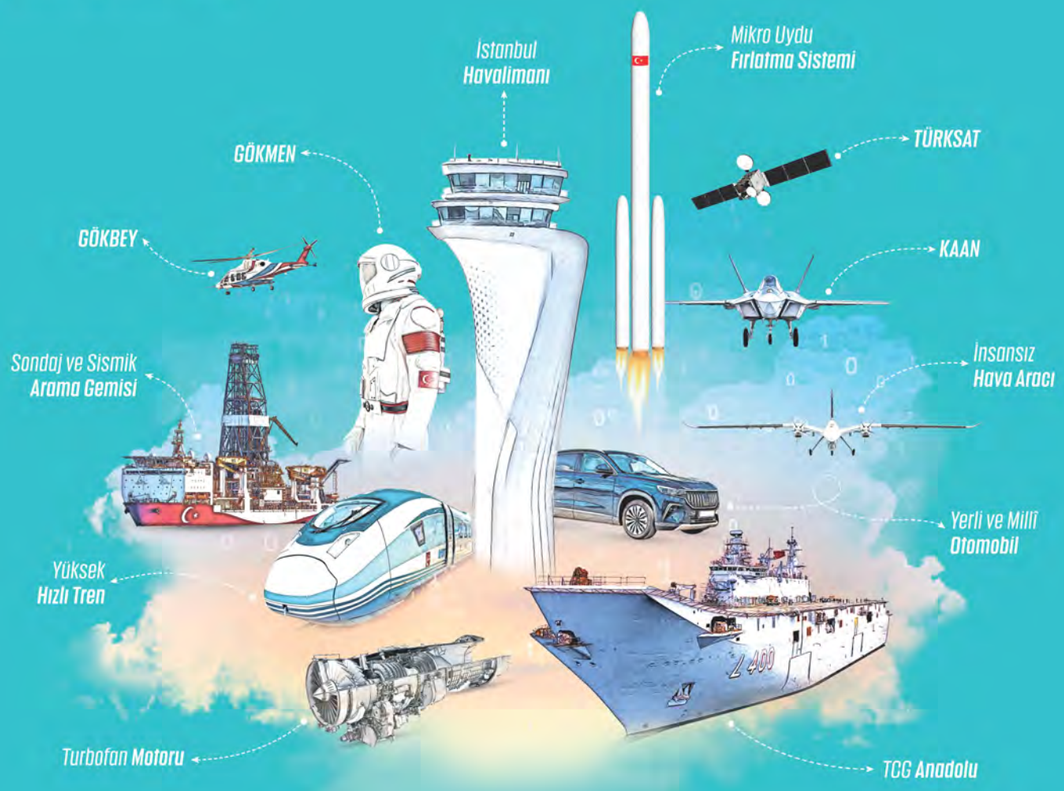
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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 978-975-11-6378-3

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

KİMYA TEKNOLOJİ ALANI

PROSESTE TEMEL İŞLEMLER 10

DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PROSESTE TEMEL İŞLEMLER

10

DERS MATERYALİ



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PROSESTE TEMEL İŞLEMLER

10

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Adnan İÇLİ

Betül KOÇOĞLU

Zerrin TAŞKIN

MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 8040
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİ..... : 1968

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

Editör

Prof. Dr. Recep ÖZEN

Dil Uzmanı

Mehtap İŞYAR

Program Geliştirme Uzmanı

Erkan AKGÜN

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Mustafa ÇELİK

Rehberlik ve Gelişim Uzmanı

Serpil GÜLER

Görsel Tasarım Uzmanı

Feyza GÜRSOY
Murat KORLAELÇİ

ISBN: 978-975-11-6378-3

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mehmet Âkif Ersoy

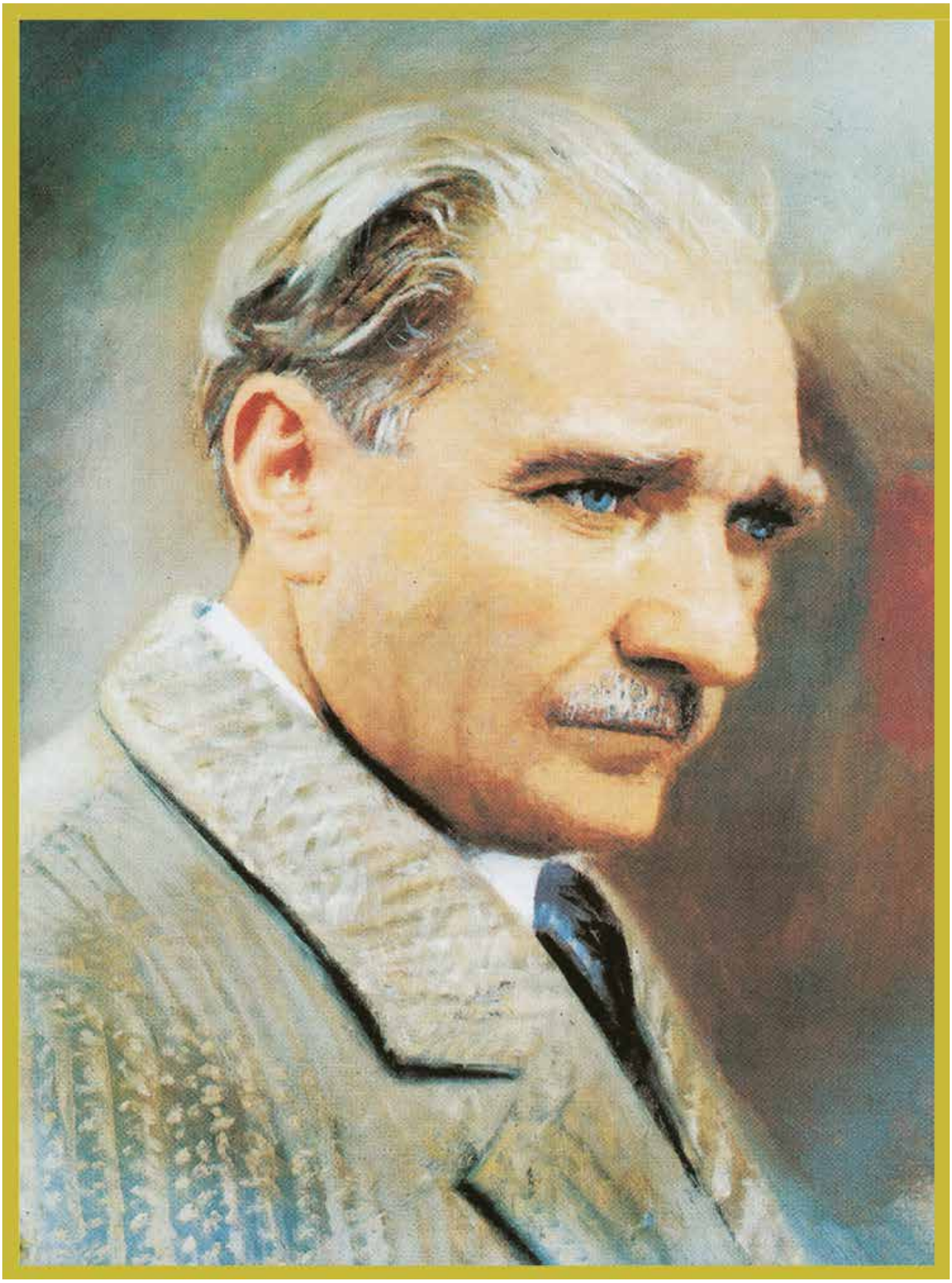
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 15



PROSESTE DONANIM VE ENSTRÜMANLAR

18

1. PROSESLERİN MEKANİK DONANIMI 20
1.1. VANALAR VE VANALARIN SINIFLANDIRILMASI 21
1.2. VANA APARATLARI 22
1.3. VANA ÇEŞİTLERİ 23
1.4. BORULAR VE VANALARIN PROSES DEĞİŞKENLERİ 25
1.5. MALZEME SEÇİMİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR 26
1. Laboratuvar Çalışması 27
2. Laboratuvar Çalışması 28
3. Laboratuvar Çalışması 29
2. PROSESLERİN ELEKTRİK DONANIMI 30
2.1. ELEKTRİK MOTORLU VANALAR 31
2.2. POMPALAR 31
2.2.1. Dinamik Pompalar 32
2.2.2. Yer Değiştirmeli Pompalar 32
2.2.3. Pompa Seçimini Etkileyen Faktörler 32
2.3. KOMPRESÖRLER 32
4. Laboratuvar Çalışması-4 33
3. PROSES KUMANDA PANOSU VE CİHAZLARI 34
3.1. KONTROL PANOLARI VE DEĞİŞİMLERİN ÖLÇÜLMESİ 35
3.1.1. Basınç Değişimi 35
3.1.2. Sıcaklık Değişimi 35
3.1.3. Debi Değişimi 35
3.1.4. Seviye Değişimi 35
3.2. SENSÖR VE İKAZ ŞEKİLLERİ 36
5. Laboratuvar Çalışması 37
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 38



PROSESTE MADDE TRANSFERİ

40

1. KATILARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ 42
1.1. KATILARIN ÖZELLİKLERİ 43
1.2. KATILARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ 43
1.2.1. Konveyörler(Taşıma Şeritleri) 43
1.2.2. Elevatörle Taşıma Sistemleri 45
1.2.3. Pnömatik Taşıma Sistemleri 45
1. Laboratuvar Çalışması 46
2. Laboratuvar Çalışması 47
2. SIVILARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ 48
2.1. SIVILARIN ÖZELLİKLERİ 49
2.2. SIVI TAŞIMA SİSTEMLERİ 49
2.3. POMPALARIN ÇEVRE DONANIMLARI 50
3. Laboratuvar Çalışması 51
3.1. GAZLARIN ÖZELLİKLERİ 50
3. GAZLARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ 52
3.2. GAZ TAŞIMA SİSTEMLERİ 53
3.2.1. Kompresör Çeşitleri ve Özellikleri 53
3.2.2. Kompresör Çevre Donanımları 54
4. Laboratuvar Çalışması 55
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 56



PROSES DEĞİŞKENLERİNİN KONTROLÜ

58

1. BASıNÇ KONTROLÜ 60
1.1. BASINÇ BİRİMLERİ 61
1.2. BASINÇ ÖLÇERLER 61
1.2.1. Sıvı Sütunlu Basınç Ölçer 61
1.2.1.1. U Tipi Manometreler 61
1.2.1.2. Barometreler 65
1.2.1.3. Kuyu Tipi Manometreler 65
1.2.2. Elastik Elemanlı Basınç Ölçerler 65
1.2.2.1. Bourdon Tüplü Manometre 65
1.2.2.2. Diyaframlı Manometre 66
1.2.2.3. Körüklü Manometre 66
1.2.2.4. Kapsüllü Manometre 66
1. Laboratuvar Çalışması 67
2. Laboratuvar Çalışması 68
3. Laboratuvar Çalışması 69
2. SICAKLIK KONTROLÜ 70
2.1. SICAKLIK 71
2.2. SICAKLIK BİRİMLERİ 71
2.3. ENDÜSTRİDE KULLANILAN SICAKLIK ÖLÇER ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ 73
2.3.1. Sıvılı Cam Termometre 73
2.3.2. Termokupl (Termoçift) 73
2.3.3. Termistör 73
2.3.4. Isıl Işınım (Pirometre) 73
4. Laboratuvar Çalışması 74
5. Laboratuvar Çalışması 75
3. DEBİ KONTROLÜ 76
3.1. DEBİ 77
3.2. DEBİ ÖLÇER ÇEŞİTLERİ 77
3.2.1. Pozitif Yer Değiştirmeli Debimetreler 77
3.2.2. Türbin Debimetre 77
3.2.3. Elektromanyetik Debimetre 77
3.2.4. Fark Basınç (Diferansiyel Basınç) Debimetresi 78
3.2.5. Değişken Alanlı Debimetre (Rotametre) 78
3.2.6. Ultrasonik (Doppler) Debimetre 78
6. Laboratuvar Çalışması 79
7. Laboratuvar Çalışması 80
8. Laboratuvar Çalışması 81
4. SEVİYE KONTROLÜ 82
4.1. SEVİYE 83
4.2. SEVİYE ÖLÇER ÇEŞİTLERİ 83
4.2.1. Görüntülü Seviye Ölçerler 83
4.2.2. Şamandıralı Seviye Ölçer 83
4.2.3. İletken Tip Seviye Ölçer 84
4.2.4. Ultrasonik Seviye Ölçer 84
9. Laboratuvar Çalışması 85
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 86



PROSESTE ISITMA SİSTEMLERİ

88

1. ISI DEĞİŞTİRİCİ SİSTEMLERİN KONTROLÜ 90
1.1. ISI VE ISI ÖLÇÜMÜ 91
1.2. ISININ İLETİM ŞEKİLLERİ 92
1.3. ISI DEĞİŞTİRİCİLER (ISI EŞANJÖRLERİ) 92
1.4. ISI DEĞİŞTİRİCİLERİN SINIFLANDIRILMASI 93
1.4.1. Isı Değişim Şekline Göre Isı Değiştiriciler 93
1.4.2. Yüzey Yoğunluğuna Göre Isı Değiştiriciler 93
1.4.3. Yapısal Özelliklerine Göre Isı Değiştiriciler 93
1.4.4. Akış Şekline Göre Isı Değiştiriciler 95
1.4.4.1. Tek Geçişli Isı Değiştiriciler 95
1.4.4.2. Çok Geçişli Isi Değiştiriciler 95
1.4.5. Akışkan Sayısına Göre Isı Değiştiriciler 96
1.4.6. Isı Geçiş Mekanızmasına Göre Isı Değiştiriciler 96
1. Laboratuvar Çalışması 97
2. Laboratuvar Çalışması 98
3. Laboratuvar Çalışması 99
2. SERPANTİNLİ - CEKETLİ ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ 100
2.1. SERPANTİNLİ ISITMA SİSTEMLERİ 101
2.2. CEKETLİ ISITMA SİSTEMLERİ 101
2.3. ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNİN ÇEVRE DONANIMLARI 101
4. Laboratuvar Çalışması 103
5. Laboratuvar Çalışması 104
6. Laboratuvar Çalışması 105
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 106



PROSESTE SOĞUTMA SİSTEMLERİ

108

1. KONDENSER SİSTEMLER 110
1.1. KONDENSER ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ 111
1.2. KONDENSER ÇALIŞMA PRENSİBİ 111
1. Laboratuvar Çalışması 112
2. Laboratuvar Çalışması 113
2. ÇİLLER SOĞUTMA SİSTEMİ 114
2.1. ÇİLLER SOĞUTMA SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ 115
2.2. ÇİLLER SOĞUTMA SİSTEMİ TEMEL ELEMANLARI 115
2.3. ÇİLLER SOĞUTMA SİSTEMİNİN ÇEVRE DONANIMI 116
2.4. SOĞUTMADA KULLANILAN AKIŞKANLARIN ÖZELLİKLERİ 116
3. Laboratuvar Çalışması 117
4. Laboratuvar Çalışması 118
5. Laboratuvar Çalışması 119
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 120



REÇETE UYGULAMA

122

1. REÇETEYE GÖRE HAM MADDE VE YARDIMCI KİMYASALLARI HAZIRLAMA 124
1.1. REÇETE NEDİR? 125
1.2. REÇETE OKUMA VE HESAPLAMA 125
1.2.1. Ham Madde Miktarı (m) Hesaplama 125
1.2.2. Ham Madde Hacmi (V) Hesaplama 127
1.3. REÇETE HAZIRLAMADA KULLANILAN ÖLÇME ARAÇLARI 129
1.3.1. Ağırlık Ölçme ve Yük Hücresi (Load Cell) 129
1.3.2. Hacim Ölçme 131
1.4. HAM MADDE SEÇİMİ 131
1. Laboratuvar Çalışması 133
2. Laboratuvar Çalışması 134
2. HAM MADDE VE YARDIMCI KİMYASALLARI REAKTÖRE YÜKLEME 134
2.1. REAKTÖR YÜKLEME ÇEVRE DONANIMI 135
2.2. HAM MADDENİN REAKTÖRE YÜKLEMESİ 135
3. Laboratuvar Çalışması 136
4. Laboratuvar Çalışması 137
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 138



REAKTÖR KULLANMA

140

1. REAKTÖRÜ ÜRETİME HAZIRLAMA 142
1.1. REAKTÖRÜN TANIMI VE ÜRETİMDEKİ YERİ 143
1.2. REAKTÖR ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ 143
1.2.1. Çalışma Şekline Göre Reaktör Çeşitleri 143
1.2.2. Tepkimeye Giren Maddelerin Fiziksel Özelliklerine Göre Reaktör Çeşitleri 144
1.2.3. Tepkime Hızına Göre Reaktör Çeşitleri 144
1.3. REAKTÖRÜN ÇEVRE DONANIMI KONTROLÜ 145
1. Laboratuvar Çalışması 146
2. Laboratuvar Çalışması 147
2. REAKTÖRÜ DEVREYE ALMA 148
2.1. REAKTÖRÜN DEVREYE ALINMASI 149
2.2. REAKTÖRDEN NUMUNE ALMA 149
2.3. ANALİZ SONUÇLARINI DEĞERLENDİRME **150**
3. Laboratuvar Çalışması 151
4. Laboratuvar Çalışması 152
5. Laboratuvar Çalışması 153
3. ÜRÜNÜ REAKTÖRDEN BOŞALTMA VE REAKTÖRÜN TEMİZLENMESİ 154
3.1. ÜRÜN BOŞALTMA VE DONANIMI 155
3.2. REAKTÖR TEMİZLİĞİ 155
3.3. REAKTÖR TEMİZLİĞİ EKİPMAN VE YÖNTEMLERİ 155
6. Laboratuvar Çalışması 156
7. Laboratuvar Çalışması 157
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 158



PROSESTE NUMUNE ALMA

160

1. KATILARDAN NUMUNE ALMA 162
1.1. NUMUNE TANIMI 163
1.2. KATILARDAN NUMUNE ALMA 163
1.3. KATILARDAN NUMUNE ALMA YÖNTEM VE EKİPMANLARI 163
1.4. KATI NUMUNENİN MUHAFAZA VE TAŞIMA ŞARTLARI 163
1. Laboratuvar Çalışmaları 164
2. Laboratuvar Çalışması 165
2. SIVILARDAN NUMUNE ALMA 166
2.1. SIVILARDAN NUMUNE ALMA YÖNTEM VE EKİPMANLARI 167
2.2. SIVI NUMUNENİN MUHAFAZA VE TAŞIMA ŞARTLARI 167
3. Laboratuvar Çalışması 168
4. Laboratuvar Çalışması 169
3. GAZLARDAN NUMUNE ALMA 170
3.1. GAZLARDAN NUMUNE ALMA YÖNTEM VE EKİPMANLARI 171
3.2. GAZ NUMUNENİN MUHAFAZA VE TAŞIMA ŞARTLARI 171
3.3. NUMUNE ANALİZ SONUÇLARINA GÖRE ÜRETİME YÖN VERME İŞLEMİ 171
5. Laboratuvar Çalışması 172
6. Laboratuvar Çalışması 173
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 175



PROSES DONANIMINDA KOROZYON

176

1. PROSES DONANIMINA KOROZYON ETKİSİ 178
1.1. KOROZYON TANIMI VE PROSES ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ 179
1.2. PROSES DONANIMINDA KOROZYON TESPİT YÖNTEMLERİ 179
1. Laboratuvar Çalışması 181
2. KOROZİF ETKİLİ MADDELER 182
2.1. PROSESTE KOROZYONA NEDEN OLAN MADDELER VE ÖZELLİKLERİ 183
2. Laboratuvar Çalışması 184
3. Laboratuvar Çalışması 185
3. PROSES DONANIMI VE AKSAMLARINA KOROZYON ETKİSİ 186
3.1. KOROZYONU ÖNLEME YÖNTEM VE EKİPMANLARI 187
4. Laboratuvar Çalışması 188
5. Laboratuvar Çalışması 189
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 190



ORGANİK VE ANORGANİK MADDE ÜRETİM PROSESLERİ

192

1. ORGANİK MADDELERİN ÜRETİMİ 194
1.1. ORGANİK MADDELERİN ÜRETİM PROSESLERİ 195
1.2. ORGANİK BİLEŞİKLER 195
1.3. ORGANİK BİLEŞİKLERİN REAKSİYONLARI 196
1.4. ALİFATİK HİDROKARBONLAR VE ÜRETİM PROSESLERİ 197
1.5. SU-ŞEKER KARIŞIMININ KAYNAMA NOKTASINI TESPİT ETME 199
1. Laboratuvar Çalışması 201
2. Laboratuvar Çalışması 202
3. Laboratuvar Çalışması 203
2. ANORGANİK MADDELERİN ÜRETİMİ 204
2.1. SODYUM KLORÜR VE ALÜMİNYUM SÜLFAT ÜRETİM PROSESLERİ 205
2.2. PROSESTE KULLANILAN ANORGANİK ASİTLER VE ÖZELLİKLERİ 205
2.3. SODYUM SÜLFAT (Na_2SO_4) ÜRETİM PROSESİ 206
4. Laboratuvar Çalışması 207
5. Laboratuvar Çalışması 208
6. Laboratuvar Çalışması 209
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 210



PROSES ATIKLARINI ARITMA

212

1. PROSES VE DONANIMLARINI TEMİZLEME 214
1.1. PROSES VE DONANIMLARINI TEMİZLEME 215
1.2. PROSES TEMİZLİĞİNDE KULLANILACAK MADDELER VE ÖZELLİKLERİ 215
1. Laboratuvar Çalışması 217
2. PROSES ATIKLARI DEPOLAMA VE SEVK ETME 218
2.1. PROSES ATIKLARI 218
2.2. PROSES ATIKLARININ DEPOLANMASI VE SEVK EDİLMESİ 219
2. Laboratuvar Çalışması 221
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 222
YANIT ANAHTARI 224
SÖZLÜK 227
KAYNAKÇA 230

BU MATERYALDE NELER VAR?

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

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



Öğrenme birimindeki kritik kazanımlara dikkat çekmek amacıyla hazırlık sorularına yer verilmiştir.

Öğrenme birimi içeriğindeki bölüm başlıkları verilmiştir.

Bölüm adı yer almaktadır.

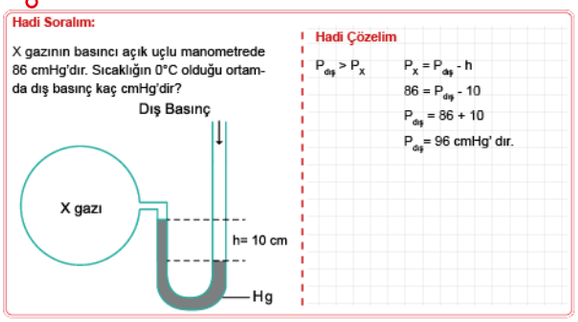
Bölümdeki konu başlığını ve numarasını gösterir. Numaralandırma; bölüm, konu ve alt konu başlıkları şeklinde yapılmıştır. Kitaba ait tüm konu başlıkları kırmızı, alt başlıklar ise mavi renkle verilmiştir.

Her bölüm ve numarası laboratuvar güvenlik işaretleri eşliğinde verilmiştir.

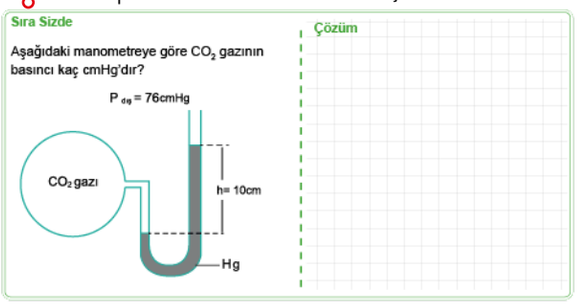
Her sayfada öğrenme birimi anımsatılmaktadır.



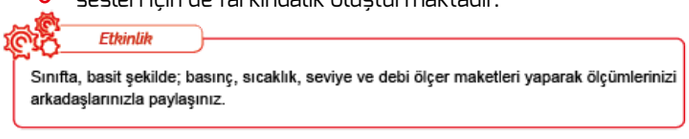
Konuyla ilgili soru ve çözümü yan yana verilmiştir.



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



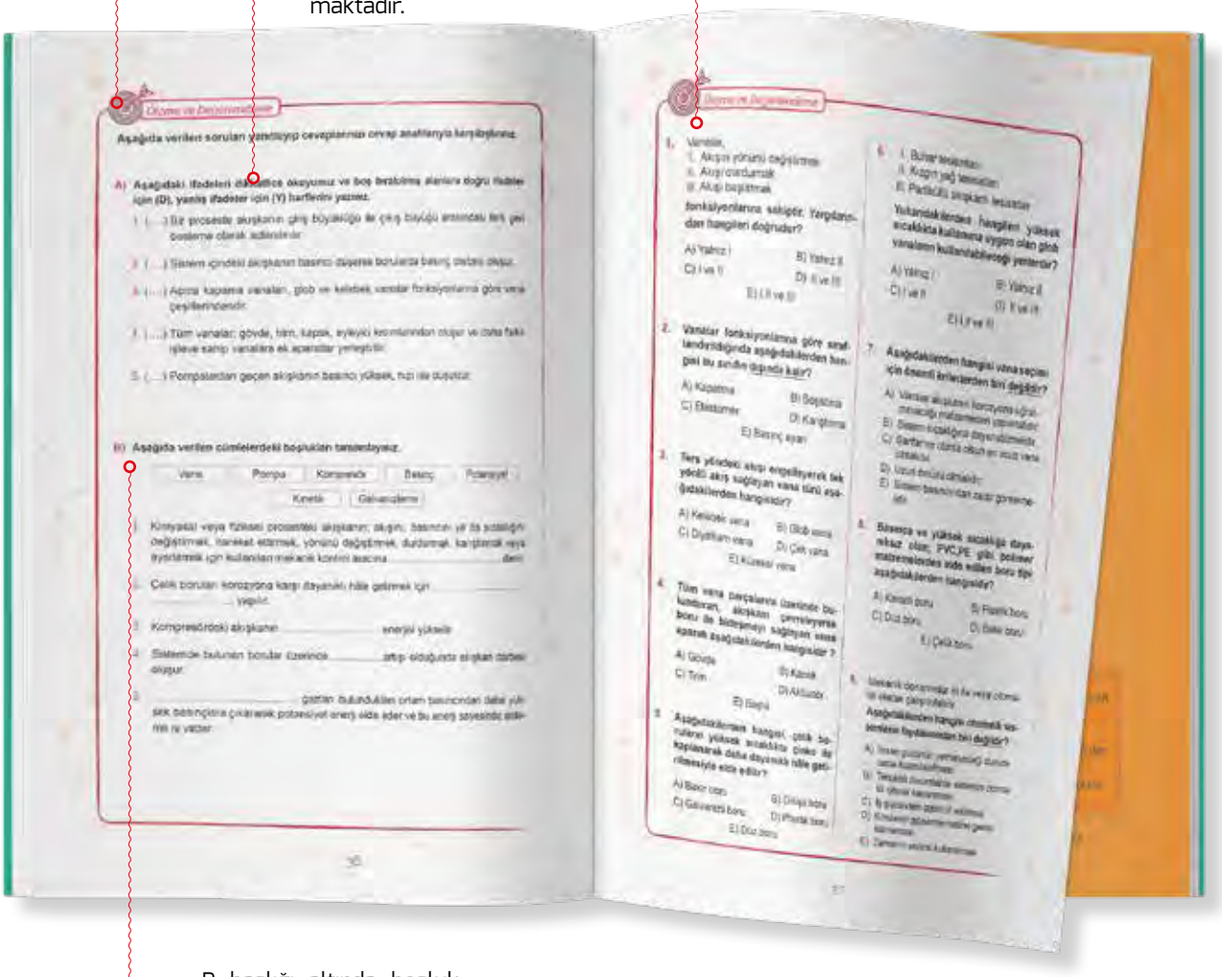
Bölümlerin içinde bulunan etkinlikler öğrencilere birlikte çalışmanın önemini kavratırken ülkemizdeki üretim prosesleri için de farkındalık oluşturmaktadır.



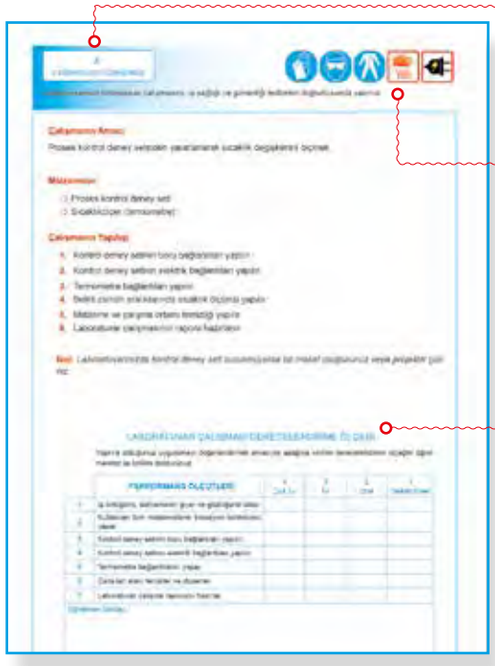
Her öğrenme biriminin sonunda kavramları sorgulamak amacıyla ölçme ve değerlendirme bölümü yer almaktadır. Bu soruların cevapları kitabın sonundaki cevap anahtarında verilmiştir.

A başlığı altında doğru yanlış soruları yer almaktadır.

C başlığı altında çoktan seçmeli sorular yer almaktadır.



B başlığı altında boşluk doldurma soruları yer almaktadır.



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.



1. ÖĞRENME BİRİMİ

PROSESTE DONANIM VE ENSTRÜMANLAR

BÖLÜMLER

1. PROSESLERİN MEKANİK DONANIMLARI
2. PROSESLERİN ELEKTRİK DONANIMI
3. PROSES KUMANDA PANOSU VE CİHAZLARI

Hazırlık Soruları

1. Musluktan akan suyun ve tüpten gelen gazın kontrolü nasıl yapılır?
2. Kanın pompalanmasını sağlayan sistemin benzeriyle günlük hayatta karşılaşmamız mümkün müdür ?
3. İtfaiyecilerin bir yangına müdahale ettiğine şahit oldunuz mu? Yangını söndürme anında yapılan işlemleri sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Görsel 1.1: İş sahası-fabrika

1. BÖLÜM

PROSESLERİN MEKANİK DONANIMLARI



Görsel 1.2: Vanalar

Sıvı ve gaz hâlindeki maddelerin akışkanlık kontrolünü yapma işlemi çok eski bir uygulamadır. Modern vanalar ilk kez 1705 yılında Thomas Newcomen (Tomas Nivkomın) tarafından geliştirilmiş ve buhar makinelerinde kullanılmıştır. Üretim proseslerinde ileri teknolojiyle üretilen vanalar, temel enerji üretimini ve teminini sağlamaktadır.

1.1. VANALAR VE VANALARIN SINIFLANDIRILMASI

Vanalar; kimyasal veya fiziksel prosesteki akışkanın akışını, basıncını, yönünü ya da sıcaklığını değiştirmek, onu hareket ettirmek, durdurmak, karıştırmak veya ayarlamak için kullanılan mekanik kontrol araçlarıdır. Vanaların kullanılış amaçları ve türleri Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1: Vanaların Sınıflandırılması

Vanaların Sınıflandırılması	Vana Türleri	Vanaların Sınıflandırılması	Vana Türleri
Akış Kontrol Şekline Göre Vanalar Madde akışı sırasında vananın akışını durdurmak, azaltmak, kontrol altında tutmak için kullanılır.	1. Kapama Vanaları 2. Kısma ve Kontrol Vanaları 3. İstenmeyen İşletme Şartlarının Önlenmesini Sağlayan Vanalar	**Kapama Organının İş Hareketine Göre Vanalar** Güvenlik ve bakım amaçlı kullanılan vanalardır.	1. Doğrusal Vanalar 2. Akış Yönüne Dik Eksende Dönen Vanalar
Bağlantı Şekline Göre Vanalar Boru hatlarına bağlanma şekline göre değişen vanalardır.	1. Vidalı (İç Vidalı, Dış Vidalı) Vanalar 2. Flanşlı Vanalar 3. Kaynak Bağlantılı (Alın Kaynak veya Geçme Kaynak Bağlantılı) Vanalar 4. Sıkıştırmalı (Wafer- Sandviç Tip) Vanalar 5. Rakor Bağlantılı Vanalar 6. Kelepçe Bağlantılı Vanalar 7. Sert Lehim Bağlantılı Vanalar	**Fonksiyonlarına Göre Vanalar** Endüstride en fazla kullanılan vanalardır. Sıvı ve gaz hâlindeki maddeler borular yardımıyla taşınırken kontrolleri vanalar aracılığıyla sağlanmaktadır.	1. Kapama Vanaları 2. Boşaltma Vanaları 3. Basınç Ayar Vanaları 4. Basınç Düşürme Vanaları 5. Debi Ayar Vanaları 6. Seviye Ayar Vanaları 7. Sıcaklık Ayar Vanaları 8. Karıştırma Vanaları
Akış Yönüne Göre Vanalar Madde girişi ile çıkışı arasında açı farklılıkları olan vanalardır. Örneğin düz vanalarda giriş ile çıkış arasında 180 derecelik doğrusal bir açı vardır.	1. Düz Vanalar 2. Köşe Vanalar 3. Üç Yollu Vanalar 4. Dört Yollu Vanalar 5. Çok Yollu Vanalar	**Malzemesine Göre Vanalar** Bu vanalar akış sırasında meydana gelebilecek aşınma,patlama,sürtünme vb. güvenlik durumlarına göre seçilen vanalardır.	1. Demir ve Alaşımı Metaller 2. Demir Dışı Metaller ve Alaşımları 3. Termoplastik Malzeme 4. Elastomer Malzeme
Tahrik Şekline Göre Vanalar Belli bir sürede akışkanın geçmesini ayarlayan vanalardır.	1. Manuel Vanalar 2. Aktüatör Tahrikli Vanalar	**Gövde Yapısına Göre Vanalar** Çeşitli endüstri ihtiyaçları ve akışkan miktarlarına göre kullanılan vanalardır.	1. Tek Parçalı Vanalar 2. İki Parçalı Vanalar 3. Üç Parçalı Vanalar 4. Çok Parçalı Vanalar
İmalat Yöntemine Göre Vanalar Akışkanın cinsine göre, korozyona uğramadan daha uzun kullanılabilmesini sağlar.	1. Döküm Vanalar 2. Dövme Vanalar 3. Çekme Çubuktan Vanalar 4. Enjeksiyon Döküm Vanalar	**Salmastra Cinsine Göre Vanalar** Vanaya, şekline ve kullanım amacına göre, sızdırmayı engelleyen yumuşak ve esnek iç maddenin yerleştirilmesi vanaların kullanım sürelerini uzatır.	1. Elastomer Örgü Veya Paket Salmastralı 2. Kendi Kendine Sızdırmazlık Sağlayan ORing Salmastralı 3. Metal Körük Salmastralı 4. Membran Salmastralı
Lineer (Çizgisel) Hareketlerine Göre Vanalar Koordinat eksenlerinde akış ve açılma ilişkisinin yaklaşık lineer doğru verdiği vanalardır.	1. Gate Vanalar 2. Glob Vanalar 3. Diyafram Vanalar 4. Emniyet Vanalar	**Döner Hareketlerine Göre Vanalar** Koordinat eksenlerinde akış ve açılma ilişkisinin kendi ekseninde döndüğü vanalardır.	1. Kelebek Vanalar 2. Küresel Vanalar 3. Konik Silindir Vanalar 4. Eksantrik Dönüşlü Kapatan Vanalar

Günümüzde basit vanalar kadar bilgisayar teknolojisiyle donatılmış geniş kullanımlı vanalar da üretilmektedir. Elektrik motorlu ve pnömatik kontrollü vanalarda tam otomasyon sağlanmıştır. Vanaların kullanım yerleri gelişen teknolojiye ve ekonomik şartlara göre değişmektedir. Örneğin nükleer enerji santrallerinde uzaktan kumandalı vanalar kullanılmaktadır.

1.2. VANA APARATLARI

Vanalarda akışkanı içinden geçiren bir gövde bulunur. Gövdedeki akışkanın durumunu değiştirmek için kapatma aparatı, aparatın kontrolünü sağlamak için de trim kullanılır.

a) **Gövde (Vücut)**: Tüm vana parçalarının konumlandığı ana kısımdır. Temel fonksiyon aparatlarını, açma ve kapatmanın gerçekleştiği geçiş kesitini yapısında bulundurur.

b) **Kapak (Kaput- Flanş)**: Kapak vana aparatlarının gövde içinden çıkmasını engeller. Elektrik motoru, hidrolik, pnömatik gibi hareket kazandıran aktüatörleri taşır. Bu, parçaların montajını ve çıkarılmasını kolaylaştırır. Açma - kapama milleri kapakla bağlantılıdır.

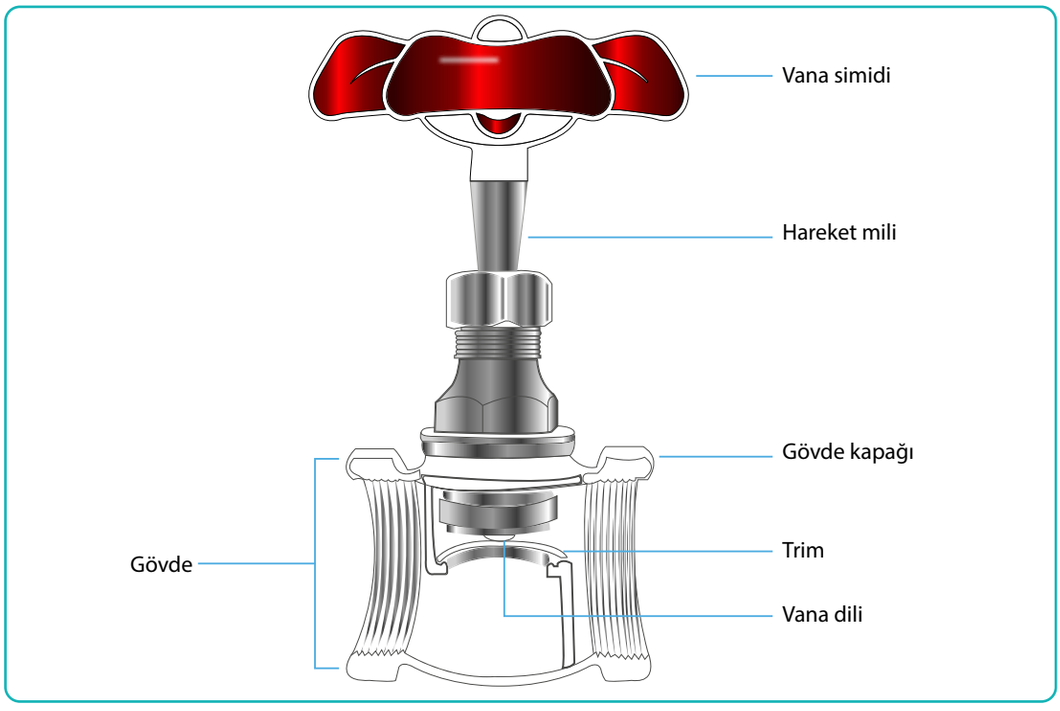
c) **Trim (İç Elemanlar)**: Bir vanadaki iç elemanlar vananın cinsine göre farklılık gösterse de temelde üç ana parçadan oluşur.

   I. **Açma kapama mili**: Vananın iç milinin hareketini sağlamak için kullanılır. Bu miller arası iletimle gerçekleşir.

   II. **Açma kapama mili salmastrası**: Bir çeşit sızdırmazlık parçasıdır. Bağlantılar arasında kullanılır.

   III. **Kapama organı**: Bu parça açma kapama işlemini yapar.

d) **Aktüatör (Eyleyici)**: Hareket sağlayıcıdır. Otomatik veya manuel çalışır. Açma kapama komutunu gerçekleştirir. Aşağıda verilen Şekil 1.1'de vana iç dizaynı ve aparatları gösterilmiştir.



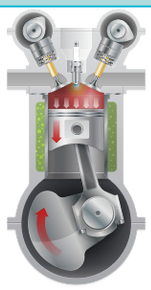
Şekil 1.1: Glob vana aparatları

1.3. VANA ÇEŞİTLERİ

Temel proseste kullanılan vanalar çeşitlerine göre iki başlık altında toplanır.

❍ Genel Tip Vanalar ❍ Özel Tip Vanalar

Tablo 1.1:Endüstride kullanılan genel vana türleri

Genel Vana Çeşitleri		Kullanım Yerleri	Avantajları	Dezavantajları
Pistonlu Vana		Sıcak ve soğuk su tesisatları, buhar tesisatları, kızgın yağ tesisatları için kullanılır.	✓ Metal piston ile kontrollü bir akış ve sızdırmazlık sağlar. ✓ Katı parçacık içeren sıvılar için de kullanılabilir.	✗ Basınç kayıpları fazladır. ✗ Vana içinde kullanılmayan alana sahiptir. ✗ İçinde kalıntılar birikebilir.
Glob Vana		Su, buhar, kızgın yağ tesisatları, petrokimya tesislerinde makina imalatı, özel araç imalatı tesisatları için kullanılan vanalardır.	✓ Debi kontrolü sağlaması kolaydır. ✓ Yüksek sıcaklıklarda tercih edilir.	✗ Basınç kayıpları yüksektir. ✗ Klapenin üstünde akışkan birikimi meydana gelir.
Çekvalf		Atık su tesisatlarında kullanılır.	✓ Ters yöndeki akışı ve basıncı engeller. ✓ Akışkanı farklı yönlendirebilir. ✓ Direnç faktörleri düşüktür.	Tam sızdırmazlığa sahip değildir.
Küresel Vana		Doğalgaz tesisatları ile içme ve kullanma suyu tesisatlarında kullanılır.	✓ Yumuşak sızdırmazlık aparatı ile üstün sızdırmazlık yeteneği vardır. ✓ Ani basınç değeri düşmesi en az olan vanadır. ✓ Açma- kapama çok kolaydır.	Aşındırıcı, partikül bulunan akışkanlarla kullanılmaz.
Diyafram Vana		Partüküllü akışkanlar için kulanılır.	✓ Sızdırmazlığı güvenilirdir. ✓ Partüküllü akışkanlar için kullanılmasına rağmen açma-kapama işlevi uzun süre gerçekleştirilebilir.	Pinch vanalara göre maliyeti daha yüksektir.

Kelebek Vana		Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme tesisatında kullanılır.	✓ İki yönde de akışa izin verir. ✓ Debi kontrolü kolay sağlanır.	Yüksek basınçlı sistemlerde kullanılamaz.
Sürgülü Vana		Elektrik aktüatörlü uygulamalar için tercih edilmektedir.	✓ Direnci düşüktür. ✓ İki yönden de akış vardır. Tüm bağlantı pozisyonlarında çalışır. ✓ Çok iyi sızdırmazlık sağlar.	✗ Volan seviyesi yarıya indiğinde vana yarım açık olmadığı için kontrol kabiliyeti düşüktür. ✗ Ani basınç düşmesi titreşime ve gürültüye sebep olur.
Tapalı Vana		Gaz, petrol, kimya, petrokimya taşıma ana hatlarında by-pass vanası olarak kullanılır.	✓ Akışkan serbest ve rahat geçer. ✓ Kullanımı kolaydır. ✓ Elektrik motorlu olarak kullanılabilir.	✗ Ağırdır. ✗ Anma ölçüsü büyüdükçe fiyatı artar. ✗ Koç darbeleri yaratabilir.

Genel vanaların içinde iğneli vanalar ve sıkıştırma vanaları da bulunmaktadır. Genel vanaların ölçüsü, yapı malzemesi ve iç aparat dizaynı değiştirilebilir.

Özel Vana Tipleri

Genel vanalara aktüatör, uzaktan kontrol aksamı veya elektrik motoru bağlanmasıyla elde edilen vanalardır. Bu vanaların bazı türleri aşağıda verilmiştir.

- ❑ Basınç Düşürücü Vana
- ❑ Akış Kontrol Vanası
- ❑ Selenoid Vana
- ❑ Pilot Vana
- ❑ Termostatik Karıştırma Vanası
- ❑ Patlama Vanası
- ❑ Gaz Basınç Ayar Vanası
- ❑ Şamandıralı Vana
- ❑ Duble Çekvalf
- ❑ Pompa Emme Vanası
- ❑ Döner Vana
- ❑ Emniyet Vanaları

Etkinlik

Sınıf arkadaşlarınızla gruplar oluşturunuz. Gruplar arasında özel tip vanalarla ilgili birkaç örnek paylaşınız. Özel tip vanaların; fonksiyonlarını, nerelerde kullanıldıklarını, avantajlarını ve dezavantajlarını araştırarak tüm bu özellikleri gösteren bir tablo oluşturunuz. Oluşturduğunuz tabloyu sınıfta paylaşınız.

1.4. BORULAR VE VANALARIN PROSES DEĞİŞKENLERİ

Borular, sıvı veya gaz akışkanların bir yerden başka bir yere taşınması sırasında kullanılan kapalı sistemlerdir. Akışkan taneciklerin yoğunluk, sıcaklık ve basınç gibi özelliklerine uygun farklı türlerde borular mevcuttur. Akışkanları istenen noktaya doğru sevk etmek için boru sistemlerine valflar (vanalar) ve pompalar ile birlikte basınç, sıcaklık, debi ve seviye ölçen sayaçlar bağlanır.

Boru üretimi yapan her ülkenin belirli ölçüm standartları (içinden geçen akışkanın türüne, sıcaklığına ve basıncına uygun boru çapı, borunun et kalınlığı vb.) bulunmaktadır. Bir işletmede kullanılacak olan boruların hattı inşa edilmeden önce sistemin doğru ölçümleri alınıp standart ölçülerle karşılaştırılmalıdır. Hatalı ölçüm yapılması, sistemin standartların dışına çıkmasına neden olur ve bu son derece riskli bir durumdur. Özellikle iş sağlığı ve güvenliği riskini en az indirmek, maliyet kayıplarını engellemek işletmeler için çok önemlidir.

Boru Türleri

Endüstri, sulama, petrol taşıma ve ısıtma sistemlerinde kullanılan sıvı veya gaz akışkanların özelliklerine göre farklı et kalınlığına, anma boyutuna (borunun dış çap ölçüsü) ve iç çaplarına göre boru tipleri bulunur. Bazı borular Görsel 1.3'teki gibi manto ile kaplanır. Bu şekilde ısı kayıpları önlenebilir.



Görsel 1.3: Mantolu boru

Boru türleri şunlardır:

1) **Düz Boru**: Su tesisatları ve endüstriyel alanlarda kullanılan borulardır.
2) **Kanatlı Boru**: Isınma sistemlerinde kullanılan bu borular dilimlidir ve dilim sayıları 30'a kadar çıkabilir. Kanatlıborulardaki dilimlerin amacı ısıyı uzun süre kullanmak ve kolay transfer etmektir. Bu borular,dört bar basınçta (buharda iki bar) diğer borulara çelik nipellerle bağlanır.

   Çelik malzemeden üretilen kanatlı borular korozyona dayanaklı ve kullanışlıdır. Bu boru tü-

rünün dezavantajı ağır ve pahalı olmasıdır. Ayrıca ısı ataletleri çok olduğundan geç ısınıp geç soğur (Görsel 1.4).



Görsel 1.4: Kanatlı boru ve basınç ölçer

3) **Çelik Borular**: Çelik alaşımının farklı oranlarından üretilen bu borular üçe ayrılır:
   - I) **Dikişli borular**: Vidalı ve vidasız türleri bulunur. Vidalılarda borunun et kalınlığı vidasız olanlara göre daha fazladır.
   - II) **Dikişsiz borular**: Yüksek basınca ve sıcaklığa dayanıklıdır. Vidalı ve vidasız türleri mevcuttur. Dikişli ve dikişsiz borular genelde ısıtma sistemlerinde kullanılır.
   - III) **Galvanizli borular**: Çelik boruların çok yüksek sıcaklıklarda çinko ile kaplanmasıyla elde edilen korozyona dayanıklı borulardır. Genelde temiz su tesisatlarında kullanılır.
4) **Bakır Borular**: Kullanım alanı kısıtlı olan borulardır. Endüstride daha çok soğutma sistemlerinde kullanılır. Kurulum sistemleri son derece kolaydır. Diğerlerine göre pahalı bir boru türüdür.
5) **Plastik Borular:** Polivinilklorür (PVC), polipropilen (PP) ve polietilen (PE) malzemeden yapılmış türleri vardır. Polimer malzemeler yüksek sıcaklığa dayanıklı değildir. Bu borular 65°C'ye kadar kullanılabilir. Folyo ile güçlendirildiklerinde 70 ile 90°C'ye kadar kullanılmaları mümkündür.

1.5. MALZEME SEÇİMİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Uluslararası normlar, endüstride kullanılan malzemelerin kontrolünü zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle vanalar, belirlenen kıstaslara uygun olarak geliştirilip yenilenmiştir. Malzeme seçilirken ürünlerin analizlerinin yapılıp yapılmadığına dikkat, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Boru ve vana malzemeleri seçilirken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

1. Sızdırmazlık
2. Erozyon ve korozyona karşı dayanıklılık
3. Vana ağırlığı ve kapladığı alan
4. Enerji verimliliği
5. Gürültü veya sarsılma etkileri
6. Basınç, sıcaklık, seviye ve debi değişimi duyarlılığı

Vana ve boru uyumunu sağlayabilmek için yukarıda verilen özelliklere göre malzeme seçimi yapılması gerekir aksi takdirde akışkanların karışması, patlama, vakum sağlama problemi, montaj masrafı gibi sorunlar ortaya çıkar. Sistem ekipmanlarının dayanıklı malzemelerden seçilmesi, ürünün kullanım ömrünü artıracaktır.

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Boru hatları ile bu hatlara uygun vanaları su tesisatlarına doğru biçimde bağlamak.

Malzemeler

- 2,5'lik plastik su borusu
- 1 adet kaynatma cihazı
- 4 adet dirsek boru
- T boru
- Kelebek vana (Görsel 1.5)



Görsel 1.5: Malzemeler

Çalışmanın Yapılışı

1. Plastik temiz su boruları ince (dişi uç) ve kalın (erkek uç) uçlardan meydana gelir. Kaynak makinesine bu uçlar yerleştirilir. Bağlantı kelepçesi kullanılması hâlinde kelepçede kaynak makinesinde ısıtılır.
2. Boruları kaynatırken dişi ve erkek uçların bağlantılarına dikkat edilir (Herhangi bir sızdırma olayının gerçekleşmemesi için bağlantı borular sıcakken yapılır.).
3. Kelebek vananın montajı ana hat üzerinden yapılır (Montajda önce somun daha sonra gövde boruya takılır.).
4. Diğer uç için de aynı işlem gerçekleştirilir.
5. Sızdırmazlık kontrolü için vana ve boru bağlantısı yapılmış sisteme su gönderilerek sızıntı olup olmadığı kontrol edilir.
6. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
7. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Değişmesi gereken parçaları değiştirir.				
4	Boruların bağlantılarını yapar.				
5	Boruların bağlantı yerlerini kontrol eder.				
6	Sızdırmazlık kontrolünü yapar.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü:					

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Çeşitli işletmelerde farklı işlevlerde kullanılan vanaların iç dizaynlarını görmek ve akış kontrolünü sağlamak.

