

**Bu kitaba sığmayan  
daha neler var!**



Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

**ÖDS**

**ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN  
DESTEK SİSTEMİ**

<https://ods.eba.gov.tr>

- Konu Anlatımlı Ders Videoları
- Soru Çözüm Videoları
- Ders Anlatım Videoları
- Çoktan Seçmeli Sorular



Kişiselleştirilmiş Öğrenme ve Raporlama

Animasyonlar, 3B Modeller, Simülasyon ve Oyunlar

Paylaşım ve İş birliği

Ortak / Özel Takvim

**eba**  
www.eba.gov.tr



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

ISBN 978-975-11-6331-8

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PETROL TEKNOLOJİSİNDE KONTROL 10

DERS MATERYALI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ  
KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

# PETROL TEKNOLOJİSİNDE KONTROL

**10**

DERS MATERYALI





MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ  
KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

# PETROL TEKNOLOJİSİNDE KONTROL

# 10

DERS MATERYALİ

## YAZARLAR

Fuat MAZICI  
Nuray AKGÜN



MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 8036

YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİ..... : 1964

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

**DİL UZMANI**

Mehmet GÜNAY

**PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI**

Emel DOLDUR

**ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI**

Mustafa ÇELİK

**REHBERLİK VE PSİKOLOJİK DANIŞMA UZMANI**

Emrah ÇELİK

**GÖRSEL TASARIM UZMANI**

Murat KORLAELÇİ

ISBN: 978-975-11-6331-8

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,  
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;  
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.  
Doğacaktır sana va' dettiğin 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 İlahî, 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 cerâhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,  
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;  
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

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

**Mehmet Âkif Ersoy**

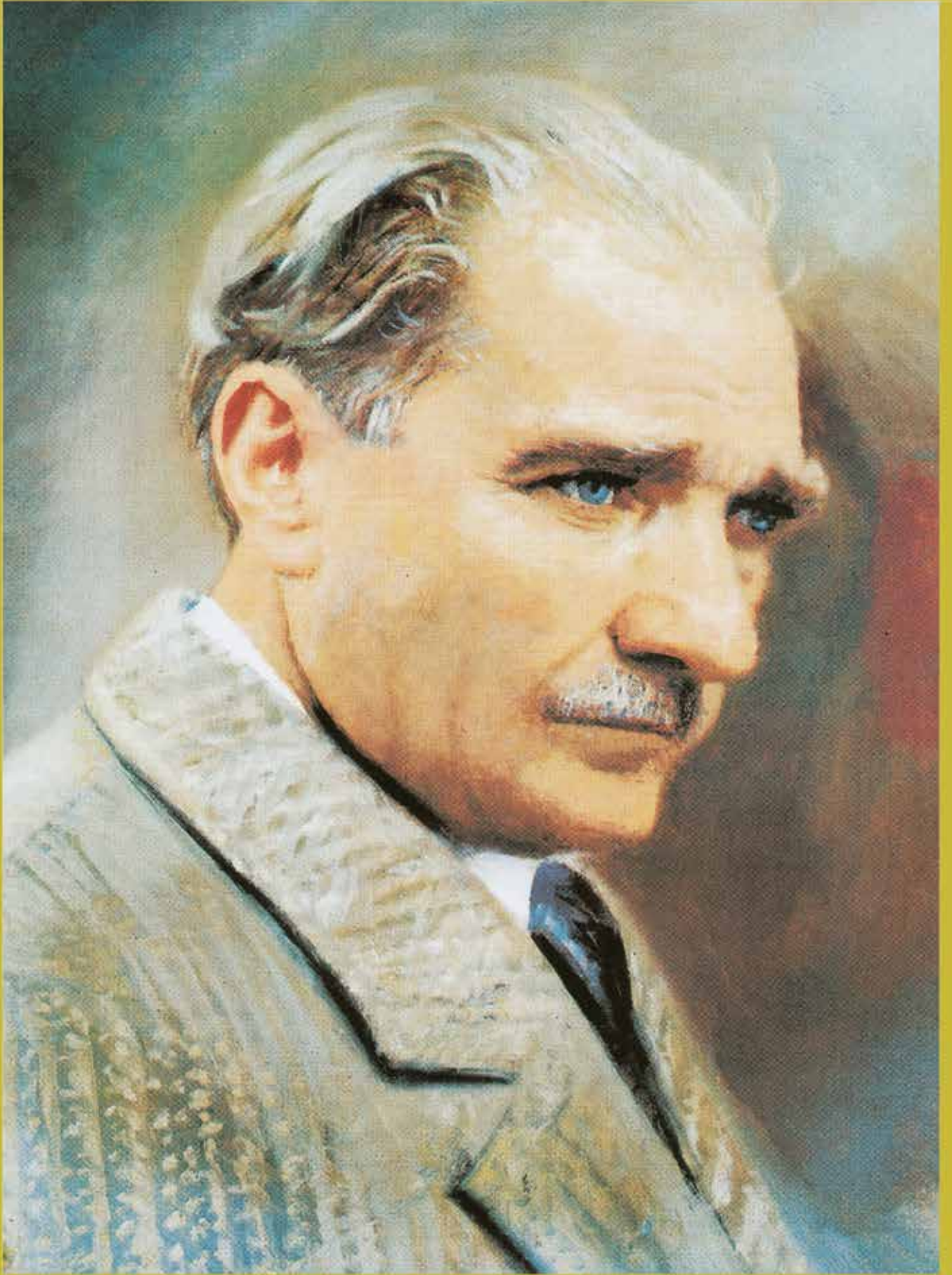
## GENÇLİĞE HİTABE

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

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaî 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

## 1. Öğrenme Birimi: KOROZYONLA MÜCADELE

<b>1.1. METALLERDE KOROZYON</b> .....	<b>17</b>
1.1.1. Korozyon Çeşitleri .....	17
<i>Laboratuvar Çalışması 1</i> .....	20
<i>Laboratuvar Çalışması 2</i> .....	23
1.1.2. Korozyona Etki Eden Faktörler .....	24
<i>Laboratuvar Çalışması 3</i> .....	25
1.1.3. Korozyonu Önlemenin Önemi .....	26
1.1.4. Metallerde Korozyon Teşhisi .....	27
<b>1.2. PETROL PROSESLERİNDE KOROZYONDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ</b> .....	<b>29</b>
1.2.1. Korozyon Türleri .....	30
1.2.2. Atmosferik ve Elektrolitik Korozyon .....	31
<i>Laboratuvar Çalışması 4</i> .....	33
<i>Laboratuvar Çalışması 5</i> .....	34
1.2.3. Yüksek Sıcaklık Korozyonu .....	35
1.2.4. Erozyon .....	35
1.2.5. Korozyondan Korunma Yöntemleri .....	36
<i>Laboratuvar Çalışması 6</i> .....	37
1.2.6. Katodik Korumanın Yararları .....	38
1.2.7. Yüzey Temizliğinin Önemi ve Boya İle Koruma .....	38
<i>Laboratuvar Çalışması 7</i> .....	40
1.2.8. Metalik Kaplamanın Yararları .....	41
1.2.9. Petrol Rafinerilerinde Korozyondan Korunma Tekniklerinde Kullanılan Araç - Gereç .....	41
<i>Laboratuvar Çalışması 8</i> .....	42
<i>Laboratuvar Çalışması 9</i> .....	43
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b> .....	<b>44</b>

## 2. Öğrenme Birimi: PETROL, PETROL ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI VE DEPOLANMASI

<b>2.1. PETROLÜN VE PETROL ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI</b> .....	<b>48</b>
2.1.1. Kara ve Deniz Dolum Üniteleri Çalışma Prensipleri .....	49
<i>Laboratuvar Çalışması 1</i> .....	51
2.1.2. Petrol ve Petrol Ürünleri Taşınırken Alınacak Güvenlik Önlemleri .....	52
2.1.3. Ham Petrolün Taşınmasında Kullanılan Ekipmanlar .....	53
<i>Laboratuvar Çalışması 2</i> .....	54
<i>Laboratuvar Çalışması 3</i> .....	55
<i>Laboratuvar Çalışması 4</i> .....	56
2.1.4. Tanker Tipleri .....	57
2.1.5. Römorkaj ve Liman Hizmetleri .....	58
2.1.6. Bir Arada Taşınan ve Taşınamayan Petrol Ürünleri .....	59

<b>2.2. PETROLÜN VE PETROL ÜRÜNLERİNİN DEPOLANMASI</b> .....	<b>60</b>
2.2.1. Depolama Tankı.....	61
2.2.2. Depolama Tankı Dolum Koşulları .....	63
2.2.3. Depolama Tankı Ölçüm İşlem Basamakları.....	64
<i>Laboratuvar Çalışması 5</i> .....	<i>65</i>
2.2.4. Tank Boşaltım Koşulları ve Boşaltım Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Kurallar .....	66
2.2.5. Tanklarda Depolanan Ara Ürünlerin Diğer Ünitelere Transferi.....	66
2.2.6. Seviye Ölçümü .....	67
2.2.7. Seviye Ölçüm Yöntem ve Teknikleri .....	67
<i>Laboratuvar Çalışması 6</i> .....	<i>68</i>
<i>Laboratuvar Çalışması 7</i> .....	<i>69</i>
2.2.8. Seviye Transmitterleri .....	71
2.2.9. Seviye Ölçümünde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	73
<b>Ölçme ve Değerlendirme</b> .....	<b>74</b>

### **3. Öğrenme Birimi: PETROL ÜRÜNLERİNİN YÜZEYDEN TEMİZLİĞİ**

<b>3.1. PETROL DÖKÜNTÜSÜ OLAN ALANIN KONTROL ALTINA ALINMASI</b> .....	<b>79</b>
3.1.1. Petrol ve Türevlerinin Çevreye Zararları.....	79
<i>Laboratuvar Çalışması 1</i> .....	<i>80</i>
<i>Laboratuvar Çalışması 2</i> .....	<i>81</i>
3.1.2. Petrol Döküntü Alanını Kontrol Altına Alma Yöntemleri.....	82
3.1.3. Petrol Döküntülerinin Kontrol Altına Alınmasında Kullanılan Donanımlar.....	83
<i>Laboratuvar Çalışması 3</i> .....	<i>85</i>
<i>Laboratuvar Çalışması 4</i> .....	<i>87</i>
<b>3.2 PETROLLÜ ZEMİNİN TEMİZLİĞİ</b> .....	<b>89</b>
3.2.1 Petrol Temizleme Yöntemleri.....	89
<i>Laboratuvar Çalışması 5</i> .....	<i>90</i>
<i>Laboratuvar Çalışması 6</i> .....	<i>92</i>
<i>Laboratuvar Çalışması 7</i> .....	<i>94</i>
3.2.2. Temizleme İşleminde Sonra Atıkların Sahadan Uzaklaştırılması .....	95
<b>Ölçme ve Değerlendirme</b> .....	<b>96</b>
<b>Cevap Anahtarı</b> .....	<b>98</b>
<b>Sözlük</b> .....	<b>99</b>
<b>Kaynakça</b> .....	<b>103</b>

# BU MATERYALDE NELER VAR?

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

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



Öğrenme birimine ulaşmak için kullanılan karekodu gösterir. Karekodların üzerindeki sayıyı aşağıdaki linkin sonuna ekleyerek öğrenme birimine ulaşabilirsiniz.

13965

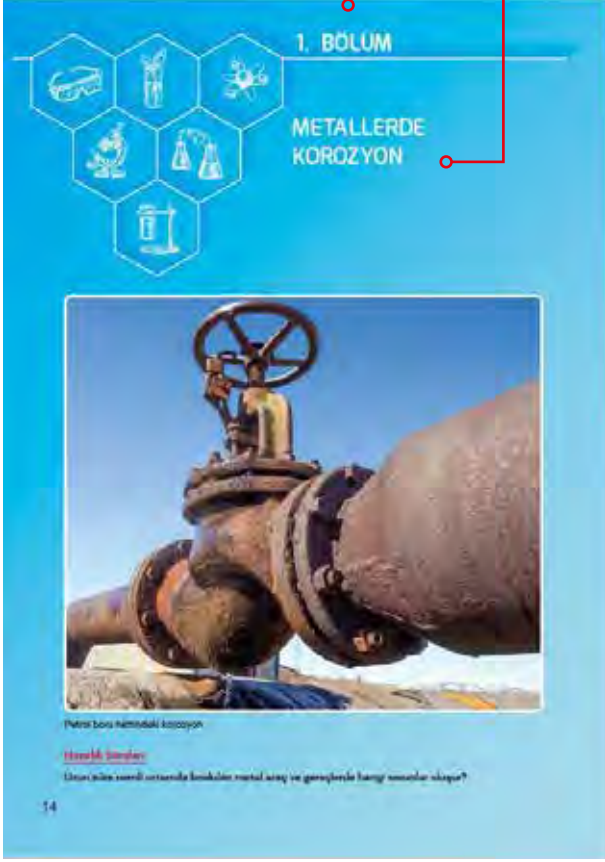
<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=13965>

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

Öğrenme birimi içeriğindeki bölüm başlıkları verilmiştir.

Bölüm adı yer almaktadır.

Her bölüm ve numarası laboratuvar güvenlik işaretleri eşliğinde verilmiştir.

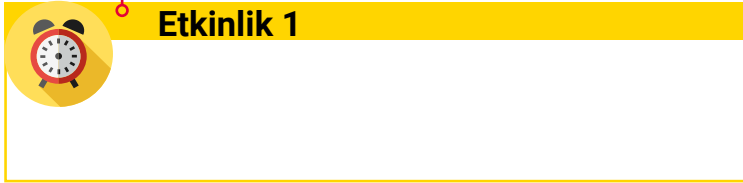


Bölümdeki konu başlığını ve numarasını gösterir. Numaralandırma; bölüm, konu ve alt konu başlıkları şeklinde yapılmıştır. Kitaba ait tüm konu başlıkları ile en alt başlıklar kırmızı, alt başlıklar ise mavi renkle verilmiştir.

Her sayfada öğrenme birimini anımsatılmaktadır.



Konuyla ilgili etkinlik verilmiştir.



Konuyla ilgili bilgi verilmiştir.

.....UNUTMAYALIM

Bölümlerin içinde etkinlikler bulunmaktadır. Bu etkinliklerin amacı, çevremizdeki korozyona dikkat çekerken öğrenme sürecindeki öğrencilere birlikte çalışmanın önemini kavratmaktır.



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

A başlığı altında doğru yanlış soruları yer almaktadır.

Çoktan seçmeli sorular yer almaktadır.

**ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME**

1. Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz. Her birinin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduğunu kısacık olarak doğru olarak yazınız.

Almanya'daki korozyon en sık görülen korozyondur.

Korozyon doğal kaynakların tükenmesine neden olur.

Korozyondan korunmak mümkün değildir.

Elektron verme istatiji hidrojenin az olan metaller aktif metal lerdir.

Korozyon oluşumunda sadece sıcaklık etkili değildir.

Demir  $O_2$  ve  $H_2O$  ile tepkimeye girerse pas oluşur.

Elektrokimyasal korozyonda anodta metal korunur.

1. doğru 2. yanlış 3. yanlış 4. yanlış 5. yanlış 6. yanlış 7. yanlış 8. yanlış

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları kuzularda verilen ifadelerle tamamlayınız.

elektron	sıcaklık	korozyonu	korozyon	katodik
nam	anot	katot	metallerin	başarıç

9. Korozyon kısaca \_\_\_\_\_ aşımalarıdır.

10. Metal ve elektrolit ortamında \_\_\_\_\_ korozyondur.

11. Metalin aktif metallerin \_\_\_\_\_ verme istatiji.

12. Rafine edilmiş pasız sacın %21'i \_\_\_\_\_ neleri ile meydana gelir.

13. Korozyon oluşumunda en önemli faktörler \_\_\_\_\_ ve \_\_\_\_\_ dir.

14. İnhibitör \_\_\_\_\_ azaltmak için kullanılan bir maddedir.

15. Korozyondan korunmak için metalin yüzeyi paslı olan bir metale boyanır. Böylece katodik koruma sağlanır. Bu yöntemle koruma için Ag, Cu, Zn, Al, Mg ve Al metallerinden hangisi veya hangilerini kullanmak gerekir? Açıklayınız. (Nükleon büyüğü doğru sıralı sırası: Au, Ag, Cu, Cr, Zn, Al, Mg)

**ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME**

**BULMACA**

1. Aşırı korozyon  
2. Elektrolit ortamında bulunan em (+) uçlu bölümler  
3. En sık görülen korozyon türü  
4. Metalin en etkili koruma yöntemi  
5. Metal kaybının en az olması için çözümlenmesi gereken madde

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların cevaplayınız.

16. Bu yöntemle deneyde tabii tutulan parçanın yüzeyindeki bir bölümden alınıp analiz yapılarak parça üzerinde indirgenmiş oksijen miktarı ölçülür. Bu yöntemle deneyde kullanılan metaller, hangi korozyon test yönteminde kullanılır?

A) Radyografik  
B) Ultrasonik  
C) Sıfır (Zn) ağırlık testi  
D) Termal  
E) Mikroskopik

17. Metalin boyanması  
B. Korozyon dayanıklı malzeme kullanılması  
C. Metalin başka bir metalle kaplanması  
D. Katodik koruma yapılması

Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri korozyonu önlemek için yapılabilir?

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

18. I. Sani koruma boyaları,  
II. Anot elektrodu olarak gümüş metali kullanılması,  
III. Elektrolitte gümüş iyonları bulunması saat zamanında indirgenir.

Bakıldığında yapılan bir saat, gümüş ile kaplanarak süzülür. Bu saat için yukarıdaki yöntemlerden hangisi ya da hangileri yapılmalıdır?

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

Boşluk doldurma soruları yer almaktadır.

8. soru altında açık uçlu sorular yer almaktadır.

Kazanımları uygulamalı öğretebilmek adına laboratuvar çalışmasına yer verilmiştir. Her bölümün sonunda bulunan laboratuvar çalışmalarının amacı, malzemeleri, yapılışı ve değerlendirme ölçeği şekildedeki 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.

**Laboratuvar Çalışması**

**METALLERİN KOROZYONU**

**Amaç:** Korozyonun mekanizmasını ve önlenmesini öğrenmek.

**Teorik Bilgi:** Korozyon, bir metalin ortamındaki kimyasal veya fiziksel etkilere maruz kalması sonucu meydana gelen kimyasal değişimdir. Bu süreçte metal atomları iyonlaşarak çözünür ve ortamda çözünmüş iyonlar halinde bulunur.

**Deneyin Amacı:** Korozyonun mekanizmasını ve önlenmesini öğrenmek.

**Deneyin İçeriği:** Korozyonun mekanizmasını ve önlenmesini öğrenmek.

**Deneyin Yürütülmesi:** Korozyonun mekanizmasını ve önlenmesini öğrenmek.

**Deneyin Sonuçları:** Korozyonun mekanizmasını ve önlenmesini öğrenmek.

**Deneyin Değerlendirilmesi:** Korozyonun mekanizmasını ve önlenmesini öğrenmek.

**Laboratuvar Çalışması Değerlendirme Ölçeği**

Her bir öğrencinin çalışması değerlendirilecektir. Her öğrencinin çalışması değerlendirilecektir.

**Değerlendirme Ölçeği**

Öğrencinin Adı	Öğretmenin Adı	Öğrencinin Katkısı	Öğretmenin Katkısı

# 1. ÖĞRENME BİRİMİ



## TEMEL KAVRAMLAR

- \* Korozyon
- \* Erozyon
- \* Elektrokimyasal korozyon
- \* Kimyasal korozyon
- \* Metalik aktiflik
- \* Katodik koruma
- \* Metalik kaplama

# KOROZYONLA MÜCADELE

## KONULAR

1. METALLERDE KOROZYON
2. PETROL PROSESLERİNDEKİ KOROZYONDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ

## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Metallerde korozyonu tespit etme
2. Petrol prosesinde korozyondan korunma yöntemlerini uygulama

Endüstriyel kırıcı

# 1. BÖLÜM

## METALLERDE KOROZYON



Petrol boru hattındaki korozyon

### Hazırlık

Uzun süre nemli ortamda bırakılan metal araç ve gereçte hangi sorunlar oluşur?



## 1.1. METALLERDE KOROZYON

Metal veya metal alaşımlar, içinde bulunduğu ortam sayesinde kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonlara girerek eski sağlam özelliklerini kaybetmelerine **korozyon** denir (Görsel 1.1). Korozyon metal aşınması olarak da tanımlanabilir. Demir çivinin üzerinde oluşan pas, gümüş şekerliğin kararması ve bakır kabın içinde oluşan yeşil tabaka korozyona örnektir. Korozyon sonucunda metallerin kimyasal, fiziksel, mekanik veya elektriksel özellikleri değişir.



Görsel 1.1: Korozyon

### Bunları Biliyor musunuz?



Korozyonun yazılı tanımını ilk olarak antik Yunan filozofu Platon (MÖ 427-347) yapmıştır. Platon, pası “metalden ayrılan toprağımsı bir bileşen” olarak tanımlamıştır.

Demir cevheri demir oksitlerini içerir. Doğadan elde edilen demiri kullanılabilir hâle getirebilmek için demir-çelik fabrikalarında çeşitli işlemler yapılır. Ancak demir uygun bir ortam bulduğunda (nem, su ve oksijen) üzerinde barındırdığı kimyasal enerjiyi verir ve demir oksit (pas) şeklindeki eski doğal hâline dönmeye çalışır. Demir örneğinde olduğu gibi bütün metaller doğal durumlarına dönme eğilimi gösterir. Bu nedenle metaller buldukları ortamda reaksiyona girerler. Metal, reaksiyon sonucunda önce iyonik hâle sonra da ortamdaki diğer elementlerle doğal durumuna döner. Metallerin en kararlı hâli doğada buldukları hâlidir.

### 1.1.1. Korozyon Çeşitleri

Ortam durumuna, oluşum mekanizmasına ve malzemeye zarar verme şekline göre çeşitli korozyon tipleri oluşur. Başlıca korozyon çeşitlerini yedi ana başlıkta incelemek mümkündür:

**1. Oluşum Mekanizmasına Göre Korozyon:** Kimyasal veya elektrokimyasal korozyon olmak üzere iki çeşittir.

**a) Kimyasal Korozyon:** Metal veya alaşımların bulunduğu ortamda elektrik iletimi olmadan sadece kimyasal etkiyle korozyona uğramasıdır. Metal ve alaşımların oksitlenmesi kimyasal (kuru) korozyondur. Atmosfer ortamında en önemli korozif (aşındırıcı) maddeler  $O_2$ ,  $H_2S$  ve halojenler olduğundan genelde metal yüzeyinde korozyon sonucu oksitler ve sülfürler oluşur. Demirin oksijenle tepkimesi sonucu pas ( $Fe_2O_3$ ) oluşumu (Görsel 1.2) kimyasal korozyon sonucudur. Kimyasal korozyon, genelde yüksek sıcaklıklarda gerçekleşir. Yüksek sıcaklıklarda demir ve çelik malzemelerin (fırınlar, kazanlar vb.) yüzeylerinde oksit tabakasının oluşması sanayide sık karşılaşılan bir durumdur.



**Görsel 1.2:** Demirin paslanması

### Bilgi Kutusu

**Elektrokimya:** Kimyasal enerjinin elektrik enerjisine, elektrik enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşmesini inceleyen bilim dalı.

