşlarıyla paylaştı.				
10	Sonuçları deftere yazdı.				
11	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

9.2.1.3. Türbin Çalışırken Yapılacak İşlemler

Buhar türbinleri çalışırken yapılacak işlemler şunlardır:

- Ana yağ tankının altından yağ boşaltılarak yağdaki su ve tortu kontrol edilmelidir.
- Acil durum düzenleyicilerin devrede olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Tüm buhar çıkış fanlarının çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- Ana yağ tankı seviyesi ve yağ kalitesi kontrol edilmelidir.
- AC ve DC motor yağlama yağı pompaları kontrol edilmelidir.
- Kontrol ve koruma sisteminin çalışır durumda olduğu kontrol edilmelidir.
- Türbin 4 dakikadan fazla çalıştırılmamalıdır.
- Kontrol vanaları servo motoru tam açık durumdayken türbin tam kapasite çalıştırılmamalıdır.
- Türbin gövdesi ve rotodaki sıcaklıkla genleşme miktarı ölçülmelidir.

9.2.1.4. Türbinleri Devreden Çıkarırken Yapılacak İşlemler

Türbini devreden çıkarmak için türbindeki yük en aza indirilerek aşırı devir mekanizması elle çalıştırılır. Türbinin buhar giriş vanası kapatılır. Yüksek devir mekanizması sıfırlanarak doğru konumda bırakılır. Türbin mili durduğunda çıkış vanası kapatılır. Giriş ve çıkış vanaları arasındaki bütün tahliye muslukları açılır. Türbin, ısı oda sıcaklığına düşüncüye kadar duracaksa kondenser üzerindeki buhar jetleri en az 25 dakika çalıştırılır ve türbinin sıcakken kurutulması sağlanır. Rotor durduktan sonra en az bir saat türbinin yağlama işlemi yapılır. Türbinin soğutma suyu kapatılarak gövdedeki boşaltma muslukları açılır.

9.2.1.5. Türbinler Hazır Beklemedeyken Yapılacak İşlemler

Türbinler hazır beklemedeyken dönme hızı yatakları yağlamaya yetmelidir. Yavaş dönme hızı, buhar kontrol vanasına eklenen baypas hattı ile dengelenir. Rotor sıcak hâlde hareketsiz kalırsa şaftta eğilme ve sabit parçalarda şekilsel bozulmalar oluşabilir. Bu yüzden herhangi bir buhar vanası açılmamalı ve rotor kısa bir süre yüklü döndürülmelidir. Türbin içine su girmemelidir. Ayrıca buhar kapanları ile buhar içinde bulunabilecek su ayrıştırılmalıdır. Buhar hattında bulunabilecek kaynak atıkları, metal küfü, kir ve tortular yüksek basınçlı buharla giderilmelidir.

9.2.1.6. Türbinlerdeki Kayıp Nedenleri

1. Kabul Kayıpları: Nozuldan çıkan buharın kinetik enerjisindeki azalma aşağıdaki nedenlerden kaynaklanır.

- Buhar parçacıkları arasında oluşan viskoz kuvveti
- Nozula girmeden önce buhardan ısı kaybı
- Nozuldaki buharın akış sapması
- Nozulda sınır tabakası oluşumu

2. Kaçak Kayıpları: Buhar; ana vanadan, ayar vanalarından, nozullardan, nozullar ve hareketli kanatlar arasındaki boşluklardan (diyafram ve dönen şaft vb.) geçtikten sonra kazanı terk ederek kondensere ulaşır. Bu esnada aşağıda belirtilen kısımlarda buhar sızıntısı olabilir.

- Ana vana ve ayar vanası
- Contalar ve salmastralar
- Nozul ve hareketli bıçaklar arasındaki boşluklar
- Türbin şaftı ve diyafram arasındaki boşluklar
- Hareketli kanat halkaları ve türbin muhafazası arasındaki boşluk

3. Sürtünme Kayıpları: Sürtünme direnci, nozullardan hareketli ve sabit bıçaklara buhar akışı sırasında oluşur. Buhar, nozuldan kanatlara geçerken hareketli kanat yüzeyindeki viskoz sürtünme giriş kayıplarına neden olur.

4. Çıkış Kaybı: Buharın içerdiği enerji türbinde tam olarak kullanılmamaktadır. Türbinden çıkan ve kondensere giren buhar, kinetik enerjinin bir kısmını ve doğrudan enerji kaybı olan faydalı entalpiyi (madde yapısındaki her türlü enerjinin toplamı) taşır.

5. Radyasyon ve Konveksiyon Kayıpları: Buhar türbini nispeten yüksek bir sıcaklıkta çalışır. Bu nedenle buharın ısı enerjisinin bir kısmı türbin gövdesinden çevresine yayılır ve taşınır. Bu kayıplar uygun yalıtım ile en aza indirilir.

6. Nem Nedeniyle Kayıplar: Türbinin son aşamasından geçen buhar, yüksek hıza ve büyük nem içeriğine sahiptir. Sıvı parçacıklar buhar parçacıklarından daha düşük hıza sahiptir. Bu nedenle sıvı parçacıklar türbinin son aşamasında buhar parçacıklarının akışını engeller ve buharın kinetik enerjisi azalır. Buharın kuruluk oranı 0.88'in altına düşerse bıçaklarda aşınma meydana gelebilir.