Malzemeler

- Tornavida
- Kurbağacık
- Kelebek vana
- Küresel vana
- Glob vana



Görsel 1.6: Kelebek vana



Görsel 1.7: Küresel vana



Görsel 1.8: Glob vana

Çalışmanın Yapılışı

1. Tüm vanaların görseldeki gibi iç aparatları tornavida ve kurbağacık yardımıyla tek tek çıkarılır. (Görsel 1.6, 1.7, 1.8).
2. Kapak, aparatlar, gövde ve gövde içindeki miller incelenir, parçalar gruplandırılır.
3. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
4. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Kelebek vananın iç parçalarını çıkarır.				
4	Küresel vananın içi parçalarını çıkarır.				
5	Glob vananın iç parçalarını çıkarır.				
6	Çıkarılan parçaları gruplandırır.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Mini damlama sistemleri ve vana-boru hattı montajı yapmak.

Malzemeler

- Damlama vanaları
- Vanayı takmak için gerekli delici alet (Ayarlı vana muslukları)
- Mini ayarlama vanaları
- Açma-kapama vanası
- Sulama boruları (5 metrelik)
- Boru sabitleyici klipsler
- T boruları
- Dirsek borular
- Kapatma tapaları
- Boru kaynatma makinesi

Çalışmanın Yapılışı

1. Sulama sisteminin kurulumu tek hattan yapılır. Açama-kapama vanası önceki çalışmada olduğu gibi (sayfa 25) gibi boru birleştirme, vana takma çalışması yapılır.
2. Mini sulama sistemin boruları beş sıra olacak şekilde kesilip sabitleyicilerle tutturulur.
3. Ana hat, beş parçalık borular T boruları ve dirsek borular vasıtasıyla Görsel 1.9 görüldüğü gibi birbirine bağlanır.
4. Beş parçaya ayrılan boruların başlangıç noktalarına kapatma tıpaları eklenir. Kullanmama durumunda kapatılır.
5. Delici kullanılarak mini damlatma vanaları borulara takılır. Bu vanaların birbirine eşit mesafede olmasına dikkat edilir.
6. Sulama sistemine su gönderilir ve sistemdeki aksaklıklar (sızdırmalar



Görsel 1.9: Ana vana bağlantısı



Görsel 1.10: Mini vana bağlantısı

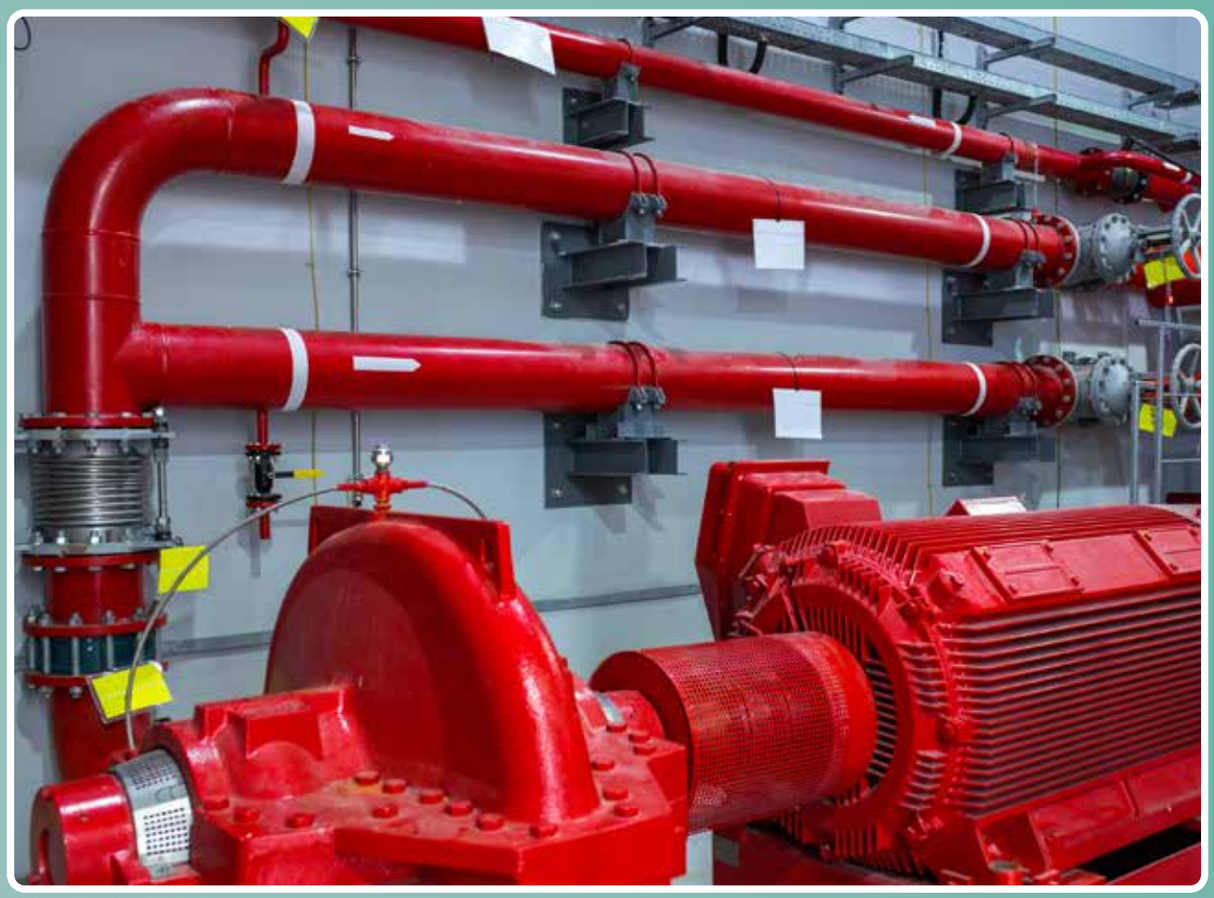
LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Açma-kapama vanasının korozyon kontrolünü yapar.				
3	Değişmesi gereken parçaları değiştirir.				
4	Boruların bağlantılarını yapar.				
5	Boruların bağlantı yerlerini kontrol eder.				
6	Tüm vanaların bağlantılarını yapar.				
7	Sızdırmazlık kontrolünü yapar.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

PROSESLERİN ELEKTRİK DONANIMI



Görsel 1.11: Elektrik motorlu vana

Endüstrinin temel proseslerinde kullanılan mekanik donanımlar manuel veya otomatik olarak çalıştırılır. Otomatik sistemler hem zamandan hem iş yükünden tasarruf sağlar. İnsan gücünün yetemeyeceği işlerde, tehlike arz eden ortamlarda ya da erişimin mümkün olmadığı alanlarda çalışma güvenliğini otomatik sistemler sağlar. Elektrik enerjisinin kullanımının tehlikeli olduğu durumlarda pnömatik veya hidrolik sistemler kullanılır.

2.1. ELEKTRİK MOTORLU VANALAR

Genel vanaların elektrikle çalışan bir motora bağlanmasıyla elde edilen vanalara **elektrik motorlu vanalar** denir. Bu mekanizmalar vanaya bağlı bobinler sayesinde elektrik enerjisini hareket enerjisine çeviren bir sisteme sahiptir. Modern tesislerde otomasyonu sağlamak amacıyla tercih edilen bu vanalar özellikle uzaktan kumandalı kontrol sistemlerinde kullanılır (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: Elektrik motorlu sistem

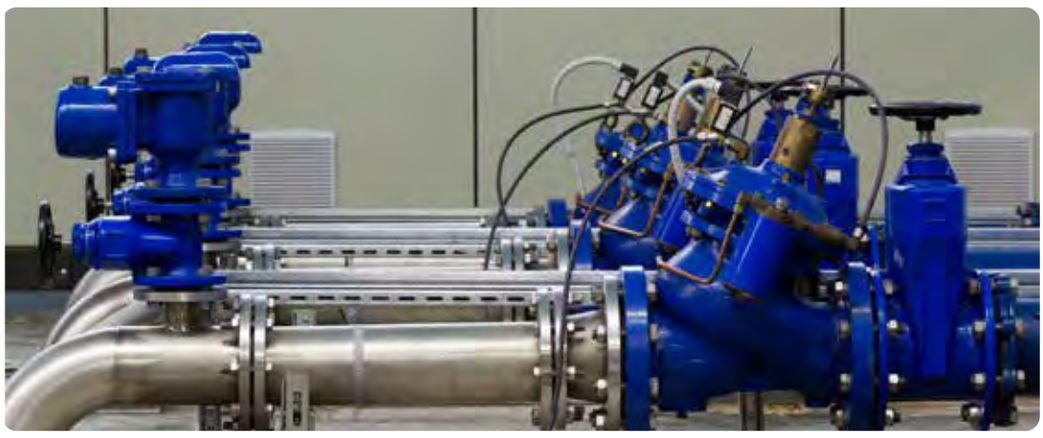
Selenoid vanalar ve pnömatik vanalar elektrik motorlu vanaların en önemlilerindendir. Selenoid vanalar, bir elektromanyetik kontrol vanası olup vana ile mekanizma arasından elektrik akımı geçirilerek çalıştırılır. İki önemli kısımdan oluşan bu mekanizma selenoidtir. Vana akışkanı, elektrik akımı vanası ise elektrik akışını kontrol eder. Selenoid vanalar; su alma ve boşaltma sistemlerine sahip bulaşık ve çamaşır makinelerinde, ısıtma-soğutma sistemlerinde, termostatlarda, modern sulama sistemlerinde kullanılır. Pnömatik vanalar hava basıncı ile çalışır. Elektrik motoru bu basıncın periyodik sürekliliğini ve kontrolünü sağlar. Gıda, ilaç, kağıt ve organik kimya endüstrisinde kullanılır.

2.2. POMPALAR

Sıvıları yatay veya dikey olarak transfer edebilen düzeneklere **pompa** adı verilir. Proses sistemlerinde akışkanları hareket ettiren, hızlandıran kompresörler ve pompalardır. Pompalar da vanalar gibi mauel, elektrik motoruyla, hidrolik veya pnömatik olarak çalıştırılır. Görsel 1.13'te kontrol vanaları ile pompaların bağlı olduğu sistem verilmiştir.

Pompalar, basınç yardımıyla elektrik enerjisi harcamadan, iki aşamalı çalışma prensibiyle hareket eden sistemlerdir. İlk aşamada pompa sıvının hızını artırır. Bu basınç artışıyla birlikte sıvının enerji dönüşümü statik olarak gerçekleşir. İkinci aşamada pompa içindeki itme kuvveti ile sıvı hızlanır ve kinetik enerjisi artar.

Pompalar dinamik ve yer değiştirmeli olmak üzere iki sınıfta toplanır.



Görsel 1.13: Elektrik motorlu kontrol vanaları ve pompa

2.2.1. Dinamik Pompalar

Bir motor yardımıyla pompanın son çıkışında bulunan düşük hızdaki sıvıyı harekete geçiren düzeneklerdir. Dinamik pompalar kendi aralarında santrifüj pompalar ve özel etkili pompalar olmak üzere ikiye ayrılır. Santrifüj pompalar, basınçla sıvının hızını artırma prensibiyle çalışır. Pompanın başından çıkış bölgesine doğru akışkanı harekete geçirirken pompa içindeki kinetik enerjiden faydalanır.

2.2.2. Yer Değiştirmeli Pompalar

Pistonlu ve dönerli olmak üzere iki türü olan yer değiştirmeli pompalar, sistemler üzerine periyodik olarak enerji verilerek çalıştırılır. Bu sistemde bir ya da daha fazla hareketli palet kullanılarak sıvı bu hareketli paletler içinde sınırlandırılır.

Etkinlik

Günlük hayatınızda kullandığınız veya karşılaştığınız elektrik motorlu vanaların veya pompaların; türlerini, kullanıldıkları alanları listeleyiniz. Hazırlayacağınız panoda boş yerler bırakarak arkadaşlarınızdan bu boşlukları doldurmalarını isteyiniz.

2.2.3. Pompa Seçimini Etkileyen Faktörler

Proseste kullanılacak pompa seçiminde dikkat edilecek ilk nokta hidrolik performansın değeridir. Pompanın hidrolik performansı; hız, debi, güç ve verimden oluşur. Verim, maliyet açısından değerlendirildiğinde en önemli unsurdur. Dikkat edilmesi gereken diğer özellikler; dayanıklılık, gürültü oluşumu, sistemdeki güvenirlilik, sistemin kuruluşu, bakımı ve kontrolüdür. Sistem kontrolü, pompa çalıştığı sırada (akışkanın hızının düştüğü yerde akışkanı hızlandırmak için) kontrol panosundan takibinin yapılmasıdır. Böylece pompanın kullanım ömrünü uzar.

2.3. KOMPRESÖRLER

Gaz tanecikleri serbest hareket eder ve tanecikleri arasında büyük oranda boşluk bulunur. Bu da gaz taneciklerinin sıkıştırılabilir olmasını sağlar. Gazların sıkıştırılabilmesi için üzerine etki eden basıncı artırmak gerekir. Gazları (H_2, N_2, O_2, tüp gazlar vb) bulundukları ortamın basıncından daha yüksek basınçlara çıkarmak için kullanılan makinelere **kompresör** denir. Kompresörler gazları sıkıştırırken mekanik enerjiyi kullanıp potansiyel enerjiye dönüştürür. Görsel 1.14'te endüstriyel bir kompresör verilmiştir.

Kompresörler de pompalar gibi basınç uygulayarak içlerindeki akışkanı hareketlendirir. Doğrudan basınç uygulayan yer değiştirmeli sistemleri veya dönmeyi sağlayan tork sistemleri kullanır. Pistonlu ve vidalı kompresörler yer değiştirmeli kompresörlerin en çok kullanılan türleridir. Santrifüj ve özel etkili kompresörler ise dinamik kompresörlerin en çok kullanılan türleridir.



Görsel 1.14: Endüstriyel kompresör

4 . Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Elektrik motorlu vanayı sistemlere bağlama ve çalışmasını gözlemlemek.

Malzemeler

- ❍ Su borusu
- ❍ Dirsek boru
- ❍ T boru
- ❍ Selenoid vana
- ❍ Manometre
- ❍ Kaynatma cihazı

Not: *Elektrik motorlu selenoid vana yoksa motorlu başka bir sistem oluşturulabilir. Eğer sistemi oluşturacak yeterli donanım yoksa sistem maketi yapılır.*

Çalışmanın Yapılışı

1. Sistem oluşturulurken birinci bölümdeki gibi birinci bölümdeki 1. Laboratuvar Çalışmasındaki gibi (sayfa 25) su borusu, dirsek ve T borusu bağlantıları yapılır.
2. Borulara selenoid vana bağlanması sırasında vananın girişine ve çıkışına manometre yerleştirilir (amaç, akışkan vanadan geçerken açma ve kapatma sırasındaki değişimleri net olarak ölçmektir.).
3. Kablolar bağlanırken selenoid vana motorunun kutusundan çıkan yönergelere uyulmalıdır.
4. Selenoid vananın elektrik bağlantısı yapılırken vana moturu kablosunun üç renkli parçası elektrik hattına bağlanır.
5. Su vanası açılıp elektrik motoru çalıştırılır.
6. Bağlantılar kontrol edilir.
7. Sistemi kapatmak için önce selenoid vananın elektrik motoru, sonra vana kapatılır.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Selenoid vananın elektrik motoru yönergelerini inceler.				
4	Boruların bağlantılarını yapar.				
5	Boruların bağlantı yerlerini kontrol eder.				
6	Sızdırmazlık kontrolünü yapar.				
7	Sistemi çalıştırır.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3. BÖLÜM

PROSES KUMANDA PANOSU VE CİHAZLARI



Görsel 1.15: Değişken kontrol panosu

Endüstrinin ve teknolojinin gelişimi ile beraber prosesler de gelişmiş ve farklılaşmıştır. Bundan dolayı sistemlerin otomasyon ihtiyaçlarını karşılamakta oldukça önemlidir. Temel proseste oluşturulan bir sistem ikaz verdiğinde sorunun ne olduğu tespit edilmeli, yapılan kontrollerle sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlanmalıdır.

3.1. KONTROL PANOLARI VE DEĞİŞİMLERİN ÖLÇÜLMESİ

Kontrol sistemi; akışkanlar için ölçülebilir değişkenler olan sıcaklık, basınç, debi ve sıvı seviyesinin anlık olarak gözlemlenmesini sağlar. Önceden belirlenmiş limitler aşıldığında uyarı verir. Bazı gelişmiş kontrol üniteleri sisteme otomatik müdahale eder. Yani sistemi denetler, sistemdeki aksaklıkların hızlı bir biçimde elle yada otomatik olarak düzeltilmesine olanak verir.

3.1.1. Basınç Değişimi

Birim alana düşen kuvvetin miktarı **basınç** olarak tanımlanır. Sıvılar gazlara göre daha az sıkıştırılır. Sıvılar ile gazlar üzerine etki eden basınç ve enerji dönüşümleri farklıdır. Bundan dolayı ölçme yöntemleri de farklıdır.

Basınçta değişim gerçekleşirse kontrol panosu uyarı işaretleri verir. Örneğin, akışkanın sistemdeki hızı aniden yükselirse basıncı düşer. Kontrol panosunda bulunan cihaz, sistemdeki bu değişimi algılar ve bunu uyarı şeklinde sensörlere iletir. Basınç ölçerler, gaz istasyonlarında, dolum tesislerinde, petrol endüstrisinde sıklıkla kullanılır (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: Bir gaz istasyonundaki hassas sıralı manometreler

3.1.2. Sıcaklık Değişimi

Endüstriyel proseslerde, sıvı veya gaz maddelerin taşınması, depolanması ve üretim için kullanılması sırasında, sıcaklık parametresindeki değişimler önemlidir. Akışkanın fiziksel veya kimyasal yapısının bozulması istenmeyen bir durumdur.

Sıcaklık, maddenin kinetik enerjisinin ölçüsüdür. Ölçü birimi olarak Celcius (Selsiyüs), Fahrenheit (Fahrenayt) ve Kelvin kullanılır. Görsel 1.17'de Santigrad cinsinden sıcaklık ölçer verilmiştir. Akışkanlarda, ısıtma-soğutma sistemlerinde, petrol transfer sistemlerinde gelişmiş sıcaklık ölçerler kullanılır.



Görsel 1.17: Sıcaklık ölçer

3.1.3. Debi Değişimi

Bir kesit alanından belirli zamanda geçen akışkan madde miktarına **debi** denir. Sistemden geçen akışkanın debisi, akışkanın hızı ve enerjisi hakkında bilgi verir. Sıvı akışkanlar ile ilgili konularda debinin bilinmesi çok önemlidir, bu nedenle debi ölçümleri yapılırken doğru ölçüm yöntemleri uygulanmalıdır.

Bir akışkan sisteme debimetre montajı yapılırken akışkanın ve sistemin özellikleri bilinmeli, duruma uygun olan cihaz tercih edilmelidir. Otomasyonu gelişmiş katı içerikli sıvı akışkanlarda ultrasonik debimetre kullanılır ancak gazlarda ultrasonik debimetre kullanılması uygun değildir. Görsel 1.18'de debimetre gösterilmektedir.



Görsel 1.18: Kapalı su debiölçer

3.1.4. Seviye Değişimi

Proses sistemlerinde geri besleme, akışkanların giriş-çıkış büyüklüğü arasında artış veya azalış olmasıyla gerçekleşir bu da seviye kontrolünü beraberinde getirir. Uygulama esnasında; su ve petrol taşıma tankları, kuyular, depolar, rezervler gibi farklı türlerdeki sıvıların seviye ölçümleri sık sık alınmalıdır. Seviye ölçümü yapılırken farklı türlerden seviye ölçerler kullanılmalıdır. Sıvının viskozitesine, sıcaklık ve basınç değişimine, akış hızına göre seviye ölçerler kontrol panellerine bağlanır.

Etkinlik

Laboratuvarda basınç, sıcaklık, seviye ve debi ölçer modelleri hazırlayınız. Bu modeller arasında, ölçüm yapabilecek olanlardan birini seçip deneysel bir sunum gerçekleştiriniz.

3.2. SENSÖR VE İKAZ ŞEKİLLERİ

Kontrol panelleri, karmaşık işlemlerin yüksek uzmanlık gerektirmeden tutarlılıkla yapılmasını sağlayan, veri iletimini kolaylaştıran sistemlerdir. Mekanik cihazların bağlantılarını, işlevlerini kontrol edebilen devre elemanlarına sahip panolara **kumanda panosu** denir. Kontrol panelleri üzerinde sistemi çalıştıran/durduran butonlar bulunur. Sistem durumu hakkındaki bilgileri kullanıcıya ışık vasıtası ile bildiren sinyal lambaları vardır. Akım kapama, taşıma, kesmeye yarayan kontaktörler, gerilim kontrolünü sağlayan röleler kontrol panellerinin elemanlarıdır. Kumanda panosunda sisteme aşırı yük binmesi ile oluşan veya kısa devre gibi kazalara karşı koruyan sigortalardır. Fiziksel ortam ile elektronik cihazları birbirine bağlayan sensörler ve devre elemanları bulunur. Görsel 1.19'da tüm bu uyarı cihazlarını gösteren kontrol panosu verilmiştir.

Proseste elde edilen tüm veriler başka bir cihaza veya kontrol kayıt paneline gönderilir. Cihazın algılayabileceği türden bir sinyal sistem tarafından alınır. Sinyalin doğru alınabilmesi için sinyalin şeklinin veya modunun sisteme entegre edilip cihaz ile uyumlu hâle getirilmesi ve doğru sistem akışı aralığının sağlanması gerekir.



Görsel 1.19: Kontrol panosu

5. Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Hazırlanan sisteme basınç, debi, sıcaklık ve seviye ölçer montajını yapmak.

Malzemeler

- Su boruları
- Su depolama tankı
- Boru dirsekleri
- T boru
- Kaynak makinesi
- Manometre
- Termometre
- Seviye ölçer

Not: *Sistemin değişen parametrelerinin ölçmek için laboratuvarınızda bulunan uygun ölçerleri kullanınız.*

Çalışmanın Yapılışı

1. Su tesisatı sistemine (sayfa 25) bağlanan kontrol vanasından sonra manometre ve termometre bağlanır (Görsel 1.20'de gösterilen şekilde manometre ve termometre bağlantıları yapılabilir.).
2. Sisteme bir tank bağlanır. Sistem açıldıktan belirli bir süre sonra su depolama tankındaki su seviyesi seviye ölçerle ölçülür.
3. Sistem çalışırken her beş dakikada bir ölçümler alınır.
4. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
5. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.



Görsel 1.20: Polipropilen kontrol panosu

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Boruların bağlantılarını yapar.				
4	Su depolama tankı bağlantılarını yapar.				
5	Boruların bağlantı yerlerini kontrol eder.				
6	Kontrol vanası bağlantısını yapar.				
7	Seviyeölçer, termometre ve manometre bağlantılarını yapar.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. (….) Bir proseste akışkanın giriş büyüklüğü ile çıkış büyüğü arasındaki fark geri besleme olarak adlandırılır.

2. (….) Sistem içindeki akışkanın basıncı düşerse borularda basınç darbesi oluşur.

3. (….) Açma kapama vanaları, glob ve kelebek vanalar fonksiyonlarına göre vana çeşitlerindendir.

4. (….) Tüm vanalar; gövde, trim, kapak, eyleyici kısımlarından oluşur ve daha farklı işleve sahip vanalara ek aparatlar yerleştirilir.

5. (….) Pompalardan geçen akışkanın basıncı yüksek, hızı ise düşüktür.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

basınç	galvanizleme	kinetik
pompa	potansiyel	vana

6. Kimyasal veya fiziksel prosesteki akışkanın; akışını, basıncını ya da sıcaklığını değiştirmek, hareket ettirmek, yönünü değiştirmek, durdurmak, karıştırmak veya ayarlamak için kullanılan mekanik kontrol aracına …… denir.

7. Çelik boruları korozyona karşı dayanıklı hâle getirmek için …… yapılır.

8. Kompresördeki akışkanın …… enerjisi yükselir.

9. Sistemde bulunan borular üzerinde …… artışı olduğunda akışkan darbesi oluşur.

10. …… sıvıları bulundukları ortam basıncından daha yüksek basınçlara çıkararak potansiyel enerji elde eder ve bu enerji sayesinde sisteme iş yapar.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. **Vanalar,**

I. Akışın yönünü değiştirmek
II. Akışı durdurmak
III. Akışı başlatmak

fonksiyonlarından hangisine sahiptir?

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

12. **Vanalar fonksiyonlarına göre sınıflandırıldığında aşağıdakilerden hangisi bu sınıfın dışında kalır?**

A) Kapatma B) Boşaltma
C) Elastomer D) Karıştırma
E) Basınç ayarı

13. **Ters yöndeki akışı engelleyerek tek yönlü akış sağlayan vana türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kelebek vana B) Glob vana
C) Diyafram vana D) Çek vana
E) Küresel vana

14. **Tüm vana parçalarını üzerinde bulunduran, akışkanı çevreleyerek boru ile birleşmeyi sağlayan vana aparatı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Gövde B) Kapak
C) Trim D) Aktüatör
E) Başlık

15. **Aşağıdakilerden hangisi, çelik boruların yüksek sıcaklıkta çinko ile kaplanarak daha dayanıklı hâle getirilmesiyle elde edilir?**

A) Bakır boru B) Dikişli boru
C) Galvanizli boru D) Plastik boru
E) Düz boru

16. Glob vanalar yüksek sıcaklıktaki akışkanlar için uygundur. **Buna göre;**

I. Buhar tesisatları
II. Kızgın yağ tesisatları
III. Partiküllü akışkanlı tesisatlar

hangilerinde glob vana kullanılır?

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

17. **Aşağıdakilerden hangisi vana seçimi için önemli kriterlerden biri değildir?**

A) Vanalar akışkanın korozyona uğratmayacağı malzemeden yapılmalıdır.
B) Sistem sıcaklığına dayanabilmelidir.
C) Şartlar ne olursa olsun en ucuz vana olmalıdır.
D) Uzun ömürlü olmalıdır.
E) Sistem basıncından zarar görmemelidir.

18. **Basınca ve yüksek sıcaklığa dayanıksız olan; PVC, PE gibi polimer malzemelerden elde edilen boru tipi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kanatlı boru B) Plastik boru
C) Düz boru D) Bakır boru
E) Çelik boru

19. Mekanik donanımlar el ile veya otomatik olarak çalıştırılabilir.

Aşağıdakilerden hangisi otomatik sistemlerin faydalarından biri değildir?

A) İnsan gücünün yetmeyeceği durumlarda kulanılabilmesi
B) Tehlikeli durumlarda sistemin otomatik olarak kapanması
C) İş gücünden tasarruf edilmesi
D) Kimsenin gözlemlemesine gerek kalmaması
E) Zamanın verimli kullanılması



2. ÖĞRENME BİRİMİ

PROSESTE MADDE TRANSFERİ

BÖLÜMLER

1. KATILARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ
2. SIVILARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ
3. GAZLARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ

Hazırlık Soruları

1. Bir evden diğer bir eve taşınma sürecini izleme fırsatınız oldu mu? Gözlemlerinizi sınıf ortamında paylaşınız.
2. Su tulumbaları suyu yeryüzüne nasıl çıkarır?
3. Basınçlı gaz tüpleri taşıyan araçların aldıkları önlemlere şahit olduysanız arkadaşlarınızla paylaşınız.

Görsel 2.1: İş sahası-fabrika

1. BÖLÜM

KATILARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ



Görsel 2.2: Bantlı konveyör ile katı taşıma

1.1. KATILARIN ÖZELLİKLERİ

Maddenin kendine ait şekli ve hacmi olan en düzenli hâline **katı** denir. Katıların sıkıştırılma oranı çok düşüktür. İç enerjileri zayıf olan katı tanecikleri yalnızca titreşim hareketi yapabilir. Akışkanlık özellikleri yoktur. Boyutları 1 mm'den küçük katı parçacıklara **toz** denir. Tozlar, katı maddelerin çeşitli etkilerle (öğütme, kırma, parçalama vb.) küçük boyutlu partiküller hâline gelmesiyle elde edilir. Toz partikülleri katı, sıvı ve gaz gibi davranışlar sergiler. Örneğin çakıl taşları toz hâline gelecek kadar öğütülürse akışkanlık özelliği kazanır ve sıvı gibi davranır. Katılar toz hâline geldiklerinde daha hızlı çözünme, homojenize olma, karışabilirliğin kolaylaşması gibi özellikler kazanır. Endüstriyel tozlar arasında çimento, plastik, hububat, yem, toz hâline getirilen baharatlar vb. sayılabilir.

Etkinlik

Maddenin katı hâlinin özelliklerini gösteren bir bilgi yaprağı hazırlayınız. Çevrenizdeki katıların fiziksel özelliklerini ve tanecik boyutlarını inceleyerek sonucu laboratuvarda arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.2. KATILARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ

İşletmeler ham maddelerin üretime alınması, imalat sonrası depolanması, müşteriye ulaştırılması aşamalarında **taşıma sistemlerine** ihtiyaç duyar. Burada yükleme, iletim ve boşaltma olmak üzere üç temel işlem söz konusudur. Taşıma işlemleri;

1. İşletme içi,
2. İşletmeler arası,
3. Ülkeler arası yapılmaktadır.

Taşıma makineleri, süreksiz taşıyıcılar ve sürekli taşıyıcılar olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Kriko, palanga, vinç vb. yükleme, iletim ve boşaltım aşamalarında kesinti yaşayan taşıma sistemlerine **süreksiz taşıma makineleri** denir. Süreksiz taşıma makineleri kaldırma makineleri olarak da adlandırılır. Bu makineler kaldırma-taşıma işlemlerini tamamlayınca bir sonraki işleme kadar hareketlerini durdurur. Taşıma bandı, elevatör, pnömatik iletici gibi belirlenen periyotta durmadan çalışarak kesintisiz iletim sağlayan makinelere **sürekli taşıma makineleri** denir. Sürekli taşıyıcılar genellikle iki ardışık makine arasında taşıma işlemi yapar.

Taşıma işlemi yapılırken malzemelerin içeriğine göre hız ayarı yapılır. Cam gibi kırılma tehlikesi olan malzemeler daha yavaş ve özenli taşınmalıdır. İşletmeler taşıma işlemi öncesinde hangi malzemenin yüksek hızla hangi malzemenin düşük hızla taşınması gerektiğini belirlemeli buna uygun önlemler almalıdır.

1.2.1. Konveyörler (Taşıma Şeritleri)

Endüstride taneli, parçalı, toz veya katı hâldeki malzemeler belirli mesafelere hareketli bir şerit yardımıyla iletilir. Taşıma şeritlerine madencilik, tahıl, çimento gibi endüstriyel sektörlerde, hava alanlarında, kargo ürünlerinin taşınmasında vb. rastlanabilir. İki silindir arasına gerilmiş taşıma şeritleri makaralarla desteklendiğinde bir taşıma düzeneği elde edilir. Hareket silindirleri motordan dönme kuvveti alarak malzemelerin yükleme noktasından boşaltma noktasına iletilmesini sağlar. Taşıma şeritlerinin bantlı, zincirli ve vidalı (helezonlu) temel çeşitleri olduğu gibi teleskobik, rulolu, vibrasyonlu (titreşimli) çeşitleri de mevcuttur.

a) Bantlı Konveyörler

Bantlı konveyörler; güç silindirleri arasında sürekli dönen bir banttan oluşur ve madencilik, gıda, tarım, tekstil, kimya, ilaç vb. birçok alanda yaygın olarak kullanılır. Görsel 2.3'te bir donat fabrikasında üretilen donatların bantlı konveyörde taşınması gösterilmiştir. Uzun mesafelerde yüklü taşıma gerçekleştirebildikleri için madenlerden çıkan cevherlerin nakledilmesinde, limanlarda, yükleme boşaltma tesislerinde, hafriyat ve beton hazırlama merkezlerinde bantlı konveyörler tercih edilir.



Görsel 2.3: Çerezlerin bantlı konveyörde taşınması

b) Zincirli Konveyörler

Sisteme bağlı dişliler, zincire dönme ara yüzü oluşturur. Böylece oluşan zincir döngüsü ile malzeme iletimi sağlanır. Zincirler çelik veya plastik malzemeden üretilir. Görsel 2.4'teki zincir konveyörler çelik malzemeden yapılmıştır. Zincirli konveyörlerde tahrik elemanı olarak bir veya daha fazla sayıda motor olabilir. Motor sayısının artması uzun mesafelerde yüksek kapasiteli yüklerin taşınmasını sağlar.

Zincirli konveyörler aşındırıcı ve yüksek sıcaklıktaki malzemelerin taşınmasında kullanılır. Darbeli yüklere karşı dayanıklılıkları bantlı konveyörlere göre daha fazla olduğu için çok ağır ürünleri taşıyabilir. Otomotiv, beyaz eşya, yürüyen merdiven ve metal endüstrisinde zincirli konveyörler tercih edilir.



Görsel 2.4: Çelik zincirli konveyörler

c) Helezon (Vidalı) Konveyörler

Bir tekne içine yataklanmış olan mil, helezon ile sarılıdır. Mil, tahrik sistemi ile döndürüldüğünde helezon da mil ile birlikte döner ve malzeme helezon içinde yatay, eğik veya dikey olarak taşınır. Taşınacak malzeme konveyöre besleme oluğundan doldurulur. Alt kısımda ayrıca boşaltma olukları vardır. İhtiyaca göre ara boşaltma olukları da konulabilir.

Helezon konveyörlerin kullanım alanları bantlı ve zincirli konveyörlere göre kısıtlıdır. Kolay kırılabilen çok büyük, çok ağır ve aşındırıcı malzemeler için kullanımı uygun değildir. Kayabilen ve yuvarlanabilen malzemelerin helezon konveyörlerde taşınması tercih edilir (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Helezonlu taşıma sistemi

1.2.2. Elevatörle Taşıma Sistemleri

Elevatörler, malzemeleri yatay ya da dikey (70°) hareket ettirerek yüksek seviyeye taşıyan iletim araçlarıdır. Çok katlı binalarda üst katlara erişimi sağlamak için kullanılan asansörler de bir çeşit elevatördür. Endüstride en çok kullanılan elevatör tipi kovalı elevatörlerdir. Kovalı elevatörlerin ana parçaları; sonsuz çekme elemanı, kova, tahrik ve gerdirme kasnaklarıdır. Çekme elemanı olarak **bant** ya da **zincirler** kullanılır. Bant ya da zincirli çekme elemanına bağlı kova, elektrik motoru tahrikiyle dikey hareket ederek malzemeyi yukarı taşır. Bantla iletim hızlı ve sessizdir. Zincirler daha zor şartlarda daha ağır yükleri taşımak için uygundur.



Görsel 2.6: Tarım ürünlerini saklamada kullanılan silolar ve elevatör

1.2.3. Pnömatik Taşıma Sistemleri

Katıların taşınması için kullanılan bir diğer sistem de pnömatik taşıma sistemidir. Hava basıncıyla granül ya da toz hâlindeki katı akışkanın taşınmasında kullanılır. Pnömatik taşıma sistemleri basınçlı hava sağlayıcı, kapalı bir boru hattı, ürünle havayı birbirinden ayıracak filtre olmak üzere üç parçadan oluşur. Sistem kapalı olduğu için ürün kaybı olmaz. Taşınan maddenin nem alarak bozulma riski yoktur. Hava basıncı olması gereken şekilde ise ürün yüzeyi bozulmaz.



Görsel 2.7: Tarımda kullanılan pnömatik taşıyıcı

Pnömatik sistemler yoğun veya seyrek fazlı olabilir. Malzeme aşındırıcı veya kırılgansa yüksek basınçta düşük hızla taşınır. Böyle sistemlere **yoğun faz pnömatik sistem** denir. Malzemenin havada asılı kalarak düşük basınç ve yüksek hızda ilerlediği sistemlere **seyrek faz pnömatik sistem** denir. Çoğu malzeme seyrek fazla taşınabilir.

Kimya, çimento, madencilik ve özellikle gıda endüstrilerinde pnömatik taşıma tercih edilir. Bu proseslerdeki ürünlerin taşınması son derece hızlıdır. Gıda sektöründe özellikle buğday, nohut, mısır, un, tuz gibi tarım ürünlerinin toplanması, taşınması ve silolara yüklenmesi için pnömatik taşıma sistemlerinden yararlanılır. Görsel 2.7'de toplama sırasında kullanılan pnömatik taşıma sistemi verilmiştir.

Pnömatik taşıma sistemleri, uygulanan emme basıncına göre pozitif basınçlı ve negatif basınçlı olarak iki grupta incelenir.

Pozitif Basınçlı PnömatikTaşıma Sistemi

Pnömatik taşıma sisteminde taşınacak malzeme basınçlı tanka doldurulur. Malzeme bir emme ağzı aracılığı ile borulara iletilir ve hedefe doğru gönderilir. Bu yolla tek noktadan yine tek noktaya ya da tek noktadan birden çok noktaya taşıma yapmak mümkündür.

Negatif Basınçlı (Vakumlu) PnömatikTaşıma Sistemi

Vakumlu pnömatik taşıma sisteminde malzemenin çekilmesi için boru hattının sonuna bir vakum pompası yerleştirilir. Bu sistemlerde malzemeler; depo, vagon, kamyon gibi farklı noktalardan toplanıp tek boşaltma ünitesinde biriktirilir.

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Katı malzemelerin bantlı konveyörlerle taşınmadan önceki hazırlık aşamalarını sağlamak.

Malzemeler

- 30 m'lik şerit
- 10 adet makara
- Hareket mili
- Paletler
- Karkas
- Tambur
- Transport (el ile çevirme kolu)
- Birleştirme aparatı (tel zımba veya dikim yapılabilir)
- Taşınacak katı malzeme (mini koliler)

Çalışmanın Yapılışı

1. Bantlı konveyör olarak kullanılacak olan şerit, uçlarından birleştirme aparatı ile birleştirilir.
2. Makaraların içinden geçirilen hareket milleri paletlerle birbirine bağlanır.
3. Başlangıç ve sonuç makaraları sabit masaya hareketli mil somunlarla bağlanır.
4. Başlangıç paletinin ucuna çevirme kolu bağlanır.
5. Taşınacak ürün (katı malzeme) ile beslenir.
6. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
7. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Bantları şerit ucundan birleştirir.				
4	Makaraları sabitler.				
5	Çevirme kolu ve motor bağlantısı yapar.				
6	Sistemi katı madde ile besler.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Pnömatik taşıma sistemi ile katı taşıma uygulaması yapmak.

Malzemeler

- Besleme silosu
- Pnomatik taşıma cihazı
- Boru hattı
- Silo emniyet vanası
- Basınçölçer

Çalışmanın Yapılışı

1. Taşınacak katı malzemeler, pnömatik taşıma sistemine yüklenir.
2. Basınç ayarı emniyet vanası kullanılarak yapılır.
3. Besleme silosu, katı malzemelerle aralıksız beslenir.
4. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
5. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Pnömatik sistem bağlantılarını yapar.				
4	Basınç ayarlarını kontrol eder.				
5	Siloyu sürekli katı malzeme ile besler.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

SIVILARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ



Görsel 2.8: Elektrik motorlu pompalar

Molekülleri birbirinin üzerinden kayabilen, gaz ile katı arasında özellikler gösteren madde hâline **SIVI** denir. Sıvıların kendi hacimleri vardır ancak kendilerine ait bir şekilleri yoktur, bulundukları kabın şeklini alır. Sıvılar da gazlar gibi akışkandır ancak molekülleri gazlara göre birbirlerine çok daha yakın olduğu için sıkıştırılamaz.

2.1. SIVILARIN ÖZELLİKLERİ

Doğadaki maddelerin büyük bir çoğunluğu karışım hâlinde bulunur. Endüstride karışımlardan faydalanarak istenilen işlevlere sahip sıvı maddeler elde edilebilir.

2.2. SIVI TAŞIMA SİSTEMLERİ

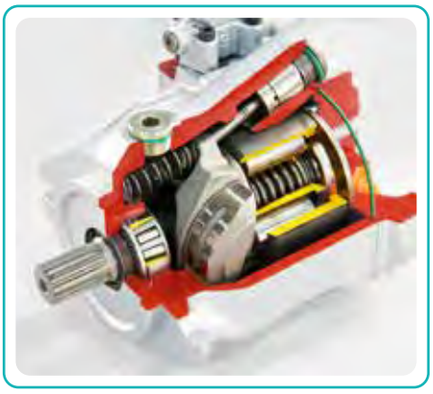
Sıvı malzemelerin yerini değiştirmek, hareket kazandırmak için pompalar kullanılır.

Pompalar

Sıvılara yatay veya dikey doğrultuda hareket veren cihazlara **pompa** denir. Pompalar yüksek bir basınç oluşturarak sıvıyı pompa çıkışından boru çıkışına hareket ettirir. Yer değiştirme işlemi mekanik yollarla veya akışkana kinetik enerji kazandırılarak gerçekleştirilir. Endüstriyel pompalar; gıda, kozmetik, ilaç, endüstriyel yağ gibi birçok farklı sektörde, ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinde, yangın söndürme tesisatlarında kullanılır.

a) Pozitif Yer Değiştirmeli (Hacimsel) Pompalar

Pozitif yer değiştirmeli pompalar odacığa hapsedilen sıvıyı girişten (emme seviyesi) daha yüksek basınçlı olan çıkış (basma seviyesi) tarafına taşır. Görsel 2.9'da pistonlu pompanın iç yapısı verilmiştir. Sıvının yer değiştirmesi için çoğunlukla silindir içinde hareket eden bir piston kullanılır. Pistonlu türlerinin yanında dönel sıkıştırma elemanı içeren türleri de mevcuttur. Akışkan itilerek sıkıştırıldığı için hacimsel pompalarda akışkana verilen enerji kesiklidir. Bu yüzden akışkan iletimi de kesikli gerçekleşir. Kuyulardan su pompalanması en eski pozitif yer değiştirmeli pompa uygulamalarından biridir.



Görsel 2.9: Pistonlu pompanın iç yapısı

b) Santrifüj Pompalar

Santrifüj pompalarda **çark** adı verilen döner eleman aracılığıyla sıvı akışı sağlanır. Sıvı, pompaya çark merkezinden girerek çark kanatları ile hızlandırılır ve çıkışa doğru sürüklenir. Burada sıvıyı dış kısma sürükleyen kuvvet merkezkaç kuvvetidir. Çarktan çıkan sıvı salyangoz denilen kısma gelir ve burada basınç kazanır. Santrifüj pompalar motorla tahrik edilir. Tahrik motoru ile çark arasındaki bağlantıyı sağlayan kısım mildir. Motor, mili döndürerek çarkı hareketlendirir. Pompa elemanlarını üzerinde taşıyan kısım gövdedir. Mil ile gövde arasındaki kaçakları salmastra kutusu engeller. Görsel 2.10'da santrifüj pompanın iç yapısı gösterilmiştir.



Görsel 2.10: Santrifüj pompanın içinden kesit

Santrifüj pompalarda akışkan bir taraftan emilir diğer taraftan pompalanır, bu sayede sürekli (kesiksiz) bir akış sağlanır. Çoğunlukla santrifüj pompalar kullanılsa da akışkanın cinsine göre diğer pompa türlerinden de faydalanılmaktadır.

Etkinlik

Çevrenizde tespit ettiğiniz bir pompa varsa türünü belirleyip özelliklerini sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.3. POMPALARIN ÇEVRE DONANIMLARI

Pompaların nasıl çalıştığını tam olarak anlayabilmek için pompanın bağlı olduğu sistemdeki diğer donanımlar da tanınmalıdır. Pompaların sistem ile uyumu önemlidir. Tahrik elemanı ile birlikte pompanın bağlı olduğu donanımlara pompanın **çevre donanımları** denir. Görsel 2.11'de pompa ve çevre donanımı gösterilmiştir.



Görsel 2.11: Pompa ve çevre donanımı

a) Boru ve Kanallar

Akışkanları taşıyan ve ileten hatlardır. Boruların çapları, uzunlukları, düz veya dönüşlü olmaları akışı etkiler. Ayrıca yapıldıkları malzeme taşınacak sıvı türüne uygun olmalıdır. Borular demir alaşımlarından, demir dışı metallerden ya da cam, beton, plastik gibi farklı malzemelerden yapılabilir.

b) Boru Bağlantıları

Eşit çaplı boruları birbirine bağlamak için birleştirme borusu (ünvon), farklı çaptaki boruların birleştirilmesinde redüksiyon boru, boruların yönünü değiştirmek için dirsek boru, boruya kol eklemek için de T boru kullanılır.

c) Vanalar

Açma-kapama işlemi ya da debiyi kısma ve kontrol etme işlemleri için vanalar kullanılır. Tank veya depo girişlerine konulan vanalar beslemeyi sağlar.

ç) Filtreler ve Pislik Tutucular

Pislik tutucu büyük boyutlu parçacıkları, filtre ise küçük boyutlu parçacıkları tutar.

d) Sızdırmazlık Elemanları

Proses sistem içinde birbirine sınırı olan ortamlar arasındaki akış geçişini kontrol eden elemanlara **sızdırmazlık elemanları** denir. Sistemde var olması istenmeyen kayıp, kaçak gibi durumların engellenebilmesi için sızdırmazlık elemanlarının dikkatli seçilmesi gerekir. Hareketsiz yüzeyler arasındaki sızdırmazlık için statik, hareketli yüzeyler arasındaki sızdırmazlık için dinamik sızdırmazlık elemanları kullanılır. Kendir halat, conta, o-ring, salmastra sıklıkla kullanılan sızdırmazlık elemanlarıdır.

e) Bağlantı Elemanları

Elemanları birbirine ya da makinelere bağlayarak parça birleştirme ve hareket iletimini sağlar. Vida, cıvata, somun, kelepçe gibi elemanlar bağlantı elemanlarıdır. Vidalar gövdelerine açılmış dişler aracılığı ile bağlantı yapar. Cıvataların gövdeleri de vidalar gibi dişlidir, baş kısımları çoğunlukla ya altıgen ya da dörtgen biçiminde bulunur. Cıvatalar genellikle somunludur. Elemanların eksen doğrultusunda kaymasını önlemek ve konumlarını sabit tutmak için ayar bilezikleri kullanılır.

f) Ölçüm Aletleri

Basınç, sıcaklık, akış belirlenmesi için mekanik ve elektronik algılayıcılar kullanılır.

3 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Pompalar aracılığıyla su akışını sağlamak.

Malzemeler

- Su borusu
- Basınç ölçer
- Pompa

Çalışmanın Yapılışı

1. Önceden hazırlanmış olansu boruları sisteminin (sayfa 25) sızıntı kontrolleri yapılır.
2. Su giriş ve çıkış vanaları ayarlanır.
3. Basınç ölçer bağlantısı kontrol edilir.
4. Pompa motoru çalıştırılır ve su pompalanır (Görsel 2.12).
5. Vana ayarında su girişi azaltılarak basınç düşürülür.
6. İşlem bitince önce motor kapatılır.
7. Vanalar kapatılır.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.



Görsel 2.12: Pompanın bulunduğu noktadan ana vana bağlantısı

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılacak tüm malzemenin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Su boruları sistemini kontrol eder.				
4	Su giriş çıkış vanalarını ayarlar.				
5	Basınç ölçer bağlantısını kontrol eder.				
6	Pompa motorunu çalıştır.				
7	Su basıncını düşürür ve ölçüm yapar.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3. BÖLÜM

GAZLARIN TAŞIMA SİSTEMLERİ



Görsel 2.13: Kompresör ve vanaları

3.1. GAZLARIN ÖZELLİKLERİ

Gaz hâli, tanecikler arası çekim gücünün en az olduğu fiziksel hâldir. Gaz taneciklerinin iç enerjisi katı ve sıvılara göre çok yüksektir. Gazlar bulundukları ortama homojen yayılır ve tanecikleri arasındaki boşluklar çok fazladır. Bu da gazları sıkıştırılabilir yapar.

Etkinlik

Sınıf ortamında gruplar oluşturarak "maddenin gaz hâlinin tüm özellikleri"ni gösteren bir bilgi yaprağı oluşturunuz. Bu bilgi yaprağını arkadaşlarınızla paylaşınız.

3.2. GAZ TAŞIMA SİSTEMLERİ

Gazlar yüksek basınç altında ısı vererek sıvılaşma özelliği gösterir. Bu özelliğin endüstride ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanımı son derece önemlidir. Gazlar kompresörler yardımıyla taşınır.

3.2.1. Kompresör Çeşitleri ve Özellikleri

Gaz hâlindeki akışkanları düşük basınçtan yüksek basınca sıkıştıran sistemlere **kompresör** denir. Basınçlı gaz elde eldilmesi, enerji depolama, karıştırma, kaldırma, indirme, soğutma, ısıtma gibi birçok alanda kompresörlere ihtiyaç duyulur. Evlerdeki buzdolaplarından matkaplara, benzin istasyonlarından büyük endüstriyel kuruluşlara büyük küçük birçok yerde kompresörlerle karşılaşılabilir. Kompresörler dönen bir mil ile dışarıdan güç alır. Endüstriyel uygulamalarda bu tahriki elektrik motorları sağlar. Yalnızca pompa ve motordan oluşan küçük kompresör modelleri olduğu gibi hava tankına sahip gelişmiş kompresör modelleri de vardır. Kompresörlerde akış, düşük basıçtan yüksek basınca doğru gerçekleşir (Görsel 2.14).



Görsel 2.14: Endüstriyel kompresör

Kompresörlerin doğrudan basınç uygulayan pozitif yer değiştirmeli türleri ve tork uygulayarak dönme sağlayan dinamik türleri mevcuttur.

Pozitif Yer Değiştirmeli Kompresörler

Pozitif yer değiştirmeli kompresörlerde, bir silindir içerisindeki gaza doğrudan sıkıştırma işlemi uygulanarak sistem istenilen basınca getirilir. Kompresörde sıkıştırma uygulayan eleman piston ise **pistonlu kompresör** olarak adlandırılır. Tipik bir pistonlu kompresörde Görsel 2.15'te görüldüğü gibi piston, silindir, krank mili, biyel kolu ve vana bulunur. Ayrıca kompresörlerin birçoğu basınçlı havayı depolayan bir tanka sahiptir.