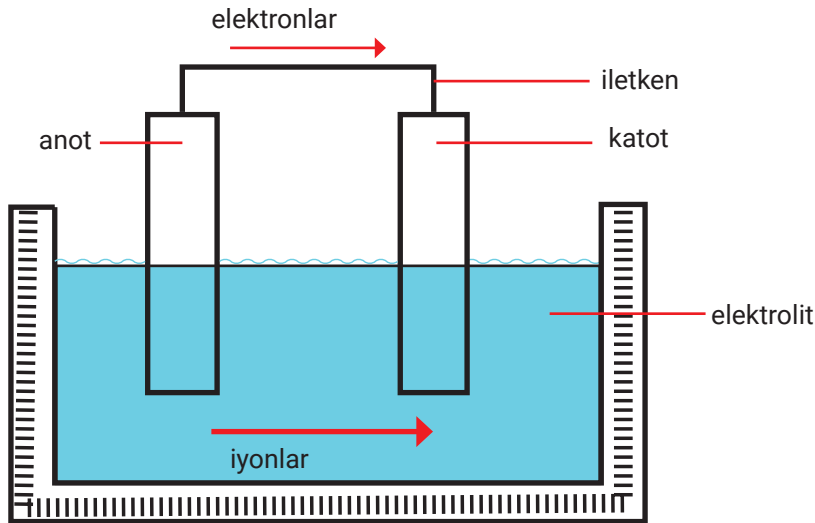
**Elektrot:** İndirgenme ve yükseltgenme olaylarının gerçekleşebilmesi için çözelti içine batırılan metal.

**Anot:** Elektron veya iyon kaybıyla korozyona uğrayan eleman.

**Katot:** Elektron alan ve korozyona uğramayan eleman.

**Elektrolit:** Anot ve katodu saran ve elektrik iletim özelliği olan sıvı.

**b) Elektrokimyasal Korozyon:** Metal veya alaşımların sıvı ortamlar içinde bozunmasıdır. Islak korozyon da denir. Korozyon, elektrot veya elektrolit ara yüzeyinde metalin çözünmesiyle (metal iyonlarına dönüşmesi) gerçekleşir. Bu reaksiyon basit olarak  $M^0 \rightarrow M^+ + e^-$  şeklinde gösterilir. Bu reaksiyonun gerçekleştiği yer anot olarak adlandırılır ve metal burada yükseltgenir. Anotta serbest hâle geçen elektron katoda bir iletken vasıtasıyla iletilir. Katottaki madde bu elektroni alarak indirgenir (Görsel 1.3). Dolayısıyla anottaki madde korozyona uğrarken katottaki madde korunmuş olur.



**Görsel 1.3:** Elektrokimyasal korozyonun bileşenleri

**Metalik aktiflik** metallerin elektron verme isteğidir. Metallerin aktifliğini belirlemede hidrojen elementi referans olarak alınır. Elektron verme isteği hidrojenden fazla olan metallere **aktif metal**, elektron verme isteği hidrojenden az olan metallere ise **pasif metal (aktif olmayan)** denir. Anot ve katot arasındaki potansiyel fark korozyonun temel nedenidir. Potansiyel farktan dolayı negatif potansiyelle sahip ve iyonlaşma eğilimi fazla olan aktif metalden (veya metalin daha negatif potansiyelle sahip kısmından) pozitif potansiyelle sahip ve iyonlaşma eğilimi ile aktifliği az olan metale (veya metalin daha pozitif potansiyelle sahip kısmına) doğru elektron transferi oluşur. Elektron transferi ile korozyon başlamış olur. Kısaca bir metal (anot) belirli bir süre sulu ortamda (elektrolit) ve kendisinden daha az aktif olan bir metalle (katot) temas hâlinde kalırsa korozyona uğrar (Tablo 1.1). Çeşitli metallerin standart elektrot potansiyelleri ve metalik aktifliklerinin karşılaştırmalı durumu Tablo 1.2'de verilmiştir.


**Tablo 1.1:** Anot ve Katotta Meydana Gelen Tepkimeler

Anotta Meydana Gelen Tepkimeler	Katotta Meydana Gelen Tepkimeler
$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$	$H^{+} + e^{-} \longrightarrow 1/2H_2$
$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^{-}$	$Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$
$Al \longrightarrow Al^{3+} + e^{-}$	$Fe^{3+} + e^{-} \longrightarrow Fe^{2+}$
$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$	$Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag$
$Na \longrightarrow Na^{+} + e^{-}$	$Sn^{4+} + 2e^{-} \longrightarrow Sn^{2+}$

.....**UNUTMAYALIM**.....

Deniz suyunda çözülmüş iyonlar bulunduğu için elektrolit özelliğindedir. Bu nedenle deniz suyu korozyonu hızlandırır.

**Tablo 1.2:** Çeşitli Metallerin Standart Elektrot Potansiyeli

Aktiflik	Metal İyonları	Elektrot Potansiyeli (volt)
Metalik aktiflik artar.  Anodik karakter artar.	Na <sup>+</sup>	-2,71
	Mg <sup>2+</sup>	-2,40
	Al <sup>3+</sup>	-1,70
	Zn <sup>2+</sup>	-0,76
	Cr <sup>2+</sup>	-0,56
	Fe <sup>2+</sup>	-0,44
	H <sup>+</sup>	0
	Cu <sup>2+</sup>	+0,34
	Ag <sup>+</sup>	+0,80
	Pt <sup>2+</sup>	+1,2
	Au <sup>2+</sup>	+1,49



### Sıra Sizde

Aşağıdaki metal çiftlerinin bir elektrolit içerisinde temas ettirildiğinde hangisinin korozyona uğrayacağını, metallerin standart elektrot potansiyellerini dikkate alarak bulunuz.

1. Ag – Mg

2. Al – Cu

3. Fe – Au

4. Cu – Cr



## 1. Laboratuvar Çalışması

### KOROZYON OLUŞUMU

#### Çalışmanın Amacı

Korozyon oluşumunda metalin aktifliğinin etkisini gözlemlemek.

#### Araç Gereç

Beherglas (400 mL), su, iki adet bakır çubuk (4 cm uzunluğunda ve aynı kalınlıkta), tuz, iletken tel ve 12 V pil.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Beheri su ile doldurup, içine bir miktar tuz atarak karıştırınız.
- Bakır çubuklardan birini iletken tel ile pilin artı kutbuna, diğerini pilin eksi kutbuna bağlayınız.
- Bakır çubukları behere daldırıp 5 dakika bekleyiniz ve bu sırada gelişen değişimleri gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi raporlayınız.
- Korozyona etki eden faktörleri arkadaşlarınızla tartışınız.

## 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama için 1 M'lik 400 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> çözeltisi hazırladı.				
3	Uygulama düzeneğini hazırladı.				
4	Çözelti ve levhalarda oluşan değişimleri gözlemledi.				
5	Çözeltide oluşan gaz çıkışını yorumladı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

**2. Oluşum Şekline Göre Korozyon :** Oluşum şekline göre korozyon ikiye ayrılır.

**1. Genel (Üniform) Korozyon:** Metal yüzeyinin her yanında kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonlar aynı hızla yürür. Metal yüzeyinin tamamında eşit ölçüde korozyon oluşur. Korozyon sonucu metal kalınlığı her noktada aynı miktarda azalır. En az zararlı olan korozyon çeşididir (Görsel 1.4).



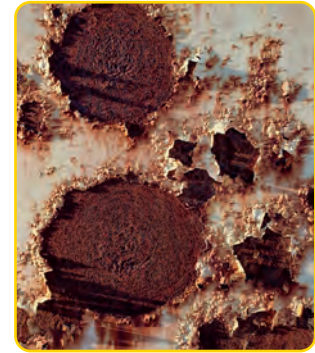
**Görsel 1.4:** Çeliğin üniform korozyonu

**2. Bölgesel Korozyon:** En çok rastlanan korozyon türüdür. Metal yüzeyinde değişik bölgelerde görülen çukur, oyuk ve çatlak gibi hasarlara **bölgesel korozyon** denir. Bölgesel korozyon çeşitleri şunlardır:

- a) **Galvanik Korozyon:** Standart elektrot potansiyelleri farklı iki metal birbirleri ile temas hâlinde veya bir elektrolit içerisindeyse aralarında elektron iletimi olur. Metalik aktifliği fazla olan metal anot, az olan ise katot olur ve anottaki metalde korozyon oluşur (Görsel 1.5). Katot ve anot yüzeylerinin oranına bağlı olarak korozyon hızı değişebilir. Katot yüzeyi anot yüzeyinden büyükse anot kısa sürede yıpranır. Korozyon, elektrolit iletkenliği yüksekse cep gibi bölgelerde daha geniş bir alana yayılır.
- b) **Çatlak Korozyonu:** Metal yüzeyinde bulunan aralık, çatlak ya da cep gibi çözeltinin durgun hâlde kaldığı bölgelerde metal yüzeyine oksijen aktarımı zorlaşır. Bu bölgeler anot, çatlak çevresindeki bölgeler ise katot gibi davranır. Conta altları, boru hatlarındaki bağlantı noktaları ve rafineride bulunan kaplar çatlak korozyonunun görüldüğü yerlere örnektir.
- c) **Birikinti Altı (Filiform) Korozyon:** Metal yüzeyindeki boya ya da kaplama tabakası altında meydana gelen bir korozyon türüdür. Kırmızı kahverengi iplikçik şeklindedir. Birikinti altı korozyonun oluşum mekanizması tıpkı çatlak korozyonunda olduğu gibidir ve kaplamanın zayıf olduğu noktada başlar. Bu noktadan kabuk altına oksijen ve su girer. Korozyonun başladığı noktada oksijen konsantrasyonu fazla olup korozyonun yürüdüğü yönde giderek azalır. Korozyon sonucu metal hidroksit ve hidrojen iyonu oluşur. Bu durum uç kısımda korozyonun devam etmesi için uygun bir ortam oluşmasına neden olur.
- ç) **Çukur Korozyonu:** Metal yüzeyinin bazı bölgelerinde çukurlaşmalar meydana getirerek oluşan ve zor tespit edilen korozyon çeşitidir (Görsel 1.6). Çukur korozyonunda anot, çukurun içinde herhangi bir nokta; katot ise çukurun çevresindeki alandır. Çukur korozyonu metalin delinmesine neden olduğundan çok tehlikeli bir korozyon türüdür. Genellikle boru, tank ve akış hızının az olduğu durgun çözelti içeren yerlerde görülür.
- d) **Taneler Arası Korozyon:** Metalleri oluşturan kristal yapıdaki tanelerin sınır bölgelerinde meydana gelen korozyon türüdür. Metallerde taneler arasında bulunan herhangi bir safsızlıktan oluşur. Eritme veya ısıtma işlemleri sırasında tanelerin birleşim yerlerinde korozyon açısından zayıf bölgeler oluşur. Metal, korozif ortama girince bu bölgelerde korozyon başlar. Krom-nikel çeliklerinde sık görülen bir korozyondur.
- e) **Seçimli Korozyon:** Alaşımı oluşturan elementlerden bir tanesinin çözünüp yapıdan ayrılması sonucu oluşur. Çözünme sonucu geride korozyona karşı dayanıksız ve gözenekli bir



**Görsel 1.5:** İki farklı metal arasında oluşan galvanik korozyon



**Görsel 1.6:** Metal yüzeyinde oluşan çukur korozyon

yapı kalır. Bu olay en çok dökme demirin grafitleşmesinde (Fe çözünür), pirinçlerde (Cu-Zn alaşımında çinko çözünür) ve alüminyum bronzlarında (Al çözünür) görülür.

### 3. Mekanik Faktörlerin Etkisiyle Meydana Gelen Korozyon:

- a) **Erozyonlu Korozyon:** Korozif çözeltinin metal yüzeyinde aktığı bölgelerde görülen korozyon türüdür. Korozyon ve erozyon olayı aynı anda gerçekleştiğinden korozyon hızı artar. Alüminyum, kurşun ve paslanmaz çelik gibi pasif metallerin yüzeyinde erozyon etkisiyle koruyucu pasifleşme tabakası oluşmadığı için şiddetli korozyon görülür. Rafineri proseslerinde kullanılan boru, dirsek, vana, pompa, kompresör, pervane, karıştırıcı, ısı değiştirici, fraksiyon kulesi ve türbin gibi hareketli akışkanların geçtiği ekipmanlarda erozyonlu korozyon söz konusu olabilir. Akış hızı ve akışkan içindeki parçacık büyüklüğü arttıkça korozyon hızı da artar.
- b) **Aşınmalı Korozyon:** Birbiri ile sürtünen iki yüzeyin aşınması ile birlikte yürüyen korozyona aşınmalı korozyon denir (Görsel 1.7). Aşınmalı korozyon metallerin taşınmasında ve yumuşak bağlantılı elemanlar arasında görülür.
- c) **Stres Korozyonu:** Korozif ortamdaki metal aynı zamanda statik bir gerilme (çekme gerilmesi) altındaysa metal çatlak ve kırılır. Metal yüzeyindeki çukur veya çatlaklar gerilim altında daha duyarlı hâle geçerek korozyonun başlamasına neden olur (Görsel 1.8). Korozyon ürünlerinin metal yüzeyindeki koruyucu etkileri stres altında yok olur. Bunun sunucunda korozyon hızı artar ve metal çatlak. Buhar kazanlarında kazan besleme sularının korozif etkisini azaltmak için kostik kullanılır. Perçin boşluklarında kostiğin buharlaşması sonucu oluşan konsantrasyon artışından dolayı da çatlak oluşur.
- ç) **Yorulmalı Korozyon:** Korozif ortamlarda değişken dinamik yüklere maruz kalan metallerde görülen korozyon türüdür. Yorulmalı korozyonun olduğu parçalarda ani hasarlar meydana gelir. Yorulmalı korozyonun etkisini azaltmak için metal yüzeyi çinko, nikel, bakır veya krom gibi metallerle kaplanmalıdır.



**Görsel 1.7:** Aşınmalı korozyona uğramış metaldeki değişim



**Görsel 1.8:** Stres korozyonu sonucu oluşan çatlak

**4. Hidrojen Kırılganlığı:** Korozyon reaksiyonları veya katodik koruma uygulamaları sonucu metal yüzeyinde hidrojen atomları oluşur. Hidrojen, yüksek sıcaklıklarda çeliğin veya metalin içindeki boşluklara yerleşerek hidrojen molekülü oluşturur. Bu durum hacim artışına neden olduğu için metali çatlatır.

**5. Mikrobiyolojik Korozyon:** Ortamda mikro canlıların gelişmesi sonucu asit ve sülfür gibi bazı maddeler ortaya çıkar. Mikro canlılar doğrudan elektrokimyasal reaksiyona katılır ve korozyon hızını artırır. Soğutma suyunun durgun bölgelerinde bu tip korozyona rastlanır.

**6. Yüksek Sıcaklık Korozyonu:** Sıcak buhar ve gaz gibi ortamlarda metal yüzeylerinde kalın ve koruyucu olmayan oksit tabakaları oluşmasıyla gerçekleşen korozyon türüdür. Kazanlarda kullanılan yumuşak çelik, 500 °C'nin üzerinde sıcak gazlara maruz kalarak oksitlenir.

**7. Atmosferik Korozyon:** Atmosferle temas hâlinde olan metal veya alaşımlarda görülen bir korozyon türüdür. Atmosferde bulunan oksijen, nem, kükürt ve azot korozyona neden olan en önemli maddelerdir. Çelik ve demir, havada bulunan nem ve oksijenin etkisiyle korozyona uğrayarak paslanır. Atmosferik korozyon hızı havadaki nem miktarına, sıcaklığa, endüstriyel kirlenmeye ve rüzgâra bağlı olarak değişir. Atmosfer koşulları sanayileşmiş bölgelerde ve deniz kenarlarında daha korozif yapıdadır.



## 2. Laboratuvar Çalışması

### GALVANİK KOROZYON



#### Çalışmanın Amacı

Kimyasal korozyonu gözlemlemek.

#### Araç Gereçler

3 adet beherglas (500 mL'lik), 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi (400 mL), bakır ve çinko levha, timsah ağızlı kablo.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- 1 M 400 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi hazırlayınız.
- Farklı iki beher içerisindeki sülfürik asit içine bakır ve çinko levhaları ayrı ayrı daldırınız.
- Üçüncü bir beher içerisinde levhaları timsah ağızlı kablo yardımı ile birleştiriniz.
- Çözeltide ve levhalarda oluşan değişimleri gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi raporlayınız.
- Levhalarda oluşan gaz çıkışının nedenini arkadaşlarınızla tartışınız.

## 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama için 1 M'lik 400 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> çözeltisi hazırladı.				
3	Uygulama düzeneğini hazırladı.				
4	Çözelti ve levhalarda oluşan değişimleri gözlemledi.				
5	Çözeltide oluşan gaz çıkışını yorumladı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

### 1.1.2. Korozyona Etki Eden Faktörler

- Ortamın Etkisi:** Metallerin korozyona uğrama hızı daha çok bulunduğu ortamlarla ilişkilidir. Korozyona neden olan en önemli etken nem ve oksijendir. Bunun yanı sıra ortamın asitlik veya baziklik durumu, çözünmüş tuzlar, kaçak elektrik akımları, inorganik çözücüler ve çeşitli bakteriler de korozyonun başlamasına veya hızlanmasına neden olan etkenlerdir.
- Sıcaklığın Etkisi:** Ortam sıcaklığının artması iyon hareketini arttırarak korozyon hızını artırır.
- Malzeme Seçiminin Etkisi:** Birbiriyle potansiyel farkı bulunan metallerin bir arada kullanılması korozyon oluşumuna neden olur (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: Hatalı malzeme seçimi nedeniyle oluşan korozyon

- Sistem Tasarımı:** Korozif malzemelerin depolandığı sistemlerde su ve diğer korozif maddelerin birikmesi korozyon oluşumuna neden olur. Bunun için ortamda korozif maddelerin birikmesini engellemeye dönük tasarımlar uygulanmalıdır. Ayrıca sıvı birikintisine neden olabilecek aralıkların bulunmamasına dikkat edilmelidir.
- Ortamdaki Oksijen Miktarı:** Toprak ve havalandırmanın homojen olmadığı sistemlerde hava miktarı her yerde aynı olmayabilir. Bu gibi ortamlarda bir arada duran maddelerden biri anot diğeri de katot görevi görerek elektrokimyasal korozyona sebep olabilir. Deniz suyunda çözünmüş hâlde bulunan oksijen, metallerden elektron alarak korozyona uğramalarına neden olur. Deniz ile atmosferin birleştiği yerlerde oksijen derişimi farklılık göstereceğinden korozyonun şiddeti de yükselir.

#### Bunları Biliyor musunuz?



Paslanmaz çeliği ilk olarak Hintliler bulmuştur. MÖ 400 yılında Hindistan'ın Delhi kentinde Hint wootz (vutz) çeliğinden yapılmış sütun, yaklaşık 2500 yıl korozyona uğramadan günümüze kadar gelmiştir.





### 3. Laboratuvar Çalışması

#### FARKLI ÇÖZELTİLERDE KOROZYON OLUŞUMU



#### Çalışmanın Amacı

Korozyonun oluşma nedenini ve pH değerinin korozyona etkisini açıklamak.

#### Araç Gereç

4 adet beherglas (200 mL'lik), 4 adet özdeş çivi, saf su, çamaşır suyu, sirke, tuzlu su (%2'lik), turnusol kâğıdı.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Beherleri saf su, tuzlu su, çamaşır suyu ve sirke ile doldurunuz.
- Beherlerdeki sıvıların pH değerlerini turnusol kâğıdı ile ölçünüz.
- Beherlere özdeş çivilerden birer tane bırakınız.
- Beherlerde oluşan değişimleri gün boyu gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi raporlayınız.
- Korozyonda pH değerinin etkisini arkadaşlarınızla tartışınız.

### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama için %20'lik tuz çözeltisi hazırladı.				
3	Çivide ve sıvılarda meydana gelen değişimleri gözlemler ve yorumladı.				
4	pH değeri ile korozyon hızı arasında ilişki kurdu.				
5	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

### 1.1.3. Korozyonu Önlemenin Önemi

Korozyon büyük ekonomik kayıplara, çevre kirliliğine ve sağlık problemlerine neden olur. Önlenmesi çok zor ve maliyetli bir bozunma olayıdır. Korozyon metal malzeme kullanılan her alanda görülür.

Korozyon malzeme, işçilik, enerji, emek gibi doğal kaynakların tükenmesine de neden olur. Tesisin kullanılmaması, ürün kayıpları, çözünen korozyon ürünlerinin yarattığı kirlilik ve korozyon için alınan önlemler korozyon nedeniyle dolaylı olarak ortaya çıkan kayıplardır (Görsel 1.10). Deprem nedeniyle yapılarda meydana gelen yıkım ve hasarların en önemli nedeni kullanılan demirin zamanla korozyona uğraması ve dayanıklılığını yitirmesidir.



**Görsel 1.10:** Korozyon sonucu boru hattında oluşan gaz kaçağı

Rafinerilerde oluşan korozyon nedeniyle tehlikeli madde ve bileşenler çevreye yayılır. Bunun sonucunda patlamalar, yangınlar, zehirlenmeler, hizmet kesintisi ve ürün kayıpları yaşanır. Rafinerilerde yaşanan kazaların %21'i korozyon nedeniyle meydana gelmektedir.

Bir yılda elde edilen demirin %20-25'inin korozyonla parçalandığı tahmin edilmektedir. Korozyon nedeniyle her yıl dünyada 60 milyar liranın üzerinde mali kayıp yaşanmaktadır. Korozyon sanayi yatırımlarının ve üretimin maliyetini etkileyen en önemli etkidir.

#### Bunları Biliyor musunuz?



- ✓ 1984 yılı Haziran ayında Hindistan'da metil izosiyanat taşıyan 40 tonluk bir tanka ihmal sonucu su eklenmiştir. Eklenen suyla birlikte artan basınç ve sıcaklık sonucu çelik tankta oluşan korozyon nedeni ile tank patlamıştır. Kaza sonucu çevreye dağılan kimyasal madde nedeniyle 15.000 kişi ölmüş ve 150 ile 600 bin arasında insan sakat kalmıştır.
- ✓ Magnezyum alaşımlarının korozyon direnci ve yük altında titreşim dayanıklılığı yüksek olduğu için son yıllarda magnezyum üretimi artmıştır. Magnezyum alaşımlarının otomotiv, havacılık, elektronik ve bilgisayar sektöründe kullanımı giderek yaygınlaşmıştır.

### 1.1.4. Metallerde Korozyon Teşhisi

Kimya ve petrokimya tesislerinde oluşan korozyonun teşhisi için bir korozyon kontrol bölümü oluşturulmalıdır. Kontrollerin temel amacı donanımın tasarlandığı ortamda bulunup bulunmadığını ve tasarım değerlerinin değişip değişmediğini kontrol etmektir. Donanımda korozyon sonucu meydana gelen kayıp değerleri, sıvı taşıyan sistemlerin duvar kalınlıkları, çatlama ve aşınma gibi arızaların varlığı planlı olarak sürekli kontrol edilmeli ve raporlanmalıdır. Yüksek basınç ve korozif ortamda kalan donanımlar yılda bir kez kontrol edilmelidir.

İnceleme yapılacak malzeme veya parçanın bütünlüğüne zarar vermeden kullanılan korozyon teşhis metotları şunlardır:

1. **Gözle Yapılacak Teşhis:** Bu yöntemde korozyon hızı hakkında bilgi elde edilmez. Gözle yapılan kontrollerde korozyonun nedeni, türü, yeri, kalınlığı ve derinliği tespit edilir.

#### UNUTMAYALIM .....

Lavabolarda oluşan mavi-yeşil lekeler su tesisatına karışan bakır korozyonunun belirtisi olabilir. Yüksek dozlarda bakır kusma, bulantı ve mide kramplarına neden olur.