7. Taşıma Kayıpları: Buhar, diyafram aracılığıyla bir aşamadan diğerine geçtiğinde taşıma kayıpları olarak adlandırılan bazı enerji kayıpları meydana gelir. Bunun nedeni nozul ile hareketli bıçaklar arasındaki dairesel boşlukta girdap oluşumudur.

9.2.1.7. Türbinlerdeki Aksaklık Kontrolleri

Türbin gövdesi açılarak rotor dışarı çıkarılır. Diyafram kanatlarında çatlak olup olmadığı manyetik parçacıklar veya dolgu boya yöntemleri kullanılarak kontrol edilir. Rotor kanatlarını tutan çemberler, perçinler veya kaynaklar erozyon, çatlak, gevşeme, deformasyon ve diğer yıpranma belirtileri yönünden gözden geçirilmelidir (Görsel 9.12).

Nozul açıklıklarının ölçülmesi zor olup ölçüm esnasında imalatçı tarafından önerilecek takımlar kullanılmalıdır. Karbon sızdırmazlık elemanları, temizlik, çatlak, kaçakların yarattığı izler ve rotora bağlı mille arasındaki boşluk açısından incelenmelidir. Söz konusu boşluğun kontrolü için sızdırmazlık elemanı ile sızdırmazlık elemanına bağlı diğer parçalar mil üzerine takılır ve mille arasındaki boşluk, bir kalınlık tarağı ile ölçülür. Sızdırmazlık elemanının kendisinde ve yuvasının oturma yüzeylerinde oyuk ve çizik bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir. Yataklar ve milin yatağa oturan kesimlerinin de kontrolü yapılmalıdır. Rotorda kanat değişikliği işleminden sonra mutlaka balans ayarı yapılmalı ve daha sonra rotor yerine oturtulmalıdır. Devir sayısının aşırı yükselmesi halinde türbini durduracak olan mekanizmanın ayarı kontrol edilmelidir. Regülâtör (hız ayar mekanizması) kontrol edilmeli ve tüm parçalar sökülüp takılmalıdır. Sökülen parçalar mikrometre ile ölçülmeli, aşınma yüzeyleri ve bıçaklar gözden geçirilmelidir. Bütün yaylar; korozyon, aşınma ve esneklik yönünden dikkatle incelenmelidir. Regülâtör vanası sökülerek yuvası ve kapatma parçası aşınma, korozyon ve tel kesmesi bakımından incelenmelidir. Vana dilinin sapındaki çap ölçümünde 0,1 mm'den fazla bir aşınma görülürse sap değiştirilmeli ve vana toplanırken yeni salmastra takılmalıdır. Ani duruş vanası ve bunun kumanda vanası sökülerek temizlenmelidir. Buhar süzgeci sökülüp temizlendikten sonra tekrar yerine takılmalıdır. Tüm em-



Görsel 9.12: Buhar türbin kontrolü

niyet cihazları ve kontrol aletleri gözden geçirilmelidir. Yağ kontrol edilerek iyi durumdaysa tekrar kullanılmalı şayet kontrolü yapılmıyorsa yağ değiştirilmelidir. Yağ soğutucuları kontrol edilerek denenmelidir. Yağ süzgeçleri kontrol edilerek gerekiyorsa değiştirilmelidir.

9.3. TEMEL SÜRÜCÜ EKİPMANLARIN BAKIMI

Elektrik motorlarının bakım ve kontrolleri, bu konuda eğitim almış kişiler tarafından periyodik olarak yapılmalıdır.

9.3.1. Elektrik Motorlarının Bakımı

Fırça tozlarının oluşturduğu kirlilik, ortamdaki olumsuzluklar, düzensiz çalışma süreleri gibi etkenler motorların zorlanmasına neden olur. Elektrik motorlarının yüksek performansla uzun seneler çalışabilmesi için bakımlarının periyodik olarak titizlikle yapılması gerekir. Elektrik motorlarının bakımını yapan personel, elektrikli bileşenlerin kullanımı konusunda iyi eğitim almış olmalı ve koruyucu donanımla (eldiven veya yalıtkan ayakkabı gibi) donatılmalıdır. Bakım yapılan yer temiz olmalıdır. Elektrik motorlarının bakımı yapılırken izlenmesi gereken adımlar şunlardır:

1. Görsel İncelemeler Yapma: Elektrik motorlarının fiziksel durumuna bakılarak gözlemler kaydedilir. Bu gözlem sırasında motor bileşenlerinde korozyon, yanık kokusu ve kir birikimi belirtisi olup olmadığına bakılır.

2. Fırça ve Şalter Muayenesi Yapma: Aşınma ve yıpranma belirtilerine bakılarak aşınan fırça değiştirilir. Herhangi bir ezik, oyuk veya çizik olmadığından emin olmak için şalter kontrol edilir. Ayrıca motor yatağı, rotor, stator ve kayışlar da iyice incelenerek yıpranmış olan tüm parçalar değiştirilmelidir.