Görsel 2.15: Pistonlu kompresörün iç yapısı

Kompresörde piston, emme odasından bir diyafram ileayrılmışsa bu sisteme **diyaframlı kompresör** denir. Diğer pozitif yer değiştirmeli kompresör türü vidalı kompresörlerdir. Vidalı kompresörlerde birbirini saran helisel bir vida çifti bulunur. Vida çiftlerinden biri diğerini hareket ettirerek sıkışmayı sağlar.

Dinamik Kompresörler



Görsel 2.16: Santrifüj kompresörün iç yapısı

Dinamik kompresörlerde gaz hızlandırılarak basınç düşürülür. Dinamik kompresörlerin en çok kullanılan türlerinden biri santrifüj kompresörlerdir. Santrifüj kompresörlerin ana parçaları çark ve difüzördür. Görsel 2.16'da santrifüj kompresörün iç dizaynı verilmiştir. Gaz yüksek hızda dönen çark kanatları ile sisteme alınır. Santrifüj, merkezkaç kuvvet etkisi ile yüksek bir hızda döndürülerek içten dışa savrulur; merkezden uzaklaştıkça hızı daha çok artar. Sonunda difüzör denilen küçük boşluğa doğru zorlanır, burada hızı düşer. Bu esnada kinetik enerji basınca dönüşür.

Dinamik kompresörlerle pozitif yer değiştirmeli kompresörler kadar yüksek basınç elde edilemez. Ancak satın alma maliyetinin düşük olması, daha az arıza yapması gibi avantajları sebebiyle tercih edilen bir kompresördür.

3.2.2. Kompresör Çevre Donanımları



Görsel 2.17:Endüstriyel bir kompresörün çevresel donanımı

Kompresörlerin bulunduğu sistemlerde kompresör ve tahrik motoru dışında kalan donanımlara **kompresör çevre donanımları** denir. Görsel 2.17'de endüstriyel bir kompresörün çevre donanımı gösterilmektedir.

a) Bağlantı Boruları ve Vanalar

Şebekeye, yüksek ya da düşük basınçlı olması durumu göz önüne alınarak uygun bağlantılar ve vanalar seçilmelidir. Kompresör çıkışlarında kompresörün tesisatla bağlantısını kesen vanalar kullanılır.

b) Basınçlı Hava Tankı

Sıkıştırılmış hava, yüksek basınçlara dayanıklı hava tankında depolanır. İşletmede kullanılan basınçtan daha fazlasına ihtiyaç duyulursa ya da fazla basıncın depolanması gerekirse bu talepleri hava tankı karşılar. Kompresörle hava tankı arasında çek vana bulunmalıdır. Çek vana kompresörün çalışmadığı zamanlarda havanın geri gelmesini engelleyerek istenmeyen durumları önler. Hava tankı üzerinde emniyet sübabı ile birlikte, **basınç kontrolü için,** manometre bağlantısı bulunur.

c) Kompresör Soğutucusu

Kompresörlerde gaz basınçlandırma işlemi sırasında kullanılan elektrik enerjisinin önemli bir kısmı ısıya dönüşmektedir. Açığa çıkan ısı, soğutucularla giderilir.

d) Hava Kurutucular

Basınçlı havanın sıcaklığı düştüğünde yoğunlaşarak su oluşturur, bu da ortamın nemini artırır. Nemli hava tesisatlarda paslanmaya yol açar. Nemi gidermek için soğutmalı, membran ve adsorpsiyonlu kurutucular kullanılır.

e) Filtre ve Basınç Regülatörü

Havadaki su, katı parçacıklar ve yağ filtreleri ile ayrıştırılır. Sistemin ayarlanan basınç aralığında çalışması için basınç regülatörleri kullanılır.

4 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Kompresörlerle gaz akışını sağlamak.

Malzemeler

- Gaz sistemi (buzdolabı sistemi veya kompresör için bir sistem)
- Basınç ölçer
- Kompresör
- Vanalar
- Borular

Çalışmanın Yapılışı

1. Kompresör vanaları kontrol edilir (Görsel 2.18).
2. Her kompresörün kontrol panosu yönergesi, uygulama yapılmadan önce incelenmelidir.
3. Kompresördeki vanaların açık olması gerekir.
4. Kompresör çalıştırılırken uyarı panosu kontrol edilir.
5. Sistemin basınç kontrolü basınçölçer ile yapılır (Görsel 2.18).
6. Gaz akışı kontrol edilir.
7. Sistem durdurulurken önce elektrik motoru kapatılır.
8. Vanalar kapatılır.
9. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
10. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.



Görsel 2.18: Endüstriyel kompresör

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Kompresör vanalarını kontrol eder.				
4	Kompresör kontrol panosunu inceler.				
5	Vanalar açıldıktan sonra basınç kontrolünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. (….) Endüstriyel bir proseste taşıma sistemini belirlerken taşınan maddenin fiziksel hâline bakılır.

2. (….) Gazların taşınması için kompresörlerden faydalanılır.

3. (….) Katı bir madde toz hâlinde ise bantlı konveyörlerden faydalanılarak taşıma yapılır.

4. (….) Pompaların çevre donanımları sadece boru ve kanallardan oluşur.

5. (….) Pompalar sıvı transferlerinde kullanılır.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

Bantlı	Gaz	Helezon	Katı
Kompresör	Negatif	Pnömatik	Pozitif

6. Maddenin en düzenli hâline ..... en düzensiz hâline .... denir.

7. Katı hâl transferinde konveyörler kullanılır. Bantlı, zincirli ve ..... olmak üzere üç tip konveyör bulunur.

8. Gaz halindeki maddeler ..... yardımıyla taşınır.

9. Toz veya granül hâlindeki bir katının taşınması için ..... sistem kullanılır.

10. Pnömatik sistemler ..... ve ..... basınçlı olmak üzere ikiye ayrılır.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. Katılar ile ilgili,

I. Maddenin en düzenli hâlidir.
II. Sıkıştırıldıklarında hacimleri önemli ölçüde küçülür.
III. Kendilerine ait hacim ve şekilleri vardır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

12. Taşıma sistemleri ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Endüstride üretimden depolamaya birçok aşamada taşıma sistemlerine ihtiyaç duyulur.
B) Taşıma bandı ve elevatör sürekli (kesiksiz) taşıma yapan makinalardır.
C) Taşınacak malzemeler her zaman mümkün olan en yüksek hızda taşınmalıdır.
D) Taşınacak malzeme türüne uygun bir taşıma sistemi seçilmelidir.
E) Taşıma işlemi işletme içi veya işletmeler arası olabilir.

13. Konveyörler ile ilgili,

I. Konveyörlerin bantlı, zincirli ve vidalı türleri vardır.
II. Bantlı konveyörlerde tamburlar aracılığı ile dönme hareketi sağlanır.
III. Konveyör sistemleri kapalı olmaz.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

14. Malzemeleri düşey olarak taşıyan ve endüstride sıklıkla kovalı tipi kullanılan katı taşıma sistemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Elevatör
B) Pnömatik taşıyıcı
C) Bantlı konveyör
D) Zincirli konveyör
E) Helezon konveyör

15. Pnömatik sistemler ile ilgili,

I. Hava basıncıyla taşıma yapan sistemler pnömatik taşıma sistemleridir.
II. Pozitif basınçlı pnömatik sistemler ile tek noktadan birçok noktaya taşıma yapılabilir.
III. Negatif basınçlı pnömatik sistemlerde vakum pompası bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

16. Pompalar ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Sıvılara yatay ve dikey yönde hareket verir.
B) Bazı pompa türleri sıvıya mekanik kuvvet uygular.
C) Santrifüj pompalarda çark ve salyangoz denilen kısımlar bulunur.
D) Tüm pompa türlerinde pistonla sıkıştırma yapılır.
E) Pompalar sistem ile uyumlu olmalıdır.



3. ÖĞRENME BİRİMİ

PROSES DEĞİŞKENLERİNİN KONTROLÜ

BÖLÜMLER

1. BASINÇ KONTROLÜ
2. SICAKLIK KONTROLÜ
3. DEBİ KONTROLÜ
4. SEVİYE KONTROLÜ

Hazırlık Soruları

1. Yemekleri hızlı pişirmek amacıyla kullanılan düdüklü tencerelerin patlama nedeni ne olabilir?Tartışınız.
2. Nehire bir noktadan girip karşı tarafa doğru yüzdüğünüzde girdiğiniz noktanın tam karşısından çıkamamanızın nedeni ne olabilir? Açıklayınız.

Görsel 3.1: Kontrol paneli

1. BÖLÜM

BASINÇ KONTROLÜ



Görsel 3.2: Manometre ve vanalar

İçinde bulunduğumuz atmosfer bir gaz karışımı olduğu için üzerimize kuvvet uygular. Bir prese konulan metal parçasının şekli değişir. Hayatın her aşamasında ve her yerde bu tip kuvvetlere sıklıkla rastlanır.

Birim alana uygulanan dik kuvvete **basınç** denir. Basınç sistemlerin durumunu etkileyen önemli bir değişkendir. Yüksek basınç da düşük basınç da istenmeyen durumlar oluşturabilir. Bu nedenle basınç kontrolü birçok sistem için vazgeçilmezdir. Basınç ölçümü ile diğer proses değişkenlerinin kontrolü mümkündür.

Maddenin katı, sıvı ve gaz hâlleri için proseste kullanılan basınç ölçerler birbirinden farklıdır. Basınç ölçerlerin sisteme uygun olması ve basınç değişimini sensörler vasıtasıyla iletmesi gerekir.

1.1. BASINÇ BİRİMLERİ

Dünya üzerinde kullanılan birçok basınç birimi mevcuttur. Bunlardan bazıları güncelliğini yitirmiştir. Paskal (Pa) çok küçük bir basınç birimi olduğu için bilimsel çalışmalarda kullanılırken, bar daha çok sanayide kullanılır. Atmosfer (atm), santimetre-cıva (cmHg), milimetre-cıva (mmHg), Torr ve PSI (Pounds per square inch) sıklıkla karşılaşılan basınç birimleridir.

- 1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg = 760 Torr'dur. Bu birimler çoğunlukla laboratuvar çalışmalarında veya ortam basıncı hesaplamalarında kullanılır.
- Bar birimi daha çok mühendislik alanında tercih edilir.

  1 bar = 0,987 atm = 750 mmHg olarak belirlenmiştir.
- PSI İngiliz standartlarında çalışan ülkeler için kullanılan bir birimdir.

  1 PSI = 1 libre/ $inch^2$

  1 bar = 14,7 PSI olarak belirlenmiştir.

Bunları Biliyor musun



Uluslararası birim sistemine göre yedi temel birim vardır. Bunlar uzunluk-metre, zaman-saniye, madde miktarı-mol, elektrik akımı-amper, sıcaklık- Kelvin, ışık şiddeti- kandela, kütle-kilogram olarak tanımlanmıştır.

1.2. BASINÇ ÖLÇERLER

Genel anlamda basınç ölçerlere **manometre** adı verilir. Farklı işlemler için çeşitli manometreler kullanılır. İki ayrı basınç ölçer türü vardır. Bunlar sıvı sütunlu basınç ölçer ve elastik elemanlı basınç ölçerdir.

1.2.1. Sıvı Sütunlu Basınç Ölçer

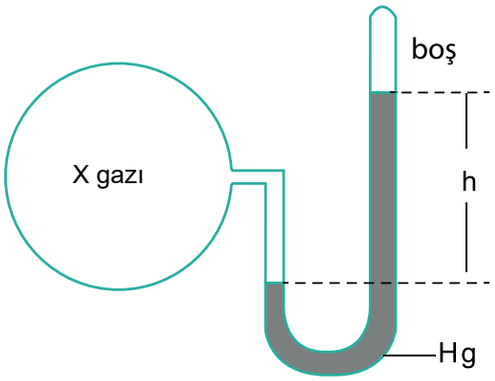
Akışkan basıncını sıvı yükseklik farkı yoluyla ölçen en basit basınç ölçerdir. Sıvı sütunlu basınç ölçerler üçe ayrılır. Bunlar U tipi manometre, barometre ve kuyu tipi manometrelerdir. Laboratuvarda sıvı sütunlu basınç ölçerler daha çok tercih edilir.

1.2.1.1. U Tipi Manometreler

U tipi manometreler bir gaz haznesine ve içi genellikle cıva sıvısıyla dolu bir U tüpüne sahiptir. Gaz tankındaki gazın itme kuvveti ile U borunun diğer ucundaki itme kuvveti sıvının ne tarafa doğru yükseleceğini belirler. İki tür U tipli manometre vardır:

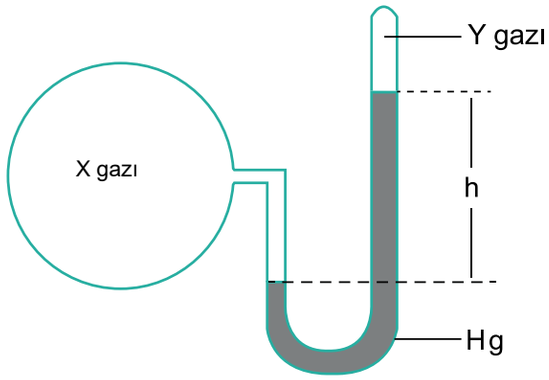
a) Kapalı Uçlu Manometre

U tüpündeki uçlardan biri gaz haznesine bağlıdır. Diğer ucu kapalıdır. Hazne içindeki gaz, sıvıya itme kuvveti uygulayarak sıvının yükselmesini sağlar. Bu yükseklik farkı Şekil 3.1'de de gösterildiği gibi gazın basıncını verir. Eğer sıvının üzerinde Şekil 3.2'deki gibi bir gaz bulunuyorsa hazne içindeki gazın basıncı sıvı yüksekliği ile sıvı üzerindeki gaz basıncı toplamına eşittir.



P_x = h cmHg

Şekil 3.1: Kapalı uçlu manometre



$P_X > P_Y$, $P_X = h + P_Y$ dir.

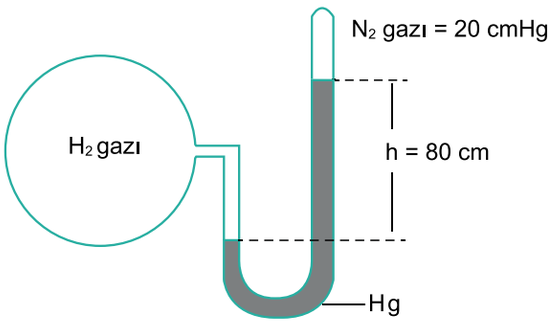
Şekil 3.2: Gaz bulunan kapalı uçlu manometre

Hadi Soralım

Aşağıda verilen manometre sisteminde;

A) Hangi gazın basıncı daha büyüktür?

B) H_2 gazının basıncı kaç cmHg'dır?



Hadi Çözelim

A) $P_{H_2} > P_{N_2}$'dir.

Çünkü sıvı 80 cm kadar N_2 gazı tarafında yükselmiştir.

B) $P_{H_2} = h + P_{N_2}$ olarak hesaplanır.

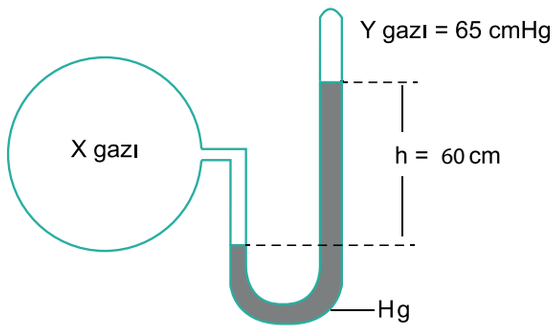
P_{H_2} = 80 + 20 = 100 cmHg H_2 gazının basıncıdır.

Sıra Sizde-1

Aşağıda verilen manometre sisteminde;

A) Hangi gazın basıncı daha büyüktür?

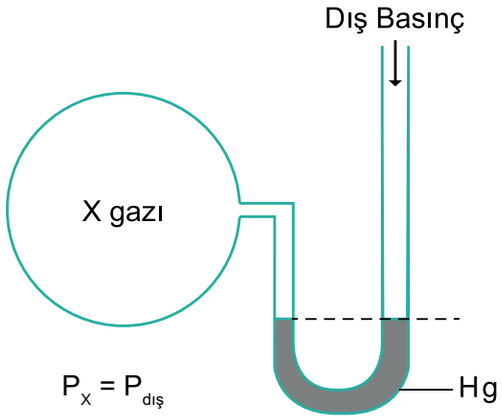
B) X_2 gazının basıncı kaç cmHg'dır?



Çözüm

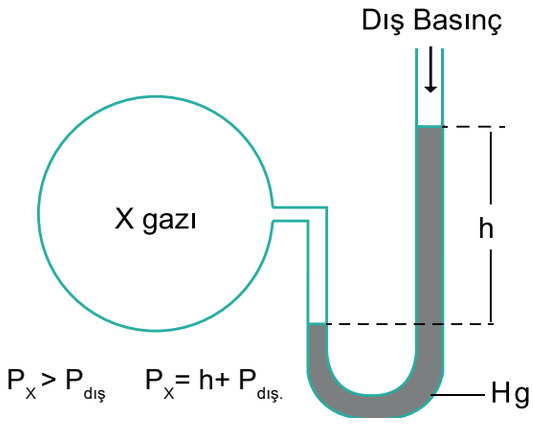
b) Açık uçlu manometre

U tüpündeki uçlardan biri gaz haznesine bağlıdır, diğer ucu ise açıktır. Hazne içindeki gaz, sıvıya itme kuvveti uygularken diğer ucunda atmosfer basıncının itme kuvveti ile karşılaşır. İki basınç birbirinden farklıysa aralarında bir yükseklik farkı oluşur. Bu yükseklik farkı Şekil 3.3'te de gösterildiği gibi gazın basıncını verir. Manometredeki gaz ise dış basınca eşittir.



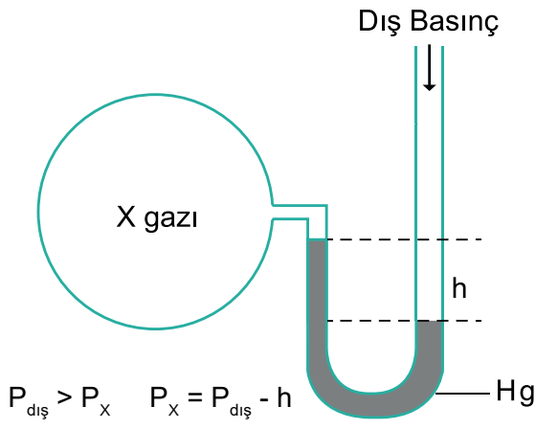
Şekil 3.3: Açık uçlu manometre

Şekil 3.4'te verilen açık uçlu manometrede X gazının basıncının dış basınçtan daha büyük olduğu görülmektedir. X gazı, dış basınçtan h yüksekliği kadar büyüktür. Dış basıncın birimi atm'dir ancak birimlerin çevrilmesi gereken özel durumlar olabilir.



Şekil 3.4: Açık uçlu manometre

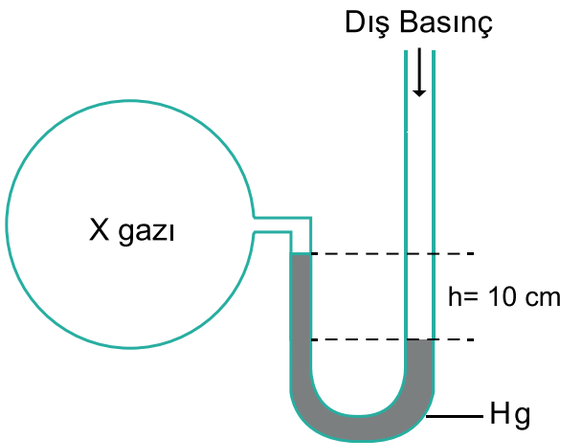
Şekil 3.5'te verilen açık uçlu manometrede X gazının basıncının dış basınçtan daha küçük olduğu görülmektedir. X gazı, dış basınçtan h yüksekliği kadar küçüktür.



Şekil 3.5: Açık uçlu manometre

Hadi Soralım

X gazının basıncı açık uçlu manometrede 86 cmHg'dır. Sıcaklığın 0°C olduğu ortamda dış basınç kaç cmHg'dir?



Hadi Çözelim

$P_{dış} > P_X$

$P_X = P_{dış} - h$

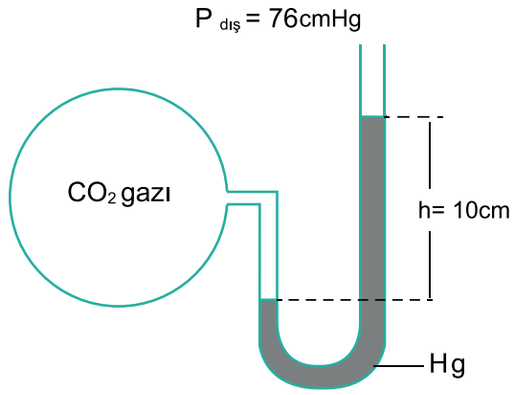
$86 = P_{dış} - 10$

$P_{dış} = 86 + 10$

$P_{dış} = 96$ cmHg' dır.

Sıra Sizde-2

Aşağıdaki manometreye göre CO_2 gazının basıncı kaç cmHg'dır?



Çözüm

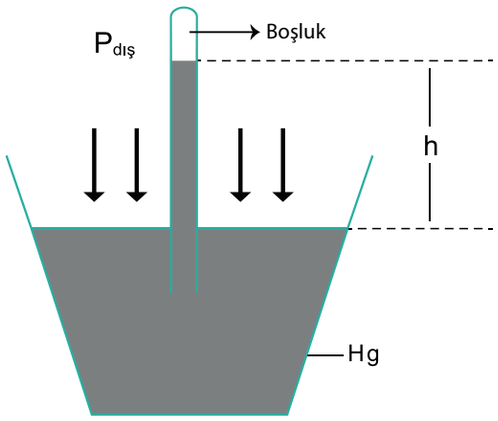
1.2.1.2. Barometreler

Açık hava basıncını ölçen aletlere **barometre** denir (Şekil 3.6). Bilinen en eski basınç ölçerler barometrelerdir. Toricelli, farklı sıvıların yoğunluk-yükseklik değerlerinin farklı olabileceğini ortaya çıkarmıştır. Barometrelerin kuyu ve cıvalı türleri daha çok tercih edilmektedir.

Açık hava basınç birimi atmosferdir. Deniz seviyesinde 0°C'de dış basınç 1 atm olarak standartlaştırılmıştır.

$P_{dış}$ = h yüksekliği olarak ölçülür.

(Deniz seviyesinde, 0°C sıcaklıkta)



Şekil 3.6: Barometre

1.2.1.3. Kuyu Tipi Manometreler

Bir depo ile cam boruya sahiptir. Bu depo kuyu olarak adlandırılır. Kuyu kısmına büyük kuvvet boru kısmına küçük kuvvet yerleştirilir. Aralarındaki seviye farkı basıncı verir.

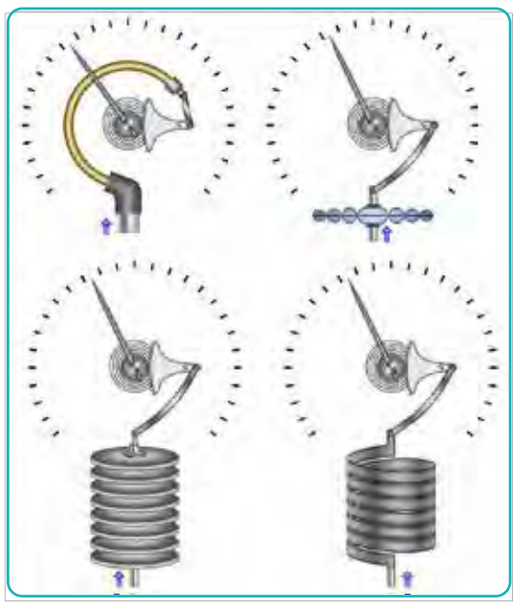
1.2.2. Elastik Elemanlı Basınç Ölçerler

Basınç ölçen elastik aparat kuvvet karşısında şekil değiştirir. Bu şekil değiştirme ile basınç ölçülür. Endüstri kuruluşlarında özellikle pnömatik sistemlerde elastik elemanlı basınç ölçerler kullanılır.

1.2.2.1. Bourdon Tüplü Manometre

Bourdon tüpünden yapılmıştır. Basıncın doğrudan okunduğu göstergelerdir ve endüstride en çok kullanılan manometrelerdir.

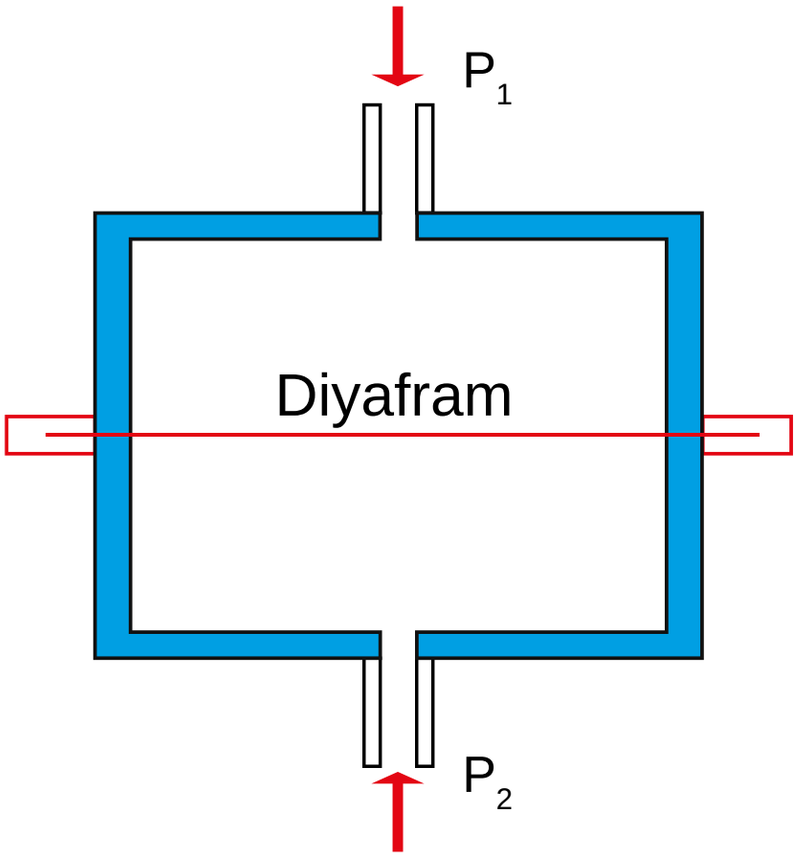
Bourdon tüplü manometreler C, spiral veya sarmal şeklinde ince bir tüpe sahiptir. Akışkanın basıncı ölçülürken iç tüp yassılaşır veya yarım daire şeklini korur. Görsel 3.3'te spiral şeklinde Bourdon tüplü manometre gösterilmiştir.



Görsel 3.3: Bourdon manometre iç dizaynı

1.2.2.2. Diyaframlı Manometre

Diyaframlı manometrelerde basınçla şekil değiştiren diyafram kısmı ölçümü yapar. Ortasında akışkanın cinsine göre değişen diyafram bulunur. P_1 ve P_2 basıncından hangisi daha büyükse o ters tarafa esner. Bu esneme elektrik sinyallerine (Şekil 3.7) dönüşerek basınç değerini verir.



Şekil 3.7: Diyaframlı Barometre

- ✓ $P_1 = P_2$ diyafram şekil değiştirmez.
- ✓ $P_1 > P_2$ diyafram aşağı tarafa çöker.
- ✓ $P_2 > P_1$ diyafram yukarı doğru yükselir.

1.2.2.3. Körüklü Manometre

Manometrenin elastik yapısı yuvarlak körüğe benzer. Körüğün hareket etmesiyle basınç ölçülür. Güvenilir ve uzun süre kullanılabilen bir basınç ölçerdir.

1.2.2.4. Kapsüllü Manometre

İki veya daha fazla diyafram içerir. Diyafram, ölçüm sırasında, basınç arttığında uzar; basınç azaldığında kısalır. Kapsüllü manometre küçük basınç değişimine hassastır.

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Kompresör kullanarak basınç değişkenini ölçmek.

Malzemeler

- Kompresör
- Kompresör hattının bağlantıları
- Basınçölçer (varsa farklı manometreler kullanılabilir.)
- Hava deposu
- Filtreler

NOT : *Bu uygulama gaz taşıma sistemlerine benzemektedir. Burada amaç laboratuvarınızda farklı manometreler ile basınç ölçümü yapabilmektir.*

Çalışmanın Yapılışı

1. Kompresör üzerinde filtre ve boru bağlantıları yapılır.
2. Bağlantılarda sızdırmazlık kontrolü yapılır.
3. Sistem çalıştırılarak basınç ölçümü yapılır.
4. Laboratuvarda bulunan farklı manometreler sisteme bağlanarak sonuçlar karşılaştırılır.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Filitre ve boru bağlantılarını yapar.				
4	Manometre bağlantılarını yapar.				
5	Sızdırmazlık kontrolünü yapar.				
6	Sistemin basınç ölçümünü yapar.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Pnömatik sistemlerde basınç ölçmek.

Malzemeler

- Pnömatik sistem
- Kontrol değişkeni (manometre)

Çalışmanın Yapılışı

1. Manometre bağlantıları kontrol edilir.
2. Pnömatik sistemin vanası açılır.
3. Kontrol sistemlerinin vanaları açılır.
4. Basınç ölçümü yapılır (Görsel.3.4).
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.



Görsel 3.4: Pnömatik vana ile sisteme bağlanmış manometre

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Manometre bağlantılarını kontrol eder.				
4	Pnömatik sistemin boru bağlantılarını kontrol eder.				
5	Pnömatik sistemini çalıştırır.				
6	Basınç ölçümü yapar.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3 . Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Proses kontrol deney setinden yararlanarak basınç değişkenini ölçmek.

Malzemeler

- Proses kontrol deney seti
- Basınç ölçer

Çalışmanın Yapılışı

1. Deney setindeki talimatlar doğrultusunda basınçölçerin sistem bağlantıları yapılır.
2. Sistem çalıştırılarak basınç ölçümü yapılır.
3. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
4. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

Not: *Laboratuvarda proses kontrol deney seti yoksa bir deney seti maketi hazırlanır. Alternatif olarak önceden hazırladığınız sistemlerde ölçüm yapılabilir.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Manometre bağlantılarını yapar.				
4	Sistemi çalıştırır.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

SICAKLIK KONTROLÜ



Görsel 3.5: Oda termometresi

2.1. SICAKLIK

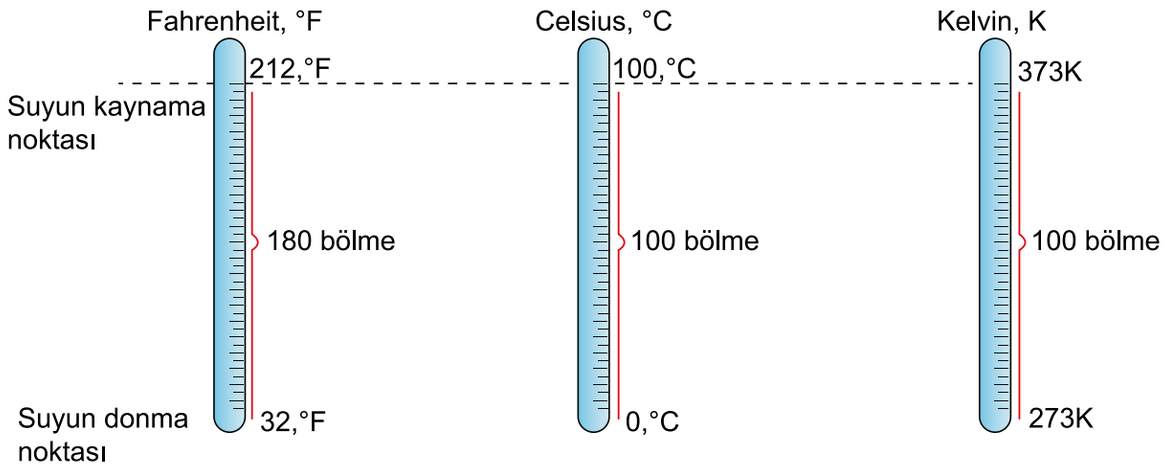
Sıcaklık, bir sistemin ortalama kinetik enerjisinin ölçüsüdür. Isı ve sıcaklık birbiri ile bağlantılı iki kavramdır ancak aynı şey değildir. **Isı** bir sistem ile ortam arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanan enerji akışı olarak tanımlanabilir.

Üretimin ve ürünü saklamanın sağlıklı şartlarda gerçekleşebilmesi için sistem değişkenlerinin kontrolü çok önemlidir. İstenilen değerlerin üstüne çıktığında veya altına indiğinde sıcaklığa müdahale edilir. Örneğin gıda sanayinde sıcaklığın ayarlanamaması patojen oluşumuna sebep olur, bu durum yiyeceklerin ve içeceklerin bozulmasına yol açar. Metal işlenen tesislerde sıcaklık aralıkları çok geniştir ve ölçümler hayati önem taşır.

2.2. SICAKLIK BİRİMLERİ

Ülkemizde ve dünyanın birçok yerinde sıcaklık birimi olarak **Celcius (Selsiyus°C)** kullanılırken İngiliz birim sisteminde **Fahrenheit (Fahrenayt°F)** tercih edilmektedir.

"Derece" kelimesi Kelvin ölçeği ile birlikte kullanılmaz. Şekil 3.8'de görüldüğü gibi sıcaklık ölçerler suyun donma ve kaynama noktasını referans alır ve bu iki sıcaklık arasında ölçek yapılır. Bu ölçekler birbirinden farklı olsa da birbirine dönüştürülebilir. Kelvin dışındaki ölçekler için denklemlerde "t" harfi kullanılırken Kelvin için "T" kullanılır.



Şekil 3.8: Fahrenheit, Celcius ve Kelvin termometreleri

Celcius, Fahrenheit ve Kelvin ölçekleri arasındaki bağıntı aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\frac{t(^{\circ}C)}{100} = \frac{t(^{\circ}F - 32)}{180} = \frac{T(K - 273)}{100}$$

Celcius ve Fahrenheit ölçekleri arasındaki bağıntı kısaca aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$t^{\circ}C = \frac{t(^{\circ}F - 32)}{1.8}$$

Kelvin ve Celcius ölçekleri arasındaki bağıntı kısaca aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273$$

Hadi Soralım

Sıcaklığın 27°C olduğu bir sistemde Kelvin ölçeği (K) kaçı gösterir?

Hadi Çözelim

Celcius ve Kelvin arasındaki ilişki şöyledir:

T(K) = t(°C) + 273

Verilen değerler uygun yerlere yerleştirildiğinde:

T(K) = 27 + 273

T(K) = 300K

Hadi Soralım

Sıcaklığın 30°C olduğu bir sistemde Fahrenheit ölçeği (°F) kaçı gösterir ?

Hadi Çözelim

Celcius ve Fahrenheit arasında şu ilişki vardır:

$$t:^{\circ}C = \frac{t(^{\circ}F - 32)}{1.8}$$

Verilen değerleri yerlerine koyalım

$$30 = \frac{t(^{\circ}F - 32)}{1.8}$$

t(°F-32) = 54

t(F) = 86 Fahrenheit

Sıra Sizde

Sıcaklığın -20°C olduğu bir sistemde Kelvin ölçeği (K) kaçı gösterir?

Çözüm

2.3. ENDÜSTRİDE KULLANILAN SICAKLIK ÖLÇER ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Referans bir sisteme göre sıcaklık ölçen aletlere **termometre** denir. İlk termometreler camdan yapılmıştır ve ölçümler sıvıların genleşme özelliğinden faydalanılarak gerçekleştirilmiştir. Cam termometreler çok düşük ve çok yüksek sıcaklıkları ölçemez. Bu nedenle basınç, direnç, potansiyel fark, renk gibi unsurlara dikkat edilerek farklı türlerde termometreler üretilmiştir. Günümüzde ölçümler temaslı ve temassız olarak yapılabilmektedir.

2.3.1. Sıvılı Cam Termometre

Hazne ve kılcal kolon olmak üzere iki temel kısımdan oluşmaktadır. Sıcaklık arttığında hazne içerisindeki sıvının molekülleri arasındaki uzaklık da artar ve sıvı genleşerek kolon içinde yükselir. Bu termometrelerde, **geniş bir sıcaklık aralığında sıvı hâlde bulunabilmesi ve cam yüzeyi ıslatmaması nedeni ile**, cıva kullanılmaktadır. Cıva dışında toluen, etil alkol gibi organik sıvılardan da faydalanılabilir. Daha çok ev ve laboratuvarlarda tercih edilen bu termometrelerin endüstrideki kullanımı kısıtlıdır.

2.3.2. Termokupl (Termoçift)

İki farklı metal veya metal alaşımının uçları lehim ya da kaynakla birleştirilir (Görsel 3.6). Birleşme noktası ısıtıldığında elektronlar sıcak uçtan soğuk uca doğru hareketlenir ve potansiyel bir fark oluşur. Oluşan potansiyel fark sıcaklıkla doğru orantılıdır. Metallerin açıkta kalan uçları bir voltmetreye bağlanarak bu fark ölçülür. Kaynak noktası, **sıcak nokta;** açıkta kalan uçlar, **referans nokta veya soğuk nokta** olarak adlandırılır.



Görsel 3.6: Termokupl

Termokuplla geniş bir aralıkta ve yüksek sıcaklıklarda ölçüm yapılabilir. Bu nedenle otomotiv, demir çelik, nükleer santral, ilaç ve kimya endüstrisi gibi alanlarda daha çok tercih edilir.

2.3.3. Termistör

Pozitif sıcaklık katsayılı (PTC) ve negatif sıcaklık katsayılı (NTC) olmak üzere iki tip termistör bulunur. Pozitif sıcaklık katsayılı termistörlerin direnci sıcaklık arttıkça artar. Metal oksit yarı iletken malzemelerle yapılan negatif sıcaklık katsayılı termistörlerin ise metallerden farklı olarak sıcaklık arttıkça direnci azalır. Boncuk, çubuk veya disk çeşitleri mevcuttur. Termistörler küçük sıcaklık değişimlerini algılayabilir. Beyaz eşya, saç kurutma makinesi, tıbbi uygulamalar ve otomotiv gibi alanlarda kullanılır. Çok yüksek sıcaklıklar için uygun değildir.

2.3.4. Isıl Işınım (Pirometre)

Cisimlerden yayılan ışınımı uzaktan algılayan cihazlardır. Hareketli nesnelerin, ulaşılması zor yüzeylerin, sıcaklık ölçümünün tehlikeli ve zararlı olduğu elektromanyetik ve yüksek gerilimli alanların sıcaklık ölçümlerini yapar. Toplam ışınım pirometresi ve optik pirometre olarak iki türü bulunur. Toplam ışınım pirometreleri, sıcaklığı ölçülecek nesneden yayılan ısıl ışınım enerjisini daha soğuk bir yüzeye düşürerek ölçer. Optik pirometreler pirometreler nesneden yayılan görünür dalga boyunun değişimini ölçer (Görsel 3.7).



Görsel 3.7: Pirometre

4 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Eşanjör sistemlerinde sıcaklık ölçmek.

Malzemeler

- Eşanjör hattı
- Kontrol değişkeni (termokupl)

Çalışmanın Yapılışı

1. Eşanjör bağlantıları yapılır.
2. Kontrol sistemlerinin vanaları açılır.
3. Belirli zaman aralıklarında sıcaklık ölçümü yapılır.
4. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
5. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Eşanjör bağlantılarını yapar.				
4	Belirli zaman aralıklarında sıcaklık ölçümü yapar.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

5. Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Proses kontrol deney setinden yararlanarak sıcaklık değişkenini ölçmek.

Malzemeler

- Proses kontrol deney seti
- Sıcaklıkölçer (termometre)

Çalışmanın Yapılışı

1. Kontrol deney setinin boru bağlantıları yapılır.
2. Kontrol deney setinin elektrik bağlantıları yapılır.
3. Termometre bağlantıları yapılır.
4. Belirli zaman aralıklarında sıcaklık ölçümü yapılır.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

Not: *Laboratuvarınızda kontrol deney seti bulunmuyorsa bir maket oluşturunuz veya projesini çiziniz.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Kontrol deney setinin boru bağlantıları yapılır.				
4	Kontrol deney setinin elektrik bağlantıları yapılır.				
5	Termometre bağlantılarını yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3. BÖLÜM

DEBİ KONTROLÜ



Görsel 3.8: Debimetre

3.1. DEBİ

Birim zamanda belirli bir kesitten geçen akışkan miktarına **debi** denir. Sıvılar, gazlar veya akışkan katıların debileri **kütlesel** veya **hacimsel** olarak ölçülür.

Debi ölçümü ile kalbin dakikada pompaladığı kan miktarı, bir bahçeye giden suyun akışı, iletim hatlarındaki doğal gazın akışı, nehirlerde taşkın kontrolü vb. tayin edilebilir. Debi kontrolü, sistem kontrolü ve sistem tasarımı için büyük öneme sahiptir.

3.2. DEBİ ÖLÇER ÇEŞİTLERİ

Debi ölçümü yapmanın birçok yolu vardır. Kullanılacak debi ölçer seçilirken sistemin gereksinimleri, akışkanın yapısı, viskozite, yoğunluk gibi özellikler dikkate alınmalıdır.

3.2.1. Pozitif Yer Değiştirmeli Debimetreler

Odacıklı bir hazne içinde sabit hacimde akışkan geçişini sağlayan döner elemanlar bulunur. Disk, piston, kayar vana gibi elemanlar akışkanın yer değiştirmesini sağlayarak hacmini ölçer.

Pozitif yer değiştirmeli debimetreler; doğru ve tekrarlanabilir ölçümler yaparak **benzin, yağ, çözücü, petrol,** yapıştırıcı vb. geniş bir viskozite ve yoğunluk aralığındaki akışkanların debisini ölçebilir. Küçük boru hatlarında kıvamlı sıvıların taşınması için idealdir. Ancak hareketli parçalar kirliliklere, katı partiküllere takıldığı için sık sık bakımlarının yapılması gerekir.

3.2.2. Türbin Debimetre

Türbin debimetreler **rötor** denilen çok kanatlı bir türbine sahiptir. Akışkanın mekanik enerjisi ile rötor döner. Akış oranına bağlı olarak dönme hızı artar ya da azalır. Dönüş hızı manyetik algılayıcılar ile okunur ve debi belirlenir. Bu debimetreler, yağ, gaz, su, petrol, gıda, ilaç gibi sektörler için uygundur ancak, **rulmanı aşınabileceğinden,** buharlı akışkanlar için uygun değildir.

3.2.3. Elektromanyetik Debimetre

Elektriksel iletkenliği bulunan akışkanlar bobinler ile yapılan manyetik alandan geçirilirse iletim hattı boyunca bir voltaj oluşur. Akış hızlandığında voltaj sinyalleri de hızlanır, akış yavaşladığında sinyaller de yavaşlar. Boru duvarlarına yerleştirilen elektrotlar vasıtası ile bu voltaj sinyalleri okunur ve akış miktarı hesaplanır. Görsel 3.9'da görülen elektromanyetik debimetreler bu prensiple çalışır.

Atık su tesislerinde, gıda ve makine sanayinde elektriği ileten akışkanların taşınmasında tercih edilen elektromanyetik debimetrelerin montesi kolay, doğruluk hassasiyetleri yüksektir. Tek dezavantajları, sınırlı bir ölçüm aralığına sahip olmalarıdır.

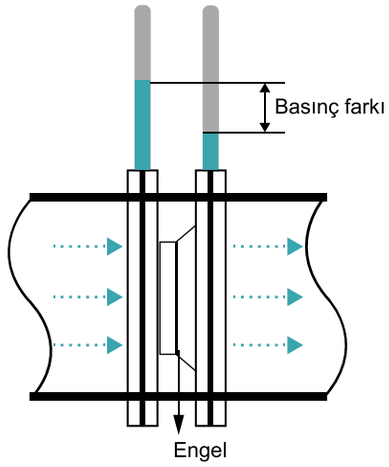


Görsel 3.9: Elektromanyetik debimetre

3.2.4. Fark Basınç (Diferansiyel basınç) Debimetre

Akışın önüne orifis [delikli plaka (Şekil 3.9)], venturi (dar boğaz), nozul gibi bir engel konulur. Bu durumda akış kesintiye uğramadan önce ve uğradıktan sonra bir basınç farkı oluşur. Akış (debi) arttığında basınç düşüşü artar, dolayısıyla basınç farkı da artar. Sisteme bağlanan bir manometre ile basınç farkı ölçülür, debi belirlenir.

Endüstride özellikle orifis plakalı türleri tercih edilir. Su, kriyojenik sıvılar, endüstriyel gazların debi ölçümü için uygun bir debimetredir. Kirli akışkanın taşınması tıkanmalara neden olabilir. Diferansiyel basınç debimetreleri basit tasarımlı ve düşük maliyetlidir ancak önemli basınç kayıpları meydana getirebilir.



Şekil 3.9: Fark Basınç Debimetre (orifismetre)

3.2.5. Değişken Alanlı Debimetre (Rotametre)

Cam veya plastik bir tüp ve içinde serbestçe hareket edebilen şamandıradan oluşur. Tüp genellikle üst kısmı daha geniş, düşey konik şekildedir. Akışkan, tüp içine alt kısımdan girdiğinde şamandıra basınç farkı ve kaldırma kuvveti etkisi ile yukarı doğru çıkar. Şamandıranın arkasındaki tüm sıvı hacminin geçebileceği duruma geldiği yükseklikte (dinamik dengenin kurulduğu an) debi sabittir ve bu noktada derece ölçeğinden ölçüm okunur. Değişken alanlı debimetreler laboratuvarlarda, sınır anahtarları ile birlikte endüstride, kimyasal ve sıhhi gereksinimlerin olduğu proseslerde kullanılır.



Görsel 3.10: Rotametre

3.2.6. Ultrasonik (Doppler) Debimetre

Ultrasonik uygulamalarda ses dalgaları kullanılır. Bir ses kaynağından hareket hâlindeki akışkana gönderilen sinyalin frekansı ile ondan geri alınan sinyalin frekansı birbirinden farklıdır çünkü akışkanın hızı ve yönü frekansı değiştirir. Giriş ve çıkış frekansları arasındaki fark hesaplanarak akışkanın debisi ölçülür. Akışkanın akış hızı arttıkça frekans kayması da artar.

Ölçülen akışkana zarar vermemesi, kolay monte edilebilmesi, yüksek ölçüm hassasiyeti, düşük basınç nedeni ile ultrasonik debimetreler sıkça tercih edilir. Petrol, gaz, atık su, gıda, ilaç gibi sektörler için uygun olan bu debimetreler, akışı engelleyen parça bulundurmayan temassız bir cihaz olduğu için, korozif sıvılar için de uygundur. Kullanılan akışkan ultrasonik dalgaların geçmesine izin vermelidir.

6 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Pnömatik sistemlerde debiyi ölçmek.

Malzemeler

- Pnömatik sistem
- Akış kontrolü ayar vanası
- Kontrol değişkeni (debi ölçer)

Çalışmanın Yapılışı

1. Pnömatik sistemin akış kontrol boru bağlantıları yapılır.
2. Debi ölçümü için laboratuvarda bulunan uygun debimetre bağlantısı yapılır.
3. Pnömatik sistemin akış kontrol ayar vanası açılır.
4. Debi ölçümü yapılır.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Pnömatik sistem boru bağlantıları yapar.				
4	Akış kontrolü ayar vanasını açar.				
5	Debi ölçümünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

7.
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Pnömatik sistemlerde debiyi ölçebilmek için rotametre kullanmak.

Malzemeler

- Pnömatik sistem
- Akış kontrolü ayar vanası
- Kontrol değişkeni (rotametre)

Çalışmanın Yapılışı

1. Pnömatik sisteme rotametre bağlanır ve bağlantılar kontrol edilir (Genellikle kurulan sistemlerde bağlantı noktaları sistem giriş veya çıkış noktalarıdır.)
2. Pnömatik sistemin akış kontrol vanası açılır.
3. Debi ölçümü yapılır.
4. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
5. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Pnömatik sistem bağlantılarını yapar.				
4	Rotametre bağlantılarını yapar.				
5	Debi ölçümünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

8 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Proses kontrol deney setinden yararlanarak debi değişkenini ölçmek.

Malzemeler

- Proses kontrol deney seti
- Debi ölçer

Çalışmanın Yapılışı

1. Kontrol deney seti boru bağlantıları yapılır.
2. Kontrol deney seti elektrik bağlantıları yapılır.
3. Debi ölçer bağlantısı yapılır.
4. Sistem çalıştırılarak debi ölçümleri yapılır.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

Not: *Laboratuvarınızda kontrol deney seti bulunmuyorsa, bir maket oluşturunuz veya projesini çiziniz.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Kontrol deney setinin boru bağlantılarını yapar.				
4	Kontrol deney setinin elektrik bağlantılarını yapar.				
5	Debi ölçer bağlantılarını yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

4. BÖLÜM

SEVİYE KONTROLÜ



Görsel 3.11. Nehirde klasik seviye ölçer

4.1. SEVİYE

Depolanan sıvı, akışkan veya katı malzemelerin yüksekliğinin ya da derinliğinin sistem için uygun bir yöntemle belirlenmesine **seviye ölçümü** denir. Evlerdeki su depolarından akaryakıt istasyonlarındaki yakıt tanklarına kadar birçok yerde seviye ölçümü gereklidir. Seviyenin istenilen değerlerin üstüne çıkması ya da altına inmesi gibi proseste meydana gelebilecek herhangi bir aksama; başta güvenlik tehditi olmak üzere ekipman hasarı, ekonomik kayıp ve üründe istenmeyen değişiklikler meydana getirebilir. Bu nedenle diğer proses değişkenleri gibi seviyenin de kontrolü dikkatle yapılmalıdır.

Seviye ölçümü **noktasal** veya **sürekli** olarak yapılır. Noktasal ölçümde yalnızca önceden belirlenmiş seviye koşulu ölçümü yapılırken sürekli ölçümde tüm sistem seviyesi izlenir. Seviye ölçerler madde türü, istenilen hassasiyet ve maliyete göre temaslı veya temassız olarak seçilebilir.