### Etkinlik 1

#### METALLERDE KOROZYON TEŞHİSİ

**Amaç:** Metallerdeki korozyonu teşhis edebilmek.

**Gerekli Malzemeler:** Paslanmış bir metal, cetvel, büyüteç.

#### Etkinliğin Yapılışı

Sınıfa getirilen paslı bir metal yüzeyindeki korozyon türü, kalınlığı, yeri ve muhtemel sebebi gerekli araçlar kullanılarak teşhis edilir. Sonuçlar rapor şeklinde yazılır.

**Aşağıdaki soruyu etkinliğin sonunda yanıtlayınız.**

Metallerde korozyon nasıl teşhis edilir?

2. **Radyografi (Röntgen Çekimi):** Vana, boru, tıkaç, kaynak ve metallerdeki korozyon kontrolü radyografik yöntemle yapılır (Görsel 1.11).

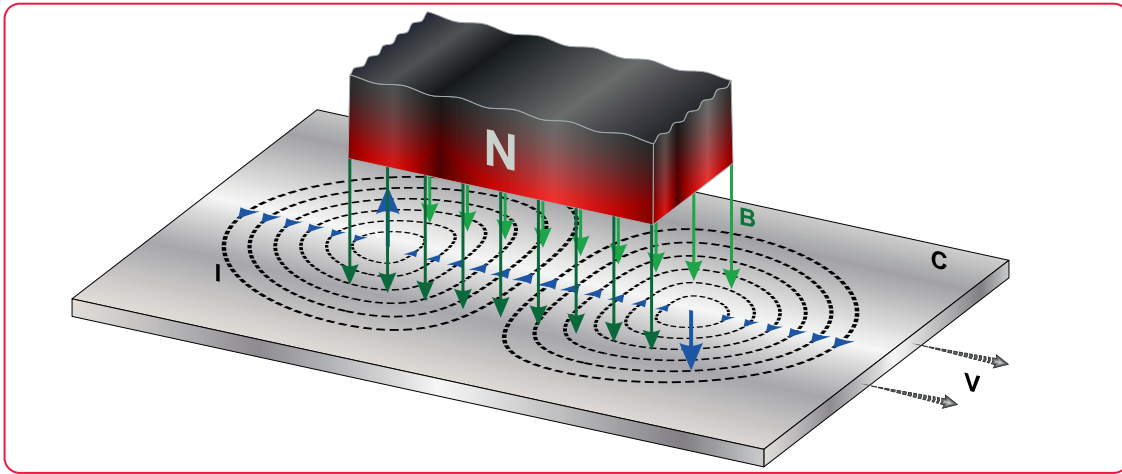


Görsel 1.11: Radyografi yöntemi ile korozyon kontrolü

3. **Ultrasonik Deneyler:** Ultrasonik ölçüm cihazları korozyon kontrolü, kalınlık ölçümü, yüzey durumu ve çatlak kontrolü için kullanılır (Görsel 1.12). Yüksek duyarlılıkta ölçüm yapmak mümkündür.
4. **Eddy (Edi) Akımı Testi:** Bu yöntemde deneye tabi tutulan parçanın yakınındaki bir bobinden alternatif akım geçirilir ve parça üzerinde indüksiyon akımı oluşturulur (Görsel 1.13). Bu manyetik alan içinde oluşan ikinci akım devresindeki değişimler ölçülür. Bu ilkeyle çalışan probolog cihazı borularda oluşan çukur, stres ve çatlak tipi korozyonu belirlemede kullanılır.



**Görsel 1.12:** Ultrasonik dedektörle boru kalınlığı ölçme



**Görsel 1.13:** Eddy akımı testi

5. **Manyetik Partikül İncelenmesi:** Manyetik özellik gösterebilen malzemelerde oluşan çatlakların içine floresan özellikte boya emdirerek veya manyetik özellikte partikül kullanarak çatlakların yerini ve büyüklüğünü belirlemek mümkündür (Görsel 1.14).
6. **Termal Yöntemler:** Karışık yapıli proses donanımlarında malzemeler arasındaki bağlantının sağlamlığını kontrol etmek için malzeme ısıtılır. Malzemenin yapısında korozyon dolayısıyla bir farklılık oluşmuşsa ısı enerjisinin akışında düzensizlik olur. Sıcaklık değişimi yüzeyden ölçülerek düzensizliğin yaşandığı bölgeler tespit edilir.
7. **Akustik Emisyon Yöntemi (Ses Dalgaları ile Muayene):** Rafineri donanımlarının yük altında çıkarmış oldukları ses dalgaları duyarlı cihazlarla kaydedilir. Yüksek basınçlı gaz, metan veya hidrojen taşımak için kullanılan uzun tüplerin ucuna sensör yerleştirilir ve ardından tüpe basınç uygulanıp akustik emisyon izlenir (Görsel 1.15).



**Görsel 1.14:** Manyetik partikül incelemesi



**Görsel 1.15:** Akustik emisyon testi

## 2. BÖLÜM



# PETROL PROSESLERİNDE KOROZYONDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ



Boya ile koruma

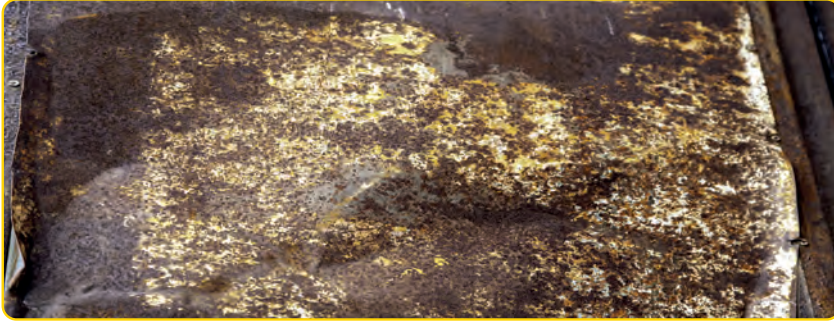
### Hazırlık

Bakır kapların kalaylanmasının nedenini araştırınız

### 1.2.1. Korozyon Türleri

Petrol proseslerinde görülen korozyon türlerini iki ana başlık altında toplamak mümkündür.

1. **Dış Korozyon:** Atmosferdeki nem, sıcaklık, tuzlu hava, bakteriler ve buhar dış korozyona sebep olan etkenlerdir. Sıcaklık ve nem dış korozyonun en önemli nedenidir. Dış korozyon özellikle elektronik donanımlarda yıpranmalara neden olur.
2. **İç Korozyon:** Prosesteki kapların akışkan ile temas eden yüzeylerinde oluşan korozyon türüdür (Görsel 1.16). Korozyonun şiddeti; kullanılan kabın malzemesinin korozyona olan direncine, akışkan içindeki korozif maddenin cinsine ve derişimine bağlıdır. Akışkanın bulunduğu kap dayanıklı malzemeden üretilirse iç korozyon önemli bir sorun oluşturmaz.



Görsel 1.16: Metal yüzeyde korozyon

Rafinerilerde iç korozyonu kükürt ve klorür bileşikler oluşturur. Kostikler, organik asitler, anorganik asitler ve kimyasal maddeler korozyona sebep olur. Kükürt bileşikler akışkanın içinde bulunduğu kabın yüzeyinde korozyon oluşturur. Petrokimyasal proseslerdeki hidrojen sülfür korozif özelliğinden dolayı sığ çukurcuklarda metal yüzeyinde bakır sülfürün oluşmasına neden olur. Karbon çeliği, 260°C'den yüksek sıcaklıklarda hidrojen sülfürden etkilenir. Ortamda nem varsa çelik veya demir düşük sıcaklıkta da hidrojen sülfürden etkilenir (Görsel 1.17). Krom oranı düşük olan kaplar korozyona karşı dayanıksızdır. Bu nedenle paslanmaz çelik kapların kullanılması daha uygundur. Hidrojen klorür, korozyona neden olan en önemli korozif bileşiktir. Hidroklorik asit korozyonu düşük sıcaklıkta oluşur. Eğer hidroklorik asit kuru olursa korozif değildir. İç korozyonun sık görüldüğü yerler kontrol vana gövdesi, orifis plakaları, analiz cihazları ve rafineri prosesinde akışkanın temas ettiği cihazlardır.



Görsel 1.17: Rafineride gaz toplayıcı çelik boruların korozyonu

Petrol proseslerinde görülen korozyon türleri şu şekilde sıralanır (Tablo 1.3):

**Tablo 1.3:** Korozyon Türleri

Korozyon Türü	Nedeni	Görüldüğü Yer
Kükürt ve Hidrojen Bileşikleri	Çeliğin yüksek sıcaklıkta tufalleşmesi.	Fırın ve yakma bacası, kükürt içeren akıntı proses donatımları.
Sülfürik ve Hidroflorik Asit	Metal yüzeyde bakır ve hidrojen sülfürün oluşması.	Isıtma elemanları, borular, contalar ve kaplar.
Kostik (Sodyum hidroksit)	Kostik ve organik asitler arasında tepkime oluşması	Donatım kaynak dikişleri Yüksek gerilimli noktalar.
Grafit	Demirdeki karbürlerin yüksek sıcaklık ile parçalanması.	Damıtma kolonları.
Hidrojen	Yüksek sıcaklıkta metal yüzeyde oluşan hidrojen molekülü.	Asitlerle yüzey temizliği yapılan veya kaplama yapılmış metal aksam.
Gerilme	İç basınç ve statik yükün olması	Sodyum hidroksit devreleri.
Atmosfer	Metal yüzeyin yüksek sıcaklık, nem ve hava ile teması.	Tüm metal kaplı yüzeyler.
Erozyon (aşınmalı)	Birbiri ile temas eden iki metal yüzeyin aşınması.	Boru, dirsek, vana, pompa, kompresör, pervane, karıştırıcı, ısı değiştirici, türbin ve fraksiyon kulesi.
Galvanik	Elektrokimyasal korozyon olması.	İki farklı metal bulunan donanımda.
Çinko Kaybı	Bakır çinko alaşımında çinkonun kaybedilmesi.	Bakır içeriği % 85'in altındaki alaşımlar ve su devreleri.
Temas veya Aralık	Birbiri ile temas eden iki metal arasında oyukların oluşması.	Rondela (cıvata pulu) altları, koruyucu film tabakalarının kalkmış kesikleri ve cıvatalı bağlantılar.
Kavitasyon	Metal ve sıvı ara yüzeyinde boşlukların çökmesi.	Baca gazı hattı.
Çatlak	Metal yüzeyin gerilmesi.	Conta altları, boru hattı bağlantı noktaları ve rafineri kapları.
Çukurcuk	Metal yüzeyindeki çukurcuklarda metalin çözünmesi.	Boru, tank ve akış hızının az olduğu yerler.
Biyolojik	Metal yüzeye yapışan mikroskobik canlılar.	Toprak altındaki boru hattı ve soğutma suyu bölgelerinde.

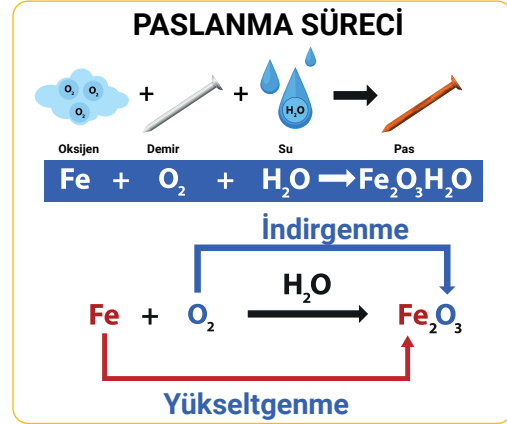
### 1.2.2. Atmosferik ve Elektrolitik Korozyon

Atmosferik korozyon çok sık görülen bir korozyondur. Metal kaplı yapıların birçoğu atmosferik korozyon etkisinde kalır. Çevremizde bulunan demir yolları, direkler, balkon demirleri, depolar, çatılar, köprüler, çelik yapılar atmosferin etkisinde kalarak korozyona uğrar. Demir ve çelikten üretilmiş yapılarda havadaki oksijen ve nemin etkisiyle zamanla korozyon oluşur ve pas meydana gelir. Korozyon; deniz kenarında ve tuzlu su çevrelerinde hızlı, kuru ortamda yavaştır. Pas, demiri

korozyondan korumaz. Pas oluşum reaksiyonları Görsel 1.18'de gösterilmiştir. Atmosfer koşullarına göre korozyonun seviyesi değişebilir. Havada kimyasal dumanlar varsa korozyon hızlanır. Suyun uzun süre kaldığı çukur ve aralıklar korozyonun çok görüldüğü yerlerdir. Rafinerideki kapların dış bölümünün yalıtım maddesi su alırsa kap yüzeyinde atmosferik korozyon oluşur. Ayrıca yalıtım tabakasında suda eriyebilen maddeler bulunursa korozyon hızlanır. Atmosferik korozyon hem sıcak hem de soğuk yalıtım yapılmış kaplarda görülür (Görsel 1.19). Kabin cidarının sıcaklığı, suyun donma noktası olan 0 °C'den yüksek ise atmosferik korozyon oluşur. Atmosferik korozyon birçok çevresel faktöre bağlıdır. Bu faktörler şu şekilde sıralanır:

1. Havadaki nem
2. Sıcaklık
3. Endüstriyel kirler ve kimyasal dumanlar
4. Yağış ve rüzgâr

Atmosferik korozyondan korunmak için ortam şartlarına dayanıklı bir metal seçilmeli ve metalin yüzeyi başka bir metal ile kaplanmalıdır. Ayrıca metalin yüzeyine boya sürülerek çevreden yalıtımı sağlanmalıdır. Elektrolitik korozyon aktif metallerde görülür. Korozyon magnezyum metalinde hızlı; bakır, demir ve nikel gibi metallerde yavaş; krom, alüminyum ve çinko gibi metallerde ise çok yavaştır. Rafineri donanımlarının çoğu karbonlu çelikten yapılır. Demir ve çelik atmosferle temas ettiğinde korozyona uğrar. Çünkü atmosferde su ve oksijen vardır. Atmosfer korozyonu galvanik özelliğindedir. Galvanik korozyon farklı iki metal arasında oluşan bir olaydır. Bu olayda metal anot, metalin oksidi katot, su ise elektrolit (elektron ileticisi) görevindedir. Suyun içinde kir de varsa suyun iletkenliği artar ve korozyon hızlanır. Atmosfer korozyonunu önlemek için metalin yüzeyinden suyu uzaklaştırmak gerekir. Bunun için metal yüzeyi koruyucu bir kaplama ile kaplanır. Atmosfer korozyon hızını arttıran diğer etken metal yüzeyde oluşan çatlaklardır. Çatlakların altında çelik yüzeyde derin oyuklar meydana gelir ve galvanik pil (çelik anot, oksit katot) oluşumu sonucu korozyon hızlanır.



Görsel 1.18: Pas oluşumu



Görsel 1.19: Atmosferik korozyonun metale etkisi



### Sıra Sizde

Aşağıda gösterilen yerlere rafinerilerde görülen korozyon türlerinden 5 tanesini yazınız.

#### Korozyon Türleri

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





## 4. Laboratuvar Çalışması

### METALİN PASLANMASI



#### Çalışmanın Amacı

Metal yüzeydeki pas oluşumunu gözlemlemek.

#### Araç Gereç

5 adet metal çivi, 1 adet beherglas.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Behere su doldurunuz.
- Su dolu beherin içine metal çivileri koyunuz.
- Çivileri ikinci gün, dördüncü gün, altıncı gün ve onuncu günde gözlemleyiniz.
- Gözlem sonuçlarını raporlayınız.
- Demirde oluşan pas tepkimelerini yazınız.
- Pas oluşumunun nedenlerini tartışınız.

## 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 ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Behere su doldurdu				
3	Su dolu behere çivileri koydu.				
4	Çivileri farklı günlerde gözlemledi.				
5	Gözlemlerini arkadaşları ile tartıştı.				
6	Gözlem sonuçlarını raporladı.				
7	Demirin korozyon reaksiyon tepkimelerini yazdı.				
8	Çivilerde pas oluşumunun nedenlerini söyledi.				
9	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.



## 5. Laboratuvar Çalışması

### PAS OLUŞUMUNU GÖZLEMLEMELİK

#### Çalışmanın Amacı

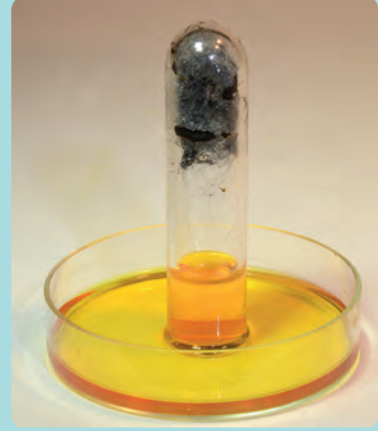
Su ve oksijenin pas oluşumunu hızlandığını gözlemlemek.

#### Araç Gereç

Deney tüpü, ıslak çelik yünü, gıda boyası, yuvarlak cam kap.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü zü takınız.
- Cam kaba gıda boyası ile renklendirilmiş su koyunuz.
- Deney tüpünün içine bir tutam çelik yünü yerleştiriniz (Görsel 1.20).
- Deney tüpünü baş aşağı çevirerek renkli suya yerleştiriniz.
- Deney tüpündeki su seviyesinin yükselişini gözlemleyiniz.
- Islak çelik yününün paslanma nedenini tartışınız.
- Gözlemlerinizi not ediniz.



**Görsel 1.20:** Islak çelik yününün paslanması

### 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 ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Cam şişenin ağız kısmına tıpa koydu.				
3	Bunzen bekini yaktı.				
4	Cam şişeyi bunzen bekinde ısıttı.				
5	Cam şişedeki tıpayı gözlemledi.				
6	Tıpanın şişenin içine hareket etmesinin nedenini açıkladı.				
7	Uygulama sonunda çalışma alanını temizledi.				
8	Gözlem sonuçlarını açıkladı.				
9	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

### 1.2.3. Yüksek Sıcaklık Korozyonu

Su buharından yüksek sıcaklıklarda serbest hidrojen ve oksijen oluşur. Oluşan serbest oksijen nedeniyle çelik yüzeylerde tufal (demir oksit tabakası) meydana gelir. Tufal tabakasında  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$  ve  $Fe_3O_4$  demir oksitleri vardır. Çelikteki krom oranı arttıkça tufalleşme hızlanır. Buharın sıcaklığı arttıkça metalin sıcaklığı artar ve tufalleşme hızlanır. Su buharı, nikel ve alaşımlarını oksitlenme ile gevrekletirir. Alüminyum ve alaşımları 177 – 260°C sıcaklık aralığına kadar su buharından zarar görmez. Bu sınırların üzerinde korozyon oluşur. Bakır ve alaşımları buhar devrelerinde 293°C sıcaklığın üzerinde sık kullanılmaz.

Rafineri donanımlarında belirlenen sıcaklık değerleri üzerinde çalışılırsa kap yüzeyinde aşınma ve zararlar oluşur. Aşırı sıcaklık metallere pullanma, bozulma, yıpranma ve biçim değişikliği meydana getirir. Çalışma sıcaklığı periyodik olarak değişen kaplarda çatlama görülebilir. Eğer alt ve üst sıcaklık değer farkı çok yüksekse çatlama hızlanır. Çatlaklar yüzeyden başlar. Çatlama önce yavaş sonra hızlı ilerler. Genleşmenin fazla olduğu metallerin birleşme yerlerindeki kaynakta çatlama çok olur. Bazen kabin durduğu ve soğuduğu zamanda çatlama başlar.

Hidrojen çelikten yapılmış kaplarda yüksek sıcaklıkta gözle fark edilebilir yüzey kabarıklıkları şeklinde zararlar oluşturur. 230°C'den yüksek sıcaklıklarda hidrojen molekülleri çelik içinde çözünmeye başlar. Hidrojen çelik içinde ilerler ve karbon atomları ile reaksiyona girer. Bunun sonucunda çelikte bozulma görülür.

Metallerde çok hızlı sıcaklık değişimleri aşırı gerilme, çekme ve genleşmeye neden olur. Bir bardağa sıcak su doldurulduğunda bardağın çatlaması bu olaya örnek verilebilir.



#### Etkinlik 2

##### SICAKLIK DEĞİŞİMİNİN METALLERE ETKİSİ

**Amaç:** Sıcaklık değişiminin metallere etkisini gözlemlemek.

**Gerekli Malzemeler:** Çelik bardak, sıcak su, buzdolabı.

##### Etkinliğin Yapılışı

- \* Çelik bardağı buzdolabında 2 saat bekletiniz.
- \* Bardağı buzdolabından çıkarıp içine soğuk su koyunuz.
- \* Bardağı gözlemleyiniz ve gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

##### Aşağıdaki soruları etkinliğin sonunda yanıtlayınız.

- \* Sıcak su ile doldurulan bardağa ne oldu? Açıklayınız.
- \* Sıcaklık değişimlerinden maddeler nasıl etkilenir? Tartışınız.

### 1.2.4. Erozyon

Metal veya farklı türdeki bir yüzeye katı parçacıklar ya da sıvı damlacıkların çarpması sonucu oluşan aşınmaya **erozyon** denir. Korozyon ile birlikte erozyon hızı da artar. Çünkü erozyon, korozyon ürünlerini metal yüzeyden daha hızlı aşındırır. Su veya buhar kaçaklarının metali kesmesi, yüzeye çarpan kül parçacıklarının yüzeyi aşındırması birer erozyon örneğidir.

Erozyonu yavaşlatmak için akışkan içine bazı katkı maddeleri ilave edilir. Ayrıca metal parçaları %50 krom, %50 nikel veya %60 krom, %40 nikel alaşımlardan yapılmalıdır. Akışkanın yön değiştirdiği noktalarda, dirseklerde, tanklarda, boru hatlarında ve pompalarda erozyon çok görülür. Erozyon genellikle korozyondan farklı görünümündedir.

Rafineride kapların içindeki borular (Görsel 1.21), orifis plakaları, diyaframlı vanalar, ızgaralar, ısı çiftler, tepsiler, giriş ve çıkış nozulları, kap cidarları, petrol tankı (Görsel 1.22) ve akışkanla temas eden yüzeyler erozyonun görüldüğü yerlerdir.



Görsel 1.21: Borudaki erozyon



Görsel 1.22: Petrol tankında erozyon



### Araştırma-Tartışma

Metal yüzeylere erozyonun etkilerini ve erozyona karşı alınacak önlemleri araştırınız ve tartışınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştiriniz. Öğretmeninize ve arkadaşlarınıza sunum yapınız.

### 1.2.5. Korozyondan Korunma Yöntemleri

Atmosferik ortam, su altı, kimya fabrikalarındaki tanklar, kimyasal maddelerin kullanıldığı metalik yapılar, toprak altındaki boru hatları, kimyasal ortamlar korozyonun olduğu ortamlardır. Eğer ortamda su, oksijen, karbondioksit, hidrojen sülfür, amonyak, oksitleyici maddeler ve asit tuzları bulunuyorsa korozyon daha da artar. Önlenmesi çok zor olan korozyon doğal bir olaydır. Alınacak önlemler ile korozyon yavaşlatılabilir. Korozyondan korunma yöntemleri şu şekilde sıralanır:

- 1. Korozyona Dayanıklı Malzemeler Kullanmak:** Korozyona dayanıklı malzemeler seçilerek metallere korozyondan etkilenmesi önlenmelidir.
- 2. Nemi Azaltmak:** Kapalı ortamda nem azaltılmalıdır.
- 3. Ortamın Özelliklerini Düzeltmek:** Metal ile ortam arasındaki ara yüzeyde korozif etki azaltılmalıdır.
- 4. Metal Yüzeyleri Kaplamak:** Metal yüzeyler boya, plastik malzeme, galvaniz, krom veya katalay ile kaplanmalıdır. Korozyona karşı en etkili yöntem kaplamadır.
- 5. Tasarım Yapmak:** Boruların ve boru hatlarının tasarımı korozyon etkilerini azaltıcı şekilde olmalıdır.
- 6. Alaşımlara Korozyon Azaltıcı Madde Eklemek:** Paslanmaz çeliğe molibden, bakır alaşımlarına mangan ve alüminyum ilave edilerek korozyona karşı dayanıklılıkları artırılmalıdır.
- 7. Metalleri Şekillendirmek:** Metallerde soğuk şekillendirme yapıldıktan sonra gerilme giderme işlemi yapılmalıdır.
- 8. İnhibitör Kullanmak:** Korozyona karşı etkili bir madde olan inhibitör, metal yüzeyde koruyucu bir tabaka oluşturur. Otomobil radyatöründe kullanılan antifriz veya ısıtma sistemine inhibitör eklenerek radyatörün korozyonu önlenmelidir.
- 9. Katodik Koruma Yapmak:** Metallerde korozyonu önlemek için uygulanır. Bunun için demir ve çinko levhalara elektrik akımı verilir.