3. Motor Sargı Testi Yapma: Motorun sargıları motor sargı test cihazı ile test edilir. Bu test, sargılardaki herhangi bir anormalliği veya arızayı belirlemeye yardımcı olur. Test sırasında motorun anormalliklerini belirlemek için motor sökülür. Bu test esnasında rüzgâr yalıtımının da test edilmesi gerekir.

4. Yatakların Kontrol Edilmesi: Rulmanlardan gelen gürültü ve titreşim, yetersiz yağlama, kir birikmesi, aşınma ve yıpranma gibi olası sorunları gösterdiği için yatakların kontrol edilmesi gerekir. Yatağın muhafazası dokunulamayacak kadar sıcaksa motorun aşırı ısındığı veya yetersiz miktarda yağ olduğuna işaret eder. Yatak yüzeyinin sertliği Rockwell (Rakvıl) sertlik metodu ile çalışan cihazlarla ölçülür. Yataklar için bakım gereksinimleri, ekipmanın bulunduğu yere bağlı olarak değişebilir.

5. Titreşim Testlerinin Yapılması: Motorda oluşan titreşimler zamanında tespit edilmezse motor yatağının veya sargıların arızalanmasına yol açar. Hatalı manşon veya bilyeli yataklar, fazla kayış gerginliği ve denge problemleri gibi mekanik sorunlar titreşim nedeni olabilir. Elektrik motoru, kayışlar çıkarılarak veya yükün bağlantısını kesip ardından motoru çalıştırarak test edilebilir. Bazen elektrik sorunları bile titreşimlere neden olabilir. Titreşimlerin kesin sıklığını ve genliğini ölçen mobil cihazlarla yapılan alan titreşim analizi, titreşimlerin kesin nedenini tespit etmeye yardımcı olabilir.

6. Kızılötesi Termografi Yönteminin Kullanılması: Kızılötesi termografi yönteminde motorun çalışmasına müdahale etmeden termal görüntüleri yakalamak için bir kızılötesi kamera kullanılır (Görsel 9.13).



Görsel 9.13: Kızılötesi termografi cihazı

Yetersiz hava akışı, yalıtım arızası veya statorda bozulma gibi durumlarda kızılötesi kamera sorunu termal görüntü şeklinde tespit eder.

7. Kayıtların Tutulması: Dokümantasyon son derece önemlidir. Tüm önleyici bakım programlarının, gerçekleştirilen testlerin, onarımların ve değişimlerin kayıtları düzenli olarak tutulmalıdır.

9.3.2. Türbin Temel Bakım Teknikleri

Türbinlerin bakımında (Görsel 9.14) yapılan işlemler ve uygulanan teknikler şunlardır:

- Türbin yataklarının kontrol, NDT (tahribatsız muayene) ve bakımlarının yapılması
- Yüksek, orta ve alçak basınç rotorlarının demontajı ve montajının yapılması
- Yüksek, orta ve alçak basınç kademelerinin bakımlarının yapılması
- Ana yağlama dişlisi ünitesi bakımının yapılması
- Buhar sızdırmazlık gövdelerinin sökülmesi ve bakımının yapılması
- Türbin dış ve iç kasası ile aksenal ve radyal ayar kamalarının kontrolünün yapılarak çalışmaya hazır hale getirilmesi
- Rotor kanatlarına NDT uygulanması
- Salmastra bileziği buhar sızdırmazlık sistemi labirentlerinin çap kontrolünün yapılması ve gerekirse yenilenmesi
- Yatak yağ sızdırmazlık labirentlerinin kontrolünün yapılması ve gerekirse yenilenmesi
- Salmastra ve türbin korumalarının test montajlarının yapılması, taslak ile yarımmlar arası birleşme kontrolünün ve gerekirse tavsiyesinin yapılması
- Yatak testlerinin ve sac ayarlarının yapılması
- Rotor kurşun testinin yapılması ve değerlendirilmesi
- Radyal ve aksenal ayar ve kurulumlarının yapılması
- Radyal ve aksenal stator (Buhar türbininin sabit kanatlarını taşıyan gövdesi) ve rotor boşluk değerlerinin ölçülmesi, kayıtlarının tutulması
- Crossover (deve boynu) borusunun demontajının ve bakımının yapılması
- Kompansatör kontrollerinin ve montajının yapılması
- Yağlama ve kaldırma yağı ünitesinin kontrolünün ve bakımlarının yapılması
- Ana yağ tankının bakımlarının yapılması
- Türbinin yağ değişiminin yapılması ve mobil filtrasyon ünitesi ile yağın filtre edilmesi
- Sabit ve hareketli kanatların bakımlarının yapılması
- Türbin kaplin ayarının yapılması
- Türbinin devreye alınması
- Vibrasyon problemlerinin giderilmesi
- Rotor balansının yapılması
- Rotorun, hareketli ve sabit kanatların kumlanması



Görsel 9.14: Bakımdaki buhar türbini



6. UYGULAMA



ELEKTRİK MOTORU BAKIMI

Amaç

Elektrik motorunun gövde temizliğini yapma

Araç Gereç

Elektrik motoru, fırça, hava kompresörü, pas sökücü ve yağ çözücü madde, kuru ve temiz bez, zımpara kâğıdı

Uygulamanın Yapılışı

- Laboratuvar koruyucu ekipmanlarınızı giyiniz.
- Elektrik motorunu çalışma alanına getiriniz.
- Fırça ile motorun üzerindeki tozları ve tortuları alınız (Paslanmış kısımlar için zımpara kâğıdı kullanınız.).
- Hava kompresörü ile motor gövdesindeki toz ve kalıntıları temizleyiniz.
- Pas sökücü ve yağ çözücü maddeyi gövdeye dikkatlice ve yeterince püskürtünüz.
- Kuru bez kullanarak yağ ve pası iyice temizleyiniz.
- Motor gövdesini hava kompresörü kullanarak kurutunuz.

DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu form uygulama faaliyetinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerinizin performansını en iyi yansıtan seçeneği işaretleyerek ölçeği doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Çalışılacak alanı temizledi.				
3	Fırça ve zımpara ile toz ve tortu temizliği yaptı.				
4	Hava kompresörü ile toz ve kalıntıları temizledi.				
5	Pas sökücü ve yağ çözücü kullanarak yağ ve pasları temizledi.				
6	Motor gövdesini kuruttu.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					



A) Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz ve doğru ifadeler için (D), yanlış ifadeler için (Y) harfini kullanınız.

- 1.(....) Çift basınçlı türbinlerde düşük basınç ve sıcaklıktaki buhar türbine kullanılır.
- 2.(....) Rotorda kanat değişikliği işleminden sonra mutlaka balans ayarı yapılmalıdır.
- 3.(....) Karşı basınçlı türbinlerde türbin çıkış basıncı atmosfer basıncından düşüktür.
- 4.(....) Buhar türbinini çalıştırmadan önce yağ tankındaki yağ seviyesi kontrol edilir.
- 5.(....) Elektrikli motorda elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüşür.
- 6.(....) Elektrik motorunun iki çeşidi vardır.

B) Aşağıdaki cümlelerde noktalı yerleri tabloda bulunan uygun ifadelerle tamamlayınız.

stator	buhar	baypas	çürük buhar	gaz	ısı	elektrik
--------	-------	--------	-------------	-----	-----	----------

7. Rafinerilerde genellikle türbinleri ve türbinleri kullanılır.
8. Kazanlar yakıttaki kimyasal enerjiyi enerjisine çevirir.
9. Türbinden çıkan enerjisini kaybetmiş buhara denir.
10. Türbinlerde yavaş dönme hızı buhar kontrol vanasına yapılan hattı ile ayarlanır.
11. Elektrik motorunda hareket etmeyen bölüm dir.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

12. Buhar türbinlerinin çalışma prensibini açıklayınız.
13. Buhar türbinlerindeki kabul kayıpları niçin olur?
14. Buhar türbinleri nerelerde ve hangi amaçlar için kullanılır?
15. Elektrikli motorlar kaç çeşittir? Açıklayınız.
16. Elektrikli motoru çalıştırırken nelere dikkat edilmelidir?



D) Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

17. Aşağıdakilerden hangisi AC motorun bölümlerinden değildir?

- A) Rotor
B) Stator
C) Senkron
D) Gövde
E) Rulman

18. Çalışma koşullarına göre buhar türbinleri sıralandığında aşağıdakilerden hangisi dışta kalır?

- A) Çok basamaklı türbinler
B) Kondensasyonlu türbinler
C) Karşı basınçlı türbinler
D) Ara buhar türbinleri
E) Çift basınç türbinleri

19. Buhar türbinlerinde türbine giren buhar miktarını ayarlayan parça aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Türbin gövdesi
B) Vana
C) Sabit kanat
D) Nozul
E) Rotor

20. Aşağıdakilerden hangisi türbin hazır bekleme durumundayken yapılacak işlemlerden değildir?

- A) Buhar giriş vanasının kapatılması
B) Rotorun bir süre boşa döndürülmesi
C) Tıkaç buharının kesilmesi
D) Kaynak atıklarının buharla temizlenmesi
E) Dönme hızının azaltılması

21. Aşağıdakilerden hangisi kaçak kayıplarındandır?

- A) Çıkış kaybı
B) Nem nedeni ile kayıp
C) Sürtünme kaybı
D) Ana vana buhar sızıntısı
E) Taşınan kayıp

22. Türbinden çıkan enerjisini kaybetmiş buhar, yoğunlaştırma işlemi için hangi bölüme gönderilir?

- A) Kondenser
B) Kazan
C) Türbün
D) Rotor
E) Sabit kanatlar

23. I. Araçlarda kullanılır.
II. Makine hızını ölçer.
III. Devir sayısını ölçer.

Turmetre ile ilgili olarak yukarıda verilenlerden hangisi veya hangileri doğrudur?