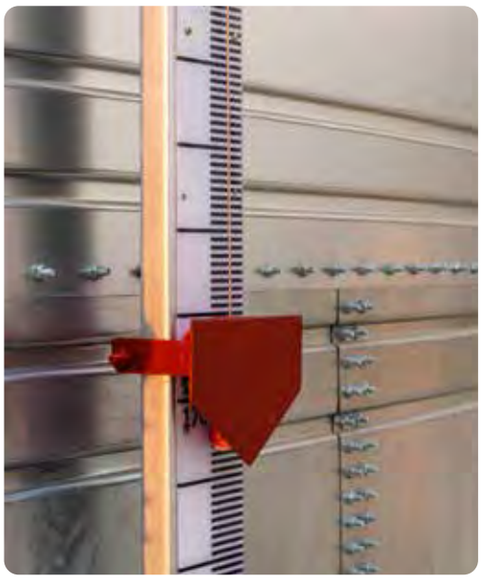
4.2. SEVİYE ÖLÇER ÇEŞİTLERİ

Endüstride çeşitli seviye ölçerler bulunmasına rağmen temelde görüntülü, şamandıralı, iletken tip ve ultrasonik olmak üzere dört çeşidi daha fazla kullanılmaktadır.

4.2.1. Görüntülü Seviye Ölçerler

Gözetleme Camı

Açık tanklarda ölçüm yapmak için kullanılan gözetleme camı (Görsel 3.12), seviye ölçümü yapılacak kabın dışına monte edilen bir tüptür. Bu tüp borularla kaba bağlıdır ve seviyesi kap içindeki seviye ile aynıdır çünkü birleşik kapların sıvı düzeyleri farklı olamaz (Birleşik Kaplar Yasası).



Görsel 3.12: Gözetleme Camlı seviye ölçer

Refleks (Yansıtıcı) Gözetleme Camı

Refleks camlardaki temel prensip ışığın kırılması ve yansımasıdır. Farklı kırılma indisine sahip malzemeler farklı parlaklıklarda gözlenir. Buharlar yansıtıcı olduğu için açık renkli, sıvılar ise ışığı absorbe ettiği için koyu renkli görünür. Maliyeti düşüktür ve kolay seviye okuma sağlar ancak yüksek basınçlı buharlar için ve aşındırıcı sıvılar için uygun değildir.

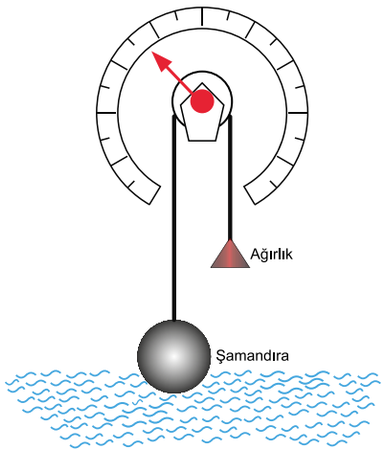
Şeffaf (Transparent) Tip Seviye Göstergesi

Şeffaf seviye göstergeleri, aralarında akışkan bulunan paralel iki plakalı şeffaf camdan oluşur. Seviye, akışkan malzemenlerin farklı ışık geçirgenliği sayesinde gözlenir. Sıvı renginin ve sıvı-buhar malzemeler arasındaki ara yüzeyin gözlenmesine imkan sağlar.

4.2.2. Şamandıralı Seviye Ölçer

Şamandıra**, ölçümü yapılacak akışkanın içinde yüzebilmesi için,** yoğunluğu akışkandan düşük bir parçadır. Şamandıralı seviye ölçerlerin kablolu, parçalı, dişli ya da modern sistemlerdeki gibi mıknatıslı türleri vardır.

Mekanik tür şamandıralı ölçerlerde şamandıra bir kablo ile kasnağa bağlanır. Kablonun diğer ucunda bir ağırlık bulunur. Şamandıra aşağı yukarı hareket ettikçe ölçme elemanına bağlı kasnak mili döner ve seviye okunur (Şekil 3.10). Elektriksel tür şamandırada şamandıranın ucu bir potansiyometreye bağlanır. Gerilim değeri şamandıra yükseldikçe artar, alçaldıkça düşer. Dijital tür şamandıralarda yine bir makara sistemi vardır ve dönme hareketi dijital çıktı olarak gözlenir.



Şekil 3.10: Şamandralı seviye ölçer

Seviyesi ölçülecek akışkan elektriği iletmiyorsa dielektrik (yalıtkanlık) sabitinden yararlanılarak ölçüm yapılır. Kapasitans ölçüm, kondansatörlerin elektriksel yük depolama özeliği ile ilgilidir. Sistemde iki iletken tabaka arasında yalıtkan malzeme bulunur. İletken bir malzemenin seviyesi bu yöntemle ölçülecekse teflon, plastik gibi yalıtkan problar kullanılır.

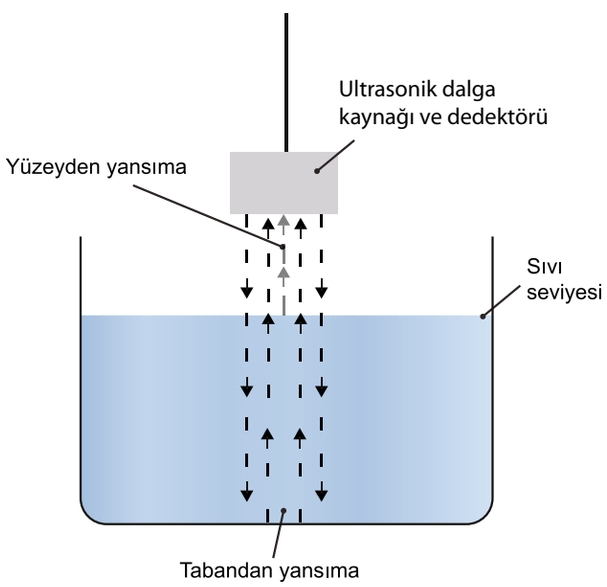
Mazot, yağ, benzin gibi iletkenliği iyi olmayan malzemeler için uygundur.

4.2.3. İletken Tip Seviye Ölçer

Elektriksel iletkenliği bulunan malzemelerin seviye ölçümü esasına dayanır. Ölçüm yapılacak kabın en alt ve en üst seviyelerine birer elektrot bağlanır, elektrotlar da düşük bir voltaj kaynağına bağlıdır. İletken malzeme üst elektroda ulaştığında devre tamamlanır. Bu sayede bir çıkış sinyali elde edilerek seviye ölçümü yapılır. Süt, asitler, kanalizasyon suları, boya seviyelerinin ölçümü için uygundur.

4.2.4. Ultrasonik Seviye Ölçer

İnsan kulağı 20 - 20000 Hz arasındaki sesleri duyabilir. İnsan kulağının algılayamadığı ultrasonik ses dalgalarının frekansı 20000 Hz'in üzerindedir. Şekil 3.11'de görüldüğü gibi ses dalgaları bir yüzeye çarptığında bir kısmı yüzey tarafından soğurulur. Bir kısmı ise yüzeyden yansır. Ultrasonik algılayıcılar dalganın yüzeye çarpması ile geri dönmesi arasında geçen süreyi ölçer. Şekil 3.11'de görüldüğü gibi hem tabandan hem yüzeyden ölçüm yapan cihaz seviyeyi belirler.



Şekil 3.11: Ultrasonik seviye ölçer

9 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Proses kontrol deney setinden yararlanarak seviye değişkenini ölçmek.

Malzemeler

- Proses kontrol deney seti
- Seviye ölçer

Çalışmanın Yapılışı

1. Kontrol deney setinin boru bağlantıları yapılır.
2. Kontrol deney setinin elektrik bağlantıları yapılır.
3. Seviye ölçer bağlantısı yapılır.
4. Sistem çalıştırılarak seviye ölçümleri yapılır.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

Not: *Laboratuvarınızda kontrol deney seti bulunmuyorsa bir maket oluşturunuz veya projesini çiziniz.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Kullanılan tüm malzemelerin korozyon kontrolünü yapar.				
3	Kontrol deney setinin boru bağlantılarını yapar.				
4	Kontrol deney setinin elektrik bağlantılarını yapar.				
5	Sistemi çalıştırır ve seviye ölçer.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1.(….) Basınçölçerler U tüplü ve elastik elemanlı manometreler olmak üzere ikiye ayrılır.

2.(….) Fahrenheit termometrenin başlangıç noktası otuz ikidir.

3.(….) Seviye ölçümü sıvılar ve katı akışkanlar için yapılır.

4.(….) Diyaframlı basınç ölçerlerde karşılıklı uygulanan basınçlar farklı ise ters yöne eğilim gerçekleşir.

5.(….) Kimyasal bir proseste değişkenler sadece basınç ve sıcaklıktır.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

barometre	Manometre	mutlak sıfır	sıvı seviye farkı
sürekli	termistör	termokupl	

6. Açık hava basıncını ölçen alete ……, diğer basınç ölçerlere …… denir.

7. U tipi borularda kollar arasındaki …… basınç basınç farkı değeri olarak olarak okunur.

8. …… metaller arasındaki potansiyel farktan faydalanılarak oluşturulmuş bir termometredir.

9. Kelvin ölçeğinde suyun gazın bulunmadığı sıcaklık …… Kelvindir.

10. Seviye ölçümü noktasal veya …… yapılabilir.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. 1 atmosfer kaç mmHg'dir ?

A) 0,98 B) 100 C) 76 D) 760 E) 900

12. Bir sistemde proses kontrolünün belirli zaman aralıklarından ve sürekli yapılması;

I. Güvenli çalışma alanı oluşturulması
II. İşlemlerin doğru ilerlemesi
III. İstenilen çıktıya ulaşılması

hangilerinin gerçekleşmesini sağlar?

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

13.

Fahrenheit	Kelvin
Bar	PSI
Santigrat	

Yukarıda verilenlerden kaç tanesi sıcaklık birimidir ?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

14. 50 °C kaç Kelvindir ?

A) 82 B) 150 C) 223 D) 323 E) 400

15. Birleşme noktası ısıtıldığında oluşan potansiyel fark yardımı ile ölçüm yapan termometre çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Bimetal
B) Termokupl
C) Termistör
D) Sıvılı cam termometre
E) Pirometre

16. Birim zamanda belirli bir kesitten geçen akışkan miktarına ne ad verilir?

A) Debi B) Seviye
C) Basınç D) Kütle
E) Hacim

17. Akışın önüne orifis, venturi gibi bir engel konularak oluşturulan basınç düşüşü ile debi ölçümü yapan alete ne ad verilir?

A) Türbin debimetre
B) Elektromanyetik debimetre
C) Fark basınç debimetre
D) Değişken alanlı debimetre
E) Ultrasonik debimetre

18. Seviye ölçerler ile ilgili,

I. İletkenliği bulunmayan akışkanların seviyesi kapasitans ile ölçülebilir.
II. Ultrasonik seviye ölçerlerde ses dalgalarından faydalanılır.
III. Noktasal veya sürekli olarak ölçüm yapabilir.

Yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

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

19. Açık uçlu bir manometrenin bağlı olduğu gaz tankının basıncı 1.5 atm olarak ölçülmüştür. **Deniz seviyesinde 0°C dış basınç 76 cmHg ölçüldüğüne göre kapiler borudaki cıva seviye farkı kaç cm'dir? (**1 atm=76 cmHg**)**

A) 38 B) 76 C) 112 D) 380 E)760

20. Aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

A) 1 atm basınç 760 torr'dur.
B) Basınç birimi türetilmiş birimdir.
C) Endüstride en çok açık uçlu manometre kullanılır.
D) Diyaframlı manometreler elastik aparatlıdır.
E) Tüm değişken ölçerler proseste güvenliği de sağlar.



4. ÖĞRENME BİRİMİ

PROSESTE ISITMA SİSTEMLERİ

BÖLÜMLER

1. ISI DEĞİŞTİRİCİ SİSTEMLERİN KONTROLÜ
2. SERPANTİNLİ-CEKETLİ ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ

Hazırlık Soruları

1. Termos,ısı yalıtımlı bir saklama kabı olmasına rağmen içine konulan maddelerin bir süre sonra ısısını kaybedip soğumasının nedeni nedir?
2. Bir bardak su ve bir kalıp buzu birbiri ile temas ettirmeden aynı sıcaklığa nasıl getirebilirsiniz ?

Görsel 4.1: Isıtma sistemi

1. BÖLÜM

ISI DEĞİŞTİRİCİ SİSTEMLERİN KONTROLÜ



Görsel 4.2: Bir petrol rafinerisindeki ısı değiştiriciler

1.1. ISI VE ISI ÖLÇÜMÜ

Isı, sıcaklık farkından kaynaklanan enerji akışıdır. Bu akış, sıcaklıkları farklı iki madde veya iki sistem arasında sıcaklığı büyük olandan küçük olana doğru gerçekleşir. Akışın sıcaklık birimi SI birim sistemine göre Joule (J) olarak tanımlanır. Matematiksel hesaplamalarda (Termodinamik Yasaları) kalori (cal) birimi de kullanılır. Mühendislikte kullanılan ısı birimi BTU'dur.

1 kalori, 1 gram suyun 1 atmosfer basınçtaki sıcaklığını 1°C arttırmak için gerekli enerji miktarıdır.

1 cal = 4.2 J

1 BTU = 252 cal olarak tanımlanır.

Hadi Soralım

Bir kalorimetre kabında bulunan suyun sıcaklığı 250°C'den 350°C'ye çıkarıldığında değişen ısı miktarı 0,4 kcal olarak ölçülüyor. **Buna göre bu ısı miktarı kaç j'dür?**

Hadi Çözelim

1 kcal = 1000 cal ise

0,4 kcal = 400 cal olarak hesaplanır.

1 cal → 4,2 J

400 cal → X J

$X = 400 \times 4,2$

X = 1680 J olarak hesaplanır.

Sıra Sizde

21 kJ ısı alarak akkor hâline gelen metal kaç cal ısı enerjisi almıştır?

Çözüm

1.2. ISININ İLETİM ŞEKİLLERİ

Termodinamik yasalarına göre ısı, **enerji farkı olduğu için** iletim hâlindedir. Isı iletimi üç yolla gerçekleşir.

a) Temas Yoluyla (Kondüksiyon) İletim

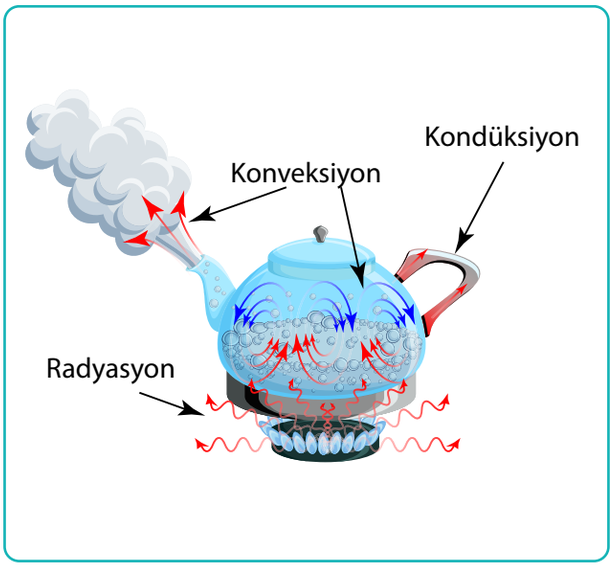
Hareket etmeyen cisimlerin ısı enerjisini dokunduğu yüzeyden iletmesidir.

b) Kütle Hareketi Yoluyla (Konveksiyon) İletim

Hareket hâlindeki yüksek ısılı taneciklerin enerjiyi diğer taneciklere iletme şeklidir.

c) Işıma Yoluyla (Radyasyon) İletim

Bazı yüksek enerjili maddeler ışıma yaparken ortaya bir ısı çıkar, bu ısı yoluyla gerçekleşen iletime **ışıma yoluyla (radyasyon) iletim** denir (Görsel 4.3).



Görsel 4.3: Isı iletim yolları

1.3. ISI DEĞİŞTİRİCİLER (ISI EŞANJÖRLERİ)

İçinde bulunduğumuz çağ teknoloji çağı olduğu için kullanılan enerji miktarı da fazladır ancak şunu unutmamak gerekir ki enerji kaynakları sınırsız değildir. Bu nedenle eldeki kaynaklardan olabildiğince verim almaya çalışmak gerekir, bunun da en kolay yolu ısı aktarımıdır. Sıcaklıkları farklı akışkanların birbirlerine karışmalarına izin vermeksizin ısılarını birinden diğerine aktaran cihazlara **ısı değiştirici (ısı eşanjörü)** denir. Akışkanların karışmaması için genellikle katı bir cidar kullanılır.

Isı değiştiriciler; ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemlerinde, enerji santralleri, petrol rafinerisi, doğal gaz, kimya ve gıda sanayi tesislerinde kullanılır. Hedef, harcanan ısıyı geri kazanmaktır. Isı değiştiricilerin tasarımındaki amaç ısı aktarımını en üst seviyeye çıkarırken basınç kayıplarını en aza indirmektir. Kirlenmeye, korozyona dayanıklı olmaları, temizliklerinin ve onarımlarının kolay olması tasarımdan beklenen diğer özelliklerdir.

1.4. ISI DEĞİŞTİRİCİLERİN SINIFLANDIRILMASI

Endüstriyel uygulamalarda akışkanların en verimli çalışma sıcaklığında kalması için çeşitli tiplerde ısı değiştiriciler bulunur. Isı değiştiriciler altı farklı şekilde sınıflandırılır.

1.4.1. Isı Değişim Şekline Göre Isı Değiştiriciler

Akışkanlar ya da akışkan-katı parçacıklar arasında oluşan temas şekline göre ısı değiştiriciler ikiye ayrılır.

a) Doğrudan Temaslı Isı Değiştiriciler

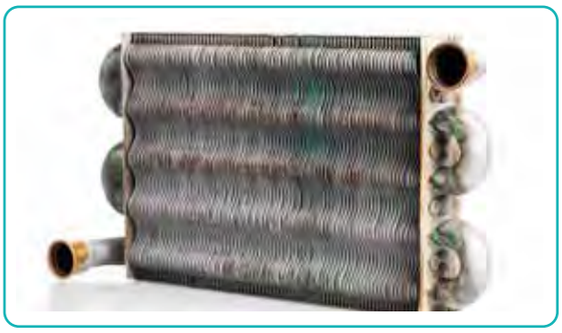
Doğrudan temas eden akışkanlar arasında, arada ısı transfer yüzeyi olmadan sıcaklık farkı nedeniyle ısı transferi gerçekleşir. Kullanılan akışkanlar; birbirine karışmayan sıvılar, sıvı-gaz karışımları ya da sıvı-katı parçacıklarıdır. Buna soğutma kuleleri, püskürtmeli yoğuşturucular örnek olarak verilebilir. Isı transferinden sonra akışkanlar birbirlerinden istemli olarak ayrılır.

b) Doğrudan Temasın Olmadığı Isı Değiştiriciler

Isı, sıcak akışkandan metal duvar gibi bir ara yüzeye, ara yüzeyden de soğuk akışkana aktarılır. Burada akışkanlar eş zamanlı olarak akar ve birbirine karışmaz. Buna borulu veya plakalı ısı değiştiriciler örnek olarak verilebilir.

1.4.2. Yüzey Yoğunluğuna Göre Isı Değiştiriciler

Isı geçiş yüzeyi yoğunluğu, ısı geçiş yüzey alanı ile ısı geçiş hacmine oranlanarak hesaplanır. Bu oran belli bir büyüklüğün (700 m^2/m^3) üzerindeyse bu ısı değiştiricisine **kompakt**, altındaysa **kompakt olmayan** denir. Kompaktlık sayesinde birim hacim başına yüksek bir ısı transfer yüzey alanı elde edilir. Kompakt ısı değiştiricilerde yüzey alanını artırmak için kanatlar ve eklentiler bulunur (Görsel 4.4). Böylelikle küçük hacimde yüksek ısı aktarımı sağlanır. Küçük hacimlerde yüksek ısı aktarımı sağlayan bu ısı değiştiriciler daha çok sıvı-gaz veya gaz-gaz akışkanlar için kullanılır. Bükülerek değişik formlar verilmiş levhalar ve farklı geometrilerdeki kanatlar eklenmiş borular kompakt yapıya örnek olarak verilebilir.



Görsel 4.4: Kompakt bir ısı değiştirici

1.4.3. Yapısal Özelliklerine Göre Isı Değiştiriciler

Isı değiştiricilerin yapı geometrileri gözetilerek bu sınıflama yapılır.

a) Borulu Isı Değiştiriciler

Borulu ısı değiştiriciler; çift, spiral ve gövde borulu olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Çoğunlukla dairesel tasarımlar tercih edilmekle birlikte eliptik, dikdörtgen, prizmatik şekillerde borular da kullanılmaktadır. Borunun; çapının, sayısının ve uzunluğunun istenilen şekilde değiştirilebilmesi kullanım aşamasında kolaylık sağlar.

Çift borulu ısı değiştiriciler: İç içe geçmiş iki boru hâlinde bulunur. Akışkanlardan biri içteki diğeri ise dıştaki borudan geçer. Akışkanlar birbirine paralel veya ters akımlı olabilir. Düşük ısı aktarımlarında kullanıma uygundur. Yüksek basınçlara dayanabilir.

Spiral borulu ısı değiştiriciler: Bir gövde içinde bir veya daha fazla borunun spiral şekilde sarılmasıyla elde edilir. Isı aktarımları çift borulu ısı değiştiricilerden daha iyidir ancak iç kısımlarını temizlemek çok zordur. Isıl genleşmeye bağlı gerilme problemleri bu ısı değiştiricilerde yaşanmaz.

Gövde borulu ısı değiştiriciler: Silindirik bir gövde içerisinde sarmal şekilde bulunan borulardan oluşur (Görsel 4.5). Akışkanların biri boruların içinden diğeri gövde boyunca boruların dışından akar. Sarmal boruların ısı aktarımı düz borulardan daha iyidir. Bakım ve tamirleri kolaydır. Kullanımları yaygındır ancak büyük boyutlu ve ağır oldukları için otomotiv sektörü gibi alanlarda kullanıma uygun değildir. Termik santraller, nükleer santraller ile petrol rafinerilerinde tercih edilir.



Görsel 4.5: Gövde borulu ısı değiştirici

b) Levhalı (Plakalı) Isı Değiştiriciler

Düz ya da girintili ince levhalar (Görsel 4.6) kullanılarak elde edilir. Boru yerine levhalar kullanılarak yüzey alanı artırılmış olur. Gaz-sıvı veya iki fazlı akışkanlar için uygundur. Yüksek sıcaklık ve basınca borulu tipler kadar dayanıklı değildir ancak daha küçük hacimlerde imal edilebilmeleri büyük bir avantajdır. Palet boyutu ve sayısı akışkanların özelliklerine göre belirlenir. Contalı-plakalı, spiral plakalı ve lamelli olarak üç sınıfa ayrılır.



Görsel 4.6: Isı değiştirici levhalar

Contalı levhalı ısı değiştiriciler: Akışkanları birbirinden ayırarak yön verir ve sızdırmayı engeller. Levha eklenip çıkarılarak ısıl kapasite istenen değerlere getirilebilir. Kirlenmeleri az, bakımları kolaydır ancak yüksek basınçlara uygun değildir. Kolay temizlenebildikleri için gıda ve kozmetik alanlarına uygundur.

Spiral levhalı ısı değiştiriciler: İki uzun paralel metal levha sarılarak spiral şekli oluşturulur. Temizlik ve bakımları kolaydır. Bu yüzden kıvamlı akışkanlar için uygundur. Isıl verimlilikleri contalı levhalı ısı değiştiricilerden daha iyidir. Basınç kayıpları düşüktür ancak yüksek basınçlar için uygun değildir. Kâğıt endüstrisinde sıklıkla tercih edilir.

Lamelli ısı değiştiriciler: Bir gövde ve içinde yassılaştırılmış borulardan oluşur. Bu yassılaşmış borulara **lamel** adı verilir. Akışkanların biri lamellerin içinden diğeri dışından akar. Isı taşınım katsayıları büyüktür. Düzgün yüzeyleri sayesinde lamellerin çabuk kirlenmemesi avantajdır ancak iç kısımları kirlendiğinde temizlenmesi kolay değildir. Gıda, kâğıt ve kimya sanayilerinde kullanım için uygundur.

c) Kanatlı Yüzeyli Isı Değiştiriciler

Isı değiştiricinin verimini artırmak için boru ve levhalara kanatlar eklenir. Böylelikle kompaktlık ve ısıl iletkenlik artırılır. Isı geçişini daha da artırmak için levhalar bükülerek yüzey alanı büyütülebilir. Küçük kanatlar basınç düşüşlerini artırabilir bu yüzden küçük kütlesel debiler tercih edilmelidir. Temizlenmeleri zor olduğu için temiz akışkanlar kullanılmalıdır. Levhalı-kanatlı ısı değiştiriciler; araç motorları, soğutma sistemleri, gaz ve buhar türbinleri, kimya endüstrisi vb. yerlerde kullanılır. Borulu-kanatlı ısı değiştiriciler ise iklimlendirme cihazları, güç santralleri, soğutma tesisatları gibi yerlerde kullanılmaktadır.

d) Rejeneratif Isı Değiştiriciler

Depolama yolu ile ısı değişimini sağlar. Isı, sıcak akışkan tarafından bir ortamda depo edildikten sonra soğuk akışkana aktarılır. Kompaktlıkları çok büyük değerlere çıkarılabilir. Birbirini etkileyen akışkanlar kullanılıyorsa bu ısı değiştiriciler tercih edilmemelidir. Döner dolgu maddeli ve sabit dolgu maddeli tipleri bulunur. Döner dolgulu tipleri gaz türbinleri ve taşıtlarda; sabit dolgulu tipleri, cam fabrikalarında, yüksek fırınlarda vb. kullanılır. Rejeneratörlerdeki dolgu maddesine **matris** denir.

1.4.4. Akış Şekline Göre Isı Değiştiriciler

Akış şekline göre ısı değiştiriciler tek geçişli ve çok geçişli olarak ikiye ayrılır.

1.4.4.1. Tek Geçişli Isı Değiştiriciler

Isı değiştiricilere yüzey boyunca paralel, karşı (ters) ve çapraz olmak üzere üç temel akış şekli verilir.

a) Paralel Akışlı Isı Değiştiriciler

İki farklı sıcaklıktaki akışkan, ısı değiştiricinin aynı ucundan girip birbirlerine paralel olarak aynı yönde akar ve diğer uçta ayrılır. Eş zamanlı akış ısı değiştiricileri olarak da bilinir. Diğer akış türlerine göre verimlilikleri düşük olsa da homojen ısı yayılımı sağlar.

b) Karşı (Zıt) Akışlı Isı Değiştiriciler

Akışkanlar karşı girişlerden girerek birbirlerine paralel ancak zıt yönlü olarak akar. Diğer türlere göre daha büyük ısı transferi sağladıkları için daha fazla tercih edilir fakat imalatları kolay değildir ve sıcaklık dalgalanmaları fazladır.

c) Çapraz Akışlı Isı Değiştiriciler

Akışkanlar birbirleriyle dik açılı olarak akar. Birbirlerine yakın farklı kanallar içinden akan ve karışmayan türleri olduğu gibi birbirine karışan türleri de mevcuttur.

1.4.4.2. Çok Geçişli Isı Değiştiriciler

Isı değiştiriciler daha etkin olabilmeleri için art arda düzenlemelerle çok geçişli hâle getirilir. İki ya da daha fazla çapraz geçiş arka arkaya bağlanarak **çapraz ters veya çapraz paralel akışlı ısı değiştiriciler** elde edilir. Gövde akışkanı karışmış ayrık akışlı tiplerinde boyuna perdeler ve tek bir çıkış ağzı kullanılır. Levhaların farklı şekillerde bir araya getirilmesi ile n tane paralel levha ile geçişli ısı değiştiriciler elde edilir.

1.4.5. Akışkan Sayısına Göre Isı Değiştiriciler

Isı değişimi işlemi çoğunlukla iki akışkan arasında meydana gelir ancak akışkan sayısı üç veya üçten fazla da olabilir. Akışkan sayısı arttıkça sistemin tasarımı güçleşir.

1.4.6. Isı Geçiş Mekanizmasına Göre Isı Değiştiriciler

Dört tür ısı geçiş mekanizması vardır.

a) Tek Faz-Tek Faz Akış (İki Tarafta da Tek Fazlı Akış)

İki tarafta da tek fazlı akışlar doğal yolla veya zorlanma ile olabilir. Yoğunluk farkından yararlanılıyorsa doğal yolla akış vardır. Pompa, vantilatör gibi bir sistemle tahrik ediliyorsa akış zorlama ile sağlanır. Otomobil radyatörleri, buhar kazanları, konvektörler örnek olarak verilebilir.

b) İki Faz-Tek Faz Akış (Bir Tarafta Tek Fazlı Diğer Tarafta Çift Fazlı Akış)

Bir tarafta tek fazlı veya zorlanmış akış varken diğer tarafta kaynamakta veya yoğuşmakta olan çift fazlı akış vardır. Buharlaştırıcılar ve yoğuşturucular buna örnek olarak verilebilir.

c) İki Faz-İki Faz Akış (İki Tarafta da Çift Fazlı Akış)

Bir tarafta buharlaşma diğer tarafta yoğuşma gerçekleşir. Su püskürtmeli buharlaştırıcı ve yoğuşturucular, kondenser ve evaporatörler iki faz akışa örnek olarak verilebilir.

d) Taşınım-Işınım (Taşınım ve Işınımla Beraber Isı Geçişi)

Bir tarafta yüksek sıcaklıkta gaz kullanıyorsa ışınımla ısı akışı sağlanır. Fosil yakıtlı ısıtıcılar, buhar kazanları örnek olarak verilebilir.

Etkinlik

Evinizde, okulunuzda ve çevrenizde bulunan ısı değiştiricileri tablodaki gibi sınıflandırıp değerlendiriniz.

Isı Değiştiricinin Adı	Enerji Verimi	Kurulum ve Parça Maliyeti	Korozyona Karşı Dayanıklılığı	Çevre Kirliliği Önleme
1.				
2.				
3.				

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Levhalı (plakalı) ısı değiştiriciyi kullanmak.

Malzemeler

- Levhalı ısı değiştirici sistemi
- Kontrol vanaları
- Değişken kontrolü (manometre ve termometre)

Çalışmanın Yapılışı

1. Levhalı ısı değiştiricinin bağlantı kontrolü yapılır.
2. Levhalı ısı değiştiricinin sızıntı kontrolü yapılır.
3. Levhalı ısı değiştiricinin korozyon kontrolü yapılır.
4. Çevre donanımı kontrolü yapılır.
5. Sistemdeki vanaların kontrolleri yapılır.
6. Proses değişkenlerinin (manometre ve termometre) bağlantı kontrolleri yapılır.
7. Kontrol panosu acil durum sensörleri veya uyarı işaretleri kontrol edilir.
8. Sistem kapatılırken her bağlantı tekrar kontrol edilir.
9. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
10. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve güvenlik gözlüğünü takar.				
2	Sistemin bağlantı kontrolü yapar.				
3	Sistemin sızıntı kontrolünü yapar.				
4	Sistemin korozyon kontrölünü yapar.				
5	Vanaların bağlantı ve sızıntı kotrolünü yapar.				
6	Termometre, manometre ve debimetre kontrolünü yapar.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Tek borulu ısıtma sistemi oluşturmak.

Malzemeler

- Seri bağlı radyatör sistem
- Kontrol vanaları
- Değişken kontrolü (manometre ve termometre)
- Pompa

Çalışmanın Yapılışı

1. Tek borulu ısı değiştiricinin bağlantı kontrolü yapılır.
2. Radyatör bağlantılarının kontrolü yapılır.
3. Tek borulu ısı değiştiricinin sızıntı ve korozyon kontrolü yapılır.
4. Radyatör seri bağlantı kontrolü yapılır.
5. Pompa ve elektrik bağlantıları yapılır.
6. Sistemdeki vanaların kontrolleri yapılır.
7. Proses değişkenlerinin (manometre ve termometre) bağlantı kontrolleri yapılır.
8. Sistem kapatılırken her bağlantı tekrar kontrol edilir.
9. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
10. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve güvenlik gözlüğünü takar.				
2	Sistemin bağlantı ve sızıntı kontrolünü yapar.				
3	Sistemin korozyon kontrölünü yapar.				
4	Vanaların bağlantı ve sızıntı kotrolünü yapar.				
5	Pompa ve pompanın elektrik bağlantı kontrollerini yapar.				
6	Termometre, manometre ve debimetre kontrolünü yapar.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3. Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Mini ısıtma sisteminde hidrolik sistem kullanarak suyu dağıtmak.

Malzemeler

- Isı değiştirici
- Kontrol vanaları
- Değişken kontrolü (manometre ve termometre)
- Hidrolik sistem

Çalışmanın Yapılışı

1. Hidrolik bağlantıları yapılır.
2. Boru ve vana bağlantıları kurulur ve sızdırmazlık kontrolü yapılır.
3. Sistemdeki vanaların kontrolleri yapılır.
4. Proses değişkenlerinin (manometre ve termometre) bağlantı kontrolleri yapılır.
5. Sistem çalıştırılır.
6. Termometre ve barometrede değişenler kontrol edilir.
7. Sistem kapatılırken her bağlantı tekrar kontrol edilir.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve güvenlik gözlüğünü takar.				
2	Sistemin bağlantı kontrolünü yapar.				
3	Sistemin sızıntı kontrolünü yapar.				
4	Sistemin korozyon kontrölünü yapar.				
5	Vanaların bağlantı ve sızıntı kotrolünü yapar.				
6	Hidrolik sistemin kontrollerini yapar.				
7	Termometre ve manometre kontrolünü yapar.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

SERPANTİNLİ - CEKETLİ ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ



Görsel 4.7: Serpantinli ısı değiştirici

Kimyasal proseslerde ısıtma sistemleri için kullanılan ısı değiştiricilerden biri de serpantinli ısı değiştiricilerdir. Serpantin kıvrımlı yapıya sahip borulu ısı değiştiriciler arasındadır. Kıvrımlı ve kanatlı yapısının amacı ısıyı daha verimli kullanabilmektir. Bu borular çelikten ve nikel-bakırdan üretilir.

2.1. SERPANTİNLİ ISITMA SİSTEMLERİ

Serpantin borularının içerisinden geçen akışkanlar genellikle sistemi ısıtmak için kullanılır ancak soğutmak amacıyla kullanılan serpantinler de vardır. Bu akışkanlarda hava, su, yağ, bazı kimyasal sıvı karışımları kullanılabilir, soğutma serpantinlerinde daha çok gazlar kullanılır.

Serpantinli ısı değiştiriciler kullanım alanına göre farklı prensiplerle çalışan **kendinden kanatlı, spiral ve pul dizme serpantinler** olmak üzere üçe ayrılır. Bu çeşitler içinde en çok kullanılan, enerji verimi en yüksek olan kendinden kanatlı serpantinlerdir. Sıcaklığı 285˚C'ye kadar çıkabilen ve mekanik donanımı en dayanıklı serpantin çeşididir. Serpantinli ısı değiştiricilerin endüstride kullanım alanı son derece geniştir. Tekstilde kullanılan makinelerde hava ısıtıcı veya soğutucu olarak kullanılan bu değiştiriciler; klimalarda, yağ ısıtıcılarında, turbo sarj soğutucularında da kullanılmaktadır.

2.2. CEKETLİ ISI DEĞİŞTİRİCİLER

Isıtma sistemleri arasında yer alan ceketli ısıtma diğer ısıtma sistemlerinden farklıdır. Ceketli ısıtıcı, ısısı değiştirilmek istenen proses elemanının dışına giydirilir. Bu proses elemanı; bir vana, bir boru veya bir varil olabilir. Genellikle bir sıvının (petrol, kauçuk, parafin, reçine, tutkal vb.) gerekli akışkanlıkta olabilmesi için ceketli ısıtma sistemi kullanılır. Silikon içerikli su geçirmez bir kumaş ceketli ısıtıcının dış kısmını oluşturur. Bu dış kısım yaklaşık 200-260°C sıcaklığa dayanıklıdır. İç kısmında ise seramik yününden yapılmış yalıtım malzemesi ve yanmaz rezistanslar vardır. Ceketli ısıtma sistemleri; yağ, tüp gaz, ilaç ve tekstil endüstrilerinde kullanılır.

Etkinlik

Ela bebeği doyurmak için sütü ısıtan Nazlı Hanım, bebeğin uyuyakaldığını farkeder. Süt bebek uyanana kadar soğur. Nazlı Hanım sütü bebeğe vermeden önce tekrar ısıtır ancak ideal sıcaklığı korumakta zorlanır. Nazlı Hanım sütün ideal sıcaklığını koruyabilmek için ne tür ısıtıcılardan faydalanabilir? Laboratuvarda bu şekilde örnekler oluşturarak uygun ısı değiştiriciler kullanınız.

2.3. ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNİN ÇEVRE DONANIMLARI

Isı değiştiricinin tipine ve kullanılacağı sisteme göre çevre donanımları değişiklik gösterse de genel olarak hepsinde pompalar, vanalar, kazanlar, sensörler gibi elemanlar bulunur.

Kazan

Katı, sıvı veya gaz yakıtlar ile ısıtma işleminin gerçekleştiği kısımdır. Akışkan, sistem için gerekli sıcaklık ve basınç değerlerine kazan içerisinde getirilir. Kazanlar çelik veya döküm olabilir. Kazandaki suyun genleşmesi ile oluşabilecek basınç dalgalanmalarını ve dolayısı ile sistem tahribatını önlemek için genleşme tankı kullanılır. Genleşme tankları aynı zamanda sistem basıncı azaldığında sisteme su desteği de sağlar.

Boyler Kazanı

Boyler kazanının kullanım amacı içerisindeki akışkanı (genellikle su) ısıtmak ve depolamaktır. Bu sayede sürekli olarak sıcak su temini sağlanır. Isıtma işlemi, herhangi bir ısı kaynağından gelen sıcak akışkanın serpantin borulardan geçerken ısısını suya vermesi ile gerçekleştirilir. Çok yüksek sıcaklıklarda sıvı gerektiğinde akümülasyon tankı kullanılır.

Sirkülasyon Pompası

Isı değiştirici sistem içerisindeki sıvının dolaşımını sirkülasyon pompaları sağlar. Pompa, sistem için gerekli akış hızını sağlamalı, sistemdeki dirençleri yenmelidir. Sirkülasyon pompası olarak genellikle santrifüj pompaları kullanılır. Sistem için uygun sirkülasyon pompası seçimi yapılırken basınç ve debi değerleri dikkate alınır.

Sirkülasyon pompaları motor yapılarına göre ıslak rotorlu ve kuru rotorlu olarak ikiye ayrılır. Islak rotorlu sirkülasyon pompalarında akışkan rotor milinin ortasındaki delikten rotor kılıfı içine girer. Böylelikle rotor akışkan içerisinde döner. Bu durum bir çeşit yağlanma etkisi yapar. Bu tip pompalarda salmastra bulunmaz. Kuru rotorlu pompalarda ise motorla akışkanın teması salmastra aracılığı ile engellenir. Islak rotorlu pompalar sessiz çalışır ve düşük enerji tüketir ancak kapasiteleri kuru rotorlu pompalardan düşüktür.

Vanalar

Taşınan akışkanın dağılımını kontrol etmek için vanalar kullanılır. Sistem içerisinde termostatik, çek, motorlu, by-pass vb. farklı tipte vana çeşitleri bulunabilir.

Termostatik vana: Yapılan ayara bağlı olarak akış miktarını düzenler ve içerisinde açma kapama kuvveti görevi gören bir ısıl genleşme elemanı bulunur. Bu eleman genleştiğinde yaylı mili iter ve vana kapanır, tersi durumda ise vana açılır ve geçiş sağlanır.

Selenoid vana: Akış kontrolü için kullanılan elektromanyetik vanadır. Termostattan aldığı sinyalle akışkanın geçişine izin verir. Selenoid vanaya elektrik verildiğinde bobin elektromıknatıs özelliği kazanır ve açma kapama organı konum değiştirir. Hassas akış düzenlemeleri için uygun vanadır.

Çek vana: Sistem içerisindeki akışkanın istenilen yönde hareketini sağlar, ters yönde akışını engeller.

Üç yollu motorlu vana: Yönlendirme ve karıştırma işlemlerinde kullanılır. Karıştırma için kullanıldığında farklı kısımlardan gelen akışkanlar burada karışarak karışım sıcaklığı ile buradan ayrılır. Yönlendirme için kullanıldığında gelen akışkan burada farklı yollara ayrılır.

By pass (Baypas) bağlantı ve vanası: Bağlantısı ana hatta paralel şekilde bağlanır. Köprüye benzer bu bağlantı akışkana geçecek başka bir yol sağlar. Aşırı ısınma ve soğumaların önlenmesinde, debi ayarı yapılmasında ve sistemin verimli kullanılmasında etkilidir. Ana hat iş göremez durumdayken (arıza veya onarım esnasında) akışın devam etmesini sağlar.

Ölçüm Elemanları

Sıcak ve soğuk akışkanların sisteme giriş ve çıkış sıcaklıkları, debisi, basıncı düzenli olarak kontrol edilmelidir. Değerler, sistem için belirlenen aralıkları aşmamalıdır. Bu nedenle sisteme termometre, manometre ve debimetre bağlanmalıdır. Sistemi büyük basınç yükselmelerinden korumak için emniyet ventili de bulunmalıdır.

Filtre

Akışkan içerisindeki istenmeyen partikülleri ayırmak için kullanılır. Görsel 4.8'de ısıtma sisteminin çevre donanımı verilmiştir.



Görsel 4.8: Isıtma sisteminin çevre donanımının yapısı

4 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Serpantinli ısı değiştiricileri kullanabilmek.

Malzemeler

- Serpantinli ısı değiştirici sistemi
- Çevre donanımı (vanalar, borular)
- Değişken kontrol ekipmanları (manometre, termometre ve debimetre)

Çalışmanın Yapılışı

1. Serpantinli ısı değiştiricinin bağlantı kontrolü yapılır.
2. Serpantinli ısı değiştiricinin sızıntı kontrolü yapılır.
3. Serpantinli ısı değiştiricinin korozyon kontrolü yapılır.
4. Çevre donanımı kontrolü yapılır.
5. Sistemdeki vanaların kontrolleri yapılır.
6. Proses değişkenlerinin (manometre, termometre ve debimetre) bağlantı kontrolleri yapılır.
7. Kontrol panosu acil durum sensörleri veya uyarı işaretleri kontrol edilir.
8. Sistem kapatılırken her bağlantı tekrar kontrol edilir.
9. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
10. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve güvenlik gözlüğünü takar.				
2	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
3	Sistemin bağlantı kontrolünü yapar.				
4	Sistemin sızıntı kontrolünü yapar.				
5	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
6	Vanaların bağlantı ve sızıntı kontrollerini yapar.				
7	Termometre, manometre ve debimetre kontrolünü yapar.				
8	Kontrol panosu uyarı işaretlerini kontrol eder.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

5 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Ceketli ısı değiştirici kullanabilmek.

Malzemeler

- Ceketli ısı değiştirici
- Varil (kapalı sistem veya kapaklı sistem)
- Değişken kontrol ekipmanları (manometre, termometre)

Çalışmanın Yapılışı

1. Ceketli ısı değiştiricinin bağlantı kontrolü yapılır.
2. Ceketli ısı değiştiricinin korozyon kontrolü yapılır.
3. Çevre donanımı kontrolü yapılır.
4. Proses değişkenlerinin (manometre, termometre) bağlantı kontrolleri yapılır.
5. Kontrol panosu acil durum sensörleri veya uyarı işaretleri kontrol edilir.
6. Sistem kapatılırken her bağlantı tekrar kontrol edilir.
7. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve güvenlik gözlüğünü takar.				
2	Sistemin bağlantı kontrolünü yapar.				
3	Sistemin korozyon kontrölünü yapar.				
4	Vanaların bağlantı ve sızıntı kontrollerini yapar.				
5	Termometre ve manometre kontrolünü yapar.				
6	Kontrol panosu uyarı işaretlerini kontrol eder.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

6 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Isıtma sisteminde çevre donanımı kontrolünü sağlamak.

Malzemeler

- Boyler kazanlı ısı değiştirici sistemi
- Kontrol vanaları
- Değişken kontrolü (manometre ve termometre)
- Borular
- Bağlantı elemanları

Çalışmanın Yapılışı

1. Isı değiştiricinin bağlantı kontrolü yapılır.
2. Isı değiştiricinin sızıntı ve korozyon kontrolü yapılır.
3. Proses değişkenlerinin (manometre ve termometre) bağlantı kontrolleri yapılır.
4. Boyler kazanında sıcaklık, basınç kontrolü yapılır.
5. Bağlantı boruları sıcaklık ısı kaybını engellemek için kontrolü sağlamak için folyo ile sarılır (Görsel.4.9).
6. Sistemdeki vanaların kontrolleri yapılır.
7. Sistem kapatılırken her bağlantı tekrar kontrol edilir.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.



Görsel 4.9: Isıtma sisteminin çevre donanımı

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve güvenlik gözlüğünü takar.				
2	Sistemin bağlantı ve sızıntı kontrolünü yapar.				
3	Boru hattının folyo kontrollerini yapar.				
4	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
5	Vanaların bağlantı ve sızıntı kontrollerini yapar.				
6	Termometre, manometre ve debimetre kontrolünü yapar.				
7	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1.(….) Endüstriyel bir proseste ısıtma sistemi sadece sıvı akışkanların vizkosite kontrolü için kullanılır.

2.(….) Tüm ısı değiştiricilerin çevre donanımları benzerdir.

3.(….) İnsan vücudunun ısısı yaklaşık 36,5°C olmalıdır.

4.(….) Isıtma sistemlerinin çevre donanımlarında tüm özel vanalar kullanılır.

5.(….) 1 kalorilik ısı miktarı 14,2 joule olarak hesaplanmıştır.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

Filtre	Isı	Kanatlı	Karşı
Konveksiyon	Paralel	Temas	

6. Maddenin sıcaklık farkından kaynaklanan enerji akışı …….. olarak tanımlanır.

7. Isı değiştiriciler için çevre donanımının bir parçası olan ve pislik tutan parçaya …….. denir.

8. Tek geçişli ısı değiştiriciler çapraz, …….. ve …….. akışlı olarak üçe ayrılır.

9. Serpantili ısı değiştiriciler içinde enerji verimi en yüksek olan …….. serpantinlerdir.

10. Isı enerjisini dokunduğu yüzeyden taneciklerle iletmesine …….. yoluyla iletme denir.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. **Isı iletimi**

I. Kondüksiyon
II. Konveksiyon
III. Konveyör

yollarından hangileri ile sağlanır?

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

12. **Aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Isı, bir enerji akışıdır.
B) Sıcaklık, kinetik enerjinin ölçüsüdür.
C) Radyasyon, ısı iletim yoludur.
D) Isı birimi Joule' dür.
E) Isı, termometre ile ölçülür.

13. **100 gr suyun sıcaklığını arttırmak için 2000 cal ısı harcandığına göre su kaç kJ enerji almıştır? (1cal=4.2 J)**

A) 2 B) 8,4 C) 84
D) 840 E) 2000

14. Eşanjör, endüstride ısıtma-soğutma sistemlerinde kullanılır.

Buna göre

I. Plakalı eşanjör
II. Tek geçişli eşanjör
III. Serpantinli eşanjör

çeşitlerinden hangileri borulu ısı değiştiricilerindendir?

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

15. **Aşağıda verilen proses elemanlarından hangisi eşanjörlerin çevre donanımına ait değildir?**

A) By-pass vana
B) Filtre
C) Plaka
D) Termometre
E) Manometre

16. **2,1 kJ enerji alan bir sistem kaç cal' lik ısı almıştır? (1 cal= 4,2 J)**

A. A) 1000 B) 500
C) 250
B. D) 100 E) 50

17. **Aşağıda eşanjörler ile ilgili verilen bilgilerden hangisi doğrudur?**

A) Eşanjörler sadece sistemi ısıtmak için kullanılır.
B) Eşanjörlerin çevre donanımları aynıdır.
C) Plakalı eşanjörler gaz akışkanlar için kullanılır.
D) Ceketli eşanjör borulu ısı değiştiriciler arasında yer alır.
E) Serpantin tek geçişli eşanjörün bir türüdür.

18. **Ceketli ısı değiştiricilere**

I. Vana
II. Boru
III. Varil

proses elemanlarından hangisi bağlandığında akışkanın yönü değiştirilir?

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



5. ÖĞRENME BİRİMİ

PROSESTE SOĞUTMA SİSTEMLERİ

BÖLÜMLER

1. KONDENSER SİSTEMLER
2. ÇİLLER SOĞUTMA SİSTEMİ

Hazırlık Soruları

1. Bir maddeyi veya ortamı soğutmak için neler kullanılabilir?
2. Sıcak bir ortamda soğuk bir bardağın terlemesinin nedeni ne olabilir?

Görsel 5.1: Soğutma kulesinde ölçüm

1. BÖLÜM

KONDENSER SİSTEMLER



Görsel 5.2: Kondenser

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte endüstride kullanılan birçok sistem yenilenerek enerji verimliliği ve tasarrufu konusunda geliştirilmiştir. Bu geliştirilen sistemlerden biri de soğutma sistemidir. Kondenser, soğutma sistemindeki önemli ekipmanlardandır.

1.1. KONDERSER ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Kondenser, yüksek basınçla gelen sıcak gazı soğutarak yoğuşmasını sağlayan soğutma sistemi ekipmanıdır. Gazdan gelen ısıyı dışarı atar.

Kondenserdeki soğutma işleminde; yağ, hava veya su kullanılır. Bu nedenle kondenserler; **hava soğutmalı, su soğutmalı, yağ soğutmalı ve evaporatif soğutmalı** olarak dörde ayrılır. İçlerinden en yaygın kullanılanı hava soğutmalı ve su soğutmalı kondenserlerdir.

a) Hava Soğutmalı Kondenser

Transfer edilecek ısı, doğal hava akımıyla veya fanlar ile hava akışı sağlanarak ortamdan uzaklaştırılır. Kompresörle birlikte gruplandırılan tipleri ve kompresörden uzak bir mesafeye konumlandırılan tipleri mevcuttur. Genelde kanatlı borulu olarak üretilir. Su soğutmalı tiplere göre kompakttır ve bakımı daha kolaydır (Görsel 5.3).