## 6. Laboratuvar Çalışması

### KATODİK KORUMA

#### Çalışmanın Amacı

Demir ve çinko levhalarda katodik korumak.

#### Araç Gereç

Demir levha, çinko levha, beherglas, maşa, hassas terazi, zımpara, cetvel, etüv, voltmetre, hidroklorik asit çözeltisi, iletken tel.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Çinko ve demir levhayı zımparalayınız ve hassas terazide tartınız.
- Beherin içine hidroklorik asit çözeltisi koyunuz ve levhaları maşa ile behere daldırınız.
- Levhaların uçlarını iletken tel ile sabitleyiniz.
- Hidroklorik asit çözeltisini gözlemleyiniz.
- Çinko ve demir levhaları voltmetreye bağlayınız ve potansiyel farklarını tespit ediniz.
- Levhaları hidroklorik asit çözeltisinden çıkarıp etüvde kurutunuz.
- Levhaların oda sıcaklığına kadar soğuması için bekleyiniz.
- Demir ve çinko levhaları hassas terazide tartınız, ilk ve son tartılan kütleleri karşılaştırınız.
- Kütle ölçümlerini kaydediniz.

### LABORATUVAR ÇALIŞMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

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


	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	4 Çok İyi	3 İyi	2 Orta	1 Geliştirilmeli
1	İş önlüğü ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük takti.				
2	Çinko ve demir levhaları zımparalar ve hassas terazide tarttı.				
3	Levhaların uçlarını iletken tel ile sabitledi.				
4	Beherin içine hidroklorik asit çözeltisi koydu.				
5	Levhaları hidroklorik asit çözeltisine daldırdı.				
6	Hidroklorik asit çözeltisini gözlemledi.				
7	Levhaları çözeltiden çıkarıp etüvde kuruttu.				
8	Demir ve çinko levhaların soğumasını bekledi.				
9	Levhaları hassas terazide tartıp ilk ve son ölçülen kütlelerini karşılaştırdı ve yazdı.				
10	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

### 1.2.6. Katodik Korumanın Yararları

Toprağın veya sıvının içindeki metalik yapıların korozyonunu kontrol etmek veya önlemek için yapılan elektrokimyasal yöntem **katodik koruma** denir. Katodik koruma için elektrik akımı kullanılır. Katodik koruma yakıt ve petrol dağıtım sistemlerinde sıvı depolama tanklarının iç kısmında, yer altı yakıt ve petrol depolama tanklarında, içme suyu, sıkıştırılmış hava ve doğal gaz dağıtım sistemlerinde, kanalizasyon ve yangın sistemlerinde, iskele ve köprü çelik kazıklarında uygulanır. Katodik korumada amaç metali korozyondan korumaktır. Bunun için metale elektrik akımı verilerek potansiyeli değiştirilir ve katot olarak davranmaya zorlanır. Eğer akım yeterli olmazsa korozyona karşı korunma düşük seviyede olur.

Katodik korumanın diğer bir şekli galvanik anotlu katodik korumadır. Bu korunmada dış akım kaynağı gerekli değildir. Gerekli olan akım galvanik anottan elde edilir. Galvanik anot olarak en çok kullanılan metaller magnezyum, çinko ve alüminyumdur. Belirli bir ortamdaki metal, katodik ortamda negatif yükü yüklenerek korozyondan korunmuş olur. Böylece tanklar, depolar, direkler, yer altı boru hatları, betonarme demirler, iskele ve köprü ayakları, fabrika ve gemilerdeki kimyasal madde doldurulan kaplar, depolar, borular, makine parçaları ve taşıtlar korozyona karşı korunarak ekonomik kayıplar önlenmiş olur.



#### Bunları Biliyor musunuz?

Konserve kutularında demirin korozyona uğraması ile oluşan hidrojen gazı, kutudaki vakumun azalmasına ve kutu kapağında bombe şeklinin oluşmasına neden olur. Bu nedenle kapağı bombe şeklini almış konserve kutusunun içindeki gıdayı tüketmek sağlıklı değildir.

### 1.2.7. Yüzey Temizliğinin Önemi ve Boya ile Koruma

Yüzey temizliği, metali kaplama bakımından önemlidir. Metal yüzeyler iyi temizlenmezse boya tabakası yüzeye tam yapışmaz. Boyanın tam yapışması için yüzeydeki toz, kir, pas, çeşitli yabancı maddeler ve yağ temizlenmelidir. Yüzey temizliği solventle (çözücü), buharla, el aletleriyle, makinelerle, pikling (asit ile temizleme) ve kum püskürtülerek yapılır.

- a) **Solvent ile Temizleme:** Metal yüzeydeki yağ ve yabancı maddeler solvent ile yıkanarak temizlenir. En çok kullanılan solvent su ve tinerdir. Solvent çabuk kirlendiğinden solvent ile ıslatılan bir bezle yüzeyin temizlenmesi daha uygundur. Ancak solvent yüzeydeki organik maddeleri tam olarak temizlemez.
- b) **Buhar ile Temizleme:** Metal yüzeye yüksek sıcaklık ve basınçtaki buhar püskürtülür. Böylece yüzeydeki kir ve yağlar temizlenir. Yüzey temizlemede sıkça kullanılan buhar, pası temizlemez.
- c) **El Aletleri ile Temizleme:** Tel fırça, sistire, keski, çekiç ve raspa gibi el aletleri ile temizleme yapılır. Ancak yüzeydeki çukurlar el aletleri ile tam olarak temizlenemez. Ayrıca bu aletler yüzeyin düzgünlüğünü bozabilir.
- ç) **Makinelik Aletler ile Temizleme:** Elektrikle çalışan tel fırça, disk, zımpara gibi aletler ile yüzeydeki boya kalıntıları, kaynak çapakları ve pas kazınarak temizlenir. Bu yöntemle yüzey temizliği çok zordur.

- d) **Kum Püskürtme ile Temizleme:** Yüzey temizlemede en iyi yöntemdir. Silis kumu metal yüzeye yüksek hızda püskürtülür. Silis kumu yerine başka sert tanecikler de kullanılabilir. Yüzeydeki pas ve tüm yabancı maddeler bu yöntemle temizlenir.
- e) **Pikling ile Temizleme:** Metal bir yüzeyin çeşitli asit çözeltileri ile temizlenmesi işlemine pikling denir. Bu temizleme işleminde asit etkisi ile metalde bir çözünme olur. Bunu önlemek ve metal kaybını en aza indirmek için çözeltiliye inhibitör katılır.

Proses sistemlerinde önceden biriken kir kalıntılarını temizlemek için süpürme işlemi yapılır. Bu işlemde genellikle buhar kullanılır. Buhar, hidrokarbonlar ve diğer birçok madde ile kimyasal reaksiyona girmediği için tercih edilir. Boşaltma sistemlerine atılan buhar yoğunlaştıktan sonra oluşan su da boşaltılır. Böylece rafineri kolonundaki tepsilerde, kaplarda ve ısıtıcı borularında ıslaklık azaltılmış olur. Soğuk iklimde buhar ile temizleme yapılacaksa dikkatli olunmalıdır. Çünkü buhar ve yoğunlaşma ile oluşan su donabilir. Donan su borularda çatlamaya neden olur.

### 1.2.7.1. Boya ile Koruma

Boya; metal yüzeye fırça, rulo ve püskürtme tabancası ile havalı veya havasız püskürtme ile uygulanır (Görsel 1.23). Metali korozyondan korumak için maliyeti az olan boya ile kaplama yapılır. Bir yüzeyin boyası döküldüğünde yüzeyde pas meydana gelir. Bunu önlemek için tekrar boyama yapılmalıdır. Boyanın içindeki pigment denilen maddeler, kaplanan yüzeyi kapatarak hava almasını önler. Böylece yüzey korozyona karşı korunmuş olur.



**Görsel 1.23:** Metal yüzeyi püskürtme tabancası ile boyama

Boya ile kaplamada asfaltik boya, poliüretan, kauçuk, cila, maden kömürü zifti, klorlanmış sert plastik, polietilen ve epoksi gibi boyalar kullanılır. Bu maddeler yüksek sıcaklıkta eridiğinden dikkatli kullanılmalıdır.



## 7. Laboratuvar Çalışması

### METALİ BOYA İLE KAPLAMA



#### Çalışmanın Amacı

Demir levhayı boya ile kaplayarak korozyondan korumak.

#### Araç Gereç

Beherglas, boya, iki adet demir levha, tuzlu su çözeltisi, fırça.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Beherglasların içine tuzlu su çözeltisi koyunuz.
- Demir levhanın birine fırça ile tüm yüzeyini kaplayacak şekilde boya sürünüz.
- Boyalı ve boyasız demir levhaları ayrı ayrı tuzlu su çözeltisine daldırınız.
- Bir hafta sonra demir levhaları gözlemleyiniz.
- Korozyona uğrayan ve korozyona uğramayan levhayı tespit ediniz.
- Metali boya ile kaplamanın önemini tartışınız.
- Gözlemlerinizi ve sonuçları yazınız.

### 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 ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Beherglaslara tuzlu su çözeltisi koydu.				
3	Demir levhayı fırça ile boyadı.				
4	Demir levhaları ayrı ayrı tuzlu su çözeltisine daldırdı.				
5	Demir levhaları gözlemledi.				
6	Korozyona uğrayan ve uğramayan levhayı tespit etti.				
7	Metali boya ile kaplamanın önemini söyledi.				
8	Gözlemlerini ve sonuçları yazdı.				
9	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

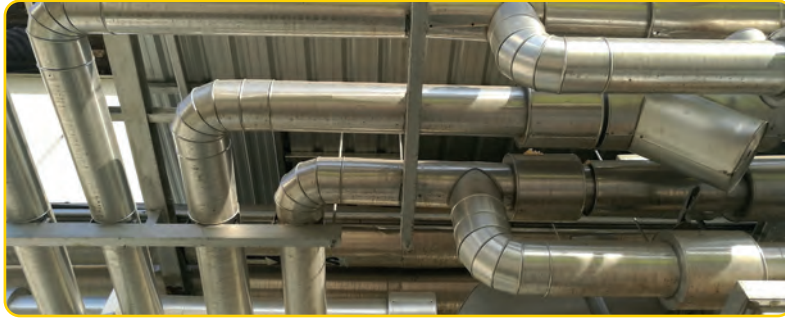
**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.



### 1.2.8. Metalik Kaplamanın Yararları

Korozyonla mücadelede en etkili yöntem metalik kaplamadır. Metalik kaplama sıcak daldırma, difüzyon, elektrolitik ve mekanik kaplama gibi yöntemlerle yapılır. Demiri kaplamak için en çok çinko ve alüminyum metalleri kullanılır. Ayrıca kalay, nikel, kadmiyum ve kurşun da kaplamada kullanılabilir. Boru bağlantı elemanları çinko ile, musluklarda kullanılan bataryalar nikel ile kaplanır. Galvanizasyon olarak bilinen çinko kaplama çelik yüzeylere uygulanır. Çatılar, levhalar, tel ürünleri, çelik ürünleri, buhar kazanları ve borular genelde çinko ile kaplanır (Görsel 1.24). Bazı makine parçalarına korozyona karşı dayanıklılığını arttırmak için krom kaplama yapılır. Krom kaplama metal eşya ve aletlere, araç parçalarına ve su tesisatlarına da yapılır. Kaplamalar; boyalar veya plastik malzemelerle ya da galvanizleme, krom kaplama ve kalaylama şeklinde de yapılır. Metal yüzeyleri, yüzeyde oluşan pas tabakalarını temizlemeden boyamak doğru değildir. Bazen metal yüzeyi korumak için boyamadan önce sıcak fosfatlama uygulanır. Eğer yüzey alüminyum ise galvanik anotlu korunma ile alüminyum metali negatif yükü yüklenerek korozyondan korunur.

Metalik kaplama, metalin korozyona karşı dayanıklılığını artırır ve metal yüzeyin düzgün ve güzel görünmesini sağlar. Günlük yaşamda kullanılan musluk bataryalarına yapılan nikel kaplama bataryanın parlak görünmesini sağlar.



Görsel 1.24: Çelik petrol boruları

### 1.2.9. Petrol Rafinerilerinde Korozyondan Korunma Tekniklerinde Kullanılan Araç Gereç

Korozyondan korunma tekniklerinde kullanılan araç ve gereç Tablo 1. 4'te gösterilmiştir.

**Tablo 1.4:** Korozyondan Korunma Tekniklerinde Kullanılan Araç Gereç

Korozyondan Korunma Teknikleri	Araç Gereç
Metalik Kaplama	Çinko, nikel, krom, kalay, kurşun, kadmiyum, galvaniz.
Boya ile Koruma	Solvent (örnek su ve tiner), fırça, rulo, püskürtme tabancası, kauçuk cila, polietilen boya, epoksi boya, poliüretan, asfaltik boya.
İnhibitör Kullanma	Grafen, organik inhibitör.
Katodik Koruma	Galvanik anot metalleri (magnezyum, çinko, alüminyum).
Alaşımlara Madde Ekleme	Molibden, mangan, alüminyum.



## 8. Laboratuvar Çalışması

### METALLERİ KAPLAMA

#### Çalışmanın Amacı

Metal levhaları alüminyum ve çinko ile kaplayarak korumak.

#### Araç Gereç

Alüminyum ve çinko levha, iki adet beherglas, iki adet balon joje, zımpara, hassas terazi, alüminyum ve çinko sülfat çözeltisi, tuz köprüsü, potasyum klorür çözeltisi, pamuk, voltmetre, kronometre, maşa.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Balon jodede 1 M (molar) ve 250 mL'lik alüminyum sülfat ( $Al_2SO_4$ ) çözeltisi hazırlayınız.
- Diğer balon jodede 1 M ve 250 mL'lik çinko sülfat ( $ZnSO_4$ ) çözeltisi hazırlayınız.
- Alüminyum ve çinko levhaların yüzeylerini zımpara ile zımparalayınız.
- Levhaları ayrı ayrı hassas terazide tartınız ve ölçüm sonuçlarını kaydediniz.
- Beherglasların içine ayrı ayrı alüminyum ve çinko sülfat çözeltilerini boşaltınız.
- Tuz köprüsü içine potasyum klorür (KCl) çözeltisi ekleyip uçlarına pamuk koyunuz.
- Alüminyum sülfat ve çinko sülfat çözeltilerini tuz köprüsü ile birleştiriniz.
- Alüminyum ve çinko levhaları dik olacak şekilde beherin içine koyunuz.
- İki levhayı voltmetreye bağlayınız. Kronometreyi 60 dakikaya ayarlayıp levhaları gözlemleyiniz.
- Süre bitince levhaları maşa ile tutarak beherden çıkarınız.
- Levhaları kurutup hassas terazide tartınız.
- İlk ve son ölçülen kütleleri karşılaştırınız.

### 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 ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Alüminyum ve çinko sülfat çözeltileri hazırladı.				
3	Alüminyum ve çinko levhaları zımparaladı ve tarttı.				
4	Beherlere alüminyum ve çinko sülfat çözeltileri koydu.				
5	Tuz köprüsü hazırladı, çözeltiler ile birleştirdi.				
6	Beher içine konulan levhaları voltmetreye bağladı.				
7	Altmış dakika sonunda levhaları maşa ile tutarak yıkadı ve kuruttu.				
8	Kurutulan levhaları hassas terazide tarttı.				
9	Levhaların ilk ve son ölçülen kütlelerini karşılaştırdı.				
10	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.



## 9. Laboratuvar Çalışması

### PAS GİDERME

#### Çalışmanın Amacı

Paslı demir levhadaki pası gidermek.

#### Araç Gereç

Paslı demir levha, tel fırça, beyaz sirke, sitrik asit, zımpara kâğıdı, plastik kap, astar boya, yağlı boya, boya fırçası, kuru bez.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve güvenlik eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Paslı demir levhaya zımpara kâğıdını sürtünüz.
- Levhayı tel fırça ile ovunuz.
- Levha üzerine toz hâlindeki sitrik asidi dökünüz.
- Plastik kap içine demir levhayı koyup üzerine beyaz sirke boşaltınız ve bir süre bekletiniz.
- Levhayı plastik kaptan çıkararak bezle kurulayınız.
- Demir levha üzerine önce astar boyayı sonra yağlı boyayı fırça ile sürünüz.
- Pası gidermenin önemini tartışınız.
- Gözlemlerinizi kaydediniz.

### 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 ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Paslı demir levhayı zımpara kâğıdı ile zımparaladı.				
3	Demir levhayı fırça ile ovaladı.				
4	Demir levha üzerine sitrik asit döktü.				
5	Plastik kap içine levhayı koyup üzerine beyaz sirke koydu.				
6	Levhayı plastik kaptan çıkarıp bezle kuruladı.				
7	Demir levha üzerine önce astar boya sonra yağlı boyayı fırça ile sürdü ve kurumaya bıraktı.				
8	Pas gidermede etkili olan yöntemleri tartıştı.				
9	Gözlemlerini kaydetti.				
10	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz. İfadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarına karar vererek doğru çıkışı bulunuz.



Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları kutularda verilen ifadelerle tamamlayınız.

elektron	sıcaklık	korozyonu	korozyon	kimyasal
nem	anot	katot	metallerin	basınç

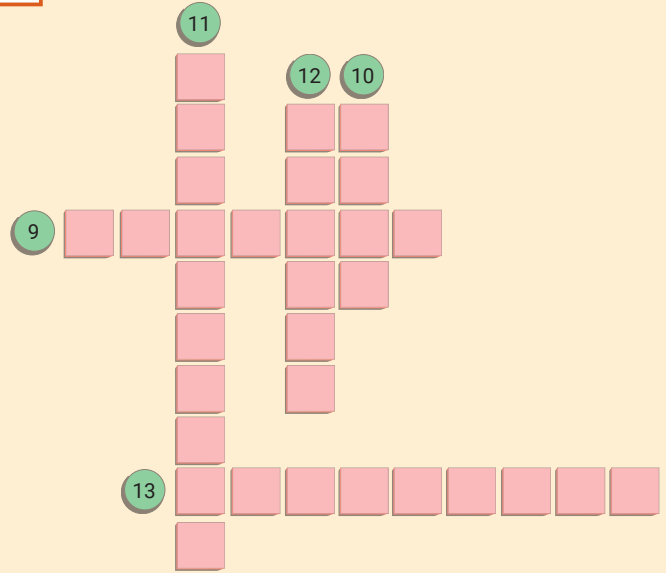
2. Korozyona kısaca ..... aşınması denir.
3. Metal ve alaşımlarının oksitlenmesi ..... korozyondur.
4. Metalik aktiflik metallerin ..... verme isteğidir.
5. Rafinerilerde yaşanan kazaların %21'i ..... nedeni ile meydana gelmektedir.
6. Korozyon oluşumunda en önemli faktörler ..... ve .....
7. İnhibitör ..... azaltmak için kullanılan bir maddedir.
8. Korozyondan korunacak metal kendinden daha fazla aktif olan bir metale bağlanır. Böylece katot hâline getirilen metal korozyona uğrarken diğeri korunmuş olur. Bu yöntemle göre krom bir boruyu korozyondan korumak için Ag, Cu, Zn, Au, Mg ve Al metallerinden hangisi veya hangilerini kullanmak gerekir? Açıklayınız. (Küçükten büyüğe doğru aktiflik sırası: Au, Ag, Cu, Cr, Zn, Al, Mg)



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### BULMACA

9. Aşınmalı korozyon
10. Elektrolizde metalin bulunduğu artı (+) uçlu bölüm
11. En sık görülen korozyon türü
12. Metali en etkili koruma yöntemi
13. Metal kaybının en az olması için çözeltiye eklenen madde



### Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

14. "Bu yöntemde deneye tabi tutulan parçanın yakınındaki bir bobinden alternatif akım geçirilir ve parça üzerinde indüksiyon akımı oluşturulur." **diyerek anlatımına başlayan Mert, hangi korozyon teşhis yönteminden söz etmektedir?**
  - A) Radyografi
  - B) Ultrasonik
  - C) Eddy (Edi) akımı testi
  - D) Termal
  - E) Akustik emisyon
15. I. Saat katota bağlanır.  
II. Anot elektrodu olarak gümüş metali kullanılır.  
III. Elektrolitteki gümüş iyonları bakır saat üzerinde indirgenir.  
**Bakırdan yapılmış bir saat, gümüş ile kaplanmak istenmektedir. Bunun için yukarıdaki işlemlerden hangisi ya da hangileri yapılmalıdır?**
  - A) Yalnız I
  - B) II, III
  - C) I, II
  - D) Yalnız III
  - E) I, II ve III
16. I. Metallerin boyanması  
II. Korozyona dayanıklı malzeme kullanılması  
III. Metalin başka bir metalle kaplanması  
IV. Katodik koruma yapılması  
**Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri korozyonu önlemek için yapılabilir?**
  - A) Yalnız I
  - B) II, III ve IV
  - C) I, II, III ve IV
  - D) Yalnız III
  - E) I, II ve III
17. **Metal kalınlığının her noktada aynı miktarda azaldığı ve en az zararlı olan korozyon çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?**
  - A) Aşınmalı
  - B) Çukur
  - C) Bölgesel
  - D) Üniform
  - E) Stres

## 2. ÖĞRENME BİRİMİ



### TEMEL KAVRAMLAR

- \* Dolum ünitesi
- \* Tanker
- \* Römorkaj
- \* Tanker tipleri
- \* Tank
- \* Seviye ölçümü
- \* Seviye transmitteri

# PETROL VE PETROL ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI VE DEPOLANMASI

## BÖLÜMLER

1. PETROL VE PETROL ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI
2. PETROL VE PETROL ÜRÜNLERİNİN DEPOLANMASI

## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Petrol ürünlerinin taşınmasında dolum/boşaltım yapma
2. Petrolün ve petrol ürünlerinin depolanma

Petrolün taşınması ve depolanması

# 1. BÖLÜM



## PETROLÜN VE PETROL ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI



Boru hattı ile petrolün tanklara taşınması

### Hazırlık

Ham petrolün kuyulardan çıkarılıp rafinerilere gelinceye kadar yapmış olduğu yolculuğu araştırınız.



## 2.1. PETROLÜN VE PETROL ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI

Petrol ve petrol ürünlerinin taşınması kara ve deniz yolu ile olur. Petrol ve petrol ürünleri yakın yerlere kara yolu ile uzak olan ülkelere ise deniz yolu ile taşınır. Deniz yolu ile taşımacılığın maliyeti azdır. Okyanus ötesi uzak ülkelere petrolün taşınmasında genellikle deniz yolu tercih edilir.