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

24. Buhar türbinlerinde sabit kanatlara giren buharın kanatlardan geçerken hız kazanmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Basıncın düşmesi
B) Sıcaklığın düşmesi
C) Hızlı püskürtülmesi
D) Sıcaklık ve basıncın düşmesi
E) Sıcaklık ve basıncın artması

1. ÖĞRENME BİRİMİ					
A BÖLÜMÜ		B BÖLÜMÜ		D BÖLÜMÜ	
1.	D	6.	oturmali tip	16.	C
2.	D	7.	hidrojen organik bileşikler	17.	D
3.	Y	8.	ağır - hafif	18.	A
4.	D	9.	boru	19.	D
5.	Y	10.	basınç sıcaklık	20.	A
				21.	D
				22.	A
				23.	E
				24.	E
				25.	A

2. ÖĞRENME BİRİMİ					
A BÖLÜMÜ		B BÖLÜMÜ		D BÖLÜMÜ	
1.	D	6.	iki - üç	15.	A
2.	Y	7.	sertliğine	16.	D
3.	Y	8.	yumuşak	17.	B
4.	D	9.	tirlin	18.	E
5.	Y	10.	üst tarafa	19.	C
		11.	izdüşüm	20.	C
				21.	B
				22.	E

3. ÖĞRENME BİRİMİ					
A BÖLÜMÜ		B BÖLÜMÜ		D BÖLÜMÜ	
1.	D	6.	PLC	16.	C
2.	Y	7.	proses	17.	A
3.	D	8.	termokupl	18.	C
4.	Y	9.	transmitter	19.	A
5.	D	10.	helisel	20.	D
				21.	B
				22.	D
				23.	E
				24.	C

4. ÖĞRENME BİRİMİ							
A BÖL.		B BÖL.		C BÖLÜMÜ		D BÖLÜMÜ	
	B	1.	D	6.	basıncına yoğunluğuna	11.	D
		2.	D	7.	atmosfer	12.	C
		3.	D	8.	760	13.	C
		4.	Y	9.	barometre manometre	14.	A
		5.	Y	10.	Torricelli	15.	A
						16.	C
						17.	A
						18.	A
						19.	E

5. ÖĞRENME BİRİMİ					
A BÖL.		B BÖLÜMÜ		D BÖL.	
1.	Y	6.	sıcaklık	16.	A
2.	Y	7.	skaler	17.	B
3.	D	8.	radasyonla	18.	A
4.	D	9.	hızlı	19.	D
5.	D	10.	serbest elektronlar	20.	D
				21.	B
				22.	D
				23.	A

6. ÖĞRENME BİRİMİ					
A BÖL.		B BÖLÜMÜ		C BÖLÜMÜ	
	C	1.	kolon- dram eşanjör	6.	C
		2.	tepsili - dolgulu	7.	B
		3.	genleşme	8.	C
		4.	sıvı	9.	B
		5.	önlem	10.	A
				11.	C
				12.	E
				13.	B

7. ÖĞRENME BİRİMİ					
A BÖL.		B BÖLÜMÜ		D BÖL.	
1.	D	6.	Wicket fırınları	16.	D
2.	Y	7.	börner	17.	A
3.	D	8.	-20 kPa ve + 100 kPa	18.	E
4.	D	9.	alternatör	19.	E
5.	Y	10.	kojenerasyon	20.	A
				21.	C
				22.	B

8. ÖĞRENME BİRİMİ					
A BÖL.		B BÖLÜMÜ		D BÖLÜMÜ	
1.	D	6.	merkezkaç	16.	D
2.	D	7.	su	17.	C
3.	D	8.	tam yükte	18.	C
4.	D	9.	yükleme	19.	A
5.	D	10.	rotor	20.	C
				21.	B
				22.	e
				23.	A

9. ÖĞRENME BİRİMİ					
A BÖL.		B BÖLÜMÜ		D BÖLÜMÜ	
1.	Y	7.	buhar - gaz	17.	C
2.	D	8.	ısı	18.	A
3.	Y	9.	çürük buhar	19.	B
4.	D	10.	baypas	20.	A
5.	D	11.	stator	21.	D
6.	D			22.	A
				23.	C
				24.	D

SIRA SİZDE CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 2

Rotametre - Debimetre - Gatemetre - Pitot tüpü
- Pervaneli sayaç

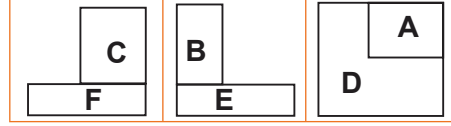
Sıra Sizde 3

Borularda cidar kalınlığı boru dış çapında iç çap çıkarılarak bulunan sonucun ikiye bölünmesi ile bulunur.
Boru dış çapı - boru iç çapı = 36 mm - 27 mm = 9 mm
Boru cidar kalınlığı = $9/2 = 4,5$ mm olur.

2. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 1

Yüzey Görünüşleri



Sıra Sizde 2

1.		102 numaralı hattaki seviye kaydı
2.		201 numaralı hattaki ağırlık göstergesi

3. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 1

$$^{\circ}R = \frac{4}{5} \times t \text{ } ^{\circ}C$$

$$^{\circ}R = \frac{4}{5} \times 15 = 12 \text{ } ^{\circ}R$$

3. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 3

Termokupl - Termometre - Sıvı genişlemeli termometre

6. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 5

Ham petrol	x	Hava	x	Su	x
Sıvı yağ	x	Etil alkol	x	Cıva	x

Sıra Sizde 6

Kolon / Distilasyon / Ham petrol / Rafineri / Yoğunlaşma / Eşanjör / Genleşme tankı

4. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 2

Atmosfer / Milimetre cıva / Pascal / Bar

4. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 4

Manometre - Barometre - Transmitter

8. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 2

Vidalı kompresör - Santrifüj kompresör - Eksenel pompa - Kinetik pompa

8. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 3

Filtre / Menfez / Hortum / Conta

5. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 1

$$Q = h \cdot A \cdot (T_{\text{Yüzey}} - T_{\text{Akışkan}})$$
$$27 = h \times (2 \times 3 \times 0,015) (0,015 + 0,120) \times (90 - 10)$$
$$h = 0,972 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Sıra Sizde 3

$$300 = -0,03 \cdot 1 \cdot (25 - (-6)) / dx$$
$$dx = 0,93 \text{ m} = 930 \text{ mm}$$
$$qx = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{DX}$$

Sıra Sizde 4

Cam - Su - Hava - Çelik - Yün - Kum - Seramik - Alüminyum

Sıra Sizde 4

$$q = A \times \varepsilon \times \sigma \times (T_S^4 - T_A^4)$$
$$q = 0,01^2 \times 0,8 \times 5,67 \times 10^{-8} \times (150^4 - 30^4)$$
$$q = 0,038 \text{ W}$$

9. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 2

Stator / Rotor / Gövde / Kapak / Rulman / Yatak / Soğutucu pervane

Sıra Sizde 3

Stator / Devir / Rotor / Turmetre / Asenkron / Mil / Senkron / Kayma değeri

Sıra Sizde 5

1 - d , 2 - c , 3 - b , 4 - a

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

A

akışkan: Sürtünme kuvvetlerini yenerek yerçekimi etkisiyle akma özelliği gösteren gaz, sıvı ve ince toz hâlindeki maddeler.

alternatör: Dalgalı akım üretici.

amortisör: Motorlu araçlarda sarsıntı, sallantı vb. hareketleri en aza indiren, yayların gereksiz hareketlerini gidermeye yarayan düzen.

anemometre: Yelölçer.

arıtma: Arıtmak işi.

asbest: Doğal silikatların bozulmasından oluşan, lifli, kırılmadan bükülebilen ve ateşte niteliği değişmeyen bir mineral, taş pamuğu, kaya lifi.

asenكرون: Uyumsuz, eş zaman karşıtı.

asfalt: Petrolün damıtılmasından veya doğal yataklardan elde edilen, kıvamlı hâlden katı hâle kadar değişkenlik gösteren siyah veya kahve renkli organik bir madde.

B

barometre: Atmosfer basıncını ölçen cihaz.

basınç: Simgesi P, birimi N/m² olan ve birim alana dik olarak uygulanan kuvvet.

benzin: Petrolün damıtılması ile elde edilen, özgül ağırlığı 0,65 olan, renksiz, uçucu, kendine özgü kokusu bulunan, suda çözünmeyen ve hidrokarbonlardan oluşan bir sıvı.

bitüm: Ham petrolün vakum altında damıtılmasıyla elde edilen, yarı katı veya çamur kıvamında bulunan, karbon disülfürde çözünen, asfaltta, madeni mumlarda ve düşük kaliteli kömürlerde bulunan bir hidrokarbon karışımı.

bunzen beki: Uygun hava ayarı ile gazı yakabilen alet.

C

cidar: Duvar.

conta: Geçirmezliği sağlamak için iki yüzey arasına yerleştirilen, genellikle kauçuk ve kurşundan yapılan ince parça.

D

damıtma: Bir sıvının buharlaştırılması ve sonra buharın soğuk bir ortamda sıvı hâlinde yoğunlaştırılmasına dayanan bir ayırma işlemi.

debimetre: Bir borudan akan gaz veya sıvının hacim ve kütle cinsinden debisini kontrol eden, düzenleyen ve ölçen araç.

desikatör: Numune, kroze ve çökeleklerin saklanması için kuru bir atmosfer sağlayan kap.

dinamometre: Kuvvet ölçer.

diyafram: Çok ince gözenekli, seçici geçirgen sentetik bir tabaka.

E

elastomer: Çekilince uzayan, çekme mukavemeti yüksek, çabucak eski boyutuna dönebilen, kauçuk benzeri polimer maddeler.

elektromanyetik: Elektrik ve mıknatıslık olaylarının her ikisiyle de ilgili olan.

eşanjör: Bir akışkandan diğerine ısı aktarmak için yapılmış alet, ısı değiştirici.

etüv: Maddeleri ısıtmak ve kurutmak için kullanılan en fazla 200 0C'ye çıkabilen cihaz.

F

filtre: Süzgeç, süzek.

flanş: İki makine veya tesisat elemanının sızdırmaz şekilde birleştirilmesine yarayan bağlantı elemanı.

fuel oil: Koyu renkte, az akışkan bir petrol ürünü, yakıt yağı.

G

genleşme: Sıcaklığın veya dış basıncın değişmesine bağlı olarak bir cismin boyutlarının büyümesi.

grafit: Parlak siyah renkli, yumuşak, altıgen prizma örgülü, iletken karbon kristali.