Görsel 5.3: Hava soğutmalı kondenser

b) Su Soğutmalı Kondenser

Soğutma işlemi, transfer edilecek ısının su ile uzaklaştırılması esasına dayanır. Su soğutmalı kondenser tiplerinde; akarsu, deniz vb. su kaynaklarına ihtiyaç duyulur. Hava soğutmalı tiplere göre daha büyük hacim kaplar ve suyun ısı kapasitesi daha yüksektir. Bu nedenle soğutması diğer türlerden daha güçlüdür.

c) Yağ Soğutmalı Kondenser

Bu tip kondenserler genellikle su soğutmalı kondenser gibi çalışır. Yağ soğutmalı kondenserde yağ miktarı arttıkça soğutma performansının daha yüksek, enerji tüketiminin ise daha az olduğu ölçülmüştür.

d) Evaporatif Soğutmalı Kondenser

Evaporatif soğutmalı kondenser hem hava hem de su ile soğutma yapabilen kondenser çeşidi-dir. Enerji veriminin düşük olması, pislik oluşumu ve masrafların fazlalığı nedeniyle tercih edilmemektedir.

1.2. KONDENSER ÇALIŞMA PRENSİBİ

Soğutma sistemi içinde kompresörden gelen gaz, akışkanın ısısını dışarı atarak soğutur. Bu işlemi kondenser fanı ve kondenser kanatçıkları sayesinde yapar. Gaz soğuduğunda sıvı faza geçer (yoğuşur). Soğutucu, akışkanı sıvı tankına gönderir. Kondenser üzerinde kızgın akışkan girişi ve soğuk akışkan çıkışı bulunur. Bu akışkanların basıncını düzenleyen vanalar boru hattında yer alır. Kondenser bir geri soğutucu gibi çalıştığı için su giriş çıkışı da mevcuttur.

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

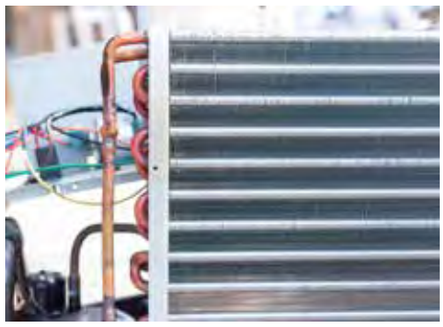
Kondenser kullanarak su buharını yoğunlaştırma ve donanım kontrolünü yapmak.

Malzemeler

- Kondenser
- Soğutma sistemi
- Manometre
- Termometre
- Debimetre

Çalışmanın Yapılışı

1. Kondenserin elektrik bağlantısı yapılır.
2. Kondenserin mekanik bağlantıları yapılır.
3. Sisteme proses değişkenleri bağlanır (manometer, termometre ve debimetre).
4. Yapılan tüm bağlantıların kontrolleri yapılır.
5. Sıcak buharın yoğuşması göstergeler kontrol edilerek takip edilir (Görsel 5.4).
6. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
7. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.



Görsel 5.4: Kondenserde soğutma

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Mekanik donanım kontrolünü yapar.				
3	Elektrik donanım kontrolünü yapar.				
4	Proses değişkenleri kontrolünü yapar.				
5	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Kondenser kullanarak vana bağlantıları yapmak.

Malzemeler

- Kondenser
- Soğutma sistemi
- Proses değişkenleri (termometre, manometre ve debimetre)
- Dört yollu vana
- Çek vana
- Termostatik vana

Çalışmanın Yapılışı

1. Sisteme proses değişkenleri bağlanır (manometre, termometre ve debimetre).
2. Dört yollu vana, çek vana ve termostatik vana bağlantıları kontrol edilir.
3. Yapılan tüm bağlantıların kontrolleri sağlanır.
4. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
5. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Mekanik ve elektrik donanım kontrolünü yapar.				
3	Vanaların bağlantı kontrolünü yapar.				
4	Proses değişkenleri kontrolünü yapar.				
5	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

ÇİLLER SOĞUTMA SİSTEMİ

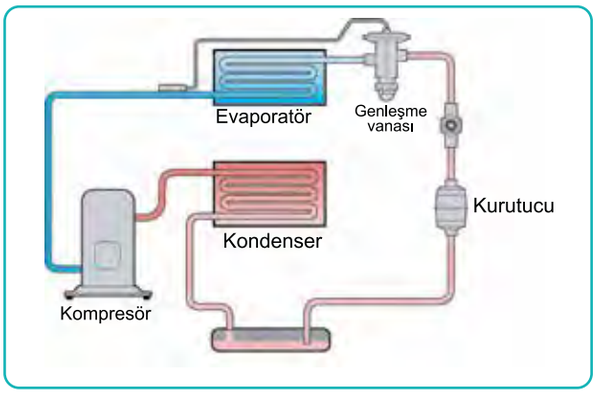


Görsel 5.5: Çiller soğutma sistemi

2.1. ÇİLLER SOĞUTMA SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

Endüstriyel uygulamalarda veya yaşam alanlarında kullanılan soğutucular ısıyı düşürerek soğutur. Isı değişimi ile sistemde istenmeyen ısı çevreye verilir. Soğutma sistemi; çevre özellikleri, yerel iklim, işletmenin soğutma ihtiyaçları gibi faktörlere bağlı olarak seçilir.

Isı akışı normalde yüksek sıcaklıktaki maddeden düşük sıcaklıktaki maddeye doğru gerçekleşir. Soğutma sistemlerinde ise ısı düşük sıcaklıktaki ortamdan yüksek sıcaklıktaki ortama aktarılır. Çiller soğutma sistemlerinde soğutucu olarak **soğutucu akışkan** adı verilen maddeler kullanılır. Soğutucu akışkanlar sıvıdan gaza ve tekrar gazdan sıvıya dönüştürülerek soğutma çevrimi oluşturulur (Görsel 5.6).



Görsel 5.6: Çiller soğutma sistemi temel elemanları

2.2. ÇİLLER SOĞUTMA SİSTEMİ TEMEL ELEMANLARI

Buharlaşma, yoğunlaşma, basınçlanma ve genleşmelerin meydana geldiği Çiller soğutma sistemi ana elemanları aşağıdaki gibidir.

Evaporatör (Buharlaştırıcı)

Buharlaşan maddeler ortamdan ısı alarak ortamı soğutur. Ele sürülen kolonyanın serinleme hissi vermesinin nedeni de budur. Evaporatörlerde de sisteme giren soğutucu akışkan soğutulmak istenen ortamdan ısı alarak doymuş buhar hâline gelir.

Kompresör

Evaporatörde buhar hâline gelen düşük basınçlı soğutucu akışkan, kompresörde sıkıştırılarak yoğuşma basıncına getirilir (Görsel 5.7). Başka bir ifade ile soğutucu akışkan evaporatör basıncından kondenser basıncına getirilir.



Görsel 5.7: Kompresör

Kondenser (Yoğuşturucu)

Soğutucu akışkan kompresörden sonra kondensere gelir. Buhar hâlindeki soğutucu akışkan burada sahip olduğu ısıyı ortama vererek yoğuşur ve tekrar sıvı hâle döner.

Genleşme vanası

Kondenserde yoğuşarak sıvı hâle geçen yüksek basınçlı soğutucu akışkanın genleşme, genleşme vanasından geçirilerek basıncı düşürülür. Bu işlemden sonra soğutucu akışkan düşük basınçlı ve sıvı fazlı olarak tekrar evaporatöre gönderilir.

2.3. ÇİLLER SOĞUTMA SİSTEMİNİN ÇEVRE DONANIMI

Kontrol elemanları: Birçok sistemde olduğu gibi soğutuculardа da basınç, sıcaklık, seviye parametreleri kontrol edilmelidir. Bunun için sistemde termometre, termostat, basınç ölçer, basınç regülatörü, seviye ölçmek için gözetleme camı vb. elemanlar bulunur.

Vanalar: Akış ve kontrolü sağlamak için termostatik genleşme vanası, açma-kapama vanası, selenoid vana, çek vana, dağıtım vanası vb. vana türleri sistemde yerini alır.

Sıvı ayırıcılar: Evaporatörden kompresöre gelen soğutucu akışkan buhar fazında olmalıdır. Eğer sıvı-buhar fazında ise kompresöre zarar verir. Bunun için sıvı ayırıcılar ile sıvı faz buhardan uzaklaştırılır.

Sıvı tankı: Kondenserde yoğuşan soğutucu akışkanın yüzeyi kaplayarak ısı transferini önlemesi gerekir. Sıvı tankı, akışkan tahliye edileceği zaman depo olarak kullanılır.

Kurutucu filtre: Soğutucu akışkanın sistemde bırakacağı nem buzlanmalara ve korozyona neden olur. Bu problem kurutucu filtreler ile giderilir.

Yağ tutucular: Kompresör yağının sistemin diğer elemanlarına geçmesini engeller.

Isı değiştiriciler: Kompresöre gelen buhar hâlindeki soğutucu akışkanın içeriğinde bulunan sıvı zerreciklerinin de tamamen buhara dönüşmesini sağlar. Diğer bir görevi, evaporatöre giden akışkanın aşırı soğumasını sağlayarak evaporatör kapasitesini iyileştirmektir. Genel olarak soğutucu verimini artırır.

Emme hattı: Evaporatörde buharlaşan düşük basınçlı soğutucu akışkanın kompresöre taşınmasını sağlar, alçak basınç otomatiği ile bu hattın kontrolü yapılır.

Basma hattı: Kompresörden çıkan yüksek basınçlı, buhar hâlindeki soğutucu akışkanın kondensere taşınmasını sağlar. Yüksek basınç otomatiği ile bu hattın basınç kontrolü yapılarak sistem emniyete alınır.

Titreşim emiciler ve susturucular: Kompresörlerde meydana gelen titreşim ve seslerin borulara ve diğer elemanlara iletilmemesi için emme ve basma hatlarına titreşim emiciler ve susturucular yerleştirilir.

2.4. SOĞUTMADA KULLANILAN AKIŞKANLARIN ÖZELLİKLERİ

Bulunduğu ortamdan ısı alıp buharlaşan, böylece ortamın sıcaklığını düşüren akışkan maddelere **soğutucu akışkanlar** denir. Sıcaklığın düşürülmesinde ve elde edilen düşük sıcaklıktaki ısının taşınmasında da soğutucu akışkanlardan faydalanılır.

Soğutucu akışkanlar saf veya karışım hâlde bulunabilir. Karbondioksit (CO_2), amonyak (NH_3), kükürtdioksit (SO_2), hidrokarbonlar (etan, propan gibi), ozon tabakasına verdikleri zarar nedeni ile günümüzde kullanımı terk edilen halonlar, floroklorokarbonlar, soğutucu akışkanlara örnektir.

Soğutucu akışkanlarda bulunması gereken özellikler şunlardır :

- Basınç uygulandığında sıvı hâle uygulanmadığında buhar hâline geçebilmelidir.
- Kaynama noktaları düşük, buhar basınçları yüksek olmalıdır.
- Kritik sıcaklıkları yüksek olmalıdır.
- Canlılara ve çevreye zarar vermemelidir.
- Ortama sızdığında yanıcı ve patlayıcı etki göstermemelidir.
- Kullanıldığı sistemin basınç ve sıcaklık şartlarında özelliklerini kaybetmemelidir.
- Ekonomik ve kolay bulunabilir olmalıdır.

3 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Soğutma deney seti kullanarak buzdolabı sistemi oluşturmak.

Malzemeler

- Soğutma sistemi temel elemanları
- Soğutma sistemi ara elemanları
- Proses değişkenleri (termometre, manometre ve debimetre)
- Çek vana
- Genleşme vanası
- Güç kaynağı
- Bakır sızdırmazlık bağlantı elemanları
- Plastik bağlantı boruları

Çalışmanın Yapılışı

1. Soğutma sisteminin ana elemanlarının bağlantıları yapılır.
2. Soğutma sisteminin ara elemanlarının bağlantıları yapılır.
3. Kompresör ile evaparatör arasına güç kaynağı bağlanır.
4. Sisteme proses değişkenleri bağlanır (manometer, termometre ve debimetre).
5. Çek vana ve genleşme vanası bağlantıları kontrol edilir.
6. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
7. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Sistemin ana elemanlarının bağlantı kontrolünü yapar.				
3	Sistemin ara elemanlarının bağlantı kontrolünü yapar.				
4	Vanaların bağlantı kontrolünü yapar.				
5	Proses değişkenleri kontrolünü yapar.				
6	Akümülatör bağlantısını kontrol eder.				
7	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

4 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Soğutma deney seti kullanarak klima sistemi oluşturmak.

Malzemeler

- Soğutma sistemi temel elemanları
- Soğutma sistemi ara elemanları
- Proses değişkenleri (termometre, manometre ve debimetre)
- Çek vana
- Genleşme vanası
- Dört yollu vana
- Bakır sızdırmazlık bağlantı elemanları
- Plastik bağlantı boruları

Çalışmanın Yapılışı

1. Laboratuvarda iş güvenliği tedbirleri doğrultusunda önlük ve eldiven giyilir, koruyucu gözlük takılır.
2. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapıldıktan sonra uygulamaya geçilir.
3. Soğutma sisteminin ana elemanlarının bağlantıları yapılır.
4. Soğutma sisteminin ara elemanlarının bağlantıları yapılır.
5. Dört yollu vana kompresör, evaporatör ve kondenser bağlantısı yapılır.
6. Sisteme proses değişkenleri bağlanır (manometer, termometre ve debimetre).
7. Çek vana ve genleşme vanası bağlantıları kontrol edilir.
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Sistemin ana elemanlarının bağlantı kontrolünü yapar.				
3	Sistemin ara elemanlarının bağlantı kontrolünü yapar.				
4	Vanaların bağlantı kontrolünü yapar.				
5	Proses değişkenleri kontrolünü yapar.				
6	Dört yollu vana bağlantısını kontrol eder.				
7	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

5. Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Soğutma deney seti kullanarak klimada soğutucu akışkanları kullanmak.

Malzemeler

- Soğutma sistemi temel elemanları
- Soğutma sistemi ara elemanları
- Proses değişkenleri (termometre, manometre ve debimetre)
- Soğucu akışkan (propan gazı)

Çalışmanın Yapılışı

1. Laboratuvarda iş güvenliği tedbirleri doğrultusunda önlük ve eldiven giyilir, koruyucu gözlük takılır.
2. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapıldıktan sonra uygulamaya geçilir.
3. Soğutma sistemi kurulur ve sızıntı kontrolleri yapılır.
4. Klima evaporatörünün gazı dikkatlice boşaltılır.
5. Basınç kontrolü altında propan gazı doldurulur.
6. Sıcaklık kontrolü yapılır.
7. Sisteme proses değişkenleri bağlanır (manometre, termometre ve debimetre).
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

Not: *Bu çalışma sadece deney seti varken yapılabilir. Deney seti yoksa maket veya çizim yapılarak bir sistem oluşturulur.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Sistemin ana elemanlarının bağlantı kontrolünü yapar.				
3	Soğutucu akışkan işlemlerini yapar.				
4	Vanaların bağlantı kontrolünü yapar.				
5	Proses değişkenleri kontrolünü yapar.				
6	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1.(….) Su soğutmalı kondenserlerde su kaynaklarına ihtiyaç duyulur.

2.(….) Soğutma sistemlerinde erime ve donma olayları meydana gelir.

3.(….) Isı akışı, düşük sıcaklıktan yüksek sıcaklığa doğru gerçekleşir.

4.(….) Soğutma sistemine bağlanan kontrol elemanları ile sıcaklık, basınç gibi değişkenler kontrol altında tutulur.

5.(….) Soğutucu akışkanların verimi yüksekse çevreye zararlı olanlar da kullanılabilir.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

Artar	buhar	Düşük
Sıvı	Vana	Kondenser

6. Madde yoğuşurken ortama ısı verir. Bu işlem …….. denilen soğutma sisteminden meydana gelir.

7. Kompresörde sıkıştırılan akışkanın basıncı ……..

8. Evaporatörde buharlaşan sıvı …….. hâle geçer.

9. Soğutucu akışkanların kaynama noktaları …….. olmalıdır.

10. Çiller soğutma sistemi çevresel elemanlarından olan …….. akış ve kontrolü sağlar.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. **Dışarı ısı vererek gazın yoğuşmasını sağlayan soğutma sistemi elemanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kondenser
B) Kompresör
C) Evaporatör
D) Genleşme vanası
E) Sıvı deposu

12.
I. Yağ tutucu
II. Kurutucu filtre
III. Evaporatör
IV. Kondenser

Yukarıdakilerden hangileri Çiller soğutma sistemi temel elemanlarından <u>değildir</u>?

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

13. **Çiller soğutma sisteminde evaporatörde hangi işlem yapılır?**

A) Buharlaştırma
B) Yoğuşturma
C) Sıkıştırma
D) Genleşme
E) Donma

14. **Çiller soğutma sistemi çevresel elemanları ve görevleri aşağıdakilerden hangisinde <u>yanlış verilmiştir</u>?**

A) Sıvı ayırıcılar, buhardan sıvıyı uzaklaştırır.
B) Vanalar, akış ve kontrol sağlar.
C) Sıvı tankı, akışkandaki nemi giderir.
D) Titreşim emici, kompresör titreşimlerini emer.
E) Yağ tutucu, kompresör yağının diğer elemanlara geçişini engeller.

15. **Aşağıda soğutucu akışkanlarla ilgili verilen bilgilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Ortamdan ısı alarak buharlaşır.
B) Bazı tipleri ozon tabakasına verdiği zarardan dolayı artık kullanılmamaktadır.
C) Kaynama noktası yüksek olan akışkanlar soğutucu akışkan olarak kullanılır.
D) Ortamın sıcaklığını düşürdüğü için soğuma sağlar.
E) Kritik sıcaklığı yüksek olan akışkanlar soğutucu akışkan olarak kullanılabilir.

16.
I. Hava soğutmalı
II. Su soğutmalı
III. Yağ soğutmalı
IV. Evaporatif soğutmalı

Yukarıda verilenlerden hangileri kondenser çeşitlerindendir?

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

17. **Aşağıda verilenlerden hangisi soğutma sisteminin temel elemanları arasında <u>yer almaz</u>?**

A) Evaporatör
B) Kompresör
C) Genleşme elemanı
D) Filtre
E) Kondenser



6. ÖĞRENME BİRİMİ

REÇETE UYGULAMA

BÖLÜMLER

1. REÇETEYE GÖRE HAM MADDE VE YARDIMCI KİMYASALLARI HAZIRLAMA
2. HAM MADDE VE YARDIMCI KİMYASALLARI REAKTÖRE YÜKLEME

Hazırlık Soruları

1. Yemek yaparken nasıl bir yol izlenmektedir? Gözlemlerinizi açıklayınız.
2. Laboratuvar ortamında alkol, su ve esans kullanarak kolonya hazırlanırken her defasında aynı sonucu alabilmek için izlenmesi gereken adımları aranızda tartışınız.

Görsel 6.1: Biyoreaktör ve ham madde

1. BÖLÜM

REÇETEYE GÖRE HAM MADDE VE YARDIMCI KİMYASALLARI HAZIRLAMA



Görsel 6.2: Kimyasal madde hazırlama

Üretime başlamadan önce yeryüzü kaynakları sınıflandırılıp listelenmeli, bileşenlerin hangi oranda bir araya geleceği belirlenmelidir. İşleyişin başlayabilmesi için gerekli olan bu ilk adıma **reçete oluşturma** denir. Endüstride reçeteler, uzun süreli araştırmalar sonucunda oluşturulmaktadır.

1.1. REÇETE NEDİR?

Reçete, üretimde kullanılan ham maddelerin karışım oranlarını, hazırlanma süreçlerini içeren formüldür.

Eldeki ürünün miktarı ile harcanacak ürünün miktarı hesaplanarak sonuçları önceden tahmin etmek mümkündür. Reçetedeki formülasyon sayesinde ürün standart bir şekilde ve istenilen özelliklerde üretilir. Bileşenlerin oranları bilindiği için üretim miktarı artırılmak istendiğinde ölçek oransal olarak büyütülebilir. Tartım esnasında yapılacak çok küçük bir hata bile ekonomik kayıplara neden olur. Bunun için kütle (m) ve hacim (V) ölçümleri hassas olmalıdır. Eskiden kullanılan eşit kollu ve zemberekli teraziler bu işlemler için yeterli değildir. Günümüzde hassas tartım için yük hücreleri kullanılmaktadır.

1.2. REÇETE OKUMA VE HESAPLAMA

1.2.1. Ham Madde Miktarı (m) Hesaplama

Reçetede miktarı verilen bir bileşenin yüzdelik oranı hesaplanırsa hedeflenen üretim miktarına göre artış veya azaltma yapılabilir.

a) Yüzde Hesabı

Tüm malzemeler tartılır, hepsinin kütleleri toplanır. Yüzdesi hesaplanmak istenen bileşenin kütlesi toplam kütleye bölünür ve sonuç 100 ile çarpılır.

$$\text{Kütlece \%bileşen} = \frac{\text{Bileşenin kütlesi } (m_{\text{bileşen}})}{\text{Toplam kütle } (m_{\text{toplam}})} \times 100$$

Hadi Soralım

100 gram sıvı yağ, 16 gram kostik ve 84 gram su kullanılarak üretilen sabundaki kostik kütlece % kaçtır?

Hadi Çözelim

$$\text{Kütlece \% kostik} = \frac{\textit{kostik kütlesi}}{\textit{toplam kütle}} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% kostik} = \frac{16}{100 + 16 + 84} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% kostik} = \frac{16}{200} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% kostik} = 8$$

Sıra Sizde-1

8 g kostik, 92 g destile su ve 100 g sıvı yağ kullanılarak hazırlanan bir sıvı sabun reçetesinin kütlece yüzde kaçı sıvı yağdır?

Çözüm

b) Kütle Hesabı

$$\text{Bileşen kütlesi} = \frac{\text{toplam kütle x kütlece \% bileşen}}{100}$$

Reçetede bileşenlerin miktarı genellikle % olarak ifade edilir. Elde edilmek istenen toplam ürün miktarına göre verilen yüzde oranlarından bileşen kütleleri hesaplanabilir.

Hadi Soralım

Bir ürünün reçetesinde 1. ham maddenin kütlece birleşme oranı %10, 2. ham maddenin kütlece birleşme oranı %60, 3. ham maddenin kütlece birleşme oranı %30'dur. Bu üründen 2 tonluk üretim yapabilmek için her bir ham maddeden kaç kg kullanılmalıdır?

Hadi Çözelim

Her bir bileşenin, **kütlece % miktarları verildiği için**, 100 birim ürün içindeki miktarları bilinir. Yani 100 gram üründe 10 gram 1. madde, 60 gram 2. madde ve 30 gram 3. madde bulunur.

2 ton =2000 kg

Ham madde miktarı 1 (m_1) $= \dfrac{\text{toplam kütle x kütlece \% ham madde1}}{100}$

Ham madde miktarı 1 (m_1) $= \dfrac{2000 \times 10}{100}$

Ham madde miktarı 1 (m_1) $= 200$ kg

Ham madde miktarı 2 (m_2) $= \dfrac{\text{toplam kütle x kütlece \% ham madde2}}{100}$

Ham madde miktarı 2 (m_2) $= \dfrac{2000 \times 60}{100}$

Ham madde miktarı 2 (m_2) $= 1200$ kg

Ham madde miktarı 3 (m_3) $= \dfrac{\text{toplam kütle x kütlece \% ham madde3}}{100}$

Ham madde miktarı 3 (m_3) $= \dfrac{2000 \text{ x } 30}{100}$

Ham madde miktarı 3 (m_3) $= 600$ kg

Sıra Sizde-2

Bir ürünün reçetesinde 1. ham maddenin kütlece birleşme oranı %20, 2. ham maddenin kütlece birleşme oranı %50, 3. ham maddenin kütlece birleşme oranı %30'dur. Bu üründen 2 tonluk üretim yapabilmek için her bir ham maddeden kaç kg kullanılmalıdır?

Çözüm

1.2.2. Ham Madde Hacmi (V) Hesaplama

Kullanılan ham madde sıvı veya sulu çözelti hâlinde ise önce hacimsel hesaplamalar yapılır. Sıvı hacim ölçüm birimi olarak genellikle litre kullanılır. Küçük miktarda sıvılar ile çalışma yapılıyorsa litrenin binde biri olan mL tercih edilir. Çözeltide çözünen madde miktarını gösteren ifadeye **derişim** denir. Hacimce yüzde derişim ifadeleri, her 100 birimlik ürün içindeki ham madde hacimlerini verir.

$$\text{Hacimce \% bileşen derişimi} = \frac{\text{bileşen hacmi } (V_{\text{çözünen}})}{\text{çözelti hacmi } (V_{\text{çözelti}})} \times 100$$

Hadi Soralım

20 mL etil alkol ve 180 mL su içeren bir çözelti hacimce % kaç etil alkol içerir?

Hadi Çözelim

$$\text{Hacimce \% etil alkol} = \frac{\text{etil alkol hacmi}}{\text{çözelti hacmi}} \times 100$$

$$\text{Hacimce \% etil alkol} = \frac{20}{20 + 180} \times 100$$

$$\text{Hacimce \% etil alkol} = \frac{20}{200} \times 100$$

$$\text{Hacimce \% etil alkol} = 10$$

Sıra Sizde-3

40 mL izopropil alkol ve 160 mL su içeren bir çözelti hacimce % kaç izopropil alkol içerir?

Çözüm

Reçetelerde sıvı veya çözelti hacmi genelde hacimce % olarak ifade edilir. Bu ifadeden yola çıkılarak gerekli çözeltiler hazırlanır, kullanılacak sıvı hacimleri hesaplanır.

$$\text{Bileşen hacmi} = \frac{\text{toplam hacim x hacimce \% bileşen}}{100}$$

Hadi Soralım

300 litrelik bir kimyasal sıvı üretiminde hacimce %30 amonyak ve %5 oksalik asit bulunmaktadır. Buna göre bu kimyasal sıvının içerisinde kaç mL amonyak ve oksalik asit vardır?

Hadi Çözelim

$$\text{Amonyak hacmi } (V_{\text{amonyak}}) = \frac{\text{toplam hacim x hacimce \% amonyak}}{100}$$

$$\text{Amonyak hacmi } (V_{\text{amonyak}}) = \frac{300 \times 30}{100}$$

$$\text{Amonyak hacmi } (V_{\text{amonyak}}) = 90 \text{ litre}$$

$$\text{Oksalik asit hacmi } (V_{\text{Oksalik asit}}) = \frac{\text{toplam hacim x hacimce \% oksalikasit}}{100}$$

$$\text{Oksalik asit hacmi } (V_{\text{Oksalik asit}}) = \frac{300 \times 5}{100}$$

$$\text{Oksalik asit hacmi } (V_{\text{Oksalik asit}}) = 15 \text{ litre}$$

Sıra Sizde-4

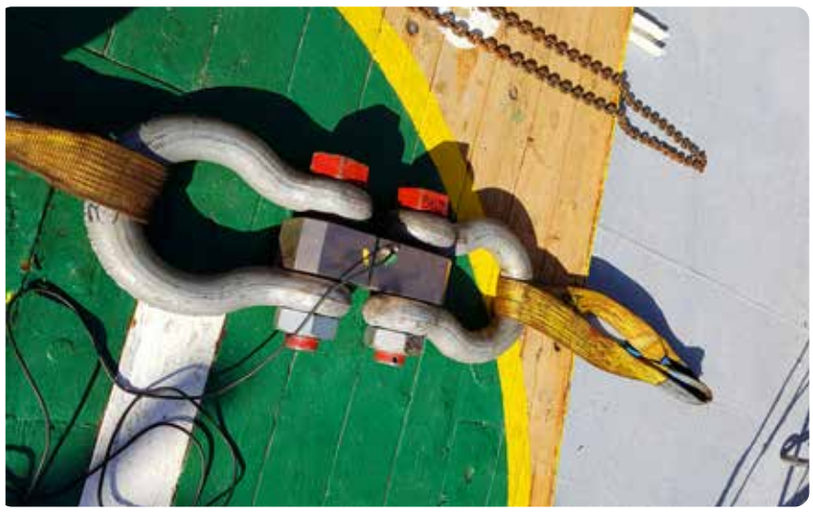
500 litrelik bir kimyasal sıvı üretiminde hacimce %20 amonyak ve %10 oksalik asit bulunmaktadır. Buna göre bu kimyasal sıvının içerisinde kaç mL amonyak ve oksalik asit vardır?

Çözüm

1.3. REÇETE HAZIRLAMADA KULLANILAN ÖLÇME ARAÇLARI

1.3.1. Ağırlık Ölçme ve Yük Hücresi (Load Cell)

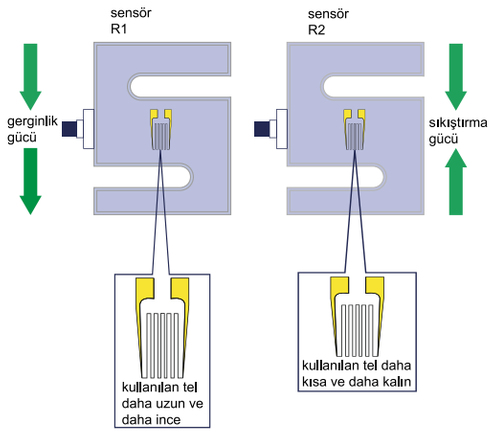
Reçeteler hazırlanırken maddelerin ağırlığını ölçmek için terazi, kantar ve baskülden faydalanılır. Endüstride laboratuvar çalışmalarında dijital tartı kullanılır. Bu tartıların içinde basit yük hücreleri bulunur. Büyüklüğü ölçülecek ağırlıkla doğru orantılı elektrik sinyali oluşturan dönüştürücülere **yük hücresi** denir. **Yük hücresi**; gerilim, basınç gibi kuvvetleri algıladıktan sonra onları **elektrik sinyaline dönüştüren sensörler** olarak da tanımlanır. Yük hücrelerinin dört yaygın türü vardır. Bunlar; pnömatik, hidrolik, gerinim ölçer ve kapasitif yük hücreleridir (Görsel 6.3).



Görsel 6.3: Yük testi için iki kelepçeli ve ağ askılı yük hücresi

Gerinim Ölçer Yük Hücresi

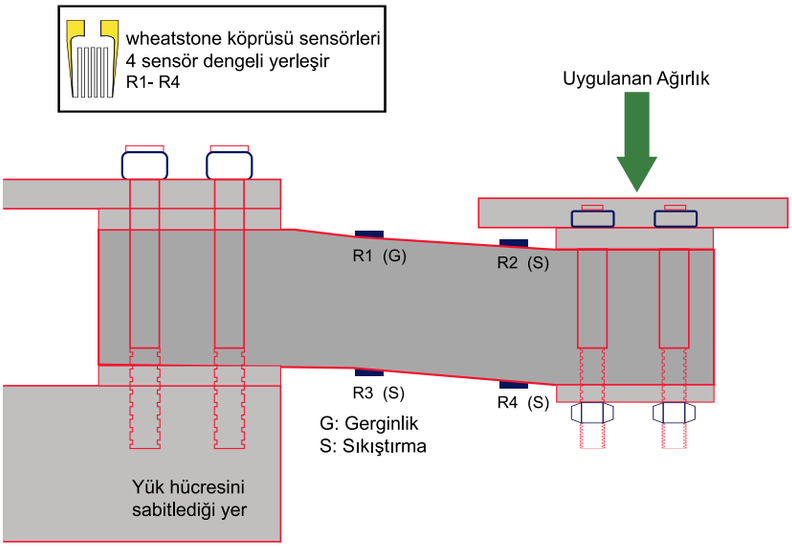
Endüstride en sık kullanılan yük hücresidir. Sabitlenebilir bir gövde yapısına sahiptir. Gövde malzemesi paslanmaz çelikten yapıldığı için elastik değildir. Bu nedenle ölçme yaparken yay elemanı ile **gerinim** oluşur. Şekil 6.1'de yük hücresinin gövde yapısı verilmiştir. Bu gövde içinde bulunan çok ince bir tel veya folyo, bir arkalığa dayandırılır. Bu yapı esnerken (gerinim oluştururken) elektrik direncinde değişikliğe neden olur.



Şekil 6.1: Gerinim yük hücresi gövde yapısı

Tek gerinim ölçer ile ancak çok küçük değerler ölçülür. Bu yüzden sonuç almak zordur.

Wheatstone (Vitsıton) köprüsü adı verilen dört tane dengeli gerinim ölçerden faydalanılır. Ölçüm sonuçları elektrik sinyaline dönüşür. Şekil 6.2'de Wheatstone köprüsü ile oluşan sensör ve ölçme gösterilmiştir.



Şekil 6.2: Wheatstone köprüsü ve dört sensörün bileşimi

Birçok gerinim ölçer mevcuttur. Bunlardan bazıları bükme kirişi, S tipi yük hücresi, gergi bağlantılı yük hücresi, yükleme düğmesi, piezoelektrik yük hücresi vb.dir.

Pnömatik Yük Hücresi

Pnömatik yük hücresi, sistem içindeki basıncı dengeler, yük hücresindeki diyaframın gerilmesi ile de ölçüm yapar.

Hidrolik Yük Hücresi

Diyafram ve silindir içine yerleştirilmiş pistondan oluşur. Basınç ölçer olarak **Bourdon tüpü** kullanılır. Bourdon, basıncı algıladıktan sonra ölçüm bir kadrana gönderilir. Hidrolik yük hücrelerinde elektrik kullanılmaz.

Kapasitif Yük Hücresi

Titreşimli tel yük hücresi olarak da tanımlanır. Ölçüm, hücrenin gövdesinde bulunan kapasitörün plakaları birbirine yaklaştıkça oluşan değişim ile alınır.

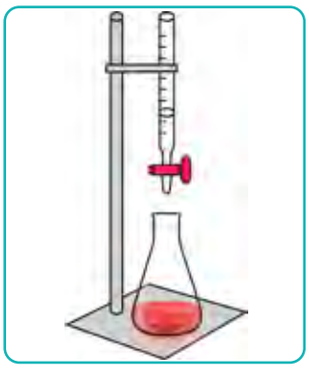
1.3.2. Hacim Ölçme

Sıvı hacimlerini ölçmek ve aktarmak için derecelendirilmiş kaplar kullanılır. Pipet, büret, mezür ve dispenser gibi bu kapların ölçülü kısımları boru şeklinde olur.

Sıvı seviyesi okunurken göz ve sıvı seviyesi aynı hizada olmalıdır. Hizada bir kayma gerçekleşirse ölçümler hatalı olur.

Ölçülü balon (Balon joje): Boyun kısmında bir işaret çizgisi bulunur. Belirli hacimde çözelti hazırlayabilecek şekilde ayarlanmıştır. Madde tartıldıktan sonra çözücüsü yardımı ile balon jojeye alınır. Çözme çalışmalarına balon jojede devam edilir. İşlem sonrasında işaret çizgisine kadar çözücü eklenerek çözelti seyreltilir.

Büret: Dereceli bir tüp ile akışı alttan kontrol eden bir musluktan oluşur (Görsel 6.4). Bir desteğe takılarak kullanılır. Titrasyon işleminde harcanan ayarlı çözeltinin miktarını ölçer.



Görsel 6.4: Desteğe sabitlenmiş bir büret

Pipet: Bilinen bir hacmi ölçmek ve aktarmak için kullanılır. Cam veya plastikten yapılabilir. Elektronik ve manuel tipleri mevcuttur. Çok küçük miktarlarda hacim aktarımı için mikropipetler kullanılır. Belirli miktarda sıvı seri bağlı pipetlerle aktarılacaksa çoklu otomatik pipetler tercih edilir. Sıvıyı pipete çekme ve boşaltma işlemleri için piston ve pompa gibi aparatlara ihtiyaç vardır.

Mezür: Dereceli silindir olarak da adlandırılan mezürler; dar, uzun, silindirik şekle sahiptir. Pipet, büret ve balon joje kadar hassas ölçüm yapamaz.

Dispenser (Dağıtıcı): Aktarım yapılacak kaba bağlanır ve sabit miktarda sıvının kolay ve hızlı bir şekilde tekrarlı olarak aktarımını sağlar. Sıvı sabun dispenserlerinden istenilen miktarda sıvının akması buna örnektir.

1.4. HAM MADDE SEÇİMİ

Tarih öncesi çağlardan beri farklı özelliklere sahip maddelerden yapılan ürünler kullanılmaktadır. Doğada kendiliğinden var olan maddelere **ham madde** denir. Taş, yün, toprak, odun, sebze, hava, su, meyve ve tahıllar, doğada bulunan ham maddelerdir. Ham maddelerin işlenecekleri ortama yakın olmaları üretim için önemli bir faktördür. Bu sayede zamandan ve masraftan tasarruf edilmiş olur. Mevcut ham maddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini bilmek onların hangi alanlarda kullanılabilecekleri konusunda fikir verir. Seçilen ham maddeler eldeki teknolojiler ile ekonomik olarak işlenebilmeli ve yüksek verimle kaliteli ürünler hâline getirilebilmelidir.

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Reçeteye göre 10 L dezenfektan hazırlamak.

Malzemeler

- % 96 Etanol: 8,33 L
- %3 Hidrojen peroksit: 0,4 L
- %98 Gliserol: 0,14 L
- Distile su: 1,13 L
- 10 L'lik vidalı tıkaçlı plastik bidon
- Mezür
- Mini plastik saklama şişeleri (500 mL ve 250 mL)

Çalışmanın Yapılışı

1. Alkol, hidrojen peroksit, gliserol ve destile su mezür ile ölçülür ve hazırlama kabına alınır.
2. Hazırlama kabının girişi vidalı tıkaçla sıkıca kapatılır.
3. Karışımın homojen olması sağlanır.
4. Hazırlanan karışım küçük plastik şişelerde sızdırma olmadan 72 saat bekletilir.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Sıvı kimyasalların mezür ile ölçümünü yapar.				
3	Karışımı homojenize eder.				
4	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
5	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Yük hücresi bağlantılarını oluşturarak ağırlık ölçmek.

Malzemeler

- Yük hücresi
- Elektrik bağlantı kabloları
- Dijital indikatör
- Amplifikatör
- Bilgisayar

Çalışmanın Yapılışı

1. Yük hücresinin elektrik bağlantısı yapılır.
2. Bağlantı kabloları ile yük hücresinin bilgisayar bağlantısı yapılır.
3. Amplifikatör ve dijital indikatör sisteme bağlanır.
4. Ölçümü yapılacak madde yük hücresine yüklenir.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Elektrik bağlantı kontrolünü yapar.				
3	İndikatör ve amplifikatör bağlantılarını yapar.				
4	Ölçüm yapar.				
5	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

HAM MADDE VE YARDIMCI KİMYASALLARI REAKTÖRE YÜKLEME



Görsel 6.5: Kimya laboratuvarında reaktör ve çevre donanımı

2.1. REAKTÖR YÜKLEME ÇEVRE DONANIMI

Ham maddelerin ürüne dönüştürüldüğü proses ekipmanlarına **reaktör** denir. Ham madde ve yardımcı kimyasalların reaktöre yüklendiği hazne dışında kalan elemanlar çevre donanımlarıdır.

Vanalı giriş ve çıkış boruları: Reaktanların reaktöre girdiği yerdir. Madde giriş ve çıkış ayarı yapılabilen kısımlardır. Ürünler, bu vanalar yardımıyla dışarı çıkar.

Kapak/Kilit sistemi: Reaktör içinde meydana gelen kimyasal reaksiyona maddelerin eklenmesi, reaksiyonun sıcaklık ve basınç gibi parametrelerinin kontrol edilebilmesi, çeşitli numunelerin alınabilmesi için reaktör üzerine yerleştirilmiş bölümdür.

Karıştırıcı: Karıştırıcı bazı reaktörlerde bulunur ve reaksiyonların homojen olmasını sağlar.

Pompalar:

a) **Besleme pompası:** Yüklenen ham maddeleri giriş haznesinden alarak reaktöre ulaştıran kısımdır.

b) **Peristaltik pompa:** Kimyasal dozaj pompası olarak da adlandırılan peristaltik pompa, esnek ve dayanıklı hortumlara sahiptir. Pompa hortumları akışkanı sıkıştırarak hareket ettirir.

c) **Sirkülasyon pompası:** Isıtma, soğutma ve aktarma için basıncı artırma işlemlerinde kullanılır.

Reaktör tankı: Kullanılan ham madde ve kimyasallara göre farklı sıcaklıklara ihtiyaç duyulur. Bu yüzden ısıtmalı hazneye sahip reaktör tankları kullanılır.

Soğutma serpantini ve soğutma ceketi: Reaksiyon sıcaklığı gerekli sıcaklığı aştığında reaktörü soğutabilmek için soğutma serpantinleri ve ceketleri kullanılır.

Jenaratör: Nükleer reaktörler gibi reaktörlerde elde edilen buhar jeneratörlere gönderilerek mekanik enerji elektrik enerjisine çevrilir.

Etkinlik

Laboratuvar ortamında, üç boyunlu bir cam kaba reaktör donanımlarını ekleyiniz. Reaktör sisteminde yer alan ekipmanların her birini oluşturacağınız şema aracılığıyla tanıtınız.

2.2. HAM MADDENİN REAKTÖRE YÜKLEMESİ

Ham maddeler reaktöre yüklenmeden önce elde bulunan reçete sayesinde; reaksiyonun nasıl gerçekleşeceği, hangi ürünlerin oluşacağı, sistem için gerekli sıcaklık, reaksiyon sonucu ortama ısı verilip verilmeyeceği bilinir. Bu bilgiler doğrultusunda ham maddeler tartılıp hacimsel ölçümleri yapılır. Gereken sıraya ve hıza göre reaktöre yüklenir. Reaksiyon başlamadan önce reaktör ceketinin gerekli sıcaklığa getirilmesi gerekebilir. Ham madde yükleme haznesine konulduktan sonra besleme pompası çalıştırılarak ham maddenin reaktöre ulaşması sağlanır.

3 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Reaktöre ürün yüklemek.

Malzemeler

- Reaktör kabı
- Vanalı borular
- Pompa
- Isı değiştiriciler
- Proses değişkenleri (manometre, termometre, debimetre)
- Sentezi yapılmak istenen herhangi bir ürünün ham maddesi seçilebilir.

Çalışmanın Yapılışı

1. Ham madde reçeteye uygun hazırlanır.
2. Ham madde ve yardımcı kimyasallar ürün giriş vanasından sisteme gönderilir.
3. Sistem giriş ürünü ile sürekli beslenir.
4. Proses değişkenlerine dikkat edilir.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

NOT: *Bu çalışmada ham madde ve yardımcı kimyasal seçimi laboratuvarınızda bulunan kimyasallara uygun olarak bir reçete seçebilirsiniz.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Ham maddeyi hazırlar.				
3	Yardımcı kimyasalları hazırlar.				
4	Proses değişkenlerini kontrol eder.				
5	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

4 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Süt tozundan kazein elde etmek.

Malzemeler

- 20 g süt tozu
- Reaktör kabı (250 mL'lik cam kap)
- Manyetik karıştırıcı
- %10'luk asetik asit çözeltisi
- Isıtıcı
- Su banyosu
- pH metre
- Termometre
- Süzgeç kâğıdı
- Etüv

Çalışmanın Yapılışı

1. Süt tozu ile 50mL'lik çözeltisi ve 20 mL asetik çözeltisi hazırlanır.
2. Süt çözeltisi reaktör kabına alınır.
3. Reaktör kabı su banyosuna yerleştirilir ve termometre kullanılarak 400C'ye kadar ısıtılır (sıcaklık önemlidir kazein yapısı bozulur.).
4. Karıştırıcı ile asetik asit çözeltisi yavaş yavaş eklenir (Hızlı eklenmemelidir çünkü kazeinin sakız yapısı bozulur.).
5. Ortamın pH'ı kontrol edilir (pH=4,6 olmalıdır. Sıcaklık pH değişiminde etken bir faktördür.).
6. Kazein oluşturulduktan sonra süzgeç kâğıdı kulanılarak kazein süzülür.
7. Etüvde 30°C'de kurutulur.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	Süt tozu ve asetik asit çözeltisini hazırlar.				
2	Süt çözeltsini reaktöre alır.				
3	Su banyosunu hazırlar.				
4	Kazeini çöktürür.				
5	Süzgeç kâğıdı kullanarak kazeini süzer.				
6	Etüvde kurutur.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1.(….) Bir yemeği hazırlarken oluşturduğunuz tüm işlem basamakları ve malzeme listesi bir reçetedir.

2.(….) Hiçbir işlem görmemiş doğadan doğrudan alınan madde ham madde olarak tanımlanır.

3.(….) Büret, yük hücresi, balon joje ile kimyasal sıvıların hacmi ölçülür.

4.(….) Sisteme ham madde göndermek için sadece pompa kullanılır.

5.(….) Isı değiştiriciler reçetesi uygulanan madde için uygun sıcaklık ortamı oluşturur.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

Gerinim Yük Hücresi	Ham madde	Ham madde Seçimi
Mezür	Reaktör	Yük Hücresi

6. Dereceli silindir olarak da adlandırılan dar uzun silindirik şekle sahip hacim ölçme aracına …….. denir.

7. Ağırlığın hassas olarak ölçülebildiği endüstride daha çok tercih edilen cihaza…….. denir.

8. Ham maddenin işlendiği kimyasal proses içindeki özel kaba …….. denir.

9. Ürün elde etmek için gerekli maddeyi uygun şartlarda bulma işlemine …….. denir.

10. Gövde sabitleyici kullanılarak sabitlenen ve endüstride çok kullanılan yük hücreleri …….. olarak bilinir.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. 1000 g aspirin reçetesi hazırlarken %60 salisilik asit, %10 asetik anhidrit, %20 sülfirik asit ve %10 distile su kullanılmıştır.

Buna göre salisilik asit ve asetik anhidrit kaç g kullanılmıştır?

A) 600-200 B) 600-100
C) 500-100 D) 500-300
E) 500-200

12. I. Vanalar
II. Isı Değiştiriciler
III. Yük Hücreleri

Yukarıda verilen proses elemanlarından hangileri reçete hazırlanırken ölçüm aracı olarak kullanılabilir?

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

13. 100 mL dezenfektan hazırlamak için %50 etil alkol, %8 gliserin ve dİstile su kullanılmıştır.

Buna göre kaç mL etil alkol kullanılmıştır?

A) 200 B) 100
C) 50 D) 25
E) 8

14. Aşağıda verilen ölçüm aletlerinden hangisi hacim ölçmek için kullanılmaz?

A) Büret
B) Balon Joje
C) Mezür
D) Yük Hücresi
E) Pipet

15. Aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır ?

A) Ham madde, ürün reçetesine uygun hazırlanmalıdır.
B) Ölçümler hassas ve doğru yapılmalıdır.
C) Reaktöre taşınan katı madde toz hâlindeyse bantlı konveyör kullanılmalıdır.
D) Yardımcı kimyasallar ayrıca hazırlanıp sisteme yüklenmelidir.
E) Reaktördeki ürünlerin sıcaklığını kontrol altında tutmak için serpantinli ısı değiştiriciler kullanılır.

16. Aşağıdakilerden hangisi yük hücresi çeşidi değildir?

A) Hidrolik
B) Gerinim Ölçer
C) Pnömatik
D) Kapasitif
E) Peristaltik

17. Aşağıdakilerden hangisi reaktanların reaktöre girmesini ve ürünlerin çıkmasını sağlarken aynı zamanda ayar yapabilen kısımlardır?

A) Kapaklar
B) Kilit sistemi
C) Karıştırıcılar
D) Pompalar
E) Vanalar



7. ÖĞRENME BİRİMİ

REAKTÖR KULLANMA

BÖLÜMLER

1. REAKTÖRÜ ÜRETİME HAZIRLAMA
2. REAKTÖRÜ DEVREYE ALMA
3. ÜRÜNÜ REAKTÖRDEN BOŞALTMA VE REAKTÖRÜN TEMİZLENMESİ

Hazırlık Soruları

1. Yemek hazırlarken kullandığınız pişirme araç gereçlerini hangi özelliklere göre seçtiğinizi açıklayınız.
2. Üretimi tamamlayan reaktörün temizliği nasıl yapılır? Tartışınız.

Görsel 7.1: Reaktör sistemi ve analiz

1. BÖLÜM

REAKTÖRÜ ÜRETİME HAZIRLAMA



Görsel 7.2: Kimyasal reaktör tankı

1.1. REAKTÖR VE ÜRETİMDEKİ YERİ

Endüstriyel bir proseste üretim birçok aşamadan geçer. Bir başka deyişle ham maddenin akışı, birleşmesi veya ayrışması bazen tek aşamada bazen tek bazen birden çok aşamada gerçekleşir. Kimyasal proseslerde her türlü reaksiyonun gerçekleştiği, atıkların sağlıklı bir şekilde arıtılabildiği sistemlere **reaktör** denir. Bu sistemler çoğunlukla kapalıdır. Reaktör içerisinde; polimerizasyon, damıtma, organik bileşik sentezi, biyogaz üretimi, atık su arıtımı, nükleer enerji elde edilmesi gibi kimyasal değişimler geniş bir yelpazede gerçekleştirilir.

Reaktörler, kimyasal reaksiyonlarda ana ürünün ve yan ürünlerin bozulmadan oluşmasını sağlayıp reaksiyon sonrasında oluşan atıkları doğru şekilde alabilmek için geliştirilmiştir. Reaktörlerin iş sağlığı ve güvenliği normlarına uygun olarak üretilmesi çok önemlidir.

Kimyasal olayların meydana geldiği proseslerde reaktörün seçimi büyük önem taşır. Reaktör şartları (basınç, sıcaklık, yalıtım vb.) elde edilecek ürünün bileşimini ve kalitesini etkiler. Sistem için tasarlanacak doğru reaktör, zamanın ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlar. Üretim ortamını dış etkilerden ayırarak ham maddenin ürüne dönüştürülmesi için gerekli şartları oluşturur.

1.2. REAKTÖR ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Kimyasal prosesteki reaktörler, üretimi yapılan materyalin özelliklerine göre çeşitlilik gösterir. Çalışma prensiplerine, tepkimeye giren maddenin fiziksel hâllerine, tepkimenin türüne göre farklılıklar gösteren reaktörler bulunmaktadır. Görsel 7.3'te reaktör tankı verilmiştir.



Görsel 7.3: Reaktör tankı

1.2.1. Çalışma Şekillerine Göre Reaktör Çeşitleri

Bu reaktörler kendi aralarında üçe ayrılır.

a) Sürekli Reaktörler

Proses değişkenleri (basınç, sıcaklık, debi) sabit tutularak, kesinti olmadan, ham madde girişinin ve ürün çıkışının aynı anda gerçekleşebildiği reaktörlerdir. Büyük işletmeler ve geniş ölçekli fabrika üretimlerinde tercih edilir.