### 2.1.1. Kara ve Deniz Dolum Üniteleri Çalışma Prensipleri

Dolum ünitelerinde her boyutta ve nitelikte tanklar bulunur. Tanklarda dolum veya boşaltım sırasında meydana gelen buhar basıncının dengelenmesini ve korunmasını sağlayan **nefeslik** adı verilen araç kullanılır. Nefeslikte olası bir tehlike anında oluşabilecek risk durumlarını engelleyecek çek valf sistemi vardır. Nefesliğin ventili kapalıdır ve belli bir basınç değerine ulaşıldığında nefeslik tank içinde sıkışan havayı atmosfere tahliye eder. Dolum ünitesindeki pompa tarafından (Görsel 2.1) yakıt verilirken tank içine giren hava, valfin açılmasıyla yakıt buharının kontrolünü güvenli şekilde sağlar.



Görsel 2.1: Yakıt tankerinden yeraltı tankına yakıt pompalanması

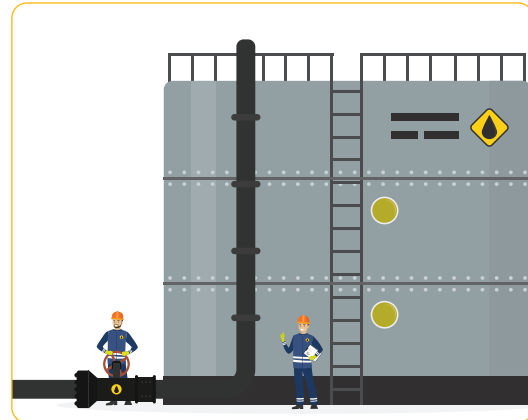
#### 2.1.1.1. Kara Dolum Üniteleri Çalışma Prensipleri

Petrol ve petrol ürünleri tankerlere üstten dökme, üstten daldırma veya alttan dolum ile doldurulur:

a) **Üstten Dökme ile Dolum:** Ürünü aktaran dolum borusu tavan kısmından tanka kısmen indirilir. Bu doldurma yönteminde yüksek seviyede buhar oluşumu ve ardından buhar kayıplarıyla beraber hava türbülansı meydana gelir.

b) **Üstten Daldırma ile Dolum:** Ürünü aktaran dolurma borusu, tankın dibine kadar uzanır.

c) **Alttan Dolum:** Tankın tabanına kalıcı bir dolurma borusu bağlanmıştır. Ürünü aktaran dolum borusu buraya bağlanarak dolum gerçekleştirilir (Görsel 2.2). Üstten daldırma ve alttan dolum işlemlerinde dolurma borusu daima sıvı yüzeyinin altındadır. Bu nedenle dolum sırasında oluşacak sıvı türbülansı önemli ölçüde kontrol edilir ve daha az buhar oluşumu görülür.



Görsel 2.2: Alttan dolum işlemi

LPG (Likit Petrol Gazı) tankına bağlanan tank içindeki LPG seviyesini ve giriş çıkışını kontrol eden çok amaçlı valfe **multivalf** denir. A ve B tipi olarak iki tip multivalf vardır. Multivalfin çalışma prensibi şu şekildedir:

1. Yakıt pompasından geçen LPG multivalfe gelir. Multivalf uzun bir dolun süresini önlemek için LPG'nin geçişine fazla direnç göstermemelidir.
2. Multivalfe bağlı şamandıra, maksimum seviyeye ulaşıldığında dolun işlemini doğru yerde keser.
3. Tank içindeki LPG'nin seviye ölçümü iki mıknaatısla yapılır. Mıknaatıslardan biri tankın içindeki diğeri deponun dışındaki gösteregeye bağlıdır.
4. Dört bölmeye ayrılan gösterege kadrani, LPG seviyesinin kolay okunmasını sağlar.
5. Deponun dibine yönelmiş emme borusu ile multivalf, LPG'nin emilimini sağlar.
6. Multivalf üzerindeki emme ve doldurma borularını bloke eden iki vana, bakım işleminde veya kaza durumunda kapatılır.
7. LPG emme borusuna yerleştirilen aşırı akım valfi, kalibrasyon değerinin üzerine çıkıldığında akışı durdurur.
8. Motora giden LPG borusu kaza anında kırılırsa aşırı akım vanası gaz kaçaklarını durdurur.

#### **2.1.1.2. Deniz Dolun Üniteleri Çalışma Prensibi**

Ham petrol ve hidrokarbon ürünlerinin taşınmasında gemiler kullanılır. Petrolün dolun ve boşaltımı dolun kolları ve hortumlar ile yapılır. Dolun ünitesinin (Görsel 2.5) çalışma prensibi şu şekildedir:

1. Standartlara uygun hortumlar kullanılır ve her kullanımdan önce arıza oluşumunu önlemek için hortumlar kontrol edilir.
2. Uygun basınç ve akış miktarında hortumlardan ürün geçirilir.
3. Uzun boru sistemlerinde ürün kirlenmesini önlemek için iskele veya tanktan gelen önceki ürünler temizlenir.
4. Hortumların ya da yükleme kollarının ani bağlantıyı kesmesi için ESD (acil iş durdurma prosedürü) özel bir cihaz kullanılır.
5. Borular, hortumlar ve yükleme kolları arasındaki elektrik akışını önlemek için izolasyon flanşı, conta ek yeri bileziği ve yıkayıcılar kullanılır.
6. Bağlantı kabloları için açma kapama sistemi vardır. Sistem her zaman kapama pozisyonunda olmalıdır. Boru tamamen bağlandığında açma pozisyonuna getirilir.



## 1. Laboratuvar Çalışması

### HAM PETROLDEKİ SUYU TESPİT ETMEK



#### Çalışmanın Amacı

Ham petroldeki suyu bakır sülfat ile bulmak.

#### Araç Gereç

Ham petrol,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (bakır sülfat), ispirto ocağı, beherglas, uçayak, amyant tel, karıştırıcı çubuk.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Beherglas içine mavi renkli toz hâlindeki  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (bakır sülfat) maddesini koyunuz.
- İspirto ocağı üzerine uçayak ve amyant teli yerleştiriniz.
- Beherglası ispirto ocağına koyarak bakır sülfat maddesini karıştırıcı çubuk ile karıştırınız.
- Bakır sülfatın yapısındaki su buharlaşınca renginin beyaza dönüştüğünü gözlemleyiniz.
- Beherglas içindeki beyaz renkli bakır sülfatı oda sıcaklığında bir süre bekletiniz.
- Ham petrolü beherglasla dökerek gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, koruyucu gözlük takti.				
2	Beherglas içine bakır sülfat maddesini koydu.				
3	İspirto ocağı üzerinde bakır sülfatı karıştırarak ısıttı.				
4	Isınan bakır sülfatı oda sıcaklığına kadar soğuttu.				
5	Ham petrolü beherglas içindeki bakır sülfat üzerine koydu.				
6	Gözlemlerini rapor olarak yazdı.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

## 2.1.2. Petrol ve Petrol Ürünleri Taşınırken Alınacak Güvenlik

### Önlemleri

Yer altından çıkarılan petrolün taşınması esnasında bazı tehlikeli durumlar ve kazalar oluşabilir. Karada petrol tankerlerinin patlaması, denizlerde ise petrolün suya karışması canlıları olumsuz etkiler ve bu durum çeşitli çevre sorunlarına yol açar. Petrol ve petrol ürünleri taşınırken alınacak güvenlik önlemleri şunlardır:

1. Boru hatları inşa edilirken doğal hayatı koruyacak tedbirler alınmalıdır.
2. Tankerlere dolum yapılırken rüzgârın tank kapağında içeri girmesini önleyecek tedbirler alınmalıdır.
3. Benzin gibi kolay buharlaşabilen petrol ürünleri için dikkat edilmelidir.
4. Daha önceden tankın içine koyulan ürün bilinmelidir.
5. Statik elektrik oluşturabilecek ürünler ve patlama ile yangına sebep olabilecek faktörler gözetilerek gerekli önlemler alınmalıdır.
6. Dolum esnasında sıçrama ile oluşan petrol sisi patlamalara yol açabilir. Özellikle kerosen doldurulurken dikkat edilmelidir.
7. Petrol dışındaki diğer petrol ürünlerinin tankere yükleme hızı önce yavaş olmalıdır. Dolum nozulunun ucu, sıvı altında kalıncaya kadar yükleme devam etmelidir.
8. Üstten dolum yapılan tankerlerde dolum nozulu tankerin en dibine kadar inmelidir.
9. Tankerin petrol ürünü taşımaya elverişli olup olmadığı kontrol edilmelidir.
10. Tankerlerin temizliğine dikkat edilmelidir.
11. Dolum nozulunun ucunda yayıcı olmalıdır.
12. Tanker ile daha önce hafif petrol ürünü taşınmış ise tankere ağır petrol ürünü doldurmadan önce CO<sub>2</sub> veya inert gaz verilmelidir.
13. Tank içine farklı bir ürün doldurulacak ise yabancı cisimler temizlenmelidir. Aksi takdirde kıvılcım oluşumu kolaylaşır.
14. Dolum nozulu, tankere koyulmadan önce topraklama yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır.
15. Dolum tesisinin topraklanması işlemi mutlaka yapılmalıdır.
16. Dolum nozulu dolum işlemi bitince hemen tanktan çıkarılmalıdır.
17. Topraklanmamış tankerler buhar bulutlarından uzakta olmalıdır.
18. Numune alma cihazı ile numune alırken cihaz, yüzey ve tank duvarı arasında kıvılcım atlaması oluşmaması için dolumdan en az bir dakika sonra cihaz tank içine konulmalıdır.
19. Deniz tankerlerinde metal kaplar doldurulurken dolum nozulunun ucu kaba değmelidir.
20. Tehlikeli sahalarda kayışla çalışan makine ve cihazlar kullanılmamalıdır. Çünkü kayış statik elektrik oluşturur.
21. Kış mevsiminde püskürtme cihazlarının hortumlarında oluşan fazla statik yüklenmeyi önlemek için hortum telle sarılmalıdır. Hortum ile telin metalik ucu temas etmeli ve cihaz topraklanmış olmalıdır.

### 2.1.3. Ham Petrolün Taşınmasında Kullanılan Ekipmanlar

Ham petrolü taşıma yöntemlerine göre kullanılan ekipmanlar Tablo 2.1'de gösterilmiştir:  
**Tablo 2.1:** Ham Petrol Taşıma Ekipmanları

BORU HATTI İLE TAŞIMA (Görsel 2.3)	KARA YOLU İLE TAŞIMA	DENİZ YOLU İLE TAŞIMA (Görsel 2.4)
çelik veya plastik boru (sıvı petrol taşınmasında) vana çek valf karbon çeliğinden yapılmış boru (doğal gaz taşınmasında)	sayaç pompa tank hortum sarma makaraları topraklama hattı yağ transfer ünitesi akaryakıt ölçekleri lpg metre güvenlik cihazları	hortum boru tanker dolum ve boşaltım kolları izolasyon flanşı seviye ölçme cihazı



Görsel 2.3: Boru hattı



Görsel 2.4: Deniz tankerinin ham petrolü boşaltması

#### Bilgi Kutusu

Ülkemizde bulunan ham petrol boru hatları şunlardır:

1. Irak-Türkiye
2. Ceyhan-Kırıkkale
3. Batman-Dört Yol
4. Bakü-Tiflis-Ceyhan

#### UNUTMAYALIM

Bir boru hattı bazı dış etkenlerden etkilenir ya da zaman içinde cidar kalınlığı azalır ve korozyona uğrayabilir. Boru hattının iç çapı ölçüsünde üretilen akıllı pikler sayesinde akış devam ederken hem borunun iç cidarı temizlenir hem de boru malzemesinin özellikleri kontrol edilmiş olur.

#### Bunları Biliyor musunuz?



Boru hattıyla taşınamayan doğal gaz, gemilerle taşınır. Bu durumda doğal gaz  $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altındaki sıcaklığa soğutulur ve basıncı yükseltilir, ve doğal gazın yükseltilip hacmi azaltılır. Böylece LNG (sıvı doğal gaz) oluşur. LNG doğal gaza göre daha temizdir ve metan tankeri adı verilen özel gemilerle taşınır.



## 2. Laboratuvar Çalışması

### HAM PETROLÜN BORUDAKİ AKIŞ HIZINI ÖLÇMEK

#### Çalışmanın Amacı

Ham petrolün borularda taşınırken akış hızını ölçmek.

#### Araç Gereç

Bir şişe ham petrol, 30'luk, 55'lik ve 70'lik borular, akış ölçme cihazı, büyük plastik kap.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- 30'luk boruya akış ölçme cihazı bağlayınız ve şişedeki ham petrolü boruya dökünüz.
- Borunun uç kısmına plastik kap koyunuz.
- Petrolün akış hızını ölçünüz ve kaydediniz.
- Ölçüm sonuçlarınızı ve gözlemlerinizi rapor olarak yazınız.
- 55'lik ve 70'lik borularda da ham petrolün akış hızını ölçünüz ve kaydediniz.
- Borulardaki akış hızlarını karşılaştırınız.
- Çapları farklı boruların içinden geçen petrolün kabı doldurma sürelerini de saniye cinsinden kaydediniz.
- Ham petrol borularla taşınırken karşılaşılabilecek zorlukları tartışınız.

### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	30'luk boruya akış ölçme cihazını bağladı.				
3	Borunun uç kısmına plastik kap koyup petrolün akış hızını ölçtü.				
4	50'lik ve 70'lik borularda da akış hızını ölçtü.				
5	Borulardaki akış hızlarını karşılaştırdı.				
6	Çapları farklı borulardaki petrolün kabı doldurma sürelerini saniye cinsinden kaydetti.				
7	Gözlem sonuçlarını rapor olarak yazdı.				
8	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.



### 3. Laboratuvar Çalışması

#### PETROL VE SU KARIŞIMINI AYRIŞTIRMAK

##### Çalışmanın Amacı

Petrol ve su karışımını pompa yardımı ile ayırıştırarak.

##### Araç Gereç

Petrol ve su karışımı, pompa, besleme tankı, ayırıştırma tankı, karıştırıcı, termometre.

##### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğü ve güvenlik eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Petrol-su karışımını pompa ile besleme tankına aktarınız.
- Besleme tankında karışımı 30 dakika karıştırıcı ile karıştırınız.
- Petrol-su karışımını pompa ile ayırıştırma tankına aktarınız.
- Karışımın sıcaklığını termometre ile ölçünüz (sıcaklığın 25 °C'de sabit olması gerekir).
- Ayırıştırma tankının dibine çöken katı parçacıkların atılması için tanktaki vanayı açınız.
- Karışımdan ayrılan suyu tahliye vanasını açarak tanktan çıkarınız.
- Ayırıştırma tankının üst bölümünde olan vana ile karışımın yüzeyinde biriken ham petrolü çıkarınız.

#### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Petrol ve su karışımını besleme tankına aktararak, 30 dakika karıştırdı				
3	Karışımı, ayırıştırma tankına pompa kullanarak aktardı.				
4	Karışımın sıcaklığını termometre ile ölçtü.				
5	Ayırıştırma tankındaki suyu, vanayı açarak çıkardı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.



#### 4. Laboratuvar Çalışması

### HAM PETROLDEKİ SU ORANINI HESAPLAMAK

#### Çalışmanın Amacı

Ham petroldeki su oranını santrifüj cihazı ile belirleyerek hesaplamak.

#### Araç Gereç

Ham petrol, dört adet santrifüj tüpü, santrifüj cihazı, kronometre.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Ham petrol numunesini dört ayrı santrifüj tüpüne dökünüz.
- Santrifüj tüplerini santrifüj cihazına yerleştiriniz.
- Santrifüj cihazını 15 dakika çalıştırınız.
- On beş dakika sonunda santrifüj tüplerindeki su miktarını ölçünüz.
- Ölçülen su miktarına göre ham petroldeki su oranlarını hesaplayınız.
- Ölçülen su miktarlarını ve su oranlarını karşılaştırınız.
- Ölçümlerinizi ve gözlemlerinizi rapor olarak yazınız.

### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Ham petrolü dört ayrı santrifüj tüpüne döktü.				
3	Santrifüj cihazını 15 dakika çalıştırdı.				
4	Santrifüj tüplerindeki su miktarını ölçtü.				
5	Ölçülen su oranlarını karşılaştırdı.				
6	Gözlemlerini ve ölçümleri rapor olarak yazdı.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.



### 2.1.4. Tanker Tipleri

Sıvı veya gaz hâlindeki akışkanın taşınmasında kullanılan deniz aracına **tanker** denir (Görsel 2.5). Tanker tipleri taşıdığı yüke ve boyutlarına göre ikiye ayrılır. Tablo 2.2'de tanker tipleri gösterilmiştir.



Tablo 2.2: Tanker Tipleri

TANKER TİPİ	TANKER TÜRÜ
Taşıdığı yüke göre	petrol tankeri
	kimyasal madde tankeri
	gaz tankeri
Boyutlarına göre	genel amaçlı tanker
	orta sınıf tanker
	uzun tanker
	çok büyük tanker
	ultra büyük tanker

Görsel 2.5: Deniz tankeri

Taşıdığı yüke göre tankerler üçe ayrılır:

**1. Petrol Tankeri:** Rafine edilmemiş ham petrolü ve sıvılaştırılmış petrol ürünlerini taşımak için kullanılan tankerlerdir (Görsel 2.6). Ayrıca işlenmiş petrol ürünlerini taşıyan ürün tankerleri de vardır. Petrol tankerleri genellikle boyutlarına göre sınıflandırılır. Petrol tankerleri ile dünya genelinde milyarlarca metreküp petrol taşınmaktadır.



Görsel 2.6: Kara tankeri

**2. Kimyasal Madde Tankeri:** Tehlikeli kimyasal maddeleri taşıyan tankerlerdir. Tehlikeli kimyasal maddelerin taşınmasında güvenlik çok önemlidir. Kimyasal madde tankerleri üçe ayrılır:

- a) **Tip 1 Tankeri:** Tehlikesi en yüksek olan kimyasal maddeler taşınır.
- b) **Tip 2 Tankeri:** Az tehlikeli olan kimyasal maddeler taşınır.
- c) **Tip 3 Tankeri:** Tehlikesi daha az olan kimyasal maddeler taşınır.

Kimyasal madde tankerlerinde yük tanklara konulur. Tankların yapımında yumuşak çelik kullanılır. Ancak kimyasal maddeler ve tank yıkama suları, tankların paslanmasına neden olabilir. Oluşan pas, tankın içindeki maddenin bozulmasına yol açar. Bunu önlemek için tankın içi tank boyası ile boyanarak kaplanır. Tankın içinde kimyasal maddelerle reaksiyona girebilecek madde bulunmamalıdır. Kimyasal madde tankerlerinde yükleme ve boşaltma için **elleçleme** adı verilen sistemler kullanılır.

**3. Gaz Tankeri:** Sıvılaştırılmış gaz taşıyan tankerlerdir (Görsel 2.7). Gaz tankerlerinde basıncı kontrol etmek çok önemlidir. Çünkü gaz, basınç ile sıvılaştırılır. Emniyet valfi ile gaz basıncı ayarlanır. Ayrıca soğutma kompresörü ile gaz basıncı azaltılarak da ayarlama yapılır. Üç tipi vardır.

**a. LPG (Sıvılaştırılmış petrol gazı) Tankeri:**

Basınç verilmiş silindir şeklindeki tanklarda LPG taşınır. Bu tankerlerde butan, propan, etan ve polipropilen gibi ağır petrol ürünleri de taşınır.

**b. LNG (Sıvılaştırılmış doğal gazı) Tankeri:**

Yalıtım yapılmış tankerlerdir. Atmosfer basıncında ve düşük sıcaklıkta taşıma yapılır.

**c. Soğutucu Özellikli Tanker:** Düşük sıcaklık ve basınçta ürünler taşınır. Tankerin yapımında düşük sıcaklığa dayanıklı malzemeler kullanılır.



Görsel 2.7: Deniz gaz tankeri

### 2.1.5. Römorkaj ve Liman Hizmetleri

Bir limanda geminin itilmesi ve çekilmesi hizmetine **römorkaj hizmeti** denir. Bu hizmet römorkörün geminin yanına varması ile başlar, gemiden ayrılması ile sona erer. Limana giriş çıkışlarda ve yer değiştirmelerde gemiler römorkör almak zorundadır (Görsel 2.8). Her tip ve büyüklükteki gemi; limana yanaşma, demirleme, limandan kalkış ve yedekleme hizmeti sağlanmaktadır. Kılavuzluk, römorkaj, şamandıra, yanaşma yeri, gemi ambarlarının açılıp kapatılması, malzeme, su ve kumanya hizmeti ile gemiden su ve balast suyu (geminin dengesini sağlayan temiz deniz suyu) alınması liman hizmetleri olarak sunulmaktadır.



Görsel 2.8: Römorkaj hizmeti alan tanker



#### Araştırma-Tartışma

Tanker türlerinin özelliklerini ve tankerlerin taşıdığı petrol ürünlerini araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek yazınız. Öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



### Sıra Sizde

Aşağıda gösterilen yerlere rafinerilerde görülen tanker türlerinden 5 tanesini yazınız.

#### Tanker Türleri

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| 1. .... | 3. .... | 5. .... |
| 2. .... | 4. .... |         |

### 2.1.6. Bir Arada Taşınan ve Taşınamayan Petrol Ürünleri

Araştırmalar sonucu yer altından ve denizlerden çıkarılan ham petrol, rafinerilere taşınır ve rafinerilerde çeşitli petrol ürünleri elde edilir. Petrol ürünleri patlayıcı, yanıcı ve alev alıcı özelliklere sahiptir. Patlayıcı ürünler ile alev alıcı ve yanıcı ürünler bir arada taşınmamalıdır. Petrol ürünleri, parlayıcı ve yanıcı sıvılar olarak sınıflandırılır.

- Parlayıcı Sıvılar: Sınıf IA, sınıf IB ve sınıf IC
- Yanıcı sıvılar: Sınıf II, sınıf IIIA ve sınıf IIIB

Benzin ve fuel-oil benzin sınıfı olarak kabul edilir ve birlikte taşınır. Gaz yağı ve alev alma noktası 21 °C'nin altında olan ürünler birlikte taşınır ve depolanır. Petrol ürünlerinin taşınmasında kullanılan tankerlerin özel kapasiteleri vardır ve güvenlik önlemleri alınarak taşıma yapılır. Petrol ürünleri özelliklerine göre gruplandırılır. Bu gruplar şu şekilde sıralanır:

- Sıcak bitüm.
- Katı maddeler (soğuk bitüm ve parafin).
- Plastik yağlayıcılar.
- Petrol yağları (hidrolik, transformatör, yalıtkan ve motor).
- Yakıt (jet ve dizel yakıt, gaz yağı ve benzin).

Petrol tankerlerinde birkaç yakıt ürününün aynı anda taşınması için bölmeler vardır. Patlayıcı olan petrol ürünleri taşınırken yangın oluşumuna karşı güvenlik önlemleri alınmalıdır. Yakıt tankerlerinde akaryakıt, açık ve koyu renkli petrol ürünleri taşınır. Ancak taşıma sonrası tankere sıcak buharla ön işlem yapılması gereklidir.

#### Bunları Biliyor musunuz?



Petrol endüstrisinde ilk zamanlarda petrol, ahşap varillerle taşınıyordu. 1861'de Elizabeth Watts adlı yelkenli gemi İngiltere'ye ilk defa 240 ahşap varil petrol taşımıştır.