H

halojen: Periyodik çizelgede 7A grubunda bulunan flor, brom, iyot ve astatin elementleri.

hidrokarbon: Sadece C ve H'den oluşan ve sayıları oldukça çok olan bileşikler, hidrokarbür.

hidrolik: 1. Sıvılarla, özellikle su ve yağlarla ilgili. 2. Su veya başka bir sıvı basıncıyla işleyen (makine, cendere vb.)

higrometre: Nem ölçer.

J

jeneratör: Üreteç.

K

kalsit: Tabii kalsiyum karbonatın en fazla bulunan şekli.

kauçuk: Amerika, Asya ve Afrika'nın çeşitli ağaçlarından, özellikle lastik ağacından veya bazı petrol artıklarının birleşiminden elde edilen, dayanıklı ve esnek madde.

kavitasyon: Düşük basınç ortamında oluşan buhar kabarcıklarının yoğunlaşp hızlanarak yüzeye çarpmaları olayı.

kayma: Rotor döner alan hızının, statör döner alan hızına oranı.

keçe: Bağlantılarda sızdırmazlığı sağlayan ve yün, pamuk veya polimer liflerinden yapılmış bağlantı elemanı.

kerojen: Biyolojik maddeden meydana gelen, hidrokarbon kaynaklı, kaya içindeki organik madde.

kojenerasyon: Elektrik ve ısı enerjisinin aynı sistem üzerinde üretilmesi.

kok: Kömürün uçucu bileşenlerinin damıtılmasından sonra kalan karbonlu artık.

kompresör: Bir akışkanı veya gazı, gereken basınca göre sıkıştırmaya yarayan alet.

kondenser: Buhar veya soğutucu gazın ısını çevreye yada başka bir soğutucuya vererek sıvı hale geçtiği ısı değıştirici makine, yoğuşturucu.

kondensat: Yoğunlaştırma ürünü.

kondüksiyon: Bir madde içinden veya iki madde temas halinde iken bir maddeden diğerine ısı aktarılması, iletim.

konveksiyon: Hareket eden gaz veya sıvı ile ısının bir yerden başka bir yere taşınması.

korozif: Aşındırıcı.

korozyon: Metal veya alaşımların çevreleriyle tepkimeye girerek elektrokimyasal bozunmaları.

kroze: Laboratuvarlarda ısıtma ve yakma için kullanılan, refraktör malzemeden veya metallerinden yapılmış yuvarlak tabanlı koni şeklindeki kap.

kumpas: Sanayide kalınlık ve incelikleri ölçmek için kullanılan ölçüm aleti.

L

laminer akış: Akan sıvının çalkantı olmaksızın ve düzenli bir şekilde akması.

lazer: Çok güçlü parıltılar oluşturan, değışik alanlarda kullanılan ışık kaynağı.

lehim: Erime noktaları düşük metalleri tutturma işlemlerinde kullanılan, kalay ve kurşun alaşımlarının genel adı.

LPG: Sıvılaştırılmış petrol gazlarının kısa gösterimi.

M

manometre: Kapalı kaplardaki gaz basıncını ölçmek için kullanılan alet, basıölçer.

membran: Suyla sürekli temas halindeki yüzeylerin alt ya da üst bölümlerine su geçişine engel olan bir tür yalıtım malzemesi.

menfez: Girecek veya geçecek yer, delik, boşluk, geçit.

mikrometre: Çok küçük uzunlukları ölçmeye, incelemeye yarayan alet.

mil: Türlü işlerde kullanılmak üzere yapılan ince ve uzun metal çubuk.

motor: Herhangi bir enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren düzenek.

motorin: Mazot.

N

nafta: Petrolün, kömür katranının damıtılmasından elde edilen, kaynama aralığı 70-90 0C olan, C6-C7 hidrokarbonlar karışımı.

nozul: Herhangi bir akışkanın yönünü kontrol etmeye ve basıncını değiştirmeye yarayan parça.

O-Ö

oksit: Oksijenin bir element veya kökle birleşmesiyle oluşan madde.

organik: Canlılarla veya canlıların ürettiği maddelerle ilgili olan.

P

pafta: Büyük bir haritayı, planı ya da modeli oluşturan aynı parçalardan her biri.

parafin: Katran, petrol, nefit vb. maddelerden çıkarılan, katı, beyaz, yarı saydam, buharı parlak bir alevle yanan, kimyasal etkenlere karşı ilgisiz, katı hidrokarbon, alkan.

petrokimya: Petrolden organik kimyasal ürünler elde etmede kullanılan sanayi dalı.

petrol: Yoğunluğu 0,8-0,95 arasında olabilen, hidrokarbonlardan oluşmuş, kendine özgü kokusu olan, koyu renkli, arıtılmış, doğal yanıcı mineral yağ, yer yağı.

plazma: Elektrik yükü yansız olan gaz moleküllerinden, pozitif iyonlardan ve negatif elektronlardan oluşan akışkan.

proses: Süreç.