Sürekli reaktörler de kendi içinde üçe ayrılır. Bunlar; **sürekli karıştırmalı tank reaktörler, piston akışlı reaktörler ve dolgu yataklı reaktörlerdir.**

Sürekli karıştırmalı tank reaktörlerde, kapaklı tank şeklindeki reaktör içinde korozyona dayanıklı bir karıştırıcı bulunur. Özellikle sabunlaşma reaksiyonlarının gerçekleştiği üretimlerde, polimer üretiminde fermante ürün elde etmek için tercih edilir. **Piston akışlı ve dolgu yataklı reaktörler,** aynı prensiple çalışır. Aralarındaki fark, dolgu yataklı reaktörlerde katalizör parçacıklarının bulunmasıdır.

b) Kesikli Reaktörler

Ham madde ve yardımcı kimyasallar reaktörün üzerinde bulunan bir kapaktan eklenir. Homojen reaksiyonun gerçekleşmesi için içinde bir karıştırıcı bulunur. Reaktörde ham madde girişinden sonra ürün oluşması beklenir. Ürün tamamen oluşmadan ham madde eklenemez. Daha çok küçük çaplı işletmelerde kullanılabilen reaktörlerdir.

c) Yarı Kesikli Reaktörler

Yarı kesikli reaktörler sürekli ve kesikli reaktörlerin özelliklerini taşır. İki şekilde çalıştırılabilir. Ham madde, kesikli verilip sürekli ürün alınır veya ham madde sürekli verilip ürün kesikli alınır. Tank şeklinde olup istenmeyen ürünün oluşmasını en aza indiren reaktörlerdir.

1.2.2. Tepkimeye Giren Maddelerin Fiziksel Özelliklerine Göre Reaktör Çeşitleri

Tepkimeye giren maddelerin fiziksel hâllerine göre yapılan bir reaktör sınıflandırmasıdır. Proses değişkenleri sabit olmak zorunda değildir.

a) Homojen Reaktörler

Tepkimeye giren ham madde ve yardımcı kimyasallar, reaktörde bulunma süresinde ve ürüne dönüştüğünde aynı fiziksel hâlde bulunur. Örneğin reaktöre giren ve çıkan tüm maddeler, ürünler ve yan ürünler sıvı hâlde olmalıdır.

b) Heterojen Reaktörler

Maddeler tepkimeye girdiğinde, oluşan reaksiyon sırasında, farklı yapıya sahip ürünler oluşabilir. Bu maddeler ürüne dönüştüğünde heterojen bir yapı meydana gelebilir. Örneğin yanma reaksiyonu sırasında katı hâlde bulunan kül, CO_2 gazı ve su buharı açığa çıkabilir.

1.2.3. Tepkime Hızına Göre Reaktör Çeşitleri

Tepkimenin oluşum türüne göre sınıflandırılan reaktörlerdir.

a) Katalitik Reaktörler

Kimyasal bir proses, reaksiyonun hızlı yürümesini gerektiriyorsa katalizör kullanılır. Böylece kısa sürede daha çok ürün elde edilir. Katalizörden özellikle gübre ve yakıt elde etmek için faydalanılır. Proses değişkenlerinin kontrol altında tutulması gerekir.

b) Katalitik Olmayan Reaktörler

Katalizör, reaksiyonun yavaş ilerlediği proseslerde kullanılır. Örneğin demir oksitten indirgenmiş demir elde etmek için katalitik olmayan reaktörlerden faydalanılır.

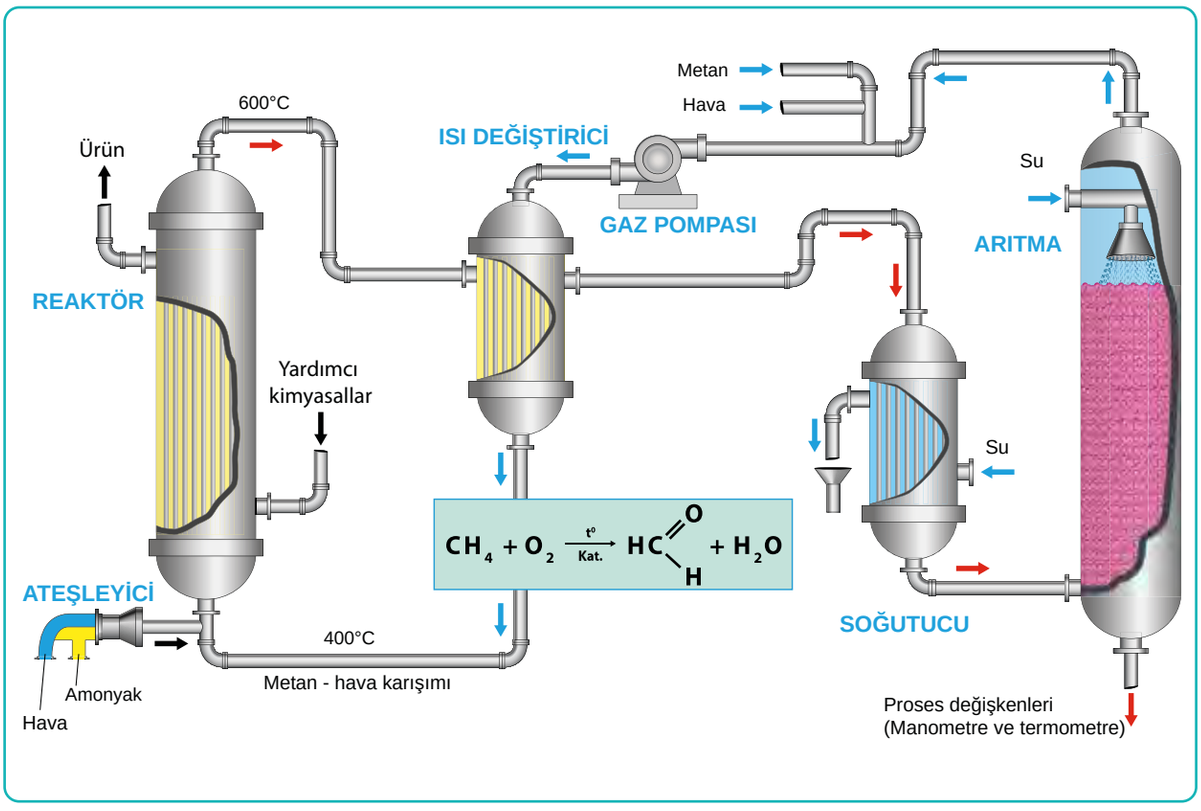
Etkinlik-1

Çalıştığınız, laboratuvar veya işletmelerdeki reaktörleri sınıflandırınız. Kimyasal maddelerin özelliklerine göre seçilen reaktör tanklarının isimlerini ve özelliklerini belirten bir liste hazırlayıp arakadaşlarınızla paylaşınız.

1.3. REAKTÖRÜN ÇEVRE DONANIMI KONTROLÜ

Sistemin ihtiyacına göre basit veya ayrıntılı reaktörlerden biri tercih edilir. Basit reaktörler için bir karıştırıcı ve bir ısıtıcı yeterlidir. Proseste ihtiyaç arttıkça sisteme; ceketli, serpantinli ısıtma ve soğutma sistemleri, pompalar, ölçüm elemanları, numune alma noktası vb. donanımlar eklenebilir.

Reaktör, çalışmaya başlamadan önce yatağına yerleştirilir, kapağı kapatılarak kilitlenir. Ölçüm elemanları, peristaltik pompa, besleme pompası ve karıştırıcı mili kapak üzerinde bulunan giriş kısmının yardımıyla reaktöre yerleştirilir. Cihaz bağlantılarında gevşeklik olup olmadığı kontrol edilir. Ölçüm elemanları, sıcaklık ve basınç gibi sistem parametrelerini belirleyip kontrol altında tutar. Ham maddelerin beslemesi besleme pompaları ile yapılır. Peristaltik pompalar, sisteme kontrollü bir şekilde malzeme eklemek için kullanılır. Üretime geçilmeden önce, pompaların gerekli debi ayarı yapılmalıdır. Karıştırıcı seçiminde ham maddenin türü ve kıvamı önemlidir. Karıştırıcı, gereken hıza ayarlanır. Reaktöre bağlanan bu donanımların kontrolü sisteme bağlı kontrol panellerinden yapılabilir. Çalışma sistemi Görsel 7.4'te ayrıntılı olarak verilmiştir.



Görsel 7.4: Formaldehit prosesinde bulunan reaktör ve çevre donanımı

Etkinlik-2

Çalıştığınız labaratuvarlar veya işletmelerdeki reaktörleri sınıflandırınız. Reaktörlerde kullanılan kimyasal madde seçimlerini yazınız. Hangi reaktörlerin daha çok tercih edildiğini gösteren bir liste oluşturunuz.

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Reaktörü üretime hazırlamak.

Malzemeler

- Reaktör seti
- Isı değiştiriciler
- Proses değişkenleri (Manometre ve termometre)

Çalışmanın Yapılışı

1. Ham madde, yardımcı kimyasalları reçeteye uygun olarak çözeltileri hazırlanır.
2. Reaktörün tüm bağlantıları ve bağlantı elemanları kontrol edilir.
3. Isı değiştiriciler kontrol edilir.
4. Reaktörün iç temizliği, karıştırıcıların korozyona uğrayıp uğramadığı kontrol edilir.
5. Reaktör tankının hacmi kontrol edilir.
6. Hazırlanan çözelti hacminin, tankın alabilirliğine uygun olup olmadığı kontrol edilir.
7. Proses değişkenleri (manometre ve termometre) bağlantıları ve çalışma durumu kontrol edilir.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

NOT: *Bu çalışmada laboratuvarınızda bulunan kimyasallara uygun bir reçete belirleyiniz.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Reaktörün tüm bağlantılarını kontrol eder.				
3	Bağlantı elemanlarını kontrol eder.				
4	Reaktör tankının hacmini kontrol eder.				
5	Reaktörün içinin ve bağlantı elemanlarının korozyon kontrolünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Kesikli reaktörde sıvı sabun üretimi yapmak.

Malzemeler

Reaktör donanımı;

- Reaktör seti
- Isı değiştiriciler
- Proses değişkenleri
- Vanalar
- Ham madde girişi
- Ürün çıkışı
- Tartı

Sıvı Sabun Malzemeleri;

- 400 g KOH (%90)
- 693 g destile su
- 700 g zeytin yağı
- 1400 g ayçiçeği yağı

Su miktarı;

- 1. gün eklenen: 1432 g
- 2. gün eklenen: 633 g
- 3. gün eklenen: 1267 g

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaktörün tüm iç ve dış donanımı kontrol edilir.
2. Isı değiştiriciler kontrol edilir.
3. Tüm yağların tartımı alınır.
4. Yağ reaktöre doldurulur ve ısı değiştiriciler vasıtasıyla yağ ısıtılır.
5. KOH çözeltisi hazırlanır ve reaktöre yavaş yavaş gönderilir, sabun meydana getirilir.
6. Proses değişkenleri (manometre ve termometre) bağlantıları ve çalışma durumu kontrol edilir.
7. Reaktördeki ısı miktarı artırılır ve sabun pattiküllerinin çökmesi gözlemlenir.
8. Reaksiyon tamamlanınca (çökme bittiğinde) ısı değiştirici kapatılır.
9. Reaktördeki çıkış noktasından ürün başka bir kaba boşaltılır.
10. Üç gün boyunca her gün su eklenir ve yavaş yavaş karıştırılır.
11. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
12. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Reaktörün tüm bağlantılarını kontrol eder.				
3	Yağı hazırlar.				
4	KOH çözeltisi hazırlar.				
5	Reaktörde sıvı sabun üretimi yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

REAKTÖRÜ DEVREYE ALMA



Görsel 7.5: Kimyasal reaktör ve devre elemanları

2.1. REAKTÖRÜN DEVREYE ALINMASI

Gerekli kütle ve hacim ölçümleri yapıldıktan sonra yeterli miktarda ham madde, besleme tankına yerleştirilir. Donanım bağlantıları yapılır. Sistem için uygun sıcaklık ve süre ayarlanır (Gereken sıcaklığa ulaşabilmek için ön ısıtma işlemine ihtiyaç duyulabilir.). Cihazın fişi takılarak sistem açılır. Proses kontrolü için önemli bir parametre olan akış ayarı, vanalar ve pompalar yardımı ile yapıldıktan sonra besleme pompası çalıştırılır. Sıcaklık düşürülmek istenirse soğutma sistemi devreye sokulur. Elde edilen ürün, toplama haznesine alınır. İşlem bittiğinde önce ısıtıcı daha sonra cihaz kapatılarak fişi çekilir.

2.2. REAKTÖRDEN NUMUNE ALMA

Bir malzemeden malzeme bileşiminin tamamını temsil edecek şekilde çok az miktarda ürün alma işlemine **numune alma** denir. Reaksiyonun hangi oranda gerçekleştiği, ürünün bitmiş ürün mü yoksa artık ürün mü olduğu alınan numuneden anlaşılır. Numune sayesinde ürünün kalitesi ve standartlara uygunluğu belirlenir (Görsel 7.6).



Görsel 7.6: Reaktör tankından numune alma

Numune alımı **anlık** veya **kompozit** olarak gerçekleştirilir. Belirli bir zamanda, belirli bir noktadan numune alım işlemine **anlık numune alımı** denir. Belirli aralıklarla aynı veya farklı noktalardan aynı anda numune alınmasına **kompozit numune alımı** denir. Numunenin homojen olması için karıştırma ve öğütme gibi işlemler gerekebilir. Karıştırmanın mümkün olmadığı durumlarda farklı seviyelerden numune alınır. Analizi yapılacak malzemenin türüne ve ihtiyacına göre numune alım periyodu değişiklik gösterir. Numune alımında belirlenecek yöntemi **basınç, sıcaklık, akış gibi proses şartları, malzemenin fiziksel ve kimyasal özellikleri** etkiler. Numune alımında yapılacak hata analizin tüm basamaklarını etkiler.

Analiz için yeterli miktarda numune; malzemenin bileşimi bozulmayacak şekilde, kirlenmeye uğramadan, numune ile reaksiyona girmeyecek ve korozyona uğramayacak kaplarla laboratuvara ulaştırılmalıdır. Numune kabına numune alım saati ve tarihi, numuneyi alan personelin ismi etiketlenmelidir. Numune alınırken malzeme güvenlik bilgi formları incelenmeli, gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır. Numune alımında kullanılan gereçler ve numunenin konulduğu kaplar temiz olmalıdır. Malzeme, ortamdaki gazlardan etkileniyorsa bozulmaması için izole edilmelidir. Alınan numune mümkün olan en kısa sürede laboratuvara ulaştırılmalıdır.

2.3. ANALİZ SONUÇLARINI DEĞERLENDİRME

Analizi yapılan bir numunenin kullanıma uygun olup olmadığını gösteren değerler bütününe **analiz sonuçları** denir. Analiz sonuçlarında mutlaka bulunması gereken özellikler şunlardır:

- Doğru etiketlenmiş numune tanımı
- Numunenin alındığı noktaların tanımı
- Analizin ayrıntılı zamanı (gün-ay-yıl, saat-dakika)
- Analiz tolerans aralığı
- Analizden sonra elde edilen sonuçlar
- Analizin yapıldığı laboratuvarın ve analizi yapan kişinin adı
- Laboratuvar şartları

Belirtilen şartlar ile numuneden elde edilen veriler karşılaştırılır. Numunenin istenilen tolerans aralığında olması gerekir. İstenilen sonuçtan negatif veya pozitif sapma gerçekleşmişse bu sorunun kaynağı araştırılmalıdır. Sapmaların giderilmesi için gerekirse yeniden analiz veya şahit numune analizine başvurulur (Görsel 7.7).



Görsel 7.7: Analiz malzemeleri

Etkinlik

Size yakın bir akarsuyun veya bir kanalın belirlediğiniz noktalarından numuneler alınız. Aldığınız bu numuneleri etiketleyiniz.

Numune	Numune alım zamanı	Görünüş	Koku	pH	İletkenlik
1. Örnek					
2. Örnek					
3. Örnek					

3 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Reaktörü çalıştırmak ve üretimi istenilen şartlara uygun devam ettirmek.

Malzemeler

- Reaktör deney seti (Deney setinin bulunmaması hâlinde reaktör sistemi kurulur.)
- Ham madde besleme pompası veya vanası
- Isı değiştirici
- Proses değişkenleri (termometre, Bourdon manometre)

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaktör sistemindeki tüm bağlantılar ve bağlantı elemanlarının kontrolleri yapılır.
2. Ham madde besleme pompasından maddeler sisteme gönderilir.
3. Bu işlemde sıcaklık ve basınç kontrolleri belirli zaman aralıklarında gerçekleştirilir.
4. Sürekli reaktör tankında olduğu gibi ölçümler dikkatle alınır.
5. Yapılan her ölçüm sonrasında üretimin istenilen şartlarda devam edip etmediğini kontrol etmek için reçeteye uygun sürede numune alınır.
6. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
7. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

NOT: *Bu çalışma laboratuvarınızda bulunan malzemelere göre reçete seçilir ve uygun ham madde ve yardımcı kimyasallar belirlenir.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Reaktör sisteminin bağlantı kontrolünü yapar.				
3	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
4	Sistemde düzenli olarak değişken kontrolü yapar.				
5	Belirli aralıklarla analiz için numune alır.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

4 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Numune sonuçlarına göre üretime yön vermek.

Malzemeler

- Reaktör deney seti
- Isı değiştirici
- Ham madde
- Yardımcı kimyasallar
- Proses değişkenleri (manometre ve termometre)
- Numune almak için gerekli araç ve gereçler

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaktör sistemi bağlantı elemanlarının kontrolleri yapılır.
2. Reaktör sistemindeki ısı değiştiricilerinin çalışması kontrol edilir.
3. Ham madde ve yardımcı kimyasallar reaktör pompası aracılığıyla tanka gönderilir.
4. Belirli aralıklarla numune alınır.
5. Alınan numunelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden faydalanarak işlem devam ettirilir.
6. İstenmeyen durumlar oluşmuşsa reaktör gözlem noktaları ve proses değişkenleri kontrol edilir.
7. İşlemler bittikten sonra reaktör temizliği yapılır.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

NOT: *Bu çalışma laboratuvarınızda bulunan malzemelere göre reçete seçilir ve uygun ham madde ve yardımcı kimyasallar belirlenir.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Reaktör bağlantılarını kontrol eder.				
3	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
4	Reaktör giriş pompalarının ve vanaların kontrolünü yapar.				
5	Numune alır.				
6	Analiz sonucuna göre üretimi yönlendirir.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

5. Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Meyve suyu numune sonuçlarına göre üretime yön vermek.

Malzemeler

- Reaktör deney seti
- Isı değiştirici
- Proses değişkenleri (manomatre ve termometre)
- Ham madde (meyve suyu)
- pH metre
- Numune almak için gerekli araç ve gereçler

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaktör sistemi bağlantı elemanlarının kontrolleri yapılır.
2. Reaktör sistemindeki ısı değiştiricilerinin çalışması kontrol edilir.
3. Meyvenin suyu çıkarılır ve pH metre ile pH'ı ölçülür.
4. Meyveler meyve tanka gönderilir ve ısı değiştiriciler vasıtasıyla meyve suyu yapılır (Sıcaklık değeri 65°C civarında olmalıdır çünkü yüksek ısı meyve suyunu bozar.).
5. Belirli aşamalarda numune alınır.
6. Alınan meyve suyu numunelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden (koku, renk, yoğunluk, ...pH vb.) faydalanılır.
7. Reaktör gözlem noktalarından ve proses değişkenlerinden meyve suyu kontrol edilir.
8. İşlemler bittikten sonra reaktör temizliği yapılır.
9. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
10. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Reaktörün tüm bağlantılarını kontrol eder.				
3	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
4	Ham meyvenin suyunun pH'ını ölçer.				
5	Reaktör girişinden meyveleri gönderir.				
6	Numune alır.				
7	Numunenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini kontrol eder.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
9	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3. BÖLÜM

ÜRÜNÜ REAKTÖRDEN BOŞALTMA VE REAKTÖRÜN TEMİZLENMESİ



Görsel 7.8: Reaktöre otomatik ham madde yüklenmesi

Ham maddelerin reaktörde ürüne dönüşmesi bazı tesislerde kısa bir sürede gerçekleşirken bazı tesislerde bu dönüşüm günler, haftalar sürebilir. Ürünler, dengeye geldikten sonra reaktörden tahliye edilir.

3.1. ÜRÜN BOŞALTMA VE DONANIMI

Ürün miktarı, ürünün fiziksel hâli, akış hızı gibi özeliklerine göre ürünü tahliye etme şekli belirlenir. Ürünler, doğrudan reaktör kabından ya da reaktöre bağlı başka noktalardan toplanır. Boşaltma işlemi genellikle reaktörün belirli seviyelerine monte edilmiş vana, pompa ve boru hatları ile gerçekleşir. Buhar ve gazlar üst seviyelerden, sıvılar alt seviyelerden tahliye edilir. Örneğin **petrokimya tesislerinde**, ham petrol distilasyonu ile benzinden LPG'ye birçok farklı ürün elde edilir. Tahliye sistemleri, sıvı ürünler altta gaz ürünler üstte olacak şekilde düzenlenir. Bazı durumlarda boşaltma işlemi için kabı eğmek gerekir.

Bazı proseslerde ürün oluşurken yüksek basınç meydana gelir. Proseslerde patlamalardan korunmak ve kimyasalların çevreye salınmasını önleyebilmek için emniyet basınç tahliye sistemi bulunur.

Etkinlik

Basit bir kimyasal veya fiziksel reaksiyon oluşturunuz. Örneğin sütün mayalanması süresince gözlemlerinizi bir liste hâline getiriniz (Bu reaksiyonları daha net gözlemleyebilmek için mutlaka cam bir kap veya gözlem camı bulundurunuz.). Listenizi sınıfta paylaşınız.

3.2. REAKTÖR TEMİZLİĞİ

Reaktör temizliğinin iyi yapılmaması ürünün kirlenmesine ya da bozulmasına neden olur. Hatta istenmeyen reaksiyonlar sonucu yanmalar ve patlamalar oluşabilir. Vaktinde yapılmayan temizlik, ürün kirlenme sorununun yanı sıra ısı iletimlerini de zayıflatarak verimi düşürür. Düzenli bakım ve temizlik, kullanılan materyalin ömrünü artırır. Temizleme yöntemini belirlemede süre ve maliyet önemli faktörlerdir.

3.3. REAKTÖR TEMİZLİĞİ EKİPMAN VE YÖNTEMLERİ

Reaktördeki kirliliğin türü ve miktarına göre çeşitli temizleme yöntemleri uygulanır. Basit kirlenmelerde yıkama, havalandırma, kurutma işlemleri yeterli olurken zorlu kirlerde daha zahmetli yollara başvurulur. Kimyasal temizleyiciler kullanılarak temizleme işleminin hızı ve etkinliği artırılır. Kirleticiler ortamdan termal yöntemlerle uçuculukları artırılarak, parçalanarak uzaklaştırılır. Bunun yanı sıra birçok işletmede basınçlı temizleyiciler kullanılır. Kompresörle basınçlandırılmış hava; kum, su vb. maddelerle birlikte püskürtülerek kirler uzaklaştırılır (Görsel 7.9).



Görsel 7.9: Reaktör gözlem noktası

6 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Reaktörden ürün tahliye etmek.

Malzemeler

- Reaktör deney seti
- Isı değiştirici
- Proses değişkenleri (termometre, manometre)
- Tahliye pompası (veya sistemde vana bulunabilir)
- Ham madde ve yardımcı kimyasallar

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaktör bağlantı elemanları kontrol edilir.
2. Isı değiştirici kontrolleri yapılır.
3. Ham madde ve yardımcı kimyasallar reaktöre gönderilir.
4. Proses süresi boyunca reaktör gözlem noktalarından kontroller yapılır.
5. Proses değişkenleri sürekli kontrol edilir.
6. Reaksiyon sonucunda ana ürün (varsa yan ürün) ve atıklar tahliye noktalarından boşaltılır.
7. Reaktör bu işlemlerden sonra temizlenir.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Reaktörün bağlantı kontrollerini yapar.				
3	Sistemin korozyon kontrolünü yapar.				
4	Isı değiştiricisini çalıştırır.				
5	Proses değişkenlerinin kontrollerini yapar.				
6	Tahliye pompalarını çalıştırır.				
7	Reaktörden ürünü alır.				
8	Reaktör atıklarını uygun şekilde alır.				
9	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
10	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

7. Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Reaktör temizliğini yapmak.

Malzemeler

- Reaktör deney seti
- Kimyasalları temizlemek için uygun çözelti (%1'lik Sud kostik çözeltisi)

NOT: *Asidik ürünlerin kullanıldığı reaktörlerin temizliği için sud kostik tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılacak temizlik ürünü önceden reaktörde kullanılan ürünün özelliğine göre belirlenmelidir.*

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaktörden ürün ve yan ürün tahliyesi yapılır.
2. Isı değiştirici durdurulur ve bağlantıları sökülür ve temizliği yapılır.
3. Proses değişkenlerinin bağlantıları sökülür ve temizliği yapılır.
4. Reaktörün ham madde girişinden, önce su gönderilir ve ilk yıkama yapılır.
5. 2. aşamada kostik çözeltisi ile temizlenir.
6. Reaktör tankı saf sudan geçirilir.
7. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

NOT: *Atık su ve temizlikte kullanılan çözeltiler uygun koşullarda depolanır lavabo ve diğer şebeke giderlerine dökülmez).*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Reaktörü durdurur ve bağlantılarını söker.				
3	Reaktörü kimyasal çözelti ile temizler.				
4	Reaktörde oluşan atıkları uygun şekilde alır.				
5	Reaktör atık noktalarının temizliğini yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1.(….) Reaktör içerisinde atık su arıtımı, polimer ve biyogaz üretimi gibi çok çeşitli reaksiyonlar gerçekleşebilir.

2.(….) Besleme pompaları aracılığıyla reaktöre ham madde gönderilir.

3.(….) Reaktörden alınan numuneler ana ürünü temsil etmez.

4.(….) Kirlilikler reaktörden uzaklaştırılır.

5.(….) Tüm ürünler reaktörden aynı şekilde boşaltılır.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

Debi	Karıştırıcı	Katalizör
Numune	Reaktör	Sürekli

6. Proseste içinde her türlü kimyasal reaksiyonun gerçekleştiği kaplara ……. denir.

7. Reaktörler ……., kesikli ve yarı kesikli olarak üçe ayrılır.

8. Katalitik reaktörlerde reaksiyonun hızlı yürümesi için ortama ……. eklenir.

9. Malzemelerin eşit dağılması ve reaksiyonun homojen gerçekleşmesi için reaktöre ……. eklenir.

10. Reaktör içerisinden küçük miktarda, ana malzemeyi temsil edecek örnek alınmasına ……. alma denir.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. Reaktörlerle ilgili

I. Ham maddelerin ürüne dönüştürüldüğü ekipmanlardır.

II. Küçük ölçekli proseslerde kesikli tipleri tercih edilir.

III. Sürekli reaktör tiplerinde ham madde girişi ve ürün çıkışı aynı anda gerçekleşebilir.

bilgilerinden hangileri doğrudur?

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

12. Reaktör çevre donanımları ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Reaktör devreye alınacağında kapağı kapatılarak kilitlenir.

B) Isıtma ve soğutma işlemleri için ceketler ve serpantinler bulunur.

C) Reaksiyon ortamı istenilenden fazla ısındığında soğutmak mümkün değildir.

D) Sisteme bağlı ölçüm elemanları bulunur.

E) Peristaltik pompalar ile malzeme ilavesi yapılabilir.

13. Numune alımı ile ilgili

I. Anlık olarak tek noktadan veya aynı anda bir çok noktadan gerçekleştirilebilir.

II. Alınan numunenin heterojen olması tercih edilir.

III. Numune alım tarih ve saati numune kabına etiketlenmelidir.

bilgilerinden hangileri doğrudur?

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

14. Reaktör temizliği ile ilgili

I. Reaktördeki kirlenmeler ürün bozulmasına ve istenmeyen reaksiyonlara neden olabilir.

II. Kimyasallar, termal yöntemler ve basınçlı temizleyicilerle reaktörler temizlenir.

III. Bazı proseslerde reaktör temizliğine ihtiyaç yoktur.

bilgilerinden hangileri doğrudur?

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

15. Reaktörün devreye alınması ve boşaltılması ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Ham maddeler hacimsel ve kütlesel ölçümlerden sonra besleme tankına yüklenir.

B) Besleme vana ve pompaları ile ham maddeler reaktöre ulaştırılır.

C) İşlem sonlandığında ısıtıcı kapatılmadan önce cihazın fişi çekilir.

D) Ürünün özelliklerine bağlı olarak bir tahliye etme yöntemi seçilir.

E) Buhar ve gaz gibi hafif ürünler genellikle reaktörün üst kısmından boşaltılır.

16. Analiz sonuçları değerlendirilirken

I. Analiz tolerans aralığı göz önünde bulundurulmaz.

II. İstenilen değerlerden sapma varsa kaynağı araştırılır.

III. Gerekirse yeniden analize başvurulur.

işlemlerinden hangileri yapılır?

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



8. ÖĞRENME BİRİMİ

PROSESTE NUMUNE

BÖLÜMLER

1. KATILARDAN NUMUNE ALMA
2. SIVILARDAN NUMUNE ALMA
3. GAZLARDAN NUMUNE ALMA

Hazırlık Soruları

1. Bir çuval tahıla kalite analizi yapılmak isteniyor. Tahıldan numune almak için ne yapılması gerektiğini tartışınız.
2. CO_2 oranlarını karşılaştırmak istediğimiz iki şehirden biri endüstride diğeri tarım alanında gelişmiştir. Bu şehirlerin atmosferlerindeki CO_2 gazı oranı nasıl incelenebilir? Açıklayınız.

Görsel 8.1: Marmelat üretimi ve numune analizi

1. BÖLÜM

KATILARDAN NUMUNE ALMA



Görsel 8.2: Katı numuneyi filtreden geçirme

Maddenin fiziksel hâli ne olursa olsun proseste numune alım yöntemleri birbirine benzer. Numune almanın temel amacı üretimin istenilen doğrultuda gidip gitmediğini kontrol etmektir.

1.1. NUMUNE NEDİR?

Bir malzemeden malzeme bileşiminin tamamını temsil edecek şekilde çok az miktarda örnek alma işlemine **numune alma** denir. Üretim, işleme ve dağıtım aşamalarında ihtiyaç duyuldukça ürünlerden numune alınır. Prosesi geliştirme, kalite kontrol, hataları giderme vb. nedenlerden dolayı numune alma, üretim sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. Numunenin doğru yöntem ve ekipmanlarla alınması analiz sonuçlarının doğruluğunu etkiler.

1.2. KATILARDAN NUMUNE ALMA

Katı numune, yığından doğrudan alınabilir. Yığının sürekli aynı bölgesinden numune almak yanıltıcı olur. Farklı bölgelerden numuneler alınmalı birbiri ile karıştırıldıktan sonra analiz yapılmalıdır. Örneğin Görsel 8.3'teki gibi bir çuvaldan, belirtilen noktalardan alınan numuneler karıştırılır. Bazı durumlarda katıyı yığından ayırabilmek için **filtrelemek, bir sıvıda çözmek, ekstrakte etmek, santrifüjlemek** gerekir.



Görsel 8.3: Katı numune alım noktaları

Alınan numunelerin doğru sonucu vermesi için numune mümkün olduğunca homojen bir yapıya getirilmelidir. Katı numuneler genellikle heterojendir. Heterojen bir kütleden alınan numune ana malzemeyi temsil edemez. Bunun için **karıştırma, öğütme, doğrama** gibi işlemler gerekir.

1.3. KATILARDAN NUMUNE ALMA YÖNTEM VE EKİPMANLARI

Maden, tohum, çimento gibi yığın, toz ya da dökme malzeme formları katı numunelerdir. Katı malzemelerden numune alınırken **spatül, kürek, kepçe, sonda** gibi malzemeler kullanılır. Ayrıca bunlara yardımcı olarak **vakum pompaları, daldırarak numune almak gerekiyorsa makarakar, indirme-yükseltme aletleri** kullanılır.

1.4. KATI NUMUNENİN MUHAFAZA VE TAŞIMA ŞARTLARI

Katılardan numune alınırken, alınan numuneyi muhafaza ederken şu hususlara dikkat etmek gerekir:

- Numune alınan ortam, numune alım ekipmanları ve numunenin konulacağı kaplar temiz olmalıdır.
- Numune kabı numune ile tepkime vermemeli, korozyona uğramamalı, kolay temizlenebilir nitelikte olmalıdır.
- Alınacak numune miktarına uygun kapasiteli numune kapları bulundurulmalıdır.
- Numune kapları cam, alüminyum, paslanmaz çelik ya da yüksek kalitede polietilen, polipropilen gibi plastiklerden imal edilmelidir.
- Numunenin alım tarihi, saati, numuneyi alan personelin ismi ve numune alma tutanağı dosyada hazır bulundurulmalıdır.
- Alınan numunenin bozulmaması için gerekli termal şartlar sağlanmalı, ışıktan etkilenen numuneler için ışık geçirmez kaplar kullanılmalıdır.

Bu kurallar sadece katı numuneler için değil sıvı ve gaz numuneler için de geçerlidir.

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Toz hâlindeki katıdan numune almak.

Malzemeler

- Çimento çuvalı, kum çuvalı
- Numune kabı
- Spatül
- Kürek
- Etiket veya barkod

Çalışmanın Yapılışı

1. Çimento ve kum bir tankta karıştırılarak mümkün olduğunca mümkün olduğunca homojen dağılım sağlanır.
2. Kürek yardımıyla tanktan örnekler (ön numune) alınır.
3. Alınan örnekler kuru ve düz bir zemin üzerinde eşit parçalara bölünür.
4. Eşit parçalara ayrılmış numunede tekrar üstten dik açıyla spatül yardımıyla numune alınır (Görsel 8.4).
5. Spatül yardımıyla alınan numuneler numune kabına alınır.
6. Numuneler etiketlenir.
7. Etiketlenen numuneler analize gönderilir.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.



Görsel 8.4: Katı numune spatülü

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Homojen karışımı hazırlar.				
3	Kürekle numune alır.				
4	Alınan numuneden spatül ile daha küçük numuneler alır.				
5	Numuneleri etiketler.				
6	Numuneleri analize gönderir.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Bölgesel veri toplamak için toprak numunesi almak.

Malzemeler

- Toprak
- Numune kabı
- Numune donanımı
- Etiket veya barkod

Çalışmanın Yapılışı

1. Laboratuvarda iş güvenliği tedbirleri doğrultusunda önlük ve eldiven giyilir, koruyucu gözlük takılır.
2. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapıldıktan sonra uygulamaya geçilir.
3. Topraktan numune donanımı yardımıyla örnekler (ön numune) alınır.
4. Alınan örnekler kuru ve düz bir zemin üzerinde eşit parçalara bölünür.
5. Eşit parçalara ayrılmış numunede tekrar üstten dik açıyla numune alınır.



Görsel 8.5: Katı numune alımı ve etiketleme

6. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
7. Alınan numuneler karıştırılır, karıştırılmış numuneden yeni örnekler alınır.
8. Numuneler, numune kabına konulmadan etiketlenir (Görsel 8.5).
9. Etiketlenen numuneler analize gönderilir.
10. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Numune alma donanımını kullanır.				
3	Numune karışımını yapar.				
4	Numuneyi etiketler.				
5	Numuneyi analize gönderir.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

SIVILARDAN NUMUNE ALMA



Görsel 8.6: Sıvı numune alma

Birçok kimyasal, petrol ve petrokimya ürünü, gıda maddeleri sıvı numuneleri oluşturur. Sıvı ürünün uçuculuk, yanıcılık, hacim gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre farklı numune alma yöntemleri vardır.

2.1. SIVILARDAN NUMUNE ALMA YÖNTEM VE EKİPMANLARI

Numune almaya başlanmadan önce homojenliği sağlanması için **karıştırma, çalkalama, pompalarla sirküle etme** vb. yöntemler kullanılır. Sıvı numunelerin çekilmesi için alınacak numune miktarına ve numunenin viskositesine uygun ekipmanlar belirlenir. Daldırma şişesi (Görsel 8.7) ile numune alma işleminde; şişe istenilen seviyeye daldırılır, kapağı açılır, dolana kadar o şekilde tutulur ve kapağı kapatılarak çıkartılır.



Görsel 8.7: Daldırma şişesi

Daldırma şişelerinin dışında; **pipet, örnekleme kepçesi, pnömatik ya da elektrik tahrikli pompalar ve sifonlar** (Görsel 8.8)**, numune alma vanaları, derinliği ayarlayabilmek için teleskobik çubuklar, daldırma kafesleri, makaralar** kullanılır. Numune alınacak ortamda tam homojenlik sağlanamadığı durumlarda sırasıyla; **yüzeyden dibe doğru üst, orta ve alt seviyelerden alınan numuneler karıştırılır,** daha sonra karıştırılan bu numuneler analiz edilir. Bazı durumlarda bu seviyelerin analizleri ayrı ayrı yapılır ve istatistiki sonuçlar birleştirilir.

Gaz yağı, benzin gibi yanma ve parlama özelliğine sahip sıvıların numunesi alınırken numune alma ekipmanları topraklanmalıdır. Tehlikeli sıvılarla çalışılırken numune kesinlikle taşırılmamalı, florlu sıvılarda cam malzeme kullanılmamalıdır.



Görsel 8.8: Sıvı numune alma sifon ve pompası

2.2. SIVI NUMUNENİN MUHAFAZA VE TAŞIMA ŞARTLARI

Sıvı hâlindeki bir maddeden alınan numuneyi muhafaza etmek ve taşımak için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Sıvı numunelerde, buharlaşmayı önlemek için dar ağızlı ve kapaklı numune kapları tercih edilir.
- Köpürme olmaması için numuneler dikkatli bir şeklide numune kabına aktarılmalı, genleşme ihtimali göz önünde bulundurularak kap ağzına kadar doldurulmamalıdır.
- Numune; alındığı noktadan analiz yapılacak noktaya ulaştırılırken özelliklerini kaybetmemeli, çok uçucu sıvılarda gerekirse soğutma sistemleri kullanılmalıdır.

3 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Sıvılardan numune almak.

Malzemeler

- Sıvı numune alma ekipmanı
- Numune etiketi
- Su deposu

Çalışmanın Yapılışı

1. Su deposunun numune alım vanası bir süre açılır ve su akıtılır.
2. Numune alma kabına su belli zaman aralıklarında doldurulur.
3. Alınan numune etiketlenir ve analize gönderilir.
4. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
5. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Sıvı numune alma kabını kontrol eder.				
3	Numune kabını etiketler.				
4	Numuneyi analize gönderir.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

4 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Numune alma sifonu ve pompası ile sıvı numunesi almak.

Malzemeler

- Reaktör tankı
- Sıvı numune alma sifonu
- Sıvı numune alma pompası
- Numune kabı

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaktör tankının numune alma noktasına sıvı numune alma sifonu daldırılır.
2. Kapak üstüne pompa yerleştirilir.
3. Numune alma kabına reaktör tankından belli zaman aralıklarında numune alınır.
4. Alınan numune etiketlenir ve analize gönderilir.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Reaktöre sıvı numune alma sifonu ve pompası yerleştirir.				
3	Belirli aralıklarla numune alır.				
4	Numune kabını etiketler.				
5	Numuneyi analize gönderir.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3. BÖLÜM

GAZLARDAN NUMUNE ALMA



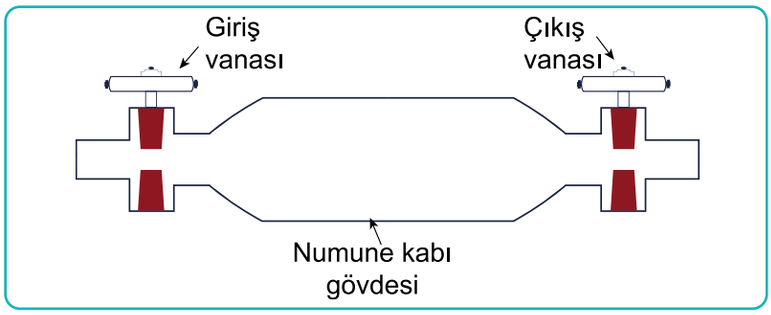
Görsel 8.9: Gaz hâlindeki numuneyi alma ekipmanları

Gaz formundaki endüstriyel ürünlerden numune alımı, sıvı ve katılara göre daha zor ve tehlikeli olabilir. Sıkıştırılmış yanıcı, patlayıcı gazlarla çalışılırken farklı tipte yöntemler seçilir.

3.1. GAZLARDAN NUMUNE ALMA YÖNTEM VE EKİPMANLARI

Gaz numune alma ekipmanları aynı zamanda numune kabı olarak kullanılır. Giriş ve çıkış vanalarına sahip numune silindirleri (Şekil 8.1), baypas numune alıcılar, sondalar yardımıyla numune almak mümkündür. Bir tanktan numune alınırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Numune alma ekipmanı tank vanasına bağlanır.
- Numune alma ekipmanının çıkış vanası kapatılır giriş vanası açılır.
- Tank vanası açılır.
- Numune alma ekipmanının haznesinin dolması beklenir.
- Numune alma ekipmanı giriş vanası kapatılır.
- Tank vanası kapatılır.
- Ekipman tanktan sökülerek etiketlenir.



Şekil 8.1: Gaz numune alma ekipmanı

3.2. GAZ NUMUNENİN MUHAFAZA VE TAŞIMA ŞARTLARI

Gaz hâlindeki bir maddeden alınan numune muhafaza edilirken ve taşınırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Gazların kontrolü kolay değildir. Bu nedenle gazlarla çalışılırken daha fazla özen gösterilmelidir.
- Numune kaplarının basınç ve sıcaklık dayanımları gibi ekipman şartları aşılmamalı, gazları yanma sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklara getirecek ekipmanlar kullanılmamalıdır.
- Numune kabı ve bağlantı elemanları gazı sızdırmamalıdır.
- Gazlarla çok hızlı tepkime verecek kimyasallar patlamalara neden değildir. Bu nedenle dikkatli olunmalıdır.
- Zehirli gazlar solunmamalıdır. Gazlarla çalışırken yangın çıkarsa gaz kesilmeden yangın söndürme çabasına girilmemelidir.
- Numune alımı ve saklanması sırasında sağlık ve güvenliğe ilişkin mevzuat ve yönergelere uyulmalı, güvenlik sembolleri ve malzeme güvenlik bilgi formları göz önünde bulundurulmalıdır.

3.3. NUMUNE ANALİZ SONUÇLARINA GÖRE ÜRETİME YÖN VERME İŞLEMİ

Güvenilir ve doğru bir sonuca ulaşabilmek için numune taşıma ve saklama koşullarına uygun olarak numune en kısa zamanda analizi yapılacak laboratuvara ulaştırılır. Analiz sonucu referans değerlerle karşılaştırılarak uygunluk tespit edilir. Yapılan ölçümler kayıt altına alınır. Gerekirse analiz iptal edilerek yeniden yapılır. Analiz kontrol edilirken şahit numuneye başvurulabilir. **Şahit numune** analiz numunesi ile aynı koşullarda ve aynı anda alınan ve aynı özellikleri taşıyan numunedir. Gerekli şartlar oluşmamışsa numune yeniden alınır.

5 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Gazlardan numune almak.

Malzemeler

- Gaz madde tankı
- Gaz numune kabı
- Vana anahtarı

Çalışmanın Yapılışı

1. Kapalı durumda bulunan gaz tankının vanasına numune giriş vanası bağlanır.
2. Numune giriş vanası açık, çıkış vanası ise kapalı olmalıdır.
3. İşleme başlamadan önce proses değişkenleri kontrol edilir.
4. Tankın vanası açılır ve kontrollü bir şekilde numune alınır.
5. Numune alındıktan sonra önce tankın vanası kapatılır.
6. Sonra numune kabının giriş vanası kapatılır.
7. Numune kabı tanktan sökülür.
8. Numune, numune kabına alınır, etiketlenir ve analize gönderilir.
9. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
10. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Gaz tankının sızdırmazlığını kontrol eder.				
3	Numune almadan önce proses değişkenlerini kontrol eder.				
4	Numune kabını sisteme bağlar.				
5	Numuneyi alır.				
6	Numuneyi etiketler.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

6 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Sütün analizi sonuçlarına göre üretime yön vermek.

Malzemeler

- Süt
- Pastörizasyon sistemi
- Sıvı numune alım şişesi

Çalışmanın Yapılışı

1. Ham sütten numune alınır ve ısıtma tanklarına gönderilir.
2. Ham süte kısa bir ısıtma işlemi uygulanır.
3. Bu aşamada numune alınır ve analiz edilir.
4. Pastörizasyon tankında süt 72°C'ye kadar ısıtılır.
5. Sonra 10°C'ye kadar soğutulur.
6. Numune alınır ve analiz sonucuna göre ikinci pastörizasyona gönderilir.
7. Alınan numunede bakteri kültürü yüksek çıkarsa ilk işlem tekrarlanır.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Ham sütü analize göndermek için numune alır.				
3	İlk pastörizasyondan sonra numune alır.				
4	Analiz sonucunu değerlendirir.				
5	İkinci pastörizasyondan sonra tekrar numune alır.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1.(….) Çimento, tohum gibi malzemeler katı numunelerdir.

2.(….) Gazlarla çalışılırken yangın çıkarsa önce yangın söndürülür, sonra gaz kesilir.

3.(….) Numune kapları korozyona uğramamalıdır.

4.(….) Genleşen sıvılar numune kabının ağzına kadar doldurulur.

5.(….) Numune ekipmanı tank vanasına bağlanarak numune alınabilir.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

Benzin	Güvenlik	Pompalar
Su	Temiz	Referans

6. …… gibi yanıcı sıvı numunelerle çalışılırken ekipmanlar topraklanmalıdır.

7. Elektrikli veya pnömatik …… ile sıvı numuneler alınabilir.

8. Risk ve …… ibarelerine uyularak çalışılmalıdır.

9. Numune kapları …… ve sızdırmaz olmalıdır.

10. Analiz sonuçları …… değerlerle karşılaştırılarak kontrol edilir.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. Aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Numunesi alınacak malzeme heterojen olmalıdır.
B) Katı numune alınırken spatül kullanılabilir.
C) Numune kapları numuneyi kirletmemelidir.
D) Numune kapları etiketlenmelidir.
E) Numuneler üretimde yapılan hataları gidermeyi sağlar.

12. Sıvı numuneler ile ilgili

I. Daldırma şişesi, sifon gibi ekipmanlar ile alınabilir.
II. Flor içerenleri cam kaplarda saklanır.
III. Genelde dar ağızlı kaplara konulur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

13. Gaz numuneler ile ilgili

I. Numune alma ekipmanları aynı zamanda numune kabıdır.
II. Numune kaplarının basınç dayanım aralıklarına dikkat edilmelidir.
III. Numune kabı sızıntı yapmamalıdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

14. Aşağıdaki ekipmanlardan hangisi sıvı numune alınırken kullanılmaz?

A) Daldırma şişesi
B) Pompa
C) Pens
D) Pipet
E) Vana

15. Numune analizi ile ilgili

I. Numuneler uygun termal şartlarda laboratuvara ulaştırılmalıdır.
II. Numune analizi doğru sonuç vermediğinde şahit numuneye başvurulabilir.
III. Analiz sonucu referans değer aralığında olmayabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

16. Bir numuneyi homojen hâle getirebilmek için aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılamaz?

A) Çalkalama
B) Karıştırma
C) Buharlaştırma
D) Öğütme
E) Doğrama

17. Numuneler ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Ürünün kalitesini kontrol etmeye, prosesi geliştirmeye yarar.
B) Kapasitelerine uygun kaplarda saklanır.
C) Her zaman aynı noktadan alınır.
D) Cam, plastik gibi kaplarda saklanır.
E) Ölçümleri kayıt altına alınır.



9. ÖĞRENME BİRİMİ

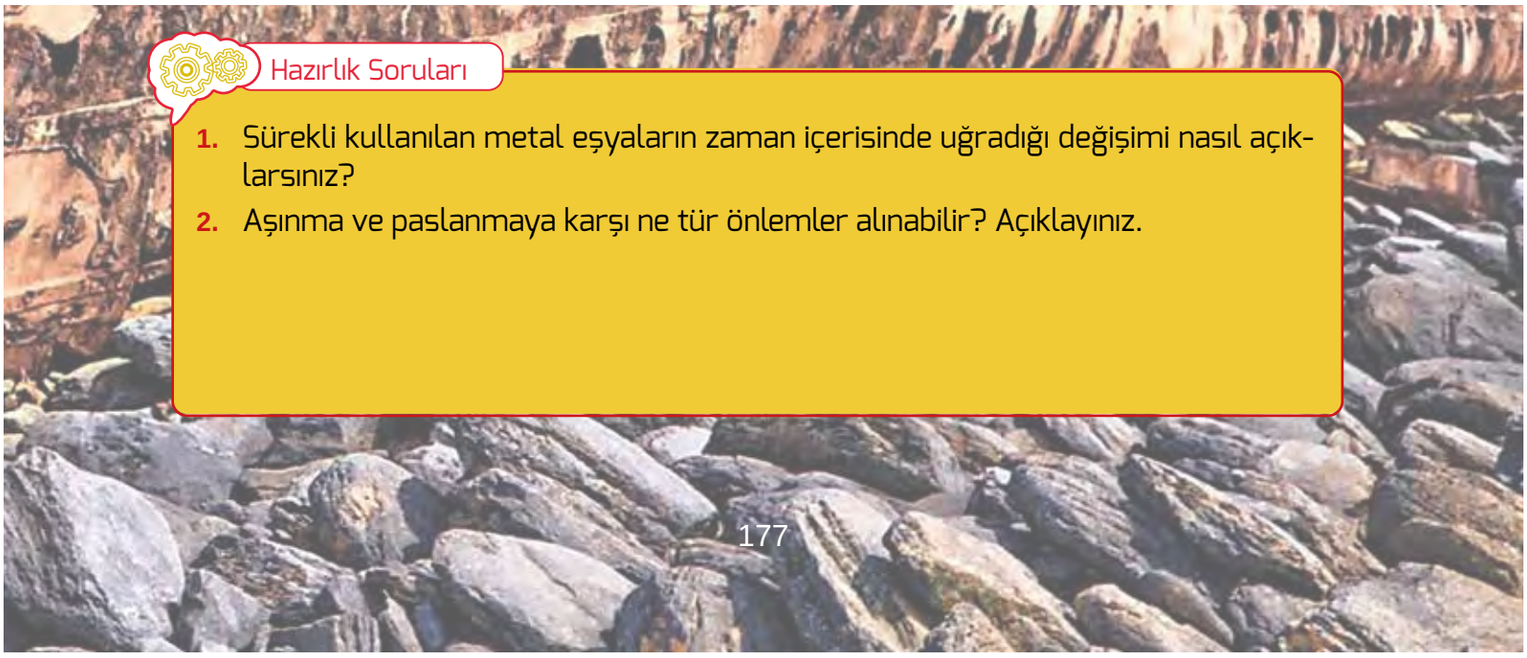


Görsel 9.1: Korozyona uğramış plaka temizliği

PROSES DONANIMINDA KOROZYON

BÖLÜMLER

1. PROSES DONANIMINA KOROZYON ETKİSİ
2. KOROZİF ETKİLİ MADDELER
3. PROSES DONANIMI VE AKSAMLARINA KOROZYON ETKİSİ



Hazırlık Soruları

1. Sürekli kullanılan metal eşyaların zaman içerisinde uğradığı değişimi nasıl açıklarsınız?
2. Aşınma ve paslanmaya karşı ne tür önlemler alınabilir? Açıklayınız.