#### Gezi Gözlem İnceleme

Bulduğunuz yerde bir petrol istasyonunu geziniz. Dolum ve istasyon ekipmanlarını inceleyerek çalışma prensiplerini araştırınız. Ekipmanların nasıl çalıştıklarını gözlemleyiniz. Gözlem ve incelemelerinizi rapor hâlinde yazınız. Öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. BÖLÜM



## PETROLÜN VE PETROL ÜRÜNLERİNİN DEPOLANMASI



Depolama tankları

### Hazırlık

Yaşamınızda depolama amacıyla kullanılan araçlara örnekler veriniz.

## 2.2. PETROLÜN VE PETROL ÜRÜNLERİNİN DEPOLANMASI

Petrol rafinerilerinde, petrol ve petrolden elde edilen ürünlerin depolanması için tank kullanılır.

### 2.2.1. Depolama Tankı

Petrol rafinerilerinde; ham petrol, petrokimya ürünleri, kimyasallar, gazlar ve suyun depolanmasında depolama tankları kullanılır (Görsel 2.9). Atmosfer basıncında kaynama noktasının altında bulunan maddeler tanklarda depolanır. Depolama tanklarında genellikle yanıcı ve parlayıcı hidrokarbon türevleri bulunduğu için oluşacak risklere karşı önlemlerin alınması son derece önemlidir. Tanklar proses suyu, asit, katkı maddeleri, kimyasal maddeler ve yangına karşı dayanıklı olmalıdır. Depolanan maddenin uçuculuğuna, depolama basıncına, parlama ve kaynama noktası gibi etkenlere bağlı olarak tanklar çeşitli tip ve büyüklüklerde, değişik malzemelerden yapılır. Depolama tanklarında seviye göstergeleri, seviyenin ölçüldüğü kapaklar, basınç düşürücüler, vakum oluşmasını engelleyen düzenek, tavan su gideri, karıştırıcılar, merdivenler, platformlar, korkuluklar, boru nozulları, giriş delikleri (Görsel 2.10) ve topraklama hatları yardımcı donanım olarak kullanılır.



Görsel 2.9: Depolama tankı



Görsel 2.10: Depolama tankı giriş deliği

Tank içerisinde korozyon oluşma ihtimaline karşı tankların içi epoksi reçine, vinil, camyünü takviyeli plastikler, çinko bakımından zengin maddeler, beton, kurşun, paslanmaz çelik, alüminyum, kauçuk ve cam gibi maddelerle kaplanır. Tankların dıştan yalıtımının ve korozyona karşı koruma işlemlerinin yapılması gerekir.

#### 2.2.1.1. Depolama Tankı Çeşitleri

Depolama tankları işletme basıncına göre üç gruba ayrılır:

**1. Atmosferik Depolama Tankları:** İşletme basıncı en çok 0,5 psi olan tanklardır. Alaşımli veya karbonlu çelikten, betondan, cam elyafli epoksi plastikten veya çeşitli metallere yapılır. Depolama sıcaklığındaki buhar basıncı atmosfer basıncının altında kalan ham petrol, motorin, ağır yakıtlar, kazan yakıtları, nafta, uçucu olmayan kimyasallar ve benzin atmosferik depolama tankında depolanır. Bu tankların iç ve dış basınç arasındaki farkı ayarlamak için basınç vakum havalıkları kullanılır. Atmosferik depolama tanklarının çeşitleri şunlardır:

- a) **Konik Tavanlı Tank:** Çapı 90 m'ye ve yüksekliği 20 m'ye kadar çıkabilen basit tanklardır. Çap büyüdükçe tankın şekli de değişir. Tavanın altında destek çubukları vardır.

#### Bunları Biliyor musunuz?



Seçici geçirgen zar veya ayırıcı tabaka olarak kullanılan genellikle polimerlerden yapılmış katmanlara **membran** denir. Seçici zar olarak ve arıtma teknolojilerinde ayırıcı tabaka olarak kullanılan membranlar, izolasyon malzemesi olarak yapı teknolojilerinde de kullanılır.

b) **Yüzer Tavanlı Tank:** Tankın içinde sıvı seviyesi üzerindeki buhar hacmi sabit olduğu için doldurma ve soluma kayıpları çok azdır. Bu tanklarda tavan, sıvı üzerinde yüzecek şekilde yapılmıştır (Görsel 2.11). Hareketli tavan ile tank duvarı arasındaki sızdırmazlık, pabuç veya sürtme plakası ve esnek bir membran ile sağlanır.

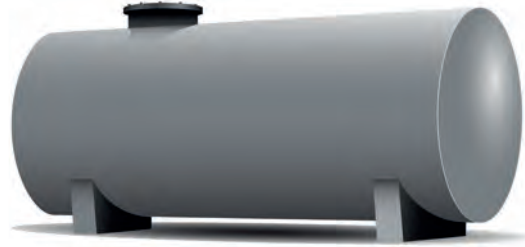


Görsel 2.11: Yüzer tavanlı depolama tankı

c) **İç Yüzer Tavanlı Tank:** Üstte sabit koni şeklinde bir çatı ve altında hareketli yüzer tavan bulunan tanktır.

ç) **Ötelenebilen Tavanlı Tank:** Bu tip tanklarda tavan, sıvının buharlaşması, tankın dolma ve boşaltılma durumlarına göre hareket eder. Tavan; çevresindeki sızdırmazlık, tankın duvarına tutturulmuş esnek bir membran veya sıvı dolu kanala sarkan etek parçası ile sağlanır.

d) **Soluyan Tavanlı Tank:** Bu tip tanklarda düz ve esnek bir membran olan tavan, buharın oluşturduğu hacim genişlemesinde ve vakum oluşması durumunda aşağı ve yukarı doğru hareket eder.



Görsel 2.12: Basit silindirik tank

e) **Basit Silindirik Tank:** Depolama hacmi küçük, düz kafalı veya kapaklı tanklardır. Düşey veya yatay olarak yerleştirilebilir (Görsel 2.12).

**2. Düşük Basıncılı Depolama Tankları:** İşletme basıncı 0,5 psi ile 15 psi arasında olan sabit hacimli küremsi veya boğumlu küremsi tanklardır. Buharlaşmanın sebep olduğu iç basınca dayanıklı çelikten yapılırlar. Basınç düşürme vanaları, basınç güvenli sınırın üzerine çıktığında devreye girerek basıncı düşürür. Ham petrolün hafif türlerinin, benzinli karışımların, hafif nafta ürünlerinin, pentan ve uçucu kimyasalların depolanmasında kullanılırlar. Düşük basınçlı tanklar silindirik gövde üzerinde koni veya kubbe tavanlı olarak yapılırlar. Tank tabanı düz ya da tavanın şeklinde olabilir. İçinde tank duvarına uygulanan gerilmeyi azaltacak gergi ve destekler vardır.

**3. Yüksek Basıncılı Depolama Tankları:** İşletme basıncı 15 psi'den fazla olan tanklardır. Silindirik, küremsi veya tam küre şeklinde; çelik, nikel, alüminyum ve çeşitli alaşımlardan (ostenitik veya ferritik) yapılırlar. Silindirik tankların kafa (üst) bölümleri düz, konik, simit, yarı elipsoit veya yarım küre şeklindedir. Silindirik tanklar düşey veya yatay olarak çeşitli şekillerde desteklenerek, küremsi tanklar ise çelik kolonlarla desteklenerek zemine oturtulur (Görsel 2.13). Kolonlar doğrudan küreye veya küre eteğine bağlanırlar. Basıncılı tanklarda genellikle iç aksesuar olmaz. Basıncılı tanklar genellikle proses kabı veya kolayca buharlaşan sıvıların depo kabı olarak kullanılırlar. Ayrıca rafineri proseslerinde basınçlı tank olarak katalitik reaktörler, ayırıcılar, seperatörler, dramlar, kimyasal işlem üniteleri, çöktürme dramları, yoğunlaştırıcılar, soğutucular, eşanjörler ve rejeneratörler kullanılırlar.



Görsel 2.13: Küre şeklinde depolama tankı



### Araştırma-Tartışma

Çevrenizde kullanılan küçük boyutlu basınçlı tanklar nelerdir? Bu tanklarda depolanan maddelerin ortak özelliklerini araştırınız.

### UNUTMAYALIM

Ham petrol, boru hattına verilmeden ya da gemilere yüklenmeden önce bir süre dinlendirilir. Petrolün içindeki su tahliye edilip değerleri alınır ve işleme hazır hâle getirilir.

## 2.2.2. Depolama Tankı Dolum Koşulları

Depolama tanklarına (Görsel 2.14) dolum yapabilmek için gereken koşullar şunlardır:

1. Tanklar olası yangın, sızıntı ve devrilmelere karşı aralarında belli mesafeler bırakılarak güvenli bir şekilde zemine yerleştirilmiş olmalıdır.
2. Dolum esnasında veya atmosferik sıcaklık değişimlerinden dolayı aşırı basınç oluşumunu engellemek için uygun havalandırma kanalları ile donatılmış olmalıdır.
3. Havalandırma borusuna yabancı madde girişini engellemek için U-dirsek veya bir perde takılmış olmalıdır.
4. Tanklar katodik koruma ile korunmalıdır.
5. Korozyon önleyici açık renk bir boya ile tankın dışı ve tavanı boyanmış olmalıdır.
6. Doğrudan görüş göstergelerine veya seviye ölçüm sistemine sahip olmalı ve ölçüm sistemleri çalışır durumda olmalıdır.
7. Tank aşırı dolum uyarı cihazları, acil kapatma vanaları ve kapatma vanaları çalışır durumda olmalıdır.
8. Yüzer tavanlı tanklarda, çatıda biriken suyun boşaltılmasını sağlayan drenaj hattının alt ucundaki vana açık bırakılmalıdır.
9. Tankın içeriği, boyutları, muayene tarihleri, yapım yılı ve yükseklik bilgileri tank etiketinde yer almalıdır.
10. Tank dibinde su bulunup bulunmadığı kontrol edilmeli ve eğer varsa su tahliye edilmelidir.
11. Tankta statik elektrik oluşumunu ve yıldırım tehlikesini önlemek için uygun topraklama bağlantısı yapılmış olmalıdır.
12. Yangın söndürücüler doğru tipte ve stratejik noktalarda bulunmalıdır.
13. Tank çevresinde kıvılcım kaynakları, açık alev, kutu, kavanoz, paçavra gibi yangını başlatabilecek ve yayabilecek etkenler bulundurulmamalıdır.
14. Petrol ve petrol ürünlerinin depolanması esnasında oluşabilecek hidrokarbon buhar kayıplarını engelleyecek buhar geri kazanım sistemi bulunmalıdır.
15. Güvenlik duvarı tahliye vanası kapalı olmalıdır.



Görsel 2.14: Petrol rafineri alanındaki depolama tankları

### 2.2.3. Depolama Tank Dolum İşlem Basamakları

Depolama tankı dolum (Görsel 2.15) işlem basamakları ve dolum sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

1. Depolama tankı yakıt seviyesi ve alabileceği ürün kapasitesi kontrol edilmelidir.
2. Sıcaklık değişimlerinden kaynaklı genleşme faktörü göz önüne alınarak tankın güvenli bir şekilde depolayabileceği yakıt seviyesi hesaplanmalıdır.
3. Boru hattında veya hortumda çatlak, hasar veya sızıntı olup olmadığı kontrol edilerek bağlantı noktalarının altına damlama kapları yerleştirilmelidir.
4. Güvenlik sistemlerinin doğru çalışıp çalışmadığından emin olmak için test yapılmalıdır.
5. Dağıtım borusu ve tanktaki vanaların konumları kontrol edilmelidir.
6. Tankın içindeki alıcı borunun üstünde ne kadar yakıt bulunduğu belirlenmelidir.
7. Ürünün doğru tanka aktarıldığından ve sızıntı olmadığından emin olana kadar düşük hızla dolum yapılmalıdır.
8. Dolumu yapan operatör dolum esnasında tank yakınında bulunmalı, gönderim merkezi ve tesis operatörleri ile sürekli iletişim hâlinde olmalıdır.
9. Düzenli aralıklarla tank seviyesi kontrol edilmelidir.
10. Güvenli dolum seviyesine (yaz aylarında %90, kış aylarında %95) yaklaşıldığında transfer hızı azaltılmalıdır.
11. Transfer tamamlandığında dağıtım borusundaki ve tanktaki doğru vanalar kapatılmalıdır.
12. Dolumu gerçekleştiren operatör, gönderim merkezi ve depolama tesisi yetkilisi ile toplantı yaparak denetim raporu tutmalıdır.
13. Dolumdan itibaren 6 ile 24 saat bekledikten sonra daldırma tanklarını tankın dibine daldırarak dipteki su seviyesi ölçülmelidir.



Görsel 2.15: Rafineri ana boru hattı ve dolum istasyonu





## 5. Laboratuvar Çalışması

### ÜSTTEN DOLUM VE BOŞALTIM İŞLEMİ



#### Çalışmanın Amacı

Tank dolum işlemini kavramak.

#### Araç Gereç

2 adet varil (varillerden biri daha küçük olacak) , su pompası, 2 adet hortum, kelepçe, tuz, su.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Su pompasının elektrik bağlantısını yapınız.
- Pompanın giriş ve çıkışına uygun çaptaki hortumu bağlayıp kelepçe ile sabitleyiniz.
- Büyük varile bir miktar tuz atarak varili su ile doldurunuz.
- Pompanın girişine bağlanan hortumun ucunu tuzlu su dolu varile daldırınız.
- Pompanın çıkışına bağlanan hortumun ucunu boş varile daldırınız.
- Pompayı çalıştırarak boş varili doldurmaya başlayınız.
- Dolum işlemi tamamlandığında pompayı kapatınız.
- Dolum işlemi esnasındaki gözlemlerinizi raporlayınız.

### 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 ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Uygulama düzeneğini hazırladı.				
3	Varilin dolmasını gözlemledi.				
4	Dolum işlemini sonlandırdı.				
5	Gözlem sonuçlarını raporladı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

### Bunları Biliyor musunuz?



Aralık 2005'te İngiltere'nin Hemel Hempstead kentindeki Buncefield petrol depolama alanında İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana İngiltere'de meydana gelen en büyük patlama yaşandı. Depolama tankı seviye ölçüm aletinin ve aşırı dolum koruma sisteminin çalışmamasından dolayı tanktaki havalandırma deliklerinden 250.000 litre benzin yere aktı. Dökülen yakıtın bir ateşleme kaynağı bulması sonucu patlama gerçekleşti.

#### 2.2.4. Tank Boşaltım Koşulları ve Boşaltım Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Kurallar

Depolama tanklarında boşaltım esnasında vanalardan, bağlantı parçalarından veya kapaklardan buhar veya sıvı kayıpları meydana gelebilir. Bu durumu önlemek için boşaltım işleminden önce boru hattının ve tank donanımlarının kontrolü yapılmalıdır. Tank boşaltılmadan önce güvenlik duvarlarının tahliye vanalarının kapalı olup olmadığı kontrol edilmelidir. Tank boşaltılırken hacim azalmasından dolayı tank içindeki basınç azalır. Basıncın azalmasıyla birlikte sistemde vakum oluşur. Tankta bulunan hava tahliye ve vakum önleme vanaları (vakum kırıcılar) boşaltım sırasında vakum oluşumunu engellemek için çalışır durumda bulunmalıdır. Boşaltım gerçekleşirken olası dökülmelere karşı acil müdahale kontrol listesi oluşturmalı ve bu listeye göre hareket edilmelidir. Sabit tavanlı tankların boşaltılmasında, emiş borusunun ağzı civarında girdap oluşmasını önlemek için emiş borusunun önüne girdap kırıcı plaka konulmalıdır. Ayrıca boşaltım işleminin sonunda tank dibinde belli bir miktar sıvı da bırakılmalıdır. Yüzer tavanlı tanklarda boşaltım sırasında tavanın tank dibine oturmaması için 1,2 m'lik ayaklar bulunmalı ve tankın dibinde 1,2 m yüksekliğinde sıvı, ölü hacim olarak tutulmalıdır. Tank boşaltımı sırasında oluşacak hidrokarbon buharları buhar geri kazanım sistemine gönderilmelidir. Güvenlik ve yangınla mücadele ekipmanı ,dolm veya boşaltım yapılan noktanın ters yönünde konumlandırılmalıdır.

#### 2.2.5. Tanklarda Depolanan Ara Ürünlerin Diğer Ünitelere Transferi

Tanklarda depolanan ara ürünleri diğer ünitelere gönderirken yapılması gereken işlemler şunlardır:

1. Alıcı tanklara giden vanaların ayarı kontrol edilmelidir.
2. Havalandırma kanalları ve tahliye vanaları kontrol edilmelidir.
3. Basınç ve seviye göstergelerinin çalışır durumda olduğundan emin olunmalıdır.
4. Üst veya alt çıkış körleme kapağı çıkarılmalı, hortum veya boru bağlantısının doğru ve sıkı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
5. Depolama tankının havalandırma kanalları açık durumda olmalıdır.
6. Depolama tankı çıkış vanası açılarak boşaltıma başlanmalıdır.
7. Boşaltıma düşük hızla başlanmalıdır.
8. Hortum veya bağlantılarda sızıntı olup olmadığı ve tank seviyesi sürekli kontrol edilmelidir.
9. Boşaltım sırasında transfer alanından ayrılmamalı ve tesiste kalınmalıdır.
10. Boşaltım bittiğinde önce pompalar sonra çıkış vanası kapatılmalı (varsa tahliye hortumu kapatılıp birleştirme noktasından ayrılmalı) ve körleme kapağı yerine takılmalıdır.
11. Boşaltımı gerçekleştiren operatör, iletim merkezi ve depolama tesisi yetkilisi ile toplantı yaparak denetim raporu hazırlamalıdır.

### 2.2.6. Seviye Ölçümü

Seviye ölçümü depolanan maddenin miktarını öğrenmek demektir. Rafineri proseslerinin verimli ve güvenli bir şekilde işlemesi için depolama tanklarında depolanan maddelerin miktarının belirli aralıklarla veya sürekli olarak ölçülmesi gerekmektedir. Ölçümlerin hassas ve doğru şekilde yapılması olası tehlikelerin oluşmasını engellemek açısından önemlidir. Seviye ölçümünün amaçları şunlardır:

1. İşletmede kullanılan veya üretilen maddeleri ağırlık veya hacim bakımından takip etmek.
2. Satın alınan veya satılacak malzemenin miktarını belirlemek.
3. İşletme verimliliğini arttırmak.
4. Taşma ve aşırı basınç gibi olumsuzlukları önlemek.
5. Prosesin tutarlı bir şekilde yürümesini sağlamak.



#### Araştırma-Tartışma

Çevrenizde bulunan bir binadaki su depolama tankını inceleyerek;

- a) Tanka su dolumu ve tanktaki suyun evlere transferinin nasıl yapıldığını araştırınız.
- b) Tanktaki suyun dolum esnasında taşmaması için hangi ekipmanların kullanıldığını araştırınız.
- c) Araştırmanızı sınıfta arkadaşlarınıza paylaşınız.

### 2.2.7. Seviye Ölçüm Yöntem ve Teknikleri

Seviye ölçümleri, tank içerisindeki maddenin yüzey konumu ile tank tabanı arasındaki mesafenin çeşitli araçlarla ölçülmesi temeline dayanır. Depolama tanklarında seviye ölçümü doğrudan ve dolaylı olarak iki yöntemle yapılır.

**1. Doğrudan Seviye Ölçüm Yöntemi:** Kaldırma kuvveti ve sıvı hareketi gibi fiziksel özellikler kullanılarak sıvı seviyeleri anında hesaplanır. Doğrudan seviye ölçümünde kullanılan üç temel yöntem vardır.

- a) **Gözetleme Camı Tipi:** Gözetleme camı tanklardaki sıvının seviyesini doğrudan ölçer. Tankın üst ve alt kenarları arasına metal kaplamalı ölçeklendirilmiş bir cam tüp takılır ve sıvı yukarı aşağı hareket ettikçe tüp içindeki seviye aynı şekilde hareket eder (Görsel 2.16).
- b) **Şamandıra Tipi:** Sıvıların kaldırma kuvvetinden yararlanır. Sıvı hareket ettikçe şamandıra cihazı da hareket eder (Görsel 2.16). Cihazın tepesine takılan bir kablo ortada bir işaretçi ile ayarlanmış bir teraziye bağlıdır. Yukarı ve aşağı hareketler terazinin bağlı olduğu kabloyu çeker, böylece sıvı seviyesinin nerede olduğunu gösterir.



Görsel 2.16: Gözetleme tipi seviye ölçümü



Görsel 2.16: Şamandıra



## 6. Laboratuvar Çalışması

### DOĞRUDAN SEVİYE ÖLÇÜMÜ

#### Çalışmanın Amacı

Seviye ölçüm yöntemlerini kavramak.

#### Araç Gereç

Pet şişe, şeffaf pipet, cam macunu, gıda boyası, beherglas, su.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğü ve güvenlik eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Pet şişenin alt ve üst noktasına pipetin geçebileceği genişlikte iki delik açınız.
- Pipetin bir ucunu alttaki deliğe, diğer ucunu ise üstteki deliğe geçiriniz.
- Behere su doldurup içine bir miktar gıda boyası atarak karıştırınız.
- Hazırladığınız renkli su karışımını pet şişeye yavaş yavaş aktarınız.
- Renkli suyun pipette yükselmesini gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi raporlayınız.

### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama düzeneğini hazırladı.				
3	Renkli suyun pipette yükselmesini gözlemledi.				
4	Gözlem sonuçlarını raporladı.				
5	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.





## 7. Laboratuvar Çalışması

### ŞAMANDIRA İLE SEVİYE ÖLÇÜMÜ

#### Çalışmanın Amacı

Seviye ölçüm yöntemlerinden şamandıra tipi seviye ölçümünü kavramak.

#### Araç Gereç

Beherglas (2000 mL), su, 2 adet şişe mantarı, plastik makara, vida göz çengel, ip, uçayak, iğne, karton.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve güvenlik eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız..
- Mantarlara, vida göz çengelleri takınız.
- Çengelleri ipin uçlarına bağlayınız.
- İpi plastik makaraya geçirip makarayı da uçayağa tutturunuz.
- Makaraya bir toplu iğne sabitleyiniz.
- Makaranın arkasına bir karton koyarak karton üzerine yarım daire şeklinde eşit aralıklı çizgiler çekiniz.
- İpin bir ucundaki mantarı behere daldırınız.
- Beheri yavaşça su ile doldururken mantarın yükselmesini ve makaradaki toplu iğnenin hareketini gözlemleyip yorumlayınız.
- Gözlemlerinizi raporlayınız.

## 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 ve güvenlik eldiveni giydi, koruyucu gözlük taktı.				
2	Uygulama düzeneğini hazırladı.				
3	Mantarın suda yükselmesini gözlemledi.				
4	Makaradaki iğnenin hareketini yorumladı.				
5	Gözlem sonuçlarını raporladı..				
6	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

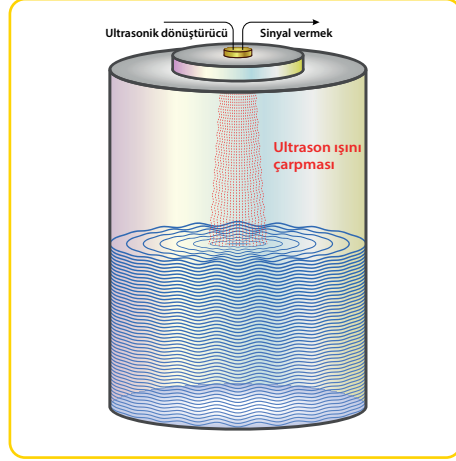
- c) **Manyetik Seviye Göstergesi:** Manyetik seviye göstergesi, kalın bir termometreye benzer ve dikey bir bölmenin ucuna takılıdır. Dikey bölme, tanktaki sıvı seviyesinin üstünde yüzen manyetik bir şamandıra ile kalıcı bir mıknatıs içerir. Tankın dışında küçük metal şeritleri olan bir gösterge ölçeği bulunur. Bu şeritler beyaz ve kırmızı kenarlı yüzgeçlerdir ve şamandıra mıknatısın üzerinden geçerken onları çektiğinde 180° döner (Görsel 2.18). Şamandıra mıknatısı yukarıda olduğunda şeritlerin kırmızı tarafı yukarı doğru dönerek tankın seviyesini gösterir.