R

radasyon: 1. Enerjinin elektromanyetik dalga şeklinde yayılması. 2. Aradaki ortamı ısıtmadan veya bir maddi ortam olmaksızın ısı enerjisinin bir kaynaktan bir alıcıya akması.

radyatör: Hava, su veya buharı ısıtmak veya soğutmak suretiyle meydana gelen sıcaklığı veya soğukluğu yayan, böylece ısıtma ve soğutmada kullanılan cihaz.

rafineri: Arıtımevi.

rapido: Çizim yapmada kullanılan çini mürekkepli kalem.

reflüks: Geri akış.

rejeneratif: Geri kazanım.

rotametre: Bir boru içindeki akışkanın hızını ölçen, üzeri derecelendirilmiş cihaz.

rotor: Makinelerin dönen bölümleri.

rulman: Mekanik ve elektrikli sistemlerde kayma sürtünmesi yerine bir yuvarlanma sürtünmesi sağlayarak enerji kayıplarını azaltmak için yataklar ile mil arasına yerleştirilen parça.

S-Ş

santrifüj: Merkezkaç kuvvetten yararlanarak bir karışımın taşıdığı çökebilir ögeleri ayırıp çöktürmekte kullanılan laboratuvar aleti.

senkron: Eş zaman.

sensör: Algılayıcı.

silika jel: Ürünleri nemden korumak için kullanılan yapay olarak üretilmiş silisyum dioksit.

silikon: Silisyum, oksijen ve hidrokarbonlardan oluşan polimer maddesi.

skaler büyüklük: Bir tek sayı ve birimle ifade edilen büyüklükler.

soy gaz: Periyodik çizelgenin 8A grubunu oluşturan, kolayca reaksiyona girmeyen gazlar.

şablon: Üzerinde harf ve şekillerin çevre çizgileri kalem ucu girecek biçimde oyuk olan, bu çizgilerden kalemlle istenilen biçim elde edilen, metal veya plastikten cetvel.

T

teflon keçe: Yüksek devir uygulamalarında kullanılan paslanmaz malzeme kaplı bir keçe türü.

termal enerji: Isı enerjisi.

termokupl: Sıcaklık farkı yaratmak için uçları birbirine lehimlenmiş iki farklı metal telden meydana gelmiş, oluşan elektromotor kuvvetin büyüklüğünün sıcaklık farkı ile orantılı olduğu sıcaklık ölçen bir alet, termoçift.

termometre: Bir sistemin sıcaklığını ölçen alet.

termostat: Bir sistemin sıcaklığını sabit tutmakta kullanılan ve sıcaklık belirli bir değeri aşınca ısı kaynağını otomatik olarak devre dışı bırakan cihaz.

tesisat: Belli bir işin sağlanmasına yardım eden araçların uygun yerlere döşenmesi veya döşenen bu araçların tümü, donanım.

transmitter: Sinyal dönüştürücü.

türbin: Su, buhar, gaz gibi herhangi bir akışkanın hareket enerjisiyle ve birtakım özel düzenler yardımıyla dönerek çalışan araç.

türbülans: Çalkantı.

U-Ü

ultrasonik ses dalgaları: İnsanın duyamayacağı kadar yüksek frekanstaki ses dalgaları.

V

vakum: Basıncın, atmosfer basıncından daha düşük olması.

valf: Akışkanları kontrol etmeye yarayan tesisat elemanlarına verilen genel ad, vana.

viskozite: Akışkanlarda moleküller arası çekim kuvvetleri (kohezyon) sebebiyle oluşan iç sürtünme, ağırlık.

volt: Elektromotor gücün veya potansiyel farkın birimi.

Y

yalıtım: Elektrik, ses ve ısı akımını engelleme, izolasyon.

yanma: Bir cismin oksijenle birleşmesi sırasında ortaya çıkan olayların tümü.

yoğunluk: Bir maddenin birim hacminin kütlesi.

Z

zift: Isıtıldığı zaman yavaş yavaş sıvılaştıran ve katranın damıtılmasından veya kısmi buharlaştırılmasından geriye kalan siyah veya kahverengi bağlayıcı madde.

Kaynakça

1. **Aliağa Petrokimya San. Ve Tic. AŞ**, Rafineri Donatımları Teknik Kılavuzu, Cilt: 1, 2 ve 3, 1988
2. **Prof. Dr. Bilsen Beşergil**, Rafineri Prosesleri, Ege üniversitesi Yayınevi, 2009
3. **Prof. Dr. Fethi Kamışlı**, Isı Transferi, Fırat Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü, 2017
4. **T.C. Milli Eğitim Bakanlığı**, Teknik Resim 9. Sınıf Ders Kitabı, Ankara, 2020
5. **TÜPRAŞ**, Proses Üniteleri İşletme Müdürlüğü, Ünite Amirliği Eğitimleri, P&ID Eğitim Notları, İzmit
6. **TÜPRAŞ** (Türkiye Petrol Rafinerileri AŞ), Proses Üniteleri İşletme Müdürlüğü Eğitim Programları-2, Aliağa, 2003
7. **Prof. Dr. Güler Somer, Prof. Dr. Ahmet Yaşar**, Kimya Terimleri Sözlüğü, Türk Dil Kurumu Yayınları, İstanbul, 2009
8. **Türkçe Sözlük** (30. bs.), Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 2012

Görsel Kaynakça