1. BÖLÜM

PROSES DONANIMINA KOROZYON ETKİSİ



Görsel 9.2: Korozyon nedeniyle buhar sızıntısı

Gelişen teknoloji ile birlikte makineler ve robotlar üretim hayatımıza girmiştir. Bu makinelerden özellikle endüstri alanında hızı ve verimi artırmak amacıyla yararlanılmaktadır. Artık ihtiyaç hâline gelen makineler ve üretim aşamalarını oluşturan proses elemanları kısa zamanda daha fazla ürün elde edilmesini sağlamaktadır. Hayatımızı kolaylaştıran bu işletme ekipmanları sürekli kullanıldıklarında aşınıp yıpranır. Yıpranan malzemeler üretimi durma noktasına kadar getirebilir.

1.1. KOROZYON VE PROSES ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Korozyonu sadece metallerin paslanması olarak tanımlamak yetersiz bir açıklamadır. **Korozyon**, maddelerin veya cisimlerin zaman içinde çeşitli tepkimelere girerek aşınması olayıdır. Korozyon yüzeydeki atomların çoğunu bazen de hepsini etkiler. Çoğunlukla elektrokimyasal nedenlerden kaynaklanan korozyonlar oluşsa da fiziksel ve kimyasal korozyonlar da yaygın olarak görülmektedir. Korozyonun şekli bilinirse tespit edilmesi ve önlenmesi kolaylaşır. Korozyonun yapıcı olarak kullanıldığı durumlar da vardır: mat yüzeyler oluşturmak ve aşındırma yolu ile doğal süsleme yapmak vb.

Fiziksel korozyon, sıvı hâldeki bir metalin veya organik bir sıvının (alkol, yağ vb.) neden olduğu korozyondur. Örneğin sıvı cıva diğer metalleri çözerek korozyona neden olur.

Kimyasal korozyon (kuru korozyon), ortamda bulunan koroziflerin (O_2, H_2S, halojenürler vb.) tepkimeye girdikleri metalleri aşındırmalarıyla oluşan korozyon türüdür. Örneğin ısıtma işlemi yapılan kazanların alevle temas eden yüzeyi bu türden bir korozyondur.

Elektrokimyasal korozyon (ıslak korozyon), çözücü olarak kullanılan suyun bulunduğu ortamda elektrik akımıyla metalin oksitlenmesi olayı olarak tanımlanır. Burada elektrolit görevi gören su aracılığı ile iyon ve elektron akışı gerçekleşerek istenmeyen bir elektrokimyasal süreç oluşur. Elektrokimyasal tüm düzenekler bu tür korozyona örnek olarak verilebilir.

Korozyon oluşum, yayılım türleri şunlardır:

- Homojen dağılımlı (uniform) korozyon
- Çukurcuk korozyonu
- Aralık korozyonu
- Erozyonlar
- Gerilimli korozyonlar
- Galvanik korozyon
- Taneler arası korozyon
- Zemin korozyonu

Bunların yanı sıra **atmosferik korozyon** da vardır. Adından da anlaşılacağı gibi **atmosferik korozyon;** atmosferde bulunan gazların doğayı, canlıları ve betonarme yapıları, köprüleri, üst geçitleri aşındırması olayıdır. Endüstride kullanılan metal alaşımlı proses elemanları korozyondan dolayı elde edilen yan ürünü ve ana ürünü olumsuz yönde etkileyerek atık hâline getirebilir. Bu durum, hem doğrudan hem de dolaylı olarak fazladan bir maliyet doğurur. Arıza ve patlamalara neden olabilen korozyona zamanında müdahale edilmezse üretimi dahi durdurabilir.

Su ve gıda tanklarında oluşan korozyon insan sağlığını tehdit eder. Proses borularında meydana gelen korozyonlar sızıntılara ve madde kayıplarına neden olur.

1.2. PROSES DONANIMINDA KOROZYON TESPİT YÖNTEMLERİ

Korozyonun ilerlemesini gözlemek ve kontrol etmek için uygulanan yöntemlere **korozyon tespit yöntemleri** denir. Korozyon riski tespit yöntemleri, hızlı ve etkili çözümler üretmek amacıyla uzun süredir kullanılmaktadır. En temel amaç, metal veya metal alaşımı imalatını ve proseste kullanımını sağlıklı bir şekilde sürdürmektir. Bu metaller ve alaşımlar özellikle; gemi, kazan, petrokimya tesisleri, su sistemlerinde ekipmanın yaşına göre periyodik olarak izlenir. Burada korozyonun boyutu, hangi hızla yayıldığı ve altında yatan nedenler önemlidir. Korozyon muayenesi görsel, ult-

rasonik veya radyografik yöntemlerden biriyle yapılır. Korozyonun; hızı, tipi, miktarı gibi korozyon ortamı hakkındaki bilgiler aşağıdaki yöntemlerle edinilir.

a) Elektriksel yöntemler: Korozyon tespitinde en hızlı ve etkili yöntemdir. Elektrokimyasal korozyonun yayılım hızı ve kütle değişimi yöntemine paraleldir. Gelen akımın iletiminin azalması şeklinde ölçüm yapılır. Doğrusal akım ile korozyon tespiti ve alternatif akım ile korozyon tespiti olmak üzere ikiye ayrılır.

Tüm elektrokimyasal hücrelerde bulunan elemanlar şunlardır:

- Anot
- Katot
- Elektrolit
- Fiziksel temas elemanı

Anotta meydana gelen elektronlar, katot görevi gören metalle reaksiyona girerek aşınmasına neden olur.

b) Kütle değişimi: Korozyon tespitinde hızlı bir yöntem olmadığı için proseslerde tercih edilmez. Korozyon miktarı; ortama eklenen metal veya metal alaşımının oksitlenmesi, sülfürlenmesiyle meydana gelen kütle değişiminden yararlanılarak tespit edilir.

c) Asitlik derecesi: pH değeri asidik ortamda azalır bazik ortamda artar. Değişen pH değerini tespit edebilmek için belirli aralıklarla ölçüm yapmak gerekir (Görsel 9.3).



Görsel 9.3: Asitlik derecesine göre korozyon ve renk değişimi

Etkinlik-1

Çevrenizde gördüğünüz araç ve gereçlerin korozyondan etkilenip etkilenmediğini inceleyiniz. Korozyon olayı gerçekleşmişse nedenleri üzerinde arkadaşlarınızla tartışınız.

Etkinlik-2

Hava ile temas hâlindeki bakır tel mi yoksa çelik tel mi daha çabuk korozyona uğrar? Açıklayınız.

Metalleri tepkimeye girme isteklerine (aktifliklerine) göre tanımlayarak alışımların korozyon dirençlerini tartışınız.

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Korozyon tespiti yapmak.

Malzemeler

- Beher
- Alüminyum tel
- Çinko tel
- Hassas terazi
- 0,1 N HCl çözeltisi
- İnce zımpara
- pH metre

Çalışmanın Yapılışı

1. 0,1 N'lik HCl çözeltisi hazırlanır (pH=1).
2. Çözeltiler 100 mL'lik behere alınır.
3. Çinko ve alüminyum teller tartılır.
4. Teller beherdeki çözeltilerde bir süre bekletilir.
5. Gözlemlenerek değişiklikler not edilir.
6. Bir süre sonra teller zımparalanır ve tekrar tartılır.
7. Korozyonun tespiti için hem pH metre hem de kütle azalmasından faydalanılır.
8. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
9. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	HCl çözeltisi hazırlar.				
3	Tel çubukların ilk ve son tartımını alır.				
4	pH metre ile değişimi gözlemler.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

KOROZİF ETKİLİ MADDELER



Görsel 9.4: Atmosferik korozyona uğramış gemi

İnsan sağlığı ve çevre güvenliği için önemli bir tehdit oluşturan korozyon, bir prosesin ekipmanlarını bozduğunda üretimi de olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle korozyonun sebepleri dikkatlice araştırılmalı, buna neden olan maddeler belirlenmelidir.

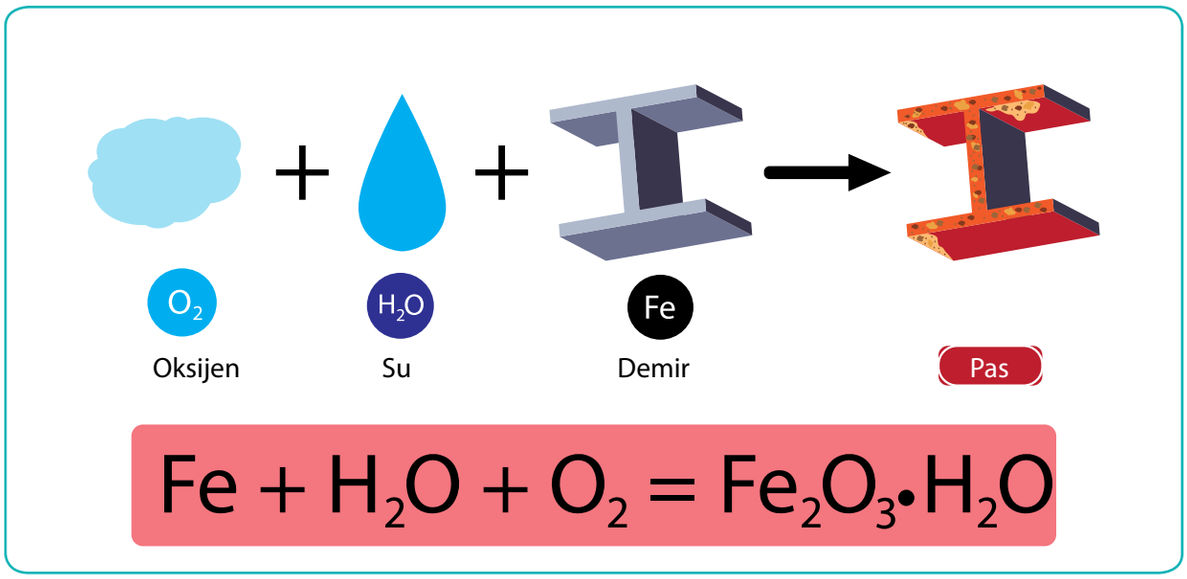
2.1. PROSESTE KOROZYONA NEDEN OLAN MADDELER VE ÖZELLİKLERİ

Korozyonun oluşum nedenleri iyi bilinmelidir. Korozyona neden olan yakıcı, aşındırıcı, çürüten maddelere **korozif maddeler** denir.

Korozif maddelerin başlıcaları şunlardır:

- Nem ve havadaki oksijen gazı
- Asit çözeltileri
- Alkali içerikli çözeltiler (soda gibi)
- Organik çözücüler

Atmosfere açık yerlerde sıcaklık, toz partiküller, nem ve kükürt oksitler korozyonun etkisini arttırır. Görsel 9.4'te gösterildiği gibi su (nem) ve havadaki O_2, demirin oksitlenmesine bir diğer deyişle korozyona uğramasına neden olur.



Görsel 9.5: Demirin korozyonu

Korozyona sebep olan maddeler sadece kimyasal çözücüler değildir. Birbiri içinde çözünen veya aşınmaya neden olan iki metal bir arada bulunursa **metal-metal korozyonu**na neden olur. Alüminyum ve cıva bu metallerdendir.

Asitlerin derişimi, temas süresi ve pH değeri korozyonun oluşumunu ve korozyon hızını etkiler. Özellikle aktif metallerden yapılmış malzemeler asitlerle tepkimeye girerek kolaylıkla aşınır.

Kostik çözeltileri korozyona neden olur. Endüstride temizlik, kir ve kireç sökücü olarak kullanılan bu çözeltilerin metal malzemelere zarar verdiği bilinmektedir. Metallerin hidroksitli bileşiklerinin çözeltilerine **alkali çözeltiler** denir. Metaller alkali çözeltilerde aktiflik prensibiyle aşınmaya uğrar. Bundan dolayı katot aşınması gerçekleşir.

Korozyon genellikle çözelti ortamında elektrolitik etki oluşturur. Organik çözeltiler de korozyona neden olmaktadır. Organik asit ve baz çözeltilerinin korozyon hızı anorganik asit ve baz çözeltilerinin korozyon hızından düşüktür. Yağ ve kir metal yüzeyde korozyon oluşturan diğer nedenlerdir.

2.
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Korozif maddelerin korozyona neden olma hızını ölçmek.

Malzemeler

- Asit-baz çözeltileri (0,1 N olarak hazırlanmalıdır).
- Demir parçası (3 adet)
- Su
- Cam balon (3 adet)
- Beher (4 adet)
- pH metre

Çalışmanın Yapılışı

1. 0,1 N asetik asit (CH_3COOH) çözeltisi; 0,1 N hidroklorik asit (HCl) çözeltisi; 0,1 N alüminyum hidroksit ($Al(OH)_3$) bazı çözeltileri hazırlanır.
2. pH metre ile pH'ları ölçülür.
3. 3 farklı behere 100'er mL asit ve baz çözetlileri eklenir. Ayrıca bir behere 100 mL saf su konulur.
4. Demir levhalar bu çözeltilere ve suya batırılır.
5. Gaz çıkışı ile birlikte kronometre başlatılır.
6. Gaz çıkışı bitince süre durudurulur.
7. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Asit-baz çözeltilerini hazırlar.				
3	pH metre ile pH ölçer.				
4	Değişim sırasındaki süreyi ölçer.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Korozif maddelerin korozyon sırasında değişen hızını ölçmek.

Malzemeler

- 0,1 N H_2SO_4 çözeltisi(0,1 N olarak hazırlanmalıdır)
- Alüminyum parça
- Su
- Cam balon
- Beher
- pH metre ve termometre
- Uygun katalizör

Çalışmanın Yapılışı

1. 0,1 N sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltisi hazırlanır.
2. Hazırlanan çözeltinin pH metre ile pH**'ını** ölçer.
3. Hazırlanan çözeltinin termometre ile sıcaklığı ölçülür.
4. Hazırlanan çözeltiye alüminyum levha daldırılır (kronometre ile süre tutulur.).
5. Gaz çıkışı gözlemlenir (Gaz çıkışı bittikten sonra süre durdurulur.).
6. Levha daldırıldıktan sonraki sıcaklık ve pH ölçülür.
7. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Asit çözeltisini hazırlar.				
3	Hazırlanan çözeltinin pH metre ile pH'ını ölçer.				
4	Hazırlanan çözeltinin termometre ile sıcaklığını ölçer.				
5	Hazırlanan çözeltiye alüminyum levhayı daldırır.				
6	Gaz çıkışıNI gözlemler.				
7	Levha daldırıldıktan sonraki sıcaklığı ve pH'ı ölçer.				
8	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3. BÖLÜM

PROSES DONANIMI VE AKSAMLARINA KOROZYON ETKİSİ



Görsel 9.6: Korozyonu önlemek için yapılan boyama işlemi

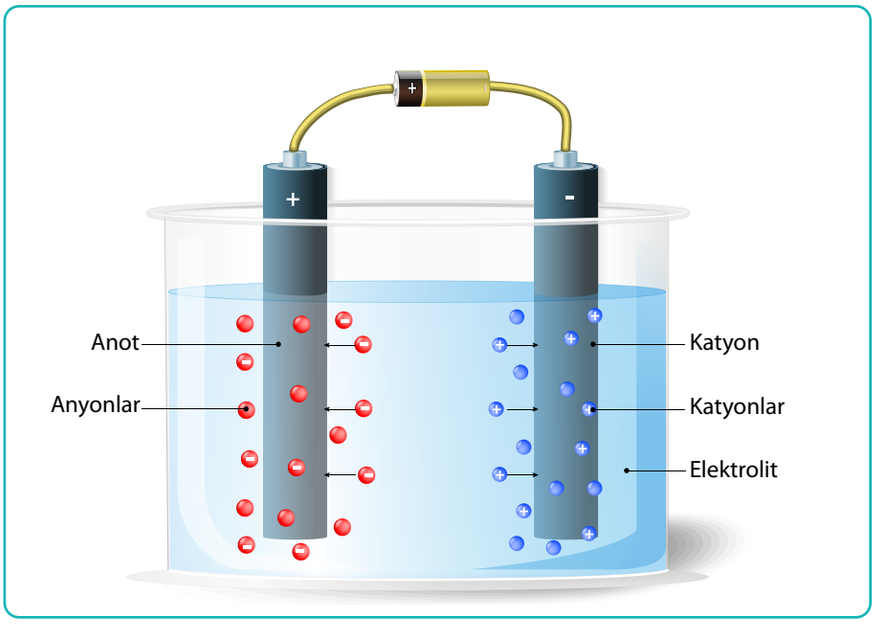
Endüstriyel proseslerde her bir proses elemanı önemlidir. Korozyon en küçük proses parçasında bile çok tehlikeli durumlara yol açabilir. Bu nedenle proses donanımları ve aksamları sürekli kontrol edilmelidir. Üretimin her aşamasında, üretilen maddelerden numuneler alınarak korozyonun olumsuz etkisi için analiz yapılmalıdır.

3.1. KOROZYONU ÖNLEME YÖNTEM VE EKİPMANLARI

Proses ekipmanları, korozyona uzun süre dayanabilecek şekilde üretilmiştir. Koruma ne kadar güçlü olursa olsun, hiçbir madde sonsuza kadar ilk günkü özelliğini muhafaza edemez. Bu nedenle proses ekipmanları periyodik aralıklarla bakıma sokulmalıdır.

Proses ekipmanlarında korozyonu azaltabilecek yöntemler şunlardır:

- Proses ekipmanlarında kullanılan metal malzemelerin aynı türden olması gerekir. Farklı metalden yapılmış bir malzeme kullanılacaksa elektriksel bir alanın veya çözelti ortamının oluşmasını engellemek gerekir.
- Korozyon oluşumu tek doğrultuda (uniform) gerçekleşir. Bu nedenle, kullanılan metal malzemenin kalınlığı korozyonu önlemede büyük önem taşır.
- Bir metal yüzey korunmak isteniyorsa kurban anot yöntemi kullanılır. Bu yöntemde, metal yüzey bir başka metal parçası tarafından korunurken anottaki metal korozyona uğrar (Görsel 9.6).



Görsel 9.7: Elektroliz düzeneği

- Korozyonu engellemek için metal bir malzemenin bir soy metalle alaşım oluşturması veya dış yüzeyinin koruyucu alaşımlarla kaplanması gerekir.
- Korozyonu önlemek için dirençli alüminyum, krom gibi metallerin oksitlerinden faydalanılabilir. Bu aktif metali korumak için diğer metalin oksiti (Al2O3, CrO..) direnç gösterir ve korozyonu engeller. Bu yönteme **koruyucu oksit yöntemi** denir.
- Korozyon inhibitörleri de korozyonu geciktirici veya engelleyici yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan kimyasal ajanlar çözelti ortamında oksitlenmeyi durdurur veya reaksiyon hızını düşürür.
- Yüzey koruyucu olarak boya, polimer filmi, vernik kullanılması da korozyonu önleyici tedbirlerdir.

4 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Korozyon oluşumunu azaltmak.

Malzemeler

- Metal levhalar (2 adet)
- Boya
- Vernik
- 0,1 N HCl çözeltisi
- pH metre

Çalışmanın Yapılışı

1. Metal yüzey boya ile boyanır.
2. Asit çözeltilerinin pH değeri ölçülür.
3. Boyanan ve boyanmayan bütün levha parçaları HCl çözeltisine çözeltilere daldırılır.
4. Değişimler pH metre ile ölçülür.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Metal yüzeyleri boyar.				
3	Korozif çözeltileri hazırlar.				
4	pH metre ile ölçüm yapar.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

5.
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Korozyon oluşumunu elektroliz yöntemi ile azaltmak.

Malzemeler

- Korozyonu engellenmek istenen demir kaşık
- Elektroliz çözeltisi (alüminyum veya çinko içerikli çözelti)
- Elektroliz düzeneği
- pH metre

Çalışmanın Yapılışı

1. Elektroliz düzeneği hazırlanır.
2. Elektrik akımı verilmeden önce elektrolitin pH metre ile pH'ı ölçülür.
3. Akım verilerek elektroliz başlatılır.
4. Demir kaşık elektrolit içindeki katyonlar tarafından kaplandığı gözlenilir.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

NOT: *Benzer bir demir kaşık ve korozif bir çözelti ile kontrol düzeneği katodik koruma olmadan hazırlanır. Belli bir süre sonra çözelti pH'ları, demir kaşıkların kütleleri kıyaslanabilir.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Elektroliz çözeltisini hazırlar.				
3	Elektroliz düzeneğini hazırlar.				
4	pH metre ile ölçüm yapar.				
5	Demir kaşığın kaplandığını gözlemler.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1.(….) Korozyon sadece metal aktif malzemelerde gerçekleşir.

2.(….) Kimyasal korozyonu önlemek için kurban anot yöntemi kullanılabilir.

3.(….) Korozyon insan sağlığını ve çevreyi tehdit eden zararlı bir olaydır.

4.(….) Organik yağlar korozyonu önlemek için kullanılır.

5.(….) Proses ekipmanları kalın metallerden yapılırsa daha uzun ömürlü olur.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

Asit	İnhibitör	Korozyon
Koruyucu oksit	Kurban anot	pH

6. Proses ekipmanlarında meydana gelen aşınma, oksitlenme olaylarına …… denir.

7. Bir metalin oksijenden kaynaklanan korozyon türünden korumak için kullanılan yönteme …… yöntemi denir.

8. Korozyonu yavaşlatmak veya durdurmak için ortama …… eklenir.

9. Elektroliz düzeneğinde korunmak istenen metal başka bir metal kullanılarak korozyonun engellenmesine …… yöntemi denir.

10. Reaktör içerisinde korozyonun oluşmasını engellemek için …… kontrolü yapılır.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. **Korozyon ile ilgili verilen bilgilerden**

I. Proses ekipmanlarının ömrünü uzatır.
II. İnsan sağlığını tehdit eder.
III. Sadece metal yüzeylerde oluşur.

hangileri doğrudur?

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

12. **Korozyonu önleme ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Benzer metaller kullanılır.
B) Korozif maddeler ortamda inaktif edilir.
C) Boya, kaplama gibi işlemler yapılır.
D) Korozyonun yüzeyde farklı şekillerde ilerlemesi sağlanır.
E) pH değerleri kontrol edilir.

13. I. Kimyasal
II. Fiziksel
III. Elektrokimyasal

Yukarıdakilerden hangileri korozyon oluşum şekillerindendir?

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

14. I. Galvanik korozyon
II. Heterojen dağılımlı korozyon
III. Zemin korozyonu
IV. Çukurcuk korozyon

Yukarıda verilenlerden hangileri korozyon türüdür?

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

15. **Korozyon ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Katyon ve anyonlar kullanılarak korozyon engellenebilir.
B) Kurban anot yöntemi kullanarak anot korozyona uğrar.
C) Erozyon da bir korozyon şeklidir.
D) Ürünün özellikleri bozulmuşsa korozyon kontrolü yapılmalıdır.
E) Buhar, nem korozyona neden olmaz.

16. **Korozyonu tespit etmek için**

I. Elektrik iletkenliği
II. Asitlik derecesi
III. Kütle azalması

yöntemlerinden hangileri uygulanır?

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



10. ÖĞRENME BİRİMİ

ORGANİK VE ANORGANİK MADDE ÜRETİM PROSESLERİ

BÖLÜMLER

1. ORGANİK MADDELERİN ÜRETİMİ
2. ANORGANİK MADDELERİN ÜRETİMİ

Hazırlık Soruları

1. İlim dallarının karmaşık ve yoğun bilgilerinin sınıflandırılarak anlaşılması kolay hâle getirilmesine disiplin denir. Kimyanın disiplinleri neler olabilir? Tartışınız.
2. Günlük dilde farklı anlamlarda kullanılan "organik" kelimesinin modern kimyadaki karşılığı nedir?

Görsel 10.1: Lastik üretim fabrikası

1. BÖLÜM

ORGANİK MADDELERİN ÜRETİMİ



Görsel 10.2: Biyodizelin üretimi

Kimya endüstrisinde üretilen organik ve anorganik maddeler hemen hemen bütün endüstri kollarında kullanılmaktadır. Üretim, basit veya karmaşık adımlardan oluşur. Proses boyunca ana ürün, yan ürün ve atık ürünler meydana gelir. Bu nedenle organik ve anorganik maddelerin özelikleri ve reaksiyonları yakından tanındığında üretime daha bilinçli olarak yön verilebilir.

1.1. ORGANİK MADDELERİN ÜRETİM PROSESLERİ

Kimyasal madde, plastik, deterjan, yakıt, ilaç, tekstil gibi birçok endüstri kolunda organik maddelerden yararlanılır. Gelişen teknoloji ile birlikte yüksek performanslı ve dayanıklı ürünler bol miktarda üretilmektedir.

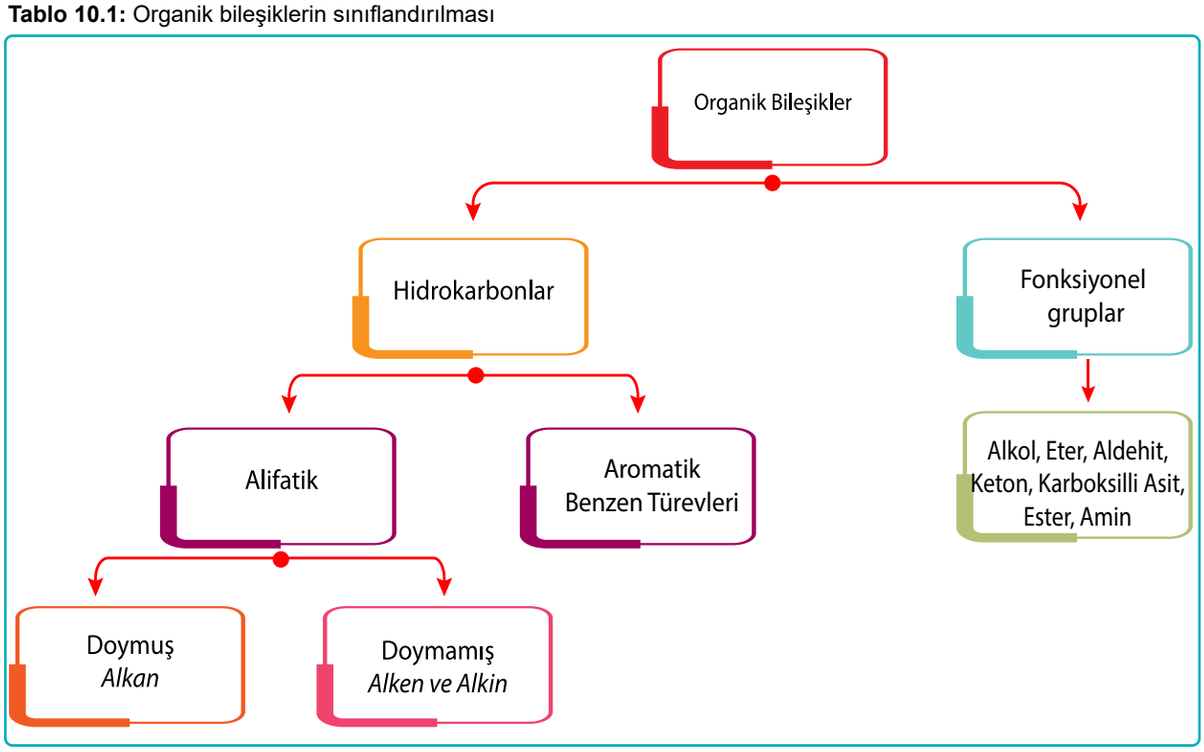
1.2. ORGANİK BİLEŞİKLER

Karbon (C) elementinin oluşturduğu bileşiklerin kimyasına **organik kimya** denir. Organik kimya karbon elementlerinin birbirleri ile olan etkileşimlerini, tepkimelerini ve sentez basamaklarını inceler. Organik bileşiklerin hemen hepsinde C-H bağı bulunur. Hidrojenden sonra oksijen (O), azot (N), kükürt (S) gibi elementler de yaygın olarak organik bileşiğin yapısında yer alır. İstisnai olarak karbon oksitleri (CO, CO_2 gibi), karbonatlar (CO_3^{-2}), siyanürler (CN^-) bu sınıfa girmez. Organik bileşikler:

- Kovalent bağlar içerir.
- Erime ve kaynama noktaları genellikle düşüktür.
- Hidrofil grup (-NH_2, -OH gibi) içermeyen türleri suda çözünmez.
- Karbon atomlarının C-C, C=C ve C≡C bağlarını yapabilmesi nedeni ile sayıca çok fazladır.
- Tepkimeleri yavaş gerçekleşir.
- Düz zincirli, dallanmış ya da halkalı yapıda olabilir.

Organik bileşikler **hidrokarbonlar ve fonksiyonel grup içeren türevleri** olarak sınıflandırılır (Tablo 10.1). Yapısında yalnızca karbon (C) ve hidrojen (H) bulunduran organik bileşiklere **hidrokarbon** denir. Örneğin çok karşılaşılan hidrokarbonlardan metan (CH_4) bataklık gazı olarak da bilinir ve doğal gazın %95'ini oluşturur. **Fonksiyonel gruplar** organik moleküllerin aktifliğini artıran, yapısında bulunduğu organik bileşiğin karakteristik kimyasal tepkimelerinden sorumlu belli atom gruplarıdır.

Tablo 10.1: Organik bileşiklerin sınıflandırılması

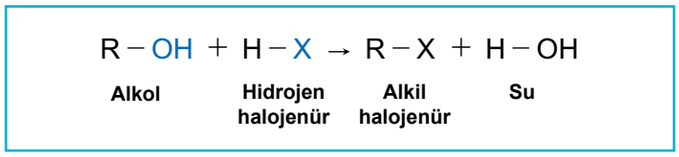


1.3. ORGANİK BİLEŞİKLERİN REAKSİYONLARI

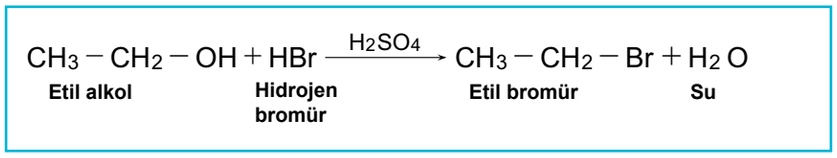
Organik bileşiklerin reaksiyonları, yapılarındaki kovalent bağların kırılması ve bağlanması ile gerçekleşir.

Yer Değiştirme (Sübstitüsyon) Reaksiyonları

Başlangıçta elde bulunan moleküldeki atom veya atom gruplarının başka atom veya atom grupları ile değiştirilmesine **yer değiştirme tepkimesi** denir. Molekülün ana yapısı sabit kalırken fonksiyonlu gruplar yer değiştirir. Örneğin alkol (R-OH) ve hidrojen halojenürlerin (H-X) reaksiyonları aşağıdaki gibi yürür.

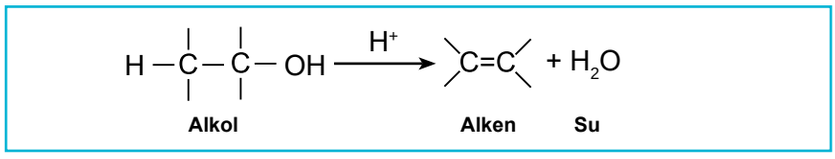


Reaksiyonda alkolün fonksiyonel grubu olan –OH ile alkil halojenürün fonksiyonel grubu olan –X (halojen) yer değiştirmiştir. Etil alkol ile hidrojen bromür arasındaki reaksiyon aşağıdaki gibi gerçekleşir:

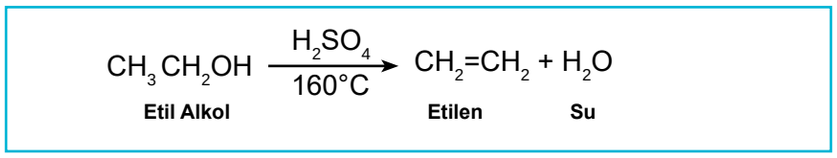


Ayrılma (Eliminasyon) Reaksiyonları

Doymuş yapıdaki moleküllerden elementlerin ayrılması sonucunda doymamış yapıda moleküllerin meydana geldiği reaksiyonlardır. Örneğin aşağıdaki reaksiyonda alkolden su molekülünün ayrılması ile doymamış hidrokarbon olan alken meydana gelir.

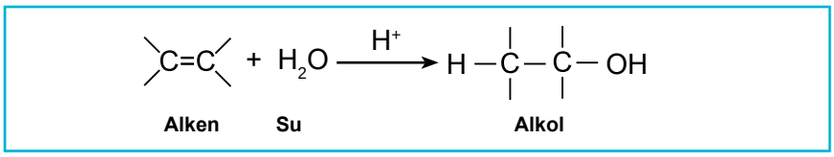


Etil alkolden su ayrılması ile etilen oluşumu aşağıdaki gibi gerçekleşir.

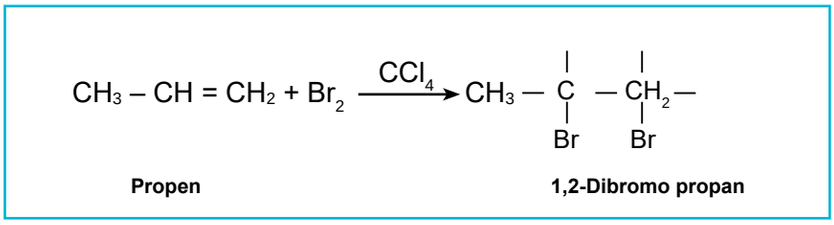


Katılma Reaksiyonları

π (pi) bağı kırılarak başlangıçtaki bileşiğe yeni elementler eklenir. 1 tane π bağı kırıldığında 2 tane σ (sigma) bağı oluşur. Örneğin alkenlere asit katalizörlüğünde su katılarak alkol elde edilmesi aşağıdaki gibi gerçekleşir.

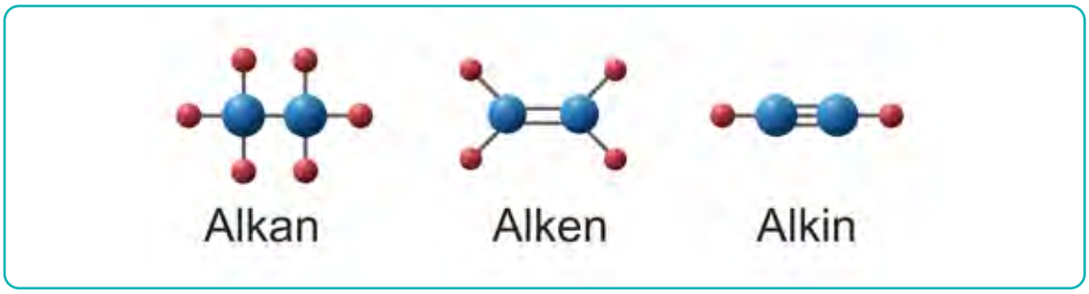


Propene brom katılması aşağıdaki gibi gerçekleşir:



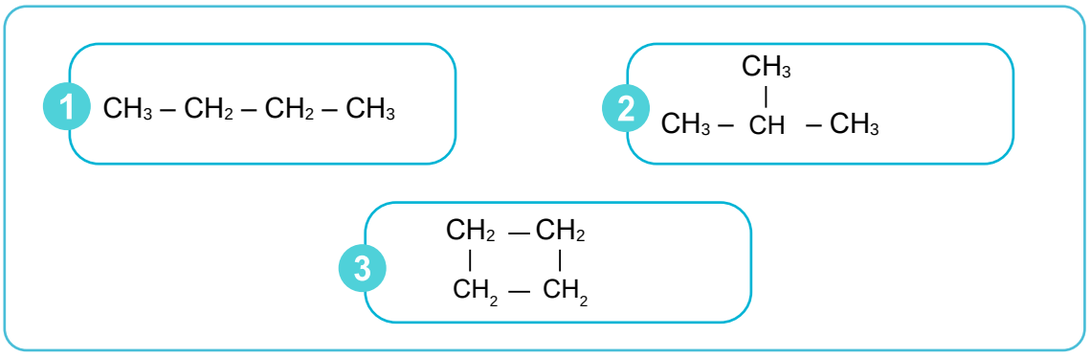
1.4. ALİFATİK HİDROKARBONLAR VE ÜRETİM PROSESLERİ

Alifatik hidrokarbonlar alkan, alken ve alkin olmak üzere üç temel gruba ayrılır. Doymuş yapıdaki alkanlar C-C tekli bağ, doymamış yapıdaki alkenler C=C ikili bağ ve alkinler C≡C üçlü bağını içerir (Görsel 10.3).



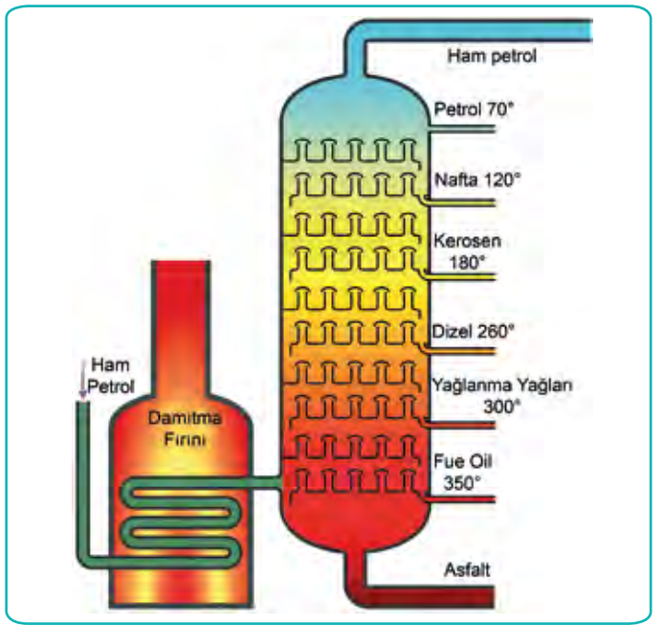
Görsel 10.3: Alkan, alken ve alkin molekül yapısı

Alifatik hidrokarbon zincirleri düz (1), dallanmış (2) ya da halkalı (siklo) (3) yapıda olabilir.



Hidrokarbonlar, evrende birçok yerde doğal olarak bulunabileceği gibi sentetik olarak da üretilebilir. Petrol, doğalgaz, kömür ve bitki özlerinden hidrokarbon elde edilebilmektedir. Hava oksijeni ile tepkime verebilmeleri büyük öneme sahip olan hidrokarbonlar endüstride kullanılmadan önce çeşitli işlemlerden geçirilmelidir. Bu işlemler sonucu daha küçük ve kullanışlı yapılara ya da asetilen, etilen, propilen gibi doymamış hidrokarbonlara dönüşür ve ham madde olarak kullanılabilecek hâle gelir. Uygulanan işlemlerden bazıları şunlardır:

Atmosferik destilasyon: Ham petrol bir hidrokarbon karışımıdır ve kaynama sıcaklığı farkından yararlanılarak damıtma kulelerinde bileşenlerine ayrılır (Görsel 10.4). Bu işlemde düşük kaynama noktasına sahip bileşenler üstte, daha yüksek kaynama noktalı bileşenler alt kısımlarda toplanır. Dip ürünler vakum altında destile edilir.



Görsel 10.4: Petrol damıtma kulesi

Termal kraking: Uzun zincirli moleküller ısı altında parçalanarak daha küçük molekül kütleli birimler elde edilir. Elde edilen ürünlerde alken oranı yüksektir.

$$C_{10}H_{22} \xrightarrow{\text{kraking}} C_4H_{10} + C_6H_{12}$$

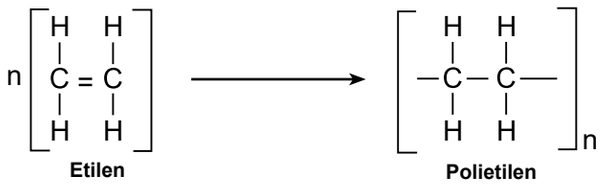
Fluid katalitik kraking (FCC): Yüksek kaynama noktalı hidrokarbonlar akışkan yataklı katalitik bir ortamda parçalanıp daha düşük kaynama noktalı hâle getirilir. Bu hâlleri endüstride daha kullanışlıdır.

İzomerizasyon: Moleküller yeniden düzenlenerek dallanmış izomerlerine dönüştürülür. Aynı kimyasal bileşime sahip moleküllerin atomları farklı dizildiğinde yani izomerine dönüştüğünde çok farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olur.

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$$

n- bütan **izobütan**

Polimerizasyon: Polimerizasyon bir birleştirme prosesidir. Küçük hidrokarbonlar (etilen, propilen gibi) polimerizasyon tepkimesi ile yüksek molekül ağırlıklı hidrokarbonlara (polietilen, polipropilen gibi) dönüşür.



Alkilasyon: Hidrokarbonlardan bir tane hidrojen çekilmesiyle oluşan gruplara **alkil** denir. Alkiller diğer organik bileşiklere bağlanarak istenilen özellikte ürünler elde edilebilir. Bu işleme **alkilasyon** denir.

Etkinlik

Çeşitli gıda maddelerinden aldığınız numuneleri laboratuvar ortamında kimyasal maddeler ile reaksiyona sokunuz. Yaptığınız analiz sonucunda reaksiyon aldıysanız (+), almadıysanız (–) işareti koyduğunuz bir liste oluşturup sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Aşağıda bir liste örneği verilmiştir.

Organik Madde/ Kullanılan Kimyasal Madde	Tuzlu Su Çözeltisi	HCl Asit Çözeltisi	NaOH Çözeltisi
Elma			
Sirke			
Yumurta			

1.5. SU-ŞEKER KARIŞIMININ KAYNAMA NOKTASINI TESPİT ETME

Tuz, şeker gibi uçucu olmayan maddeler bir çözücüde çözündüğünde oluşan çözeltinin kaynama noktası saf çözücünün kaynama noktasından yüksek olur. Bu olaya **kaynama noktası yükselmesi (ebüliyoskopi)** denir. Örneğin su deniz seviyesinde 100 °C'de kaynarken içerisinde şeker çözüldüğünde kaynama noktası 100 °C'nin üzerine çıkar. Moleküler hâlde çözünen katının kaynama noktasındaki yükselme aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$\Delta T_k = K_k \times m$

- ΔT_k = Kaynama noktası yükselmesi
- m= Molalite
- K_k = Kaynama noktası yükselme sabiti

Hadi Soralım

Standart koşullarda 324 g şekerive 500 mL destile su kullanılarak hazırlanan çözeltinin kaynama noktası kaç °C olarak ölçülür? (Şekerin molekül kütlesi = 324 g/mol)

Hadi Çözelim

Şekerin mol sayısı

$n_{çözünen} = \frac{342}{342}$

$n_{çözünen} = 1$ mol

500 ml = 0,5L

0,5L su = 0,5 kg (Suyun özkütlesi 1 g/mL)

Çözeltinin molalitesi= $\frac{\text{Çözünen maddenin mol sayısı}}{\text{Çözücü miktarı (kg)}}$

$m = \frac{(n_{çözünen})}{(m_{çözücü})}$

$m = \frac{1}{0,5}$

m= 2

$\Delta T_k = K_k \times m$

su için K_k = 0,51×2

$\Delta T_k = 0,51 \times 2$

ΔTk = 1,024°C'lik artış gözlenir.

Yani deniz seviyesinde 100 + 1,024 = 101,024°C'de kaynar.

Sıra Sizde

Standart koşullarda 1 kg su ve 64,8 g şeker ile hazırlanan çözeltinin kaynama noktası kaç °C'dir? (Şekerin mol kütlesi= 324g /mol)

Çözüm

1.
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Şeker ilave edilmesi ile suyun kaynama noktasındaki artışı gözlemek.

Malzemeler

- Hassas terazi
- Mezür
- 500 mL'lik balon joje
- Balon ısıtıcı
- Kaynama noktası tayin aparatı
- Termometre
- Hortum
- Destile su
- Şeker (sakkaroz)

Çalışmanın Yapılışı

1. Hassas terazi ile 342 gram şeker tartılırak cam balona alınır.
2. Mezur ile 500 mL destile su ölçülür ve bir kısmı cam balondaki şekerin üzerine eklenir.
3. Hafifçe çalkalanıp şeker çözüldükten sonra suyun tamamı balon jojeye aktarılır.
4. Balon jojeye kaynama noktası aparatı ve termometre bağlanarak balon ısıtıcıya yerleştirilir.
5. Kaynama noktası deneysel olarak ölçülür.
6. Teorik olarak kaynama noktası hesaplanır ve deneysel sonuçlarla karşılaştırılır.
7. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Şekerin miktarını ölçer.				
3	Suyun mezür ile miktarını ölçer.				
4	Çözelti hazırlar.				
5	Kaynama noktası değişimini hesaplar.				
6	Teorik ve deneysel sonuçları karşılaştırır.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Laboratuvar şartlarında asetilen gazı elde etmek.

Malzemeler

- Karpit
- Destile su
- Karpit kazanı (Reaktör tankı)
- Kompresör
- Gaz çıkışı için boru ve pompa bağlantıları
- Gaz depolama tankı
- Termometre
- Barometre

Çalışmanın Yapılışı

1. Karpit kazanı, boru, vana, termometre ve barometre bağlantı elemanları bağlanır.
2. Kompresör ve bağlantıları gerçekleştirilir.
3. Sızıntı kontrolü yapılır.
4. Kazana su gönderilir.
5. Karpit ve suyun tepkimesinden açığa çıkan gaz boru hattı ve pompa ile kompresörden geçtiği gözlemlenir.
6. Gaz tankına asetilen depolandıktan sonra basınç ölçülür.
7. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

NOT: *Asetilen gazı patlayıcı özellikte olduğu için alev ile temas etmemelidir. Yüksek konsantrasyonlarda boğucu özellik gösterdiği için maske kullanılmalıdır.*

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Karpit kazanı, boru, pompa, termometre ve barometre bağlantılarını kontrol eder.				
3	Sızıntı kontrolünü yapar.				
4	Depolanan asetilen gazının basıncını ölçer.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

3 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Meyvelerden organik sirke sentezlemek.

Malzemeler

- Elma
- Üzüm
- Portakal
- CH_3COOH çözeltisi (Sirke)
- Distile su
- Tülbent
- Cam reaktör kabı veya cam kavanoz (5 L)

Çalışmanın Yapılışı

1. Meyveler yıkanır.
2. Portakallar ve elmalar dörde bölünür.
3. Temizlenen ve dilimlenen meyveler reaktöre doldurulur.
4. Destile su ve sirke ile hazırlanmış çözelti meyvelerin üzerine dökülür.
5. Kabın ağzı tülbentle kapatılır.
6. 40 gün boyunca karışım tahta kaşıkla karıştırılır.
7. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Meyveleri hazırlar.				
3	Çözelti hazırlar.				
4	Sirke oluşumunu gözlemler.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

ANORGANİK MADDELERİN ÜRETİMİ



Görsel 10.5: Mineraller

Nitrik asit, sülfürik asit, amonyak gibi asit ve bazlar, metaller, tuzlar, mineraller anorganik kimyanın uğraş alanına girer. Genellikle yüksek erime noktalı, çözeltileri ve sıvı hâlleri sahip bu maddeler; boya, gübre, cam, kâğıt, kauçuk gibi birçok imalat prosesinde ham madde olarak kullanılır.

2.1. SODYUM KLORÜR VE ALÜMİNYUM SÜLFAT ÜRETİM PROSESLERİ

Kimyada "tuz" kavramı çok kapsamlıdır. Asit ve baz tepkimeleri sonucu oluşan bileşiklere **tuz** denir. Bu tuzlardan **sodyum klorür** (NaCl) sofra tuzu olarak bilinir. NaCl, insan vücudunun fizyolojik bir ihtiyacı olduğu gibi lezzet artırıcı, antimikrobiyal, bozulma önleyici, koruyucu özeliklere de sahiptir. Ayrıca kimya sanayisinde başlıca girdilerden biridir. Deniz suyu, göl ve tuz yataklarından katı veya sıvı hâlde elde eldilir.

Suda çözünmüş hâlde bulunan tuzların elde edilmesinde doğal ya da yapay buharlaştırma (evaporasyon) işlemi uygulanır. Doğal buharlaştırmada güneş ve rüzgar etkisinden faydalanılır. Yapay buharlaştırmada doğrudan ısıtma ya da buhar ceketli küvetler, vakumlar kullanılır. Böylece çözünmüş hâlde bulunan tuz çökebilecek konsantrasyonlara gelir. Tuzlu suyun içinde çözünmüş olarak yalnızca sodyum klorür değil magnezyum klorür, kalsiyum sülfat gibi diğer tuzlar da bulunur. Farklı tabakalar hâlinde çöktürme ya da kireç-soda gibi işlemlerin uygulanmasıyla sofra tuzu diğer tuzlardan ayrılır. Tuzlar önce santrifüjleme daha sonra hava kurutucular ile su ve nemden uzaklaştırılır.

Katı hâlde bulunan kaya tuzları ulaşılabilecek bir konumdaysa yer altına inilerek yer üstüne çıkarılır. Bu yöntem mümkün değilse tuz yatağına su enjekte edilerek tuzun suda çözünmüş hâlde yeryüzüne ulaşması sağlanır.