Görsel 2.18: Manyetik seviye göstergesi

**2.Dolaylı Seviye Ölçüm Yöntemi:** Bu yöntemde tanktaki sıvının seviyesi, seviyeye göre değişen bir değişken ile hesaplanır. Dolaylı seviye ölçümünde kullanılan beş temel yöntem vardır.

- a) **Basınç Göstergesi Tipi:** Basınç göstergesi basit bir yöntem olup tankın uyguladığı basınç, tankın dibine yakın bir yere takılan manometre ile hesaplanır. Gösterge, tankın sıvı basıncına göre zamanla değişir ve sıvının yüksekliğine göre ölçüm yapar.
- b) **Fark Basınç Tipi:** Bu yöntem, bir basınç vericisi ve bir bağlantı noktası gerektirir; bu iki parça tankın dışına zıt uçlardan bağlanır. Tanktaki fark basınç, alttaki basınç vericisi ile üstteki bağlantı noktası arasında ölçülür. Basınç vericisinin hesapladığı basınç farkı sıvı seviyesi ile orantılıdır.
- c) **Ultrasonik Tip:** Ultrasonik yöntem temassız bir tipidir. Tankın üstüne bir verici monte edilir. Bu vericiden ölçülen maddenin yüzeyine doğru ultrasonik ses dalgaları gönderilir (Görsel 2.19). Dalganın vericiden, ölçülecek maddenin yüzeyine ulaşması için geçen süre hesaplanarak aradaki mesafe bulunur. Daha sonra mesafe uzunluğundan seviye hesaplanır.
- ç) **Radar Tip:** Bu yöntemde elektromanyetik dalgalar, bir verici aracılığıyla seviye ölçümü yapılacak malzemenin yüzeyine gönderilir. Tankın dibinde dalgayla gönderilen enerjinin bir kısmını alan ve daha sonra ortamın yüzeyine geri yansıtan bir alıcı vardır. Yansıtılan enerji daha sonra seviye ölçümüne dönüştürülür.
- d) **Nükleer Tip:** Nükleer seviye ölçümü, radyoaktif kaynak ve radyasyon dedektörü kullanılarak yapılır. Radyoaktif kaynak (sezyum 137 veya kobalt 60) radyasyon dedektörü yönünde sürekli olarak gama ışınları yayar. Tank dolu ise dedektöre ulaşan radyasyon azalacaktır.



Görsel 2.19: Ultrasonik seviye ölçüm yöntemi

### Bunları Biliyor musunuz?



1951-2003 yılları arasında dünyada 480 depolama tankı yangını meydana gelmiştir. Depolama tankı yangın olaylarının en büyük nedeni yıldırımdır. Diğer yangın nedenleri ise tanklarda meydana gelen sızıntı ve dökülmeler, korozyon, yanlış bakım veya bakım eksikliği, boru sistemlerinin kötü tasarımı ve güvenlik tedbirlerinin eksikliğidir.

### 2.2.8. Seviye Transmitterleri

**Seviye transmitteri (ölçüm vericisi)**, sürekli veya belirli aralıklarla seviye ölçümü sağlayan bir araçtır. Seviye transmitteri sıvıların, yakıtların, dökme katı ve tozların ortam seviyelerini ölçer.

Petrol depolama tankında azami dolum seviyesine ulaşıldığında seviye transmitteri seviye kontrol vanasına sinyal göndererek dolum işlemini sonlandırır (Görsel 2.20). Genellikle malzeme işleme, yiyecek ve içecek, enerji, kimya ve su arıtma endüstrilerinde kullanılır. Seviye transmitterleri ısı, ışık, ses, basınç, kuvvet, elektrik, uzaklık ve ivmeyi algılayarak değişkenleri sinyallere çevirir. Depolama tanklarında kullanılan seviye transmitterleri şunlardır:

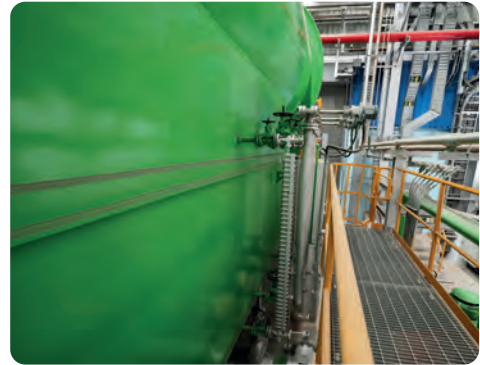
**1. Kapasitif Seviye Transmitteri:** Maddelerin dielektrik sabitinden yararlanılarak oluşturulan bu tür transmitterlerin çalışma prensipleri kondansatörlere benzerdir. Kapasitif seviye ölçümünde kapasitif sensör ve tank bir kondansatörün iki elektrotunu oluşturmaktadır. Seviyenin değişmesi nedeniyle oluşan kapasite değişimi bir seviye sinyaline dönüştürülür.

**2. Hidrostatik Seviye Transmitteri:** Hidrostatik seviye vericileri veya basınç seviyesi vericileri, kaptaki hareketsiz bir sıvı kütlesinin uyguladığı basıncı kullanarak seviyeyi belirler (Görsel 2.21). Depolanan sıvı, kaptaki sensör üzerine ne kadar fazla kuvvet uygularsa kaptaki o kadar fazla sıvı bulunduğu anlaşılır.

**3. Manyetik Seviye Transmitteri:** Çalışma prensibi şamandıralara benzer. Bu cihazlar, dar bir yardımcı kolon içinde yüzer bir şamandıradaki asılı olan küçük ve manyetik bir nesne kullanır. Şamandıra, ölçülen sıvının yüzeyine oturur ve ayrı bir manyetik cihaz şamandıranın hareketini izleyerek doldurma seviyesini belirler.



Görsel 2.20: Seviye kontrol transmitteri



Görsel 2.21: Hidrostatik seviye transmitteri



#### Etkinlik 1

##### MANYETİK SEVİYE TRANSMİTTERİ

**Amaç:** Manyetik seviye transmitterinin çalışma prensibini göstermek.

##### Etkinliğin Yapılışı

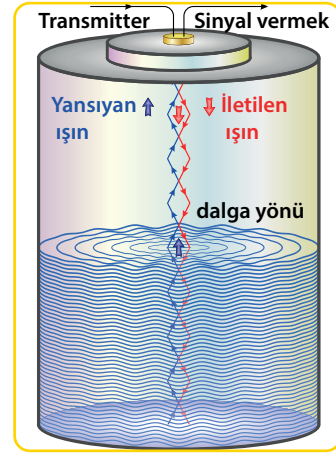
Sıvı seviyesini ölçmek için manyetik bir nesne bulunan ve sıvı üzerinde yüzebilen bir şamandıra tasarlayınız. Ölçümü nasıl yapacağınızı tartışarak dolumunu yaptığınız opak bir kaptaki seviye ölçümünü gerçekleştiriniz.

##### Aşağıdaki soruyu etkinliğin sonunda yanıtlayınız.

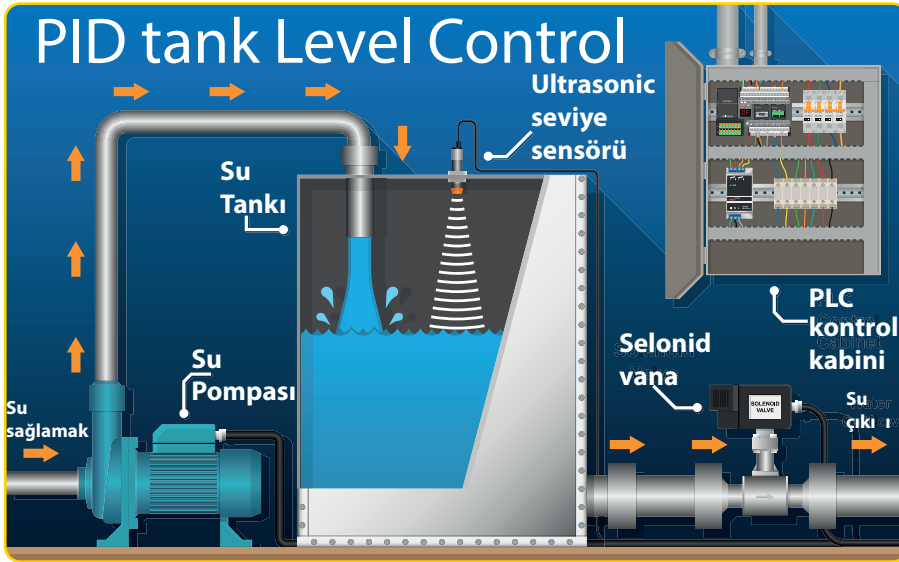
Manyetik seviye transmitterinde ölçüm nasıl yapıldı? Açıklayınız.

**4. Radar Dolum Seviyesi Transmitteri:** Bir radara benzer, radyo dalgası yayınımlarını kullanır. Genelde bu cihazlar sıvıyla dolu bir tankın üstüne veya yakınına monte edilir (Görsel 2.22). Transmitter tanktaki sıvıya bir radar sinyali gönderir ve karşılığında bu sinyalin bir yansımını alır. Bu transmitter daha sonra iletilen sinyalin geri dönmesinin ne kadar sürdüğüne bağlı olarak tankın mevcut doluluk seviyesini tahmin eder.

**5. Ultrasonik Dolum Seviyesi Ölçüm Transmitteri:** Kabin üstüne veya yakınına monte edilmiş bir ultrasonik dönüştürücü, bir ultrasonik sinyal gönderir. Sinyal sıvının yüzeyine çarptığında yansır ve sensör, darbe ile dönüş sinyali arasındaki süreye bağlı olarak dolurma seviyesini hesaplar (Görsel2.23).



Görsel 2.22: Radar seviye transmitteri ile seviye ölçüm yöntemi



Görsel 2.23: Ultrasonik seviye transmitteri ile ölçüm



## Etkinlik 2

### ULTRASONİK SEVİYE ÖLÇÜM YÖNTEMİ

**Amaç:** Ultrasonik seviye ölçüm sisteminin nasıl çalıştığını anlamak.

#### Etkinliğin Yapılışı

Büyükçe bir varile hortum yardımıyla su doldurulur. Varil su ile dolarken aralıklı olarak varil içine doğru seslenilir. Dolum işlemi boyunca varil içindeki sesin değişip değişmediği gözlemlenir.

**Aşağıdaki soruyu etkinliğin sonunda yanıtlayınız.**

Dolum yaptığınız kaptan taşma oldu mu?



### 2.2.9. Seviye Ölçümünde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Seviye ölçümü yapılırken (Görsel 2.24) aşağıdaki değişkenlere dikkat edilmesi gerekmektedir:

- Yoğunluk ve Viskozite:** Yüksek viskoziteli malzemeler, mekanik teknolojiye sahip seviye ölçüm anahtarlarının takılmasına neden olabilir. Yüksek yoğunluklu malzemelerin uyguladığı basınç prob ve sensörler üzerinde hasar oluşur. Çalkalanmış bir sıvı malzeme, viskozite veya yoğunluk arttığında ölçüm probu üzerinde yüksek yanıl kuvvetler oluşur. Hidrostatik yöntemle seviye ölçümü yapılacak sıvının yoğunluğunun sabit olması gerekir.
- Kimyasal Bileşim:** Bir malzemenin kimyasal özellikleri proses basamakları nedeniyle değişebilir. Seviye ölçümünde kullanılan teknolojilerde malzemenin değişen kimyasal yapısı göz önüne alınmalı ve uzun süre doğru ölçümler yapabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Malzemenin dielektrik sabiti, iletkenlik, pH gibi özellikleri farklı ölçüm teknolojilerini farklı şekillerde etkiler.
- Ortam Sıcaklığı:** Ölçüm aletinin maruz kaldığı sıcaklık gözden geçirilmelidir. Sıcaklık, ölçüm cihazından gelen bilgilere zarar verebilir; cihazı devre dışı bırakabilir veya tehlikeye atabilir.
- Titreşim:** Pompaların, karıştırıcıların veya katı akışını sağlayan silo tabanlarının neden olduğu titreşimleri genellikle büyük sorunlara neden olmamakla beraber ölçümü etkileyip etkilemediği ve sensörlere zarar verip vermediğine dikkat edilmelidir. Titreşimler ölçümü etkiliyorsa sensörler titreşim olmayan bir yere monte edilmelidir.
- Proses Sıcaklığı:** Proses sıcaklığı seviye bilgisini etkileyebilir. Ölçüm aletinin maruz kaldığı proses sıcaklığı gözden geçirilmelidir.
- Proses Basıncı:** Statik basınç, basınç değişiklikleri ve vakum etkisinin ölçüm bilgisine etkisi dikkate alınmalıdır. Cihazın basınç değeri tanktaki proses basıncıyla eşleşmelidir. Vakum varsa aletin bir vakum derecelendirmesine sahip olması gerekir. Ölçüm prensibi, proses basıncından etkilenmemelidir.
- Buhar, Sis ve Toz:** Sıvı veya katı bir malzemenin üzerindeki boşlukta bir miktar buhar, sis veya toz bulunabilir. Lazer, mikrodalga, radar ve ultrasonik teknolojilerle temassız ölçümlerde bu durum önemli hâle gelir. Toz ve buğu akustik veya elektromanyetik sinyalle ölçümün doğruluğunu etkiler.
- Nem:** Bazı katıların nem içeriği mevsimsel olarak bileşime bağlı veya farklı nedenlerden dolayı değişebilir. Bu durum kapasite seviye transmitterlerinin ölçümlerini doğrudan etkileyebilir.
- Düzenlenmiş Ortamlar:** Tehlikeli gaz veya toz bulunan tesislerde seviye ölçüm cihazlarının kurulumu uluslararası standartlara uygun olarak yapılmalıdır. Ses hızı tanktaki mevcut gaz karışımlarına bağlı olarak değişir. Bu nedenle ultrasonik seviye ölçüm teknolojisi kullanılırken tankta hangi duman veya gazların bulunabileceğine dikkat etmek önemlidir.
- Sistem Yapısı:** Manyetik seviye göstergesi yönteminin doğru çalışabilmesi için yardımcı kolon, şamandıra ve tankın manyetik olmayan malzemelerden yapılması gerekir. Metal olmayan tanklardaki kapasitif seviye ölçümlerinde çift elektrotlu sistemler kullanılmalıdır. Kullanılan ikinci elektrot diğer kapasitör elektrot görevini görür.



Görsel 2.24: Seviye ölçümü



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz. İfadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarına karar vererek doğru çıkışı bulunuz.

Taşıdığı yüke göre tanker türleri petrol, kimyasal ve gaz tankerleridir.

D

Y

Patlayıcı ve yanıcı ürünler bir arada taşınmamalıdır.

Petrol rafinerisinde petrol ve petrol ürünlerinin depolandığı araç şamandıradır.

D

Y

D

Y

Tanklarda katodik koruma yapılmalıdır.

Depolama tanklarına dolum iki şekilde yapılır.

LNG likit doğal gazdır.

LPG likit petrol gazıdır.

D

Y

D

Y

D

Y

D

Y

1. çıkış

2. çıkış

3. çıkış

4. çıkış

5. çıkış

6. çıkış

7. çıkış

8. çıkış

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları kutularda verilen ifadelerle tamamlayınız.

katodik	römorkaj	kondansatör	atmosferik
depolama	prob	manometre	boru hattıyla taşıma

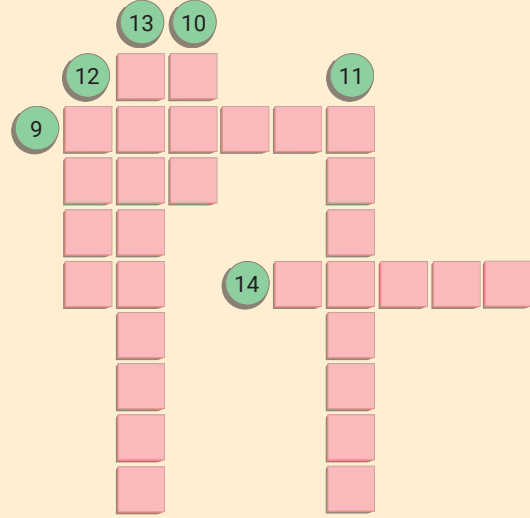
- Gaz veya buhar hacminde işletme basıncı en çok 0,5 psi olan tanklar ..... tanklar olarak adlandırılır.
- Tanklar ..... koruma ile korunmalıdır.
- Basınç göstergesi yönteminde dolum seviyesi tankın dibine takılan bir ..... ile hesaplanır.
- Kapasitif seviye transmitterinin çalışma prensibi ..... benzerdir.
- Kara ve deniz yolu taşımacılığına göre ..... güvenli, hızlı, ekonomik ve çevrecidir.
- Gemiler ..... hizmeti almak zorundadır.
- Petrol depolama tankında dolum esnasında bir miktar ham petrol havalandırma kanallarından sızarak yakında bulunan bir ırmağa karışmıştır. Bu olayın yaşanma nedenlerini "hata ağacı" şeklinde modelleyerek gösteriniz.**



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### BULMACA

9. Petrolün taşınmasında kullanılan deniz aracı.
10. Sıvılaştırılmış doğal gazın kısaltması.
11. Bir limanda geminin aldığı itme ve çekme hizmeti.
12. Rafineride petrol ürünlerinin depolanmasında kullanılan araç.
13. Sıvı seviyesinin yerini belirleyen cihaz.
14. Petrol istasyonunda dolun ünitesinden akaryakıt aktaran ekipmanın adı.



Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

15. Aşağıdaki seviye transmitterlerinden hangisi basıncı kullanarak ölçüm yapar?
  - A) manyetik
  - B) ultrasonik
  - C) hidrostatik
  - D) kapasitif
  - E) radar
16. Aşağıdakilerden hangisi seviye ölçümü yaparken dikkat edilmesi gereken değişkenlerden biri değildir?
  - A) nem
  - B) dolun hızı
  - C) ortam sıcaklığı
  - D) proses basıncı
  - E) titreşim
17. "Bu tip tanklarda düz ve esnek bir membran olan tavan buharın oluşturduğu hacim genişmesinde ve vakum oluşması durumunda aşağı ve yukarı doğru hareket eder."

**Yukarıda bahsedilen depolama tankı aşağıdakilerden hangisidir?**

  - A) konik tavanlı
  - B) yüzer tavanlı
  - C) basit silindirik
  - D) iç yüzer tavanlı
  - E) soluyan tavanlı
18. "Tanker tipleri taşıdığı yüke göre ve boyutlarına göre türlere ayrılır."

**Yukarıdaki ifadeye göre aşağıdakilerden hangisi boyutlarına göre tanker türlerinden biri değildir?**

  - A) uzun
  - B) çok büyük
  - C) kimyasal
  - D) genel amaçlı
  - E) orta sınıf
19. Aşağıdakilerden hangisi kara yolu taşıma ekipmanlarından değildir?
  - A) akaryakıt pompası
  - B) tanker sayacı
  - C) hortum sarma makarası
  - D) lpg metre
  - E) vana
20. "Yer altından çıkarılan petrolün rafinerilerde işlenmesi için taşınması gereklidir. Petrolün taşınması çeşitli araçlarla yapılır."

**Aşağıdakilerden hangisi karada ve denizde en çok kullanılan petrol taşıma araçlarından biridir?**

  - A) boru
  - B) tanker
  - C) tank
  - D) kamyon
  - E) şamandıra

# 3. ÖĞRENME BİRİMİ



## TEMEL KAVRAMLAR

- \* Bariyer
- \* Petrol emiciler
- \* Sıyırıcı
- \* Sorbent
- \* Granül
- \* Fiziksel yöntem
- \* Kimyasal yöntem

# PETROL ÜRÜNLERİNİN YÜZEYDEN TEMİZLİĞİ

## KONULAR

1. PETROL DÖKÜNTÜSÜ OLAN ALANIN KONTROL ALTINA ALINMASI
2. PETROLLÜ ZEMİNİN TEMİZLİĞİ

## NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Petrol döküntüsü olan alanı kontrol altına alma
2. Petrollü zeminde temizlik yapma

## 1. BÖLÜM



# PETROL DÖKÜNTÜSÜ OLAN ALANIN KONTROL ALTINA ALINMASI



Petrol döküntüsünün kontrol altına alınması

### Hazırlık

Çevreye ve denizlere dökülen petrolün canlıların yaşamını nasıl etkileyeceğini arkadaşlarınızla tartışınız.

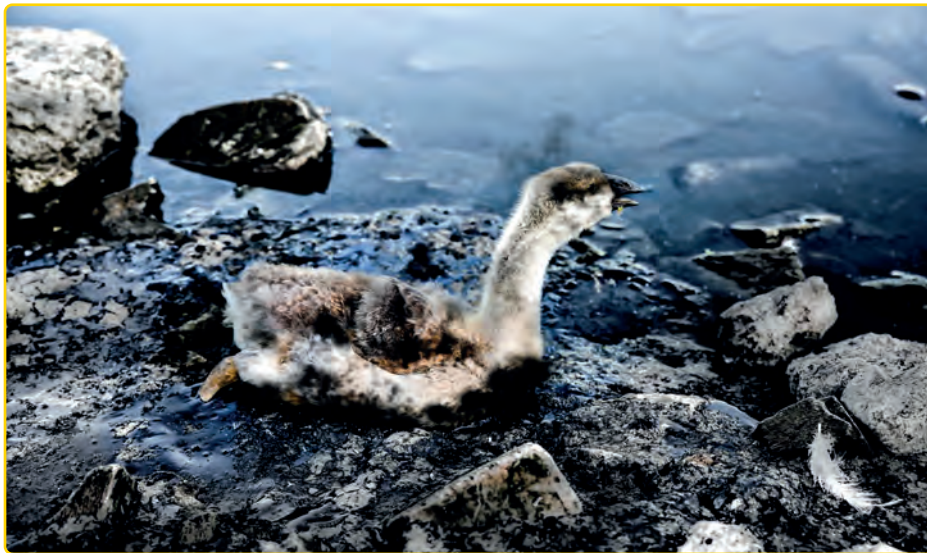
### 3.1. PETROL DÖKÜNTÜSÜ OLAN ALANIN KONTROL ALTINA ALINMASI

Petrolün üretilmesi, taşınması ve kullanılması esnasında meydana gelen kazalar sonucu çevredeki canlıların yaşamı tehlikeye girer. Yer altı ve yer üstü su kaynakları kirlenir, yangın tehlikesi ortaya çıkar ve doğanın ekolojik dengesi bozulur. Denizlerde tankerlerle petrol taşımacılığında; karada ise üretim kuyuları, pompa istasyonları ve boru hatlarında oluşan arıza ve kazalar sonucu petrol ve petrol ürünleri çevre kirliliğine neden olur. Dökülen petrolü temizlemek için çeşitli yöntemler ve araçlar kullanılır.