Alüminyum Sülfat ($Al_2(SO_4)_3$): Doğada kendiliğinden kolay bulunan bir tuz değildir, endüstride alüminyum hidroksit ($Al(OH)_3$) ve sülfürik asit (H_2SO_4) reaksiyonu ile üretilir. Besleme ünitesi ile reaktöre aktarılan alüminyum hidroksit sülfürik asit çözeltisi ile karıştırılır ve alüminyum sülfat kristalleri elde edilir. Alüminyum sülfat; içme suyu saflaştırma, tıp, eczacılık, gıda, yem sanayisi gibi birçok alanda kullanılır.

$$2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 + 8H_2O \rightarrow Al_2(SO_4)_3.14H_2O$$

2.2. PROSESTE KULLANILAN ANORGANİK ASİTLER VE ÖZELLİKLERİ

Hidrojen halojenürleri (HCl, HF vb.), sülfürik asit (H_2SO_4), nitrik asit (HNO_3) gibi endüstride yaygın kullanılan anorganik asitler genellikle suda iyi çözünebilen ve güçlü asitlerdir. Birçok metalle tepkime verebilir. Hem organik hem de anorganik kimyasalların sentezinde ham madde ve ara madde olarak kullanılır.

Anorganik asitler konsantrasyonlarına bağlı olarak vücut dokusu ve solunum yolu tahribi, sistemik zehirleme gibi etkilere neden olabilir. Uzun süreli maruziyetlerde tehlikeler artar. Bu asitlerle gerekli önlemler alınarak ve kaza olması durumunda izlenilecek adımlar önceden bilinerek çalışma yapılmalıdır.

Hidroklorik asit (HCl): Renksiz, keskin kokulu bir asit olan hidroklorik asit; cevher rafine etme, şeker işleme, metal kaplama, temizleme, kireç giderme, çelik işleme, numune hazırlama gibi birçok işlemde kullanılır. Ayrıca mide öz suyunun önemli bir bileşenidir.

Sülfürik asit (H_2SO_4) : Renksiz, yağımsı bir sıvı olan sülfürik asit dünyada en çok üretilen kimyasal maddelerdendir. Önemli bir nem çekicidir. Saflaştırma, ekstraksiyon, akü üretimi, endüstriyel temizleme, pH düzenleme gibi birçok kullanım alanı vardır. Kâğıt endüstrisinde, petrol saflaştırmada, bitkisel yağ rafinesinde, sabun, deterjan endüstrisinde kullanılır. Su ile ekzotermik tepkimesi sırasında yüksek miktarda ısı aniden açığa çıktığı için patlamalara neden olabilir.

Nitrik asit (HNO_3): Amonyağın oksitlenmesi ile elde edilen nitrik asit çoğu metalle reaksiyona girebilir. Gübre ve patlayıcı sanayisinde önemli bir role sahiptir. Nitrat ve nitro bileşiklerin üretimi, kullanılmış nükleer yakıtların yeniden işlenmesi, polimer elde edilmesi gibi kullanım alanları vardır (Görsel 10.6).



Görsel 10.6: Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan HNO_3, HCl, H_2SO_4 çözeltileri

Etkinlik

Kilerinizde bulunan gıdaları organik ve anorganik olarak sınıflandırdığınız bir listeyi sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.3. SODYUM SÜLFAT (NA_2SO_4) ÜRETİM PROSESİ

Kristal formu "Glauber tuzu" olarak da bilinen sodyum sülfat doğada en çok göl sularında bulunur. Deterjan, kâğıt, cam ve boya sanayinde önemli bir yere sahiptir. Doğal veya endüstriyel olarak üretilebilir.

Minerallerden doğrudan kristal olarak elde edilme işlemi esnasında sıcak doygun çözeltisi vakum altında soğutulur. Buharlaştırma işlemi ile konsantrasyonu artırıldıktan sonra santrifüjlenir. Bu hâlinde de dekahidrat ($Na_2SO_4.10H_2O$) formundadır. Susuz olarak elde edilirken hidrat, fırınlar ve kurutucularda uzaklaştırılır.

Endüstriyel olarak elde edilmesinde sodyum klorür ve sülfürik asit çözeltileri reaksiyona girer (1) ve ürün buharlaştırılarak kristallendirilir.

1 $2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow 2HCl + Na_2SO_4$

Başka bir proseste de magnezyum sülfat ($MgSO_4$) ve sodyum klorür (NaCl) çözeltilerinin tepkimesi (2) ve ardından kristalizasyonu ile elde edilir.

2 $MgSO_4 + 2NaCl \rightarrow Na_2SO_4 + MgCl_2$

Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) ve magnezyum sülfat ($MgSO_4$) çözeltilerinin tepkimesi (3) ile de elde edilebilir.

3 $2\ NaHCO_3 + MgSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Mg(OH)_2 + 2CO_2$

4 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Sodyum klorür bileşiğini elde etmek.

Malzemeler

- Vakum kazanları
- Yıkama kazanı
- Ham tuz
- Yıkama suyu

Çalışmanın Yapılışı

1. Ham tuz öğütülür.
2. Yıkama suyla yıkama kazanlarında yıkanır.
3. Yıkanan tuz vakum kazanlarına aktarılır ve bir miktar kurutulur.
4. Vakum tüpleri vasıtasıyla santrifüjleme yapılarak %99 oranında neminden ayrıştırılır.
5. Nemi alınan tuz kurutma fırınlarında kurutulur.
6. Farklı sıcaklıklarda kuruyan tuzların tanecik boyutundaki farklılık gözlemlenir.
7. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
8. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Ham tuzun öğütülmesini sağlar.				
3	Vakum kazanını çalıştırır.				
4	Santrifüj tüplerini çalıştırır.				
5	Kurutma kazanını çalıştırır.				
6	Farklı sıcaklıklardaki tuz tanecik boyutunu gözlemler.				
7	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
8	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

5 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Alüminyum sülfat bileşiği üretmek.

Malzemeler

- 0,2 M $Al(OH)_3$ çözeltisi
- 0,3 M H_2SO_4 çözeltisi
- Reaktör tankı
- Besleme üniteleri
- Termometre
- pH metre

Çalışmanın Yapılışı

1. Önceden belirlenen konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanır. pH'ı ve sıcaklığı ölçülür.
2. Çözeltiler besleme ünitelerinden reaktör kazanlarına gönderilir.
3. Çöken tuz kristalleri [$Al_2(SO_4)_3$] kurutucuya gönderilir.
4. Tuz çöktükten sonra kalan sıvının değişen sıcaklığı ve pH ölçülür.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Çözeltileri hazırlar.				
3	Besleme ünitelerinden reaktöre çözelti gönderir.				
4	Sıcaklık ve pH ölçümü yapar.				
5	Çöken tuzun bulunduğu sıvının sıcaklık ve pH ölçümünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

6. Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız.

Çalışmanın Amacı

Sodyum sülfat bileşiği üretmek.

Malzemeler

- 2 M NaCl çözeltisi
- 1 M H_2SO_4
- Reaktör tankı
- Yıkama suyu
- Kurutucu
- Besleme ünitesi

Çalışmanın Yapılışı

1. Reaktörde hazırlanan asit (H_2SO_4) çözeltisine NaCl çözeltisi gönderilir.
2. Çökelme bittikten sonra oluşan Na_2SO_4 kristallerini asitten arıtmak için yıkama yapılır.
3. Na_2SO_4 kristalleri kurutucuda kurutulur.
4. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
5. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Çözelti hazırlar.				
3	Oluşan tuz kristallerini yıkar.				
4	Tuz kristallerini kurutur.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1.(….) Organik bileşikler sadece karbon ve hidrojen elementlerinden oluşan basit moleküllerdir.

2.(….) Karbonlar arasında ikili ve üçlü bağlar varsa bu organik bileşikler polimerleşir.

3.(….) Anorganik bileşikler sadece minerallerden oluşur.

4.(….) Asit ve bazların tepkimesinden endüstriyel tuz oluşur.

5.(….) Organik proseslerin çoğu yüksek sıcaklıktan olumsuz etkilenir.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

Katalitik Kraging	Katılma	Mineral
Polimer	Termal Kraging	Vakumlama

6. Organik bileşiklerde doymamış hidrokarbonları doymuş hâle getirme tepkimelerine ……..... tepkimeleri denir.

7. Bir çok molekül biriminin düzenli olarak bir araya gelerek oluşturdukları uzun zincirli büyük moleküllerine ……..... denir.

8. Tuz çözeltilerini kuruturken genelllikle ……..... yöntemi kullanılır.

9. Elektroliz düzeneğinde kullanılan bazı maddelerden ……..... elde edilir.

10. Isı yardımıyla uzun zincirli moleküllerin parçalamasına ……..... denir.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. Katılma tepkimeleri

I. Molekül yapısından element ayrılır.
II. Doymamış hidrokarbonlarda gerçekleşir.
III. Sadece halojenlerin organik bileşiklerle yaptığı tepkimelerdir.

bilgilerden hangileri doğrudur?

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

12. Organik bileşikler ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Hidrokarbonlar ve fonksiyonel gruplar olarak ikiye ayrılır.
B) Sıcaklık kontrolü sağlanmazsa çabuk bozulur.
C) Tüm polimer yapılar hidrokarbon sınıfına girer.
D) Alkanlar katılma ve polimerleşme tepkimesi vermez.
E) Karbon ve hidrojen elementlerinin dışında organik yapısına başka elementler de bağlanabilir.

13. Aşağıda verilen bileşiklerden hangisi yapı bakımından diğerlerinden farklıdır?

A) HCl
B) CH_3COOH
C) $NaHSO_4$
D) H_2SO_4
E) HCOOH

14. Organik bileşikler ile ilgili

I. Endüstriyel olarak elde edilmez.
II. Alkanlar doymuş hidrokarbonlardır.
III. Birçok monomerin bir araya gelmesi ile polimer oluşur.
IV. Katılma tepkimesi alkan ve alkenlerde gerçekleşir.

bilgilerden hangileri doğrudur?

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

15. Organik ve anorganik prosesler ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Anorganik bileşiklerin prosesinde sıcaklık ve pH değişimi ürünün molekül yapısını bozar.
B) Dehidrasyon ile elde edilen asetilen bileşiği bir alkendir.
C) Organik bileşiklerde arıtma işlemi yapılırken destilasyon kuleleri kullanılır.
D) Gıda endüstrisinde üretimin tamamında organik proses ekipmanları kullanılır.
E) Tuz elde etmek için buharlaştırma yöntemi kullanılır.

16. Anorganik bileşikler için

I. Tüm anorganik bileşiklerin çözeltileri elektrik akımını iletir.
II. Tuzların tamamı suda çok iyi çözünür.
III. Nötrleşme tepkimesi sonucu tuz oluşur.

işlemlerden hangileri doğrudur?

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



11. ÖĞRENME BİRİMİ

PROSES ATIKLARINI ARITMA

BÖLÜMLER

1. PROSES VE DONANIMLARINI TEMİZLEME
2. PROSES ATIKLARINI DEPOLAMA VE SEVK ETME

Hazırlık Soruları

1. Su ısıtıcınızı ve fırınızı aynı yöntemlerle mi temizliyorsunuz? Açıklayınız.
2. Cam, plastik, pil, yağ vb. atıkların doğaya ve canlılara zarar vermemesi için hangi önlemler alınabilir? Tartışınız.

Görsel 11.1: Depolama tankının dış temizliği

1. BÖLÜM

PROSES VE DONANIMLARINI TEMİZLEME



Görsel 11.2: Proses kazanı ve çevre dezenfeksiyonu

Kimyasal proseslerde üretimin sağlıklı bir ortamda gerçekleşmesi çok önemlidir. Üretimde verimin yüksek olması, enerji tasarrufuna ve üretimin kesintisiz gerçekleşmesine bağlıdır. Bütün bunları sağlamak için proses ekipmanlarının dikkatli kullanılması, temiz olması, korozyon kontrollerinin düzenli yapılması gerekir.

1.1. PROSES VE DONANIMLARINI TEMİZLEME

Proseslerde ekipmanların hijyenine ve sanitasyonuna dikkat etmek gerekir. **Hijyen**, tanım itibariyle daha çok tıpta ve ilaç uygulamalarında bakterilerden arındırmadır. **Sanitasyon** ise gıda prosesindeki tüm madde ve ekipmanların temizliğidir.

Kimyasal proseslerde kullanılan makine ve ekipmanları elle de temizlemek mümkündür ancak bu yöntem çok fazla zaman alır ve dezenfekte oranı düşüktür. Otomasyon sistemlerinde üretim gibi temizliğin de otomatik olarak yapılması tercih edilir. Proseslerin olduğu yerde dezenfekte edilmesine **CIP [Cleaning In Place (yerinde temizleme yöntemi)] denir.** Bu yöntem sayesinde ısı ve zamandan tasarruf edilir. Üretimin verimi artar.

Yerinde temizleme işleminde tüm prosesler için dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Prosesteki ekipmanlar çok büyük boyutlarda ise (sistemdeki uzun borular, dev boyutta reaktör kazanları, kompresörler vb.) bu yöntem kullanılmalıdır.
- Temizlik esnasında temas edilmemesi gereken maddeler kullanılacaksa gerekli tedbirler alınmadan uygulamaya geçilmemelidir.
- Özel temizleme yöntem ve teknikleri seçilmelidir.

1.2. PROSES TEMİZLİĞİNDE KULLANILACAK MADDELER VE ÖZELLİKLERİ

Proses temizliğinde kullanılacak malzemelerin ekipmanı aşındırmayan, mümkünse koruyabilen türden seçilmesine dikkat edilmelidir.

Deterjanlar

- Daha çok organik maddeleri çözmede ve temizlemede kullanılır (Görsel 11.3).
- Proteinlerden kaynaklanan maddeleri parçalayarak temizler.
- Yağları, alkali tuzları oluşturarak temizler (sabunlaşma).

Deterjan olarak sud kostik, potas kostik, susuz sodyum karbonat (Na_2CO_3), silikatlar kullanılır.



Görsel 11.3: Deterjanlar

Asit Temizleyiciler

- Bu temizleyiciler; nitrik asit, fosforik asit, asetik asit, sitrik asit, oksalik asitten oluşur.
- Isı artışı gerçekleştikçe temizlik oranı artar.
- Asitli temizleyicilerin aşındırıcı etkileri vardır.
- Bu asitlerin durulanması mineral tuzları ile yapılır.

Ayırıcı Maddeler

- Toprak alkalilerin çökmesini engeller.
- Ayırıcı maddeler EDTA, glokonit, polifosfatlardır.

Bu maddelerin dışında inhibitörler, köpüklü deterjanlar ve köpük düzenleyiciler de kullanılır.

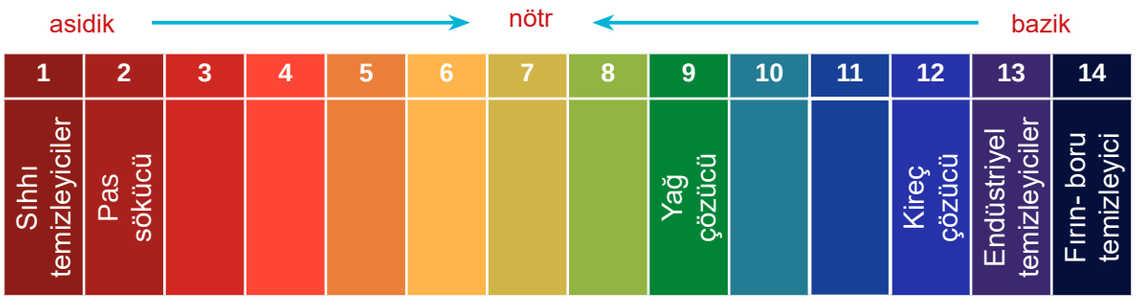
Etkinlik-1

Laboratuvar ekipmanlarını temizlemek için kullandığınız temizleyicilerin uygulanma şekillerini ve temizleme performanslarını tartışınız. Temizleme performansı düşük olan temizleyicilerin performanslarını nasıl arttırabileceğinizi araştırınız.

Etkinlik-2

Temizlikte kullandığınız asidik ve bazik temizleyicilerin pH değerlerini biliyor musunuz? pH değerini bilmemizin temizliğe katkısı nedir? Tartışınız.

pH değeri 2 ve 2'den daha küçük olan kuvvetli asitler ile pH değeri 11'den büyük olan kuvvetli bazlar sayesinde kirliliğin türüne göre etkili temizlik yapılabilir. Yağ gibi asidik özellikteki kirlere bazik temizleyiciler ile kireç gibi bazik özellikteki kirlere ise asitler ile müdahale edilir. Bazı temizlik malzemelerinin pH'ı aşağıdaki gibidir.



Dikkat

Gerekli tedbirleri almadan temizlik malzemeleri ile temas etmek; ciltte tahrişlere, gözde yanıklara neden olabilir. Temizlikte kullanılan bazı kimyasallar karıştırıldıklarında zehirli gazlar oluşturur. Örneğin, çamaşır suyu ile tuz ruhunun karışımı sonucu oluşan klor gazı ölümlere sebep olabilir.

1 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Proses donanımını temizlemek.

Malzemeler

- Reaktör tankı
- Isı değiştirici
- Boru sistemi
- Pompa
- Proses değişkenleri
- Sud kostik çözeltisi (NaOH)
- Durulama suyu

Çalışmanın Yapılışı

1. Sud kostik çözeltisinin derişimi sistemin kirlilik derecesine göre ayarlanır.
2. Tüm sistemde pompa vasıtasıyla sud kostik çözeltisi dolaştırılır.
3. Kirlenen deterjan çözeltisi atık tankına boşaltılır.
4. Durulama yapılır.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Sud kostik çözeltisini hazırlar.				
3	Sistemden temizlik çözeltisini geçirir.				
4	Sistemde durulama yapar.				
5	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
6	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

2. BÖLÜM

PROSES ATIKLARINI DEPOLAMA VE SEVK ETME



Görsel 11.4: Atık depolama

2.1. PROSES ATIKLARI

Boya, deri, tekstil, metal işleme ve kaplama, petrokimya, termik santral, gıda gibi pek çok endüstri kolunda üretim esnasında veya sonunda atıklar oluşur. Bu atıklar inert (hiçbir koşulda tepkime vermeyen) radyoaktif şeklinde radyoaktif gibi çevreyi ve kaynakları tehdit edici türden olabilir. Örneğin madencilikte meydana gelen sülfür atıkları, gıda sanayinde meydana gelen biyobozunur atıklar ciddi çevresel problemlere neden olur. Atık oluşumu mümkün olduğunca önlenmelidir. Elden geldiğince azaltma, yeniden kullanma, bertaraf etme gibi olanaklar değerlendirilmelidir. Atıkların depolanması ve sevki insan sağlığını ve çevreyi tehdit etmeyecek şekilde yapılmalıdır.

2.2. PROSES ATIKLARININ DEPOLANMASI VE SEVK EDİLMESİ

Atıkların depolama ve sevkine başlanmadan önce mevcut durum tespiti ve ihtiyaç analizi yapılmalıdır. Atık yönetiminde atığın cinsi, konsantrasyonu, hacmi gibi özelliklerin yanı sıra bulunulan bölgenin iklimi, coğrafi koşulları, taşınacak mesafe gibi durumlar da öneme sahiptir. Atıkların tehlike sınıfları bakanlıkça hazırlanan yönetmelikte **atık kodları** ile birlikte belirtilir.

Atıklar doğrudan kanalizasyon sistemine, havaya, toprağa verilmemelidir. Birbirleriyle karıştırılmamalı sınıflandırma yapıldıktan sonra ayrı ayrı toplanmalıdır. Örneğin kâğıt için mavi, plastik için sarı, cam için yeşil, metaller için açık gri renkte toplama noktaları oluşturulabilir. Üretilen atıklar kayıt altına alınmalı, uygun ambalajlama ve etiketleme yapılmalıdır. Atıklar geri kazanım veya bertaraf tesislerine ulaştırılmadan önce yeterli kapasiteye gelinceye kadar **ara depolama** alanlarında depolanır daha sonra lisanslı tesislere gönderilir. Üretim sahasından atıkların ulaşacağı noktaya kadar **atık taşıma formu** bulundurulmalıdır.

02.04.2015 tarihli 29314 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde yer alan atık listesi ve bertaraf yöntemleri aşağıdaki gibidir.

Atık Listesi Bölümler

1. Madenlerin aranması, çıkarılması, işletilmesi, fiziki ve kimyasal işleme tabi tutulması sırasında ortaya çıkan atıklar,
2. Tarım, bahçıvanlık, su ürünleri, ormancılık, avcılık ve balıkçılık, gıda üretimi ve işlemesi sonucu ortaya çıkan atıklar,
3. Ahşap işleme ve kağıt, karton, kağıt hamuru, panel (sunta) ve mobilya üretiminden kaynaklanan atıklar,
4. Deri, kürk ve tekstil endüstrilerinden kaynaklanan atıklar,
5. Petrol rafinasyonu, doğal gaz saflaştırma ve kömürün pirolitik işlenmesinden kaynaklanan atıklar,
6. Anorganik kimyasal işlemlerden kaynaklanan atıklar,
7. Organik kimyasal işlemlerden kaynaklanan atıklar,
8. Astarlar (boyalar, vernikler ve vitrifiye emayeler), yapışkanlar, yalıtıcılar ve baskı mürekkeplerinin imalat, formülasyon tedarik ve kullanımından (İFTK) kaynaklanan atıklar,
9. Fotoğraf endüstrisinden kaynaklanan atıklar,
10. Isıl işlemlerden kaynaklanan atıklar,
11. Metal ve diğer malzemelerin kimyasal yüzey işlemi ve kaplanması işlemlerinden kaynaklanan atıklar; demir dışı hidrometalurji,
12. Metallerin ve plastiklerin fiziki ve mekanik yüzey işlemlerinden ve şekillendirilmesinden kaynaklanan atıklar,
13. Yağ atıkları ve sıvı yakıt atıkları (yenilebilir yağlar, 05 ve 12 hariç),
14. Atık organik çözücüler, soğutucular ve itici gazlar (07 ve 08 hariç),
15. Atık ambalajlar ile başka bir şekilde belirtilmemiş emiciler, silme bezleri, filtre malzemeleri ve koruyucu giysiler,
16. Listede başka bir şekilde belirtilmemiş atıklar,
17. İnşaat ve yıkım atıkları (kirlenmiş alanlardan zçıkartılan hafriyat dahil),
18. İnsan ve hayvan sağlığı ve/veya bu konulardaki araştırmalardan kaynaklanan atıklar (doğrudan sağlığa ilişkin olmayan mutfak ve restoran atıkları hariç)
19. Atık yönetim tesislerinden, tesis dışı atıksu arıtma tesislerinden ve insan tüketimi ve endüstriyel kullanım için su hazırlama tesislerinden kaynaklanan atıklar,
20. Ayrı toplanmış fraksiyonlar dahil belediye atıkları (evsel atıklar ve benzer ticari, endüstriyel ve kurumsal atıklar).

Bertaraf Yöntemleri

- D1 Toprağın altında veya üstünde düzenli depolama (örneğin, düzenli depolama ve benzeri)
- D2 Arazi ıslahı (örneğin, sıvı veya çamur atıkların toprakta biyolojik bozulmaya uğraması ve benzeri)
- D3 Derine enjeksiyon [1] (örneğin, pompalanabilir atıkların kuyulara, tuz kayalarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyonu ve benzeri)
- D4 Yüzey doldurma (örneğin, sıvı ya da çamur atıkların kovuklara, havuzlara ve lagünlere doldurulması ve benzeri) [2]
- D5 Özel mühendislik gerektiren düzenli depolama (çevreden ve her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama ve benzeri)
- D6 Deniz/okyanus hariç bir su kütlesine boşaltım [3]
- D7 Deniz yatakları dahil deniz/okyanuslara boşaltım [3]
- D8 D1 ile D7 ve D9 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan ve bu ekin başka bir yerinde ifade edilmeyen biyolojik işlemler
- D9 D1 ile D8 ve D10 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan fiziksel-kimyasal işlemler (örneğin, buharlaştırma, kurutma, kalsinasyon ve benzeri)
- D10 Yakma (karada)
- D11 Yakma (deniz üstünde) [4]
- D12 Sürekli depolama [5] (bir madende konteynerlerin yerleştirilmesi ve benzeri)
- D13 D1 ila D12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce harmanlama veya karıştırma
- D14 D1 ila D13 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce yeniden ambalajlama
- D15 D1 ila D14 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar depolama (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)

Açıklama

1. *D3 Derine enjeksiyon: Pompalanabilir nitelikteki sıvı atıklar jeolojik ve hidrojeolojik açıdan uygun olan kuyulara, tuz kayaçlarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyon işlemi ile bertaraf edilebilir. Bu yöntem ile atığı bertaraf etmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler alanın uygunluğunun belirlenmesi veya tespiti amacıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı, ve Sağlık Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.*
2. *Bu yöntemin uygulanmasında Orman ve Su İşleri Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.*
3. *Bu yöntemlerin uygulanmasında Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Sağlık Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.*
4. *D11 Yakma (Deniz üstünde): Bu yöntem ülkemizin taraf olduğu uluslararası sözleşmeler çerçevesinde yasaklanmıştır.*
5. *D12 Sürekli depolama: Kapalı maden ocaklarında atıkların konteynerler içinde depolanması mümkündür. Bu yöntem ile atığı bertaraf etmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler ocağın uygunluğunun belirlenmesi veya tespiti amacıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı, ve Sağlık Bakanlığının uygun görüşü ile birlikte Bakanlığa kurumsal akademik rapor sunulur, onay ve izin alınır.*

2 .
Laboratuvar Çalışması



Aşağıda verilen laboratuvar çalışmasını, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda yapınız

Çalışmanın Amacı

Atık yönetmeliğine uygun olarak etiketleme, sınıflandırma ve depolama yapmak.

Malzemeler

- Atık maddeler
- Çöp konteyneri
- Etiket

Çalışmanın Yapılışı

1. Proses sonunda oluşan maddeler; kimyasal atık, plastik, kâğıt vb. sınıflara ayrılır.
2. Her bir atık ayrı ayrı etiketlenmiş konteynırlarda toplanır.
3. Sızıntı kontrolleri yapılır.
4. Lisanslı atık depolama tesislerine gönderilir.
5. Malzeme ve çalışma ortamı temizliği yapılır.
6. Laboratuvar çalışmasının raporu hazırlanır.

LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Yapmış olduğunuz uygulamayı değerlendirmek amacıyla aşağıda verilen derecelendirme ölçeğini öğretmeniniz ile birlikte doldurunuz.

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğünü, eldivenlerini giyer ve gözlüğünü takar.				
2	Atık maddeleri ayırır.				
3	Kimyasal atıkları depolar.				
4	Atıkları etiketler.				
5	Sızıntı kontrolünü yapar.				
6	Çalışılan alanı temizler ve düzenler.				
7	Laboratuvar çalışma raporunu hazırlar.				
Öğretmen Görüşü :					

Ölçme ve Değerlendirme

A) Aşağıdaki ifadeler için doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1.(….) Yağlardan kaynaklanan kirlilik asitlerle temizlenir.

2.(….) Tuzlu su ilk iyonlu temizleyici olarak kullanılır.

3.(….) Sud kostik asidik temizleyicidir.

4.(….) Atık depolama prosedürlere uygun yapılır.

5.(….) İşletmelerde temizlik ve hijyen kurallarına uymak verimi arttırır.

B) Aşağıdaki cümleleri kutu içinde verilen uygun ifadelerle tamamlayınız.

atık etiketi	atık kodları	ayırıcı
deterjan	lisanslı	sanitasyon

6. Gıda sektöründe hijyen ve …….. önemlidir.

7. Proseste temizlik yapılırken ……..., asitli temizleyiciler ve ayırıcılar kullanılır.

8. Atık depolama yerleri olarak …….. depolama alanları kullanılır.

9. Ortamdaki Ca ve Mg maddelerini çöktürmemek için …….. kullanılır.

10. Atıkların tehlike sınıfları bakanlıkça hazırlanan yönetmelikte …….. ile birlikte belirtilir.

C) Aşağıda verilen soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. **Temizlik ürünü olarak**

I. Deterjan
II. Kostik
III. Köpüklü temizleyiciler

verilen maddelerinden hangileri kullanılabilir?

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

12. **Atık etiketleme, sınıflandırma ve depolama prosedürü için aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Depolama için lisanslı depolama alanları seçilir.
B) Sızıntı kontrolleri belirli periyotlarda yapılmalıdır.
C) Etiketleme işlemi atıkların türüne göre yapılır.
D) Atıkların kodlarını personel yapar.
E) Atık arıtımı çevre ve insan sağlığı için prosedüre göre yapılır.

13. **Aşağıda verilen temizlik maddelerinden hangisi diğerlerinden farklıdır?**

A) Sud kostik
B) Potas kostik
C) Silikatlar
D) Na_2CO_3
E) HCOOH

14. **Atık yönetiminde aşağıdakilerden hangisi önemli değildir?**

A) Atığın hacmi
B) Konsantrasyon
C) Taşınacak mesafe
D) Atığın rengi
E) Atığın cinsi

15. **Proses donanımlarını temizleme ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Verimli üretim için ekipmanlar temiz olmalıdır.
B) Ekipmanlar elle veya otomatik olarak temizlenebilir.
C) Büyük boyutlu ekipmanlar yerinden sökülerek temizlenmelidir.
D) Korozyon oluşmamasına özen gösterilmelidir.
E) Ekipmanın türüne göre temizleme yöntemi seçilebilir.

16. **Proses temizleyicileri ile ilgili**

I. Deterjanlar yağları temizlerken alkali tuzlar oluşturur.
II. Nitrik asit, fosforik asit gibi kimyasallar temizlik için kullanılabilir.
III. Ekipmanları aşındırmamalıdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

YANIT ANAHTARI

1. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
1. D	6. vana	11. E
2. Y	7. galvanizleme	12. C
3. Y	8. potansiyel	13. D
4. D	9. basınç	14. A
5. D	10. pompa	15. C
		16. B
		17. C
		18. B
		19. D

2. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
1. D	6. Katı /gaz	11. E
2. D	7. helezon	12. C
3. Y	8. kompresör	13. A
4. Y	9. Pnömatik	14. A
5. D	10. Pozitif / negatif	15. E
		16. D

3. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
1. Y	6. Barometre/ manometre	11. D
2. D	7. Sıvı seviye farkı	12. E
3. D	8. Termokupl	13. C
4. D	9. Mutlak sıfır	14. D
5. Y	10. sürekli	15. B
		16. A
		17. C
		18. E
		19. A
		20. C

4. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
1. Y	6. Isı	11. D
2. D	7. Çek	12. E
3. Y	8. Paralel / Karşı	13. B
4. D	9. Kanatlı	14. C
5. Y	10. Konveksiyon	15. C
		16. B
		17. D
		18. E

5. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
1. D	6. kondensör	11. A
2. Y	7. artar	12. B
3. Y	8. gaz	13. A
4. D	9. düşük	14. C
5. Y	10. vana	15. C
		16. E
		17. D

6. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
1. D	6. Mezür	11. B
2. D	7. Yük hücresi	12. C
3. Y	8. Reaktör	13. C
4. Y	9. Ham madde seçimi	14. D
5. D	10. Gerinim yük hücresi	15. C
		16. E
		17. E

7. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
1. D	6. Reaktör	11. E
2. D	7. Sürekli	12. C
3. Y	8. Katalizör	13. D
4. D	9. Karıştırıcı	14. B
5. Y	10. Numune	15. C
		16. C

8. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
1. D	6. Benzin	11. A
2. Y	7. Pompalar	12. E
3. D	8. Güvenlik	13. E
4. Y	9. Temiz	14. C
5. D	10. referans	15. E
		16. C

9. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
17. Y	22. Korozyon	27. B
18. D	23. Koruyucu oksit	28. A
19. D	24. İnhibitör	29. E
20. Y	25. Kurban Anot	30. D
21. D	26. pH'ı	31. E
		32. B

10. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
33. Y	38. Katılma	43. B
34. D	39. Polimer	44. A
35. Y	40. Vakumlama	45. C
36. D	41. Tuz	46. B
37. D	42. Termal kraking	47. B
		48. D

11. Öğrenme Birimi

A. BÖLÜMÜ	B. BÖLÜMÜ	C. BÖLÜMÜ
1. Y	6. sanitasyon	11. D
2. D	7. deterjanlar	12. E
3. Y	8. lisanslı	13. C
4. D	9. ayırıcı	14. D
5. D	10. atık etiketi	15. B
		16. A
		17. C
		18. E
		19. A
		20. C

SIRA SİZDE YANIT ANAHTARI

3. Öğrenme Birimi

1. BÖLÜM

SIRA SİZDE-1

$P_X = h + P_Y$ olarak hesaplanır.

$P_X = 65 + 15 = 80$

SIRA SİZDE-2

$P_{dış} < P_{CO2}$

$P\ CO_2 = P_{dış} + h$

$P\ CO_2 = 76 + 10$

$P_{dış} = 86$ cmHg' dır.

2. BÖLÜM

SIRA SİZDE

T(K) = t(°C) + 273

T(K) = -20 + 273

T(K) = 253 K

4. Öğrenme Birimi

1. BÖLÜM

SIRA SİZDE

1 kcal = 1000 cal ise

1 kcal	4,2 kJ
X cal	21 kJ

X = 21 / 4,2

X = 5 kcal olarak hesaplanır.

X = 5000 cal

6. Öğrenme Birimi

1. BÖLÜM

SIRA SİZDE-1

$$\text{Kütlece \% kostik} = \frac{\text{Kostik kütlesi}}{\text{Toplam kütle}} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% kostik} = \frac{8}{100+8+92)} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% kostik} = \frac{8}{200} \times 100$$

Kütlece % kostik = 4

SIRA SİZDE-2

2 ton = 2000 kg

Ham madde miktarı 1 (m_1) = $\dfrac{\text{toplam kütle} \times \text{kütlece \% ham madde 1}}{100}$

Ham madde miktarı 1 = $\dfrac{2000 \times 20}{100}$

Ham madde miktarı 1 = 400 kg

Ham madde miktarı2 (m_2) = $\dfrac{\text{toplam kütle} \times \text{kütlece \% ham madde 2}}{100}$

Ham madde miktarı 2 = $\dfrac{2000 \times 50}{100}$

Ham madde miktarı 2 = 1000 kg

Ham madde miktarı 3(m_3) = $\dfrac{\text{toplam kütle} \times \text{kütlece \% ham madde}}{3\ 100}$

Ham madde miktarı 3 = $\dfrac{2000 \times 30}{100}$

Ham madde miktarı 3 = 600 kg

6. Öğrenme Birimi

1. BÖLÜM

SIRA SİZDE-3

Hacimce % etil alkol = $\frac{\text{etil alkol hacmi}}{\text{çözelti hacmi}}$ x 100

Hacimce % etil alkol = $\frac{40}{40 + 160}$ x 100

Hacimce % etil alkol = $\frac{40}{200}$ x 100

Hacimce % etil alkol = 20 kg

SIRA SİZDE-4

Amonyak hacmi = $\frac{\text{toplam hacim x hacimce \% amonyak}}{100}$

Amonyak hacmi = $\frac{500 \text{ x } 20}{100}$

Amonyak hacmi ($V_{amonyak}$) = 100 litre

Oksalik asit hacmi = $\frac{\text{toplam hacim x hacimce \% oksalik asit}}{100}$

Oksalik asit hacmi = $\frac{500 \text{ x } 10}{100}$

Oksalik asit hacmi($V_{Oksalik\ asit}$) = 50 Lt

10. Öğrenme Birimi

1. BÖLÜM

SIRA SİZDE

Şekerin mol sayısı

$n_{çözünen} = \frac{64,8}{342}$

$n_{çözünen}$ = 0,2 mol

1kg su = 1 L su (Suyun özkütlesi 1 g/mL)

Çözeltinin molalitesi = Çözünen Maddenin Mol Sayısı / Çözücünün kütlesi (kg)

$m = \frac{n\ çözünen}{m\ çözücü}$

m = 0,2/1

m = 0,2

$\Delta T_k = K_k$ x m

su için K_k = 0.512

ΔT_k = 0.51 x 0,2

ΔT_k = 0, 1024 °C lik artış gözlenir.

Yani deniz seviyesinde 100 + 0,1024 = 100,1024 °C'de kaynar.

SÖZLÜK

A

akışkan : Sıvı, gaz ve toz gibi yer çekimi etkisi altında akma özelliği gösteren madde.
aktüatör : Bir mekanizmaya hareket sağlayan eleman.
ametal : Metalik özellik göstermeyen element.
anyon : Negatif yüklü iyon.
asal gaz : Kimyasal reaksiyonlara ilgisiz, periyodik tablonun 8A grubu elementleri.
asit : Suda çözündüğünde ortamda H^+ iyonu derişimini artıran madde.
atmosfer basıncı : Açık havanın ağırlığından dolayı uyguladığı basınç.
ayrımsal damıtma : Kaynama sıcaklığı farkından yararlanılarak yapılan sıvı karışımları ayırma işlemi.

B

bağ : Atomların ve iyonların bir arada kalmasını sağlayan kuvvet.
basınç : Birim alana dik uygulanan kuvvet.
barometre : Açık hava basıncını ölçen alet.
bileşik : İki veya daha fazla cins elementin belirli oranlarda bir araya gelmesi ile oluşan saf madde.
bobin : Üzerine tel sarılan, genellikle silindirik olan devre elemanı.
boru : Akışkanları taşıyan ve ileten hat.
buharlaşma : Sıvı hâlden gaz hâle geçme.
büret : Hacim ölçmede kullanılan dereceli ve musluklu alet.

C-Ç

ceket : Kabın dış kısmına konulan ısıtma ve soğutma amaçlı yapı.
cevher : İçerisinden ekonomik değere sahip metal ve yarı metallerin ayırma yolu ile elde edilebileceği doğal karışım.
çözelti : Maddelerin birbiri içinde çözünmesi ile oluşan homojen karışım.

D

damıtma : Sıvının buharlaştırılması ve daha sonra oluşan buharın soğutucu ortamdan geçirilerek tekrar yoğunlaştırılmasına dayanan ayırma ve saflaştırma işlemi.
debi : Kesit alandan belirli bir zamanda geçen akışkan miktarı.
derişim : Çözeltide çözünen madde miktarını gösteren ifade.
direnç : Elektrik iletkenliğine karşı gösterilen zorluk.
doğal gaz : Çoğunluğu metan, kalanı ise etan, propan, bütan olan hidrokarbon karışımı.
donma : Sıvı halden katı hâle geçme.

E

ekzotermik tepkime : Bulunduğu ortama ısı vererek gerçekleşen tepkime.
element : Tek tür atomdan oluşan ve kimyasal yollarla daha küçük birimlerine ayrılamayan saf madde.
elektrik motoru : Elektrik enerjisini hareket enerjisine çeviren alet.
elevatör : Malzemeleri yüksek seviyelere iletebilen taşıma aracı.
endotermik tepkime : Bulunduğu ortamdan ısı alarak gerçekleşen tepkime.
erime : Katı halden sıvı hâle geçme.
eşanjör : Bkz. ısı değiştirici

F

filtre : İstenmeyen küçük boyutlu parçacıkları tutan ve uzaklaştıran araç.
fonksiyonel grup : Organik bileşiklerde reaksiyon veren kısım.
formül : Bileşikteki atomları ve atomların sayısını gösteren yapı.

G

gaz : Tanecikler arası çekim kuvveti en az olan yüksek enerjili madde hâli.
genleşme : Sıcaklık etkisi ile cismin boyutunun artması.
gerilim : Üzerinden akım geçen bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel fark.

H

hal değişimi : Maddelerin katı, sıvı ve gaz gibi fiziksel hâller arasındaki geçişi.
halojen : Periyodik tablonun 7A grubunda bulunan elementler.
ham madde : Ürün elde etmek için işlenecek olan madde.

helezon : Sarmal yapı.
heterojen : Fiziksel özelliği her kesitinde aynı olmayan sistem.
hidrokarbon : Yapısında yalnızca karbon ve hidrojen bulunduran organik bileşik.
homojen : Fiziksel özelliği her kesitinde aynı olan sistem.

I-İ

ısı : Sistem ile ortam arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanan enerji akışı.
Isı değiştirici : Bir ortamdan diğerine ısı aktaran cihaz.
iletkenlik : Isı ve elektriği iletme durumu.
iyon : + veya – yüklü kimyasal tür.
iyonik bağ : Elektron aktarımı sonucu oluşan zıt yüklerin arasındaki elektrostatik çekimle oluşan bağ.
izomer : Aynı molekül formülüne, farklı yapı ve özelliklere sahip bileşikler.

J

joule : Uluslararası Birim Sistemi'nde (SI) ısı, iş ve enerji birimi.

K

katı : Maddenin kendine ait şekli ve hacmi olan en düzenli hâli.
katalizör : Kimyasal tepkimenin hızını artıran madde.
kalori : 1 gram suyun sıcaklığını 1 °C yükseltmek için gereken ısı miktarı.
kazan : Isıtma işleminin gerçekleştiği donanım.
kalorimetre : Isı değişimini ölçen alet.
kompresör : Gazları düşük basıçtan yüksek basınca sıkıştıran sistem.
kontrol panosu : Çevresindeki cihazların bağlantılarını bulunduran ve kontrolünü sağlayan panel.
konveyör : Hareketli bir şerit yardımıyla taşıma işlemi yapan araç.
kostik : NaOH ve KOH gibi kuvvetli bazik reaksiyon veren maddeler.
kovalent bağ : Atomlar arasında elektron paylaşımı ile oluşan bağ.
korozyon : Maddelerin zaman içinde çeşitli tepkimelere girerek aşınması.
korozif madde : Korozyona neden olan yakıcı, aşındırıcı madde.

L

litre : Hacim birimi.
LPG : Propan ve bütan karışımı sıvılaştırılmış petrol gazı.

M

madde : Uzayda yer kaplayan ve kütlesi olan her şey.
manometre : Basınç ölçen alet.
metal : Isı ve elektriği ileten, elektron vermeye yatkın, işlenebilen element türü.
molalite : 1 kg çözücüde çözünmüş maddenin mol sayısı.
molarite : 1 L çözeltide çözünmüş maddenin mol sayısı.
molekül : Element veya bileşiklerin kararlı hâldeki en küçük yapısı.

N

numune : Malzeme bileşiminin tamamını temsil edebilen az miktardaki örnek.
nötr : + veya – yükleri bulunmayan, yüksüz.

O-Ö

oksit : Oksijenin diğer elementlerle yaptığı bileşiklerin genel adı.
organik bileşik : Karbon elementinin oluşturduğu bileşikler.
ölçüm aleti : Sistem değişkenlerini algılayan eleman.

P

petrokimya : Petrol ve doğal gazdan türetilen ürünleri inceleyen kimya dalı.
pipet : Küçük hacimlerde sıvı aktarmada kullanılan malzeme.
pnömatik : Basınçlandırılmış hava ile çalışan sistemler.
polimer : Çok sayıda küçük molekülün birleşerek oluşturduğu büyük molekül kütleli yapı.
pompa : Sıvılara yatay ve dikey doğrultuda hareket veren cihazlar.
proses : Bir kimyasal reaksiyonun ya da üretimin aşamaları.

R

reaksiyon : Atom, iyon ve moleküllerin etkileşerek yeni maddeler oluşturması.
reaktör : Kimyasal proseste içinde reaksiyonların gerçekleştiği sistem.
reçete : Üretimden önce oluşturulan gerekli malzemelerin ve oranlarının listesi.

S-Ş

salmastra : Yüzeyler arasında sızdırmazlık sağlayan parça.
santrifüj : Merkezkaç kuvveti etkisi ile çalışan döner elemanlı cihaz.
serpantin : Kıvrımlı ve kanatlı yapıya sahip ısı değiştirici.
seviye kabı : Malzemenin derinliğini ya da yüksekliğini ölçmeye yarayan kap
sıcaklık : Maddenin kinetik enerjisinin ölçüsü.
sıvı : Bulunduğu kabın şeklini alan, katı ve gaz arasındaki akışkan madde hâli.
sigorta : Devreyi kaza ve arızalardan koruyan eleman.
sinyal : Sistemin durumunu ışık ile bildiren eleman.
soy gaz : Bkz. asal gaz
spatül : Az miktarlarda katı malzeme aktarımında kullanılan kaşık benzeri alet.
şahit numune : Bir analizdeki hatayı bulmak ve gidermek için kullanılan, ana numune ile aynı şartlarda alınan numune.

T

termometre : Sıcaklık ölçen alet.
toz : Boyutu 1 mm'den küçük olan katı parçacıklar.
tuz : Asit ve baz tepkimeleri sonucu oluşan bileşik.
tuz ruhu : Hidroklorik asidin halk arasındaki adı.

U-Ü

ultrasonik ses dalgası : Frekansı 20000 Hz'in üzerinde olan ses dalgası.
ürün : Bir kimyasal tepkime sonunda oluşan madde veya maddeler.

V

vakum : Ortam basıncından daha küçük bir basınçla emme kuvveti sağlanması.
vana : Akışkan akışını açma-kapama ve ayarlamaya yarayan araç.
verim : Elde edilen ürün miktarının teorik olarak hesaplanan elde edilebilecek en fazla ürün miktarına oranı.
vida : Gövdesine açılmış dişler aracılığıyla bağlantı sağlayan eleman.
viskozite : Akmaya karşı gösterilen direnç.

Y-Z

yanma : Maddelerin O_2 ile reaksiyon vermesi.
yan ürün : Üretimde amaçlanan ana ürünün dışında meydana gelen ürün veya ürünler.
yoğunlaşma : Gaz hâlden sıvı hâle geçmek.
yük hücresi : Ölçülen ağırlıkla doğru orantılı olarak elektrik sinyali oluşturan dönüştürücü.
yükseltgenme : Atom veya iyonun elektron vererek değerliğinin artması.
yüzey aktif madde : Sabun ve deterjan gibi yüzey gerilimini etkileyen maddeler.

KAYNAKÇA

Aşık, E. (1988). Bantlı Konveyörler. Ankara: TMMOB, Makina Mühendisleri Odası Yayınları.

Çengel, A. Y. (2007). Heat and Mass Transfer-A Practical Approach, 3rd Edition, McGraw-Hill Book Co., New York; Çeviren:Tanyıldızı, V. ve Dağtekin, İ., (2011). Isı ve Kütle Transferi-Pratik Bir Yaklaşım, Birinci Basım, Güven Bilimsel, İzmir.

Dölek, G.N. (2015). Petrokimya Sanayi Amin ile Temizleme Ünitesi için Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (HAZOP) Metodolojisinin Uygulanması. (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi). Ankara.

Ergin, Z. (1988, Mart). Tuzun Üretim Teknolojisi ve İnsan Sağlığındaki Yeri.Madencilik. XXVII(1).

Erol, O. (2007). Deri İşletmelerinde Su Gereksiniminin Karşılanması: Santrifüj Pompaların Kullanımı ve Optimizasyonu. Tekirdağ: Trakya Üniversitesi.

Fogler, H.S. (1992). Elements of Chemical Reaction Engineering.(2nd Ed). Prentice-Hall Inc.

Genceli, O. F. (2010). Isı Değiştiricileri, İstanbul. Birsen Yayınevi.

Gökelim, A. T. (2001). Pompalar. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. Numune Alma Klavuzu. Genelge 2012/32. Sayı B.21.0.GGM.0.19.01.00-010.06.01 - 08.10.2012

Kakaç, S., Liu, H. (2002). Heat Exchangers.University of Miami. Florida: CRC press.

Karakoç, H.T. ,Karakoç,N., Erbay, B., Aras, H. (2012). Enerji Analizi. Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını. No: 2486.

Kimya Terimleri Sözlüğü (20. bs.), Türk Dil Kurumu Yayınları, İstanbul, 2009.

Kinski, R. (1982). Uygulamalı Akışkanlar Mekaniği. Avustralya. McGrawhille Kitap Şirketi.

Khan, A. A.,&Gorla, R. S. (2003). Turbomachinery: Design And Theory. New York: Taylor & Francis Inc.

Olcay,A. (1998). Kimyasal Teknolojiler.Ankara: Gazi Kitapevi.

Özumar, L. (2008) ‘’Santrifüj Pompa Boğaz Boyunun Uzatılarak Pompa Çalışma Değerlerine Etkisi’’ Doktora Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.

Ploch, H.P. (2006). A Practical Guide to Compressor Technology. (2nd edition). New Jersey: John Wıley & Sons, inc.

R.K. Shah and D.P. Sekulic.(2003). Fundamentals of Heat Exchanger Design. New York. John Wiley &sons Inc.

Saldamlı, İ., Saldamlı, E. (2004). Gıda Endüstrisi Makineleri. Ankara: Savaş Yayınları.

Solen, K.A, Harb J.N. (2016). Kimya Mühendisliğine Giriş (5. Basım). Brigham Young Üniversitesi. Literatür yayınları

Somer, G., Yaşar, A. (2009). Kimya Terimler Sözlüğü. İstanbul. Türk Dil Kurumu Yayınları.

Şahan, M.A. Isı Geri Kazanım Eşanjörlerinin Kullanım Opsiyonları. VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi.

Türkçe Sözlük (30. bs.), Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 2012.

Tüzün C. (2005) Organik Kimya. Ankara: Ankara Üniversitesi. Palme Yayıncılık.

Yazım Kılavuzu (27. bs.), Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 2012.

Webster, J. G. (1999). The Measurement Instrumentation and Sensors Handbook. Boca Raton, FL: CRC Press.

İnternet Kaynakları

Atık Yönetimi Yönetmeliği. ek-2/A. ek-4. 9 Kasım 2020 Pazartesi, 17.22 tarihinde https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150402-2.htm adresinden erişildi.

Gerdemeli, İ. Sürekli Transport Makinalarının Sınıflandırılması. [Pdf belgesi] ders notları 23 Kasım 2020 pazartesi, 20.00 tarihinde https://transport.itu.edu.tr/docs/librariesprovider99/dersnotlari/dersnotlarimak546/2-s%C3%BCrekli-transport-makinalar%-C4%B1n%C4%B1n-s%C4%B1n%C4%B1fland%C4%B1r%C4%B1lmas%C4%B1-ve-kullan%C4%B1m-yerleri.pdf?sfvrsn=2 adresinden erişildi.

İşler, H. (2018). Makine Elemanları. [Pdf belgesi] ders notları. 3 Aralık 2020 Perşembe, 21.32 tarihinde avesis.ege.edu.tr adresinden erişildi.

Kuşdoğan,Ş. Kandemir Beşer,E. (2018). Elektrik Ölçme. [Pdf belgesi] ders notları. 9 Aralık 2020 Çarşamba, 21.06 tarihinde http://elektrik.kocaeli.edu.tr/upload/duyurular//2409180837022e795.pdf adresinden erişildi.

https://www.ume.tubitak.gov.tr/tr/si-birimleri 8 Aralık 2020 Salı, 16.30 tarihinde erişildi.

https://uygulamalar.gtb.gov.tr/samancta/GeneralProcedures/SamplingMethods_TR.htm 19 Kasım Perşembe 22.40 tarihinde erişildi.

Görsel Kaynakçası