#### 3.1.1. Petrol ve Türevlerinin Çevreye Zararları

Petrol, çıkarılıp tüketilinceye kadar pek çok alanda kaza veya ihmal sonucu çevreye dökülebilir. Bu döküntüler toprakta, suda, hayvanlarda ve insanlarda yıllarca süren olumsuz etkilere yol açabilir. Petrol ve petrol türevleri döküntülerinin çevresel etkisi büyük ölçüde dökülmenin boyutuna, konumuna, türüne ve yayılmasına bağlıdır. Petrol döküntüsü deniz yüzeyini kapladığından ışık ve havanın suyun alt katmanlarına geçişini engeller. Oksijenin az olmasından dolayı oksijen solunumu yapan canlılar yaşayamaz. Işığın alt katmanlara ulaşmaması sonucunda su bitkileri fotosentez yapamaz, plankton ve algler aşırı çoğalır. Petrol, deniz kuşlarının kanatlarına yapışarak uçamalarına (Görsel 3. 1), balıkların solungaçlarına yapışarak soluyamamalarına ve diğer deniz canlılarının bünyesine girerek zehirlenmelerine neden olur. Bu canlıların avlanması sonucu petrol ve türevleri insan sağlığını da olumsuz etkiler. Petrol döküntüsü deniz ürünlerinin tat ve kokusunu değiştirir. Balıkçı gemi ve ekipmanlarının ve balık çiftliklerinin petrolle kirlenmesi sonucu yapılan temizlik çalışmaları da zaman ve para kaybına neden olur.

Dökülen petrol veya rafine yakıtlar bitkileri, toprakları, mikropları ve hayvanları kaplayabilir. Petrol ile kaplanmış bitkiye su, oksijen ve besin maddeleri iletilmediği için bitki büyüyemez. Ham petrol bitki örtüsüne herbisit (bitki öldürücü) gibi davranarak bitkinin yapraklarını ve odunsu yapısını öldürür. Petrol ve sıvı yakıtların bazı bileşenleri bitkiler, hayvanlar ve insanlar için toksiktir. Petrol insanların ya da hayvanların derisine temas ettiğinde deriyi örterek hava almasını engeller. Petroldeki zehirli maddeler deriden vücuda girerek çeşitli hastalıklara yol açar. Benzin veya dizel gibi bazı hafif petrol ürünleri buharlaşınca hava kirliliğine veya yangınlara neden olur.



Görsel 3.1: Petrol döküntüsüne batmış kaz



## 1. Laboratuvar Çalışması

### PETROL SIZINTISI

#### Çalışmanın Amacı

Petrol sızıntısının sudaki etkilerini anlamak.

#### Araç - Gereç

Şeffaf cam kavanoz, bitkisel sıvı yağ, su, yemek kaşığı.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Kavanozu suyla doldurunuz.
- 3 yemek kaşığı bitkisel sıvı yağı ekleyiniz.
- Kavanozu iyice çalkaladıktan sonra bir saat bekleyiniz.
- Bir kaşık yardımıyla suyun üstünde toplanan yağı sıyırmaya çalışınız.
- Sıyırma işleminin ardından suyu gözlemleyiniz.
- Gözlem sonuçlarınızı raporlayınız.



## 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Cam kavanozu çalkalayarak yağ-su emülsiyonu hazırladı.				
3	Suyun üstündeki yağ fazını sıyırarak ayırdı.				
4	Gözlem sonuçlarını açıklar ve rapor hâlinde yazdı.				
5	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.





## 2. Laboratuvar Çalışması

### SUDA PETROL KİRLİLİĞİNİ TESPİT ETMEK



#### Çalışmanın Amacı

Deniz suyunda petrol kirliliğini tespit etmek.

#### Araç - Gereç

Deniz suyu-petrol karışımı (3 litre), ayırma hunisi, diklorometan, çeşme suyu, dikromat-sülfirik asit çözeltisi, aseton.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Deniz suyu-petrol karışımını ayırma hunisine koyunuz.
- Deniz suyu-petrol karışımının bulunduğu kabı sırayla dikromat-sülfirik asit çözeltisi, çeşme suyu ve aseton ile yıkayınız.
- Ayırma hunisinin içine diklorometan ilave ediniz.
- Deniz suyu-petrol karışımına ekstraksiyon (ayırma yöntemi) uygulayarak birbirinden ayırınız.
- Gözlemlerinizi ve rapor hâlinde yazınız.

### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Deniz suyu-petrol karışımını ayırma hunisine koydu.				
3	Deniz suyu-petrol karışımının bulunduğu kabı sırayla dikromat-sülfirik asit çözeltisi, çeşme suyu ve aseton ile yıkayarak ayırma hunisine boşalttı.				
4	Ayırma hunisinin içine diklorometan ilave etti.				
5	Deniz suyu-petrol karışımına ekstraksiyon işlemi uyguladı.				
6	Gözlem sonuçlarını açıklar ve rapor hâlinde yazdı.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

### 3.1.2. Petrol Döküntü Alanını Kontrol Altına Alma Yöntemleri

Petrol döküntü alanını kontrol altına almak için öncelikle planlama yapılmalıdır. Döküntüyü kontrol altına alacak personel eğitilmeli ve uygun giysi ve ekipman giymelidir. Eğitim almış personel döküntü alanındaki tehlikeleri en aza indirirler. Görevli personel eğitimleri sık sık tekrarlanmalıdır. Ayrıca alandaki döküntü maddeleri tanımlanmalı ve güvenliğe önem verilmelidir. Döküntüyü kontrol altına almak için şu yöntemler kullanılır:

**1. Durdurma:** Döküntü alanına dökülen veya sızan maddenin önce kaynağı durdurulmalıdır. Sızan maddenin vanası kapatılmalı ya da madde varilden dökülmüşse varil dik hâle getirilmelidir. Dökülen petrol deniz yüzeyinde ise bariyerleme işlemi yapılmalıdır. Petrol emici bariyerler döküntüyü çevreleyerek döküntünün kıyı şeridine ulaşmasını engeller. Yangın bariyerleri ise su yüzeyindeki petrol yangınlarının yayılmasını önler.

Sızan petrol, sahil kenarına paralel olarak kazılan hendeklere süpürülür. Bu işleme **hendekleme** denir. Hendeklerle toplanan petrol pompalar ve vakum kamyonları ile kaldırılır. Böylece petrol döküntülerinin yayılması engellenmiş olur.

**2. Yönlendirme:** Petrol döküntüsünün yayılmasını önlemek için döküntünün belli bir alana yönlendirilmesi gerekir. Bunun için pompalar, hortumlar ve deniz süpürücüleri kullanılır. Deniz süpürücüleri yüksek kapasitede uzun süre çalışabilecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. Petrol döküntüleri arttığında döküntünün belirlenen alana pompalanması zorlaşır ve deniz süpürücülerinin verimliliği düşer. Bunu önlemek için pompa ve hortumlardaki tıkanmalara karşı buharla ısıtma işlemi yapılır.

**3. Hapsetme:** Petrol döküntüsünü belli bir alanda hapsetmek için sosisler, matlar, yastıklar, bomlar ve sorbentler (emciler) kullanılır. Sosisler, büyük döküntüleri; matlar, küçük döküntüleri hapseder. Yastıklar sıvıları emmek için, sorbentler az miktardaki döküntüler için kullanılan malzemelerdir. Sorbent olarak saman, talaş, granül veya sünger tercih edilir.

**4. Kimyasal Maddelerden Arındırma:** Petrol döküntüsü kontrol altına alınıp temizleme yapıldıktan sonra döküntünün bulunduğu yer kimyasal maddelerden arındırılır. Ayrıca görevli personelin ve kullanılan ekipmanların üzerinden de kimyasal madde arındırması yapılır.

#### Bunları Biliyor musunuz?



Petrol ve petrol türevlerinin neden olduğu hastalıklar:

- Bulanık görme ve diğer göz sorunları
- Baş ağrısı, halüsinasyonlar, öfori (aniden gelen aşırı bir mutluluk hissi), yorgunluk, konuşma bozukluğu, beyin hasarı ve koma
- Havale ve alışılmadık ölümler
- Burun yaraları ve burun kanamaları
- Kulak enfeksiyonları
- Astım, bronşit, zatürre ve diğer solunum hastalıkları
- Akciğer ve boğaz enfeksiyonları ve kanserleri
- Verem riskinde artış
- Kalp krizi
- Hazım sorunları, kusma, ülser ve mide kanseri
- Karaciğer, böbrek ve kemik iliği hasarı
- Deri döküntüleri, mantarları ve kanserleri

### 3.1.3. Petrol Döküntülerini Kontrol Altına Alınmasında Kullanılan Donanımlar

Petrol ile kirlenen toprakların temizlenmesi oldukça güçtür ve maliyeti yüksektir. Ayrıca temizleme uzun zaman alır. Petrol, toprak yüzeyinden beş santimetre derinliğe kadar inmişse kirlenmiş toprak toplanarak kaldırılır. Eğer petrol toprak yüzeyinden daha derinlere inmişse köpük flotasyonu ve absorpsiyon yöntemleri kullanılır. Temizleme işlemi, petrolün yayıldığı alana göre insan gücü veya mekanik ekipmanlar ile yapılır. Mekanik yöntemde kullanılan araçlar Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.1:** Mekanik Yöntem Araçları

Petrol Bariyerleri	Petrol Emiciler	Petrol Sıyırıcılar
hava şişirilebilir bariyer	petrol emici bariyer	oleofilik (yağ çekici madde) sıyırıcı
kendinden şişirilebilir bariyer	petrol emici havlu	savaklı sıyırıcı
kıyı koruma bariyeri	petrol emici yastık	vakum çekişli sıyırıcı
yangın bariyeri	petrol emici granül	hidrodinamik sıyırıcı
		mekanik tip sıyırıcı

#### Araştırma-Tartışma



Petrol sızıntısını engellemek mi yoksa oluşan sızıntıyı temizlemek mi daha etkilidir? Tartışınız.

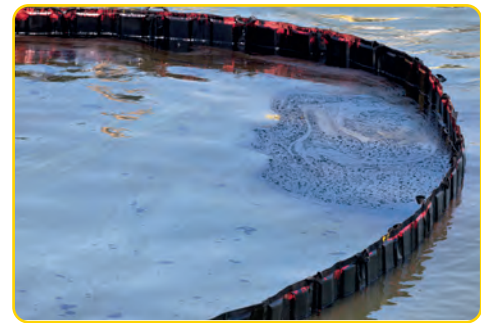
#### Bunları Biliyor musun?



Petrolün yapısında bulunan alkanlar tortul yapılarda iki yıl kalır.

Petrolün yüzeyden temizlenmesinde mekanik yöntem araçları çok kullanılır. Mekanik yöntem araçlarıyla toplanan petrol tekrar kullanılabilir. Çok geniş alanlardaki döküntüler temizlenebilir ve kimyasal madde kullanılmadığı için çevreye zararı azdır. Mekanik yöntem araçları üç grupta incelenebilir:

**1. Petrol Bariyerleri:** Petrol birikintilerini toplayıp çevrelemek, kıyı şeridini ve risk altında bulunan alanları temizlemek amacıyla kullanılır (Görsel 3. 2). Tüm petrol bariyerleri polivinil klorür (PVC), poliüretan polivinil (PU) ve kauçuk kaplama (neopren) adı verilen malzemelerden yapılır. Bariyerlerde kaldırma kuvvetini sağlayan hava dolgulu ve gerdirme sağlayan bileşenler kullanılır. Petrol bariyerleri ile döküntüler kontrol altına alınır ve çevrenin korunması sağlanır. Petrol bariyerleri dört çeşittir:



**Görsel 3.2:** Petrol bariyeri

- Hava Şişirilebilir Bariyer:** İçinde hava bulunan silindirik şekilde bariyerdir. Bariyerin alt bölümünde önleyici etekler vardır. Kolay depolanabilen, rüzgâr ve akıntılara dayanıklı yapıdadır.
- Kendinden Şişirilebilir Bariyer:** Otomatik olarak havayı içine çeken, su dolu hava bölmele-ri veya zincir ve kablolarla dengede durabilen bariyerdir. Yapısındaki yaylı sistem sayesinde bir noktadan otomatik olarak açılır. Açık denizde, kıyılarda, göllerde ve limanlarda kullanılır.

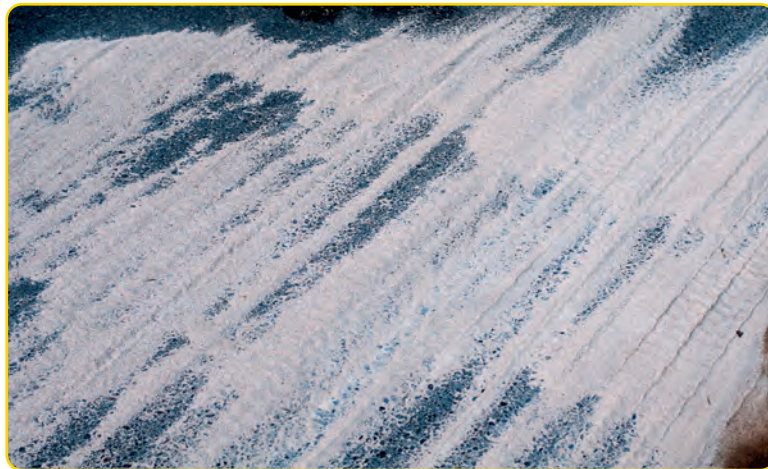
- c) **Kıyı Koruma Bariyeri:** Üst bölümü hava alt bölümü su ile dolu olan bariyerdir. Denizde gelgit çekildiğinde kıyıya karşı tutunur. Kıyı koruma bariyerleri su kaynaklarında,, kıyı ve açık denizde sınırlama amacıyla kullanılır.
- d) **Yangın Bariyeri:** Ateşe ve yüksek sıcaklığa dayanıklı paslanmaz çelik ağ ve gergi kablo-  
sundan oluşan, su soğutma özelliği olan, su üzerindeki petrol yangınlarının yayılmasını ön-  
lemek için kullanılan bariyerdir (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Yangın bariyeri

**2. Petrol Emiciler:** Yayılmış olan petrolü toplayıp ortamdaki uzaklaştırmak amacıyla kullanılan yüksek emme özelliği olan ürünlerdir. Talaş, lif, toz, ince tanecik yığınları, yaprak, rulo yüzer bariyer ve keçe petrol emici maddelerdir. Petrol emiciler dört çeşittir:

- a) **Petrol Emici Bariyer:** Petrolü emerek toplayan, yüksek emme özelliğine sahip, kolay batmayan, denize serilmesi ve taşınması kolaylıkla yapılabilen bariyerlerdir. Petrol döküntülerinin az olduğu alanlarda kullanılır.
- b) **Petrol Emici Havlu:** Petrolü emerek toplayan yüksek emme gücü olan ürünlerdir.
- c) **Petrol Emici Yastık:** Kimyasal ve yağ gibi maddeleri de emen, yırtılmalara dayanıklı, emme gücü yüksek olan ve zor ulaşılan yerlerde kullanılan ürünlerdir.
- d) **Petrol Emici Granül:** Doğaya ve canlılara zarar vermeyen organik bir üründür. Çeşitli sıvıları toplamak için kullanılır (Görsel 3.4).



Görsel 3.6: Petrol emici granül



### 3. Laboratuvar Çalışması

#### EMİCİ HAVLU İLE PETROLÜ AYIRMAK

##### Çalışmanın Amacı

Petrolü emici havlu ile yüzeyden ayırmak.

##### Araç - Gereç

Ham petrol, petrol emici havlu, petrol emici kuru granül, atık torbası, plastik kap, kürek.

##### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Ham petrolü plastik bir kaba boşaltınız.
- Petrolün yüzeyini petrol emici havlu ile kapatınız.
- Havlunun üzerine elinizle hafifçe bastırınız.
- Emici havluyu kaldırınız ve atık torbasına koyunuz.
- Plastik kabın içine kuru granül koyunuz ve kabı ovunuz.
- Kuru granülü kürek ile toplayınız ve atık torbasına atınız.
- Plastik kabı sıcak buhar ile yıkayınız.
- Gözlemlerinizi rapor hâlinde yazınız.


#### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Ham petrolü plastik kaba koydu.				
3	Petrolün yüzeyini emici havlu ile kapattı.				
4	Havlunun üzerini elle hafifçe bastırdı.				
5	Emici havluyu kaldırır ve atık torbasına attı.				
6	Plastik kabın içini kuru granül ile ovaladı.				
7	Kuru granülü kürek ile toplar ve atık kutusuna attı.				
8	Plastik kabı sıcak buhar ile yıkadı.				
9	Gözlemlerini rapor hâlinde yazdı.				
10	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

**3. Petrol Sıyırıcıları:** Denizde ve karada, su kaynaklarındaki petrolün temizlenmesinde ve endüstriyel üretimde oluşan yağlı suları temizlemek amacıyla kullanılır. Petrol birikintileri su yüzeyinden sıyırıcılar ile doğrudan toplanır veya sıyırma yöntemi ile çekilir. Petrol sıyırıcılarının **oleofilik, savaklı, vakum çekişli, hidrodinamik ve mekanik** olmak üzere beş çeşidi vardır. Oleofilik ve savaklı sıyırıcılar denizde en çok kullanılan petrol sıyırıcılarıdır. Oleofilik sıyırıcılarda, yağ ve suyun bulunduğu yüzey yağ çekme özelliği olan bir malzeme ile taranır. Yüzeye yapışan petrol kazınarak geçici olarak depolara pompalanır. Savaklı sıyırıcılar ise petrolü hızlı şekilde toplama özelliğine sahiptir. Ancak viskozitesi yüksek olan petrol ürünleri savak hizasını aşamadıkları ve çok miktarda su topladığı için dezavantajlıdır.

 **Sıra Sizde**

Aşağıda verilen bölümlere petrolü mekanik yöntemle temizleme araçlarından üçer tane yazınız.

PETROL BARIYERLERİ	PETROL EMİCİLER	PETROL SIYIRICILAR

### Bunları Biliyor musunuz?



ABD’de meydana gelen bir petrol sızıntısından sonra döküntünün temizlenmesi için birçok şirkete davetiye gönderildi. Petrolün yayıldığı toprak yığınlar hâline getirildi ve her şirkete çalışması için bir yığın verildi. Şirketlerden biri yenilebilir mantar yetiştirme ve satma ile uğraşan küçük çaplı bir şirketti. Şirketin patronu orman yangınlarından ve doğal afetlerden sonra mantar yetiştirdiğini gözlemişti. Bundan dolayı mantarın toprağı onarma gücü olduğuna inanıyordu. Ekibiyle birlikte petrolle kirlenmiş toprak yığınının oyster mantarının köklerini diktiler. Sonra yığının üstünü örterek beklemeye başladılar. Altı hafta sonra yığını açtıklarında gördükleri şeye inanmadılar. Toprak dev mantarlarla kaplıydı. Mantarı ve toprağı laboratuvara götürüp tahlil yaptırıldılar. Mantarda petrol ya da petrolün içerdiği zehirli kimyasalların izi dahi yoktu. Mantar toprağı tamamen temizlemişti. Dikilen mantarlar olgunlaştı, üzerine sinekler kondu ve yumurtalarını bıraktı. Yumurtalardan larvalar çıktı. Kuşlar ve diğer küçük hayvanlar mantarları ve larvaları yemeye başladılar. Kuşlar ve hayvanların taşıdığı tohumlardan bitkiler yetişmeye başladı. Petrole bulanmış topraklar zengin bir hayat bahçesine dönüştü.



#### 4. Laboratuvar Çalışması

### DENİZ SUYU-PETROL KARIŞIMINI AYIRMAK

#### Çalışmanın Amacı

Petrol emici madde ile petrolü deniz suyundan ayırmak.

#### Araç - Gereç

Petrol-deniz suyu karışımı, leğen talaş, bez.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Leğene petrol-deniz suyu karışımını koyunuz.
- Büyük bir bezi, içine talaş koyup sarınız.
- Talaş sarılı olan bezi leğen içine yerleştiriniz.
- Talaşlı bez tarafından petrolün emildiğini gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla tartışınız.

### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Leğene petrol-deniz suyu karışımını koydu.				
3	Bezi, içine talaş koyup sardı.				
4	Petrolün talaşlı bez tarafından emildiğini gözlemledi.				
5	Gözlemlerini arkadaşları ile tartıştı.				
6	Gözlemlerini rapor hâlinde yazdı.				
7	Çalışılan alanı temizledi.				

Öğretmen Görüşü

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

## 2. BÖLÜM



# PETROLLÜ ZEMİNİN TEMİZLİĞİ



Plajdaki petrol döküntüsü

### Hazırlık

Suya dökülen petrolün karaya dökülen petrolden çok daha büyük bir alanı etkilemesinin nedenini düşününüz.



## 3.2 PETROLLÜ ZEMİNİN TEMİZLİĞİ

Petrol ve petrol ürünlerinin suya veya toprağa karışması ile oluşan kirlilik önemli çevre ve sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bu kirliliğin temizlenmesi için birçok yeni teknoloji geliştirilmiş ve denenmiştir. Temizleme işlemlerinde hangi yöntemlerin ve araçların seçileceği, hava durumu, dökülen petrolün türü ve miktarı, petrolün kıydan ne kadar uzağa döküldüğü, bölgede insanların yaşayıp yaşamadığı, bulunan bitki ve hayvan türleri ve bölgenin coğrafi yapısına bağlı olarak değişmektedir.

### 3.2.1 Petrol Temizleme Yöntemleri

Petrol kirliliğinin temizlenmesinde fiziksel (mekanik), kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç yöntem uygulanmaktadır:

**1. Fiziksel (Mekanik) Yöntemler:** Meydana gelen petrol kirliliğinin bulaştığı alandan uzaklaştırılarak ortamın eski hâline dönüştürülmesi temeline dayanan yöntemdir. Deniz ve tatlı su ortamlarında meydana gelen petrol döküntüsünün (Görsel 3.5) temizlenmesinde kullanılır. Fiziksel yöntemlerle yapılan temizleme işlemleri doğaya düşük düzeyde zarar verdiği ve kimyasal madde kullanılmadığı için avantajlıdır. Başlıca fiziksel yöntemler yakma, yıkama, elle toplama ve silme, petrol bariyerleri kullanma, sorbent (emici) malzemelerle toplama ve petrol sıyrıcı (skimmer) malzeme kullanımıdır.



Görsel 3.5: Petrol platformundaki petrol döküntüsü

- a) **Yakma:** Kıydan uzak deniz yüzeyinde veya kıyı şeridinde oluşan büyük ölçekli petrol kirliliğinin giderilmesinde kullanılan yöntemdir (Görsel 3.6). Bu yöntemin etkili olabilmesi için petrol tabakası kalınlığının en az 2-3 mm olması ve petrol döküntüsünün ısıya dayanıklı bariyerlerle çevrelenmesi gerekir. Petrolün uçuculuğu nedeniyle döküntü tabakası inceldikçe hava ve denizin soğutma etkisiyle birlikte bir miktar petrol yanmadan kalır. Petrolün yanmasından sonra geride kalan artığın dibe çökmesiyle denizdeki canlılar zarar görebilir. Ayrıca önemli ölçüde hava kirliliği de oluşur.



Görsel 3.6: Petrol döküntüsünü yakma



## 5. Laboratuvar Çalışması

### PETROL DÖKÜNTÜSÜNÜ YAKMA

#### Çalışmanın Amacı

Petrol döküntüsünü yakarak gidermek.

#### Araç - Gereç

Petrol veya mazot (50 mL), geniş ağızlı beherglas, pastör pipeti, su, mutfak çakmağı.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Geniş ağızlı beherglasa su doldurunuz.
- Pastör pipetine petrol veya mazottan bir miktar çekiniz.
- Pipetteki petrolü veya mazotu suya dökünüz.
- Su üzerindeki petrol veya mazotu çeker ocak altında gerekli güvenlik önlemlerini alarak çakmak yardımıyla yakınız.
- Yakma sonucu gözlemlerinizi raporlayınız.
- Bu tür giderme yönteminin olumlu ve olumsuz yönlerini arkadaşlarınızla tartışınız.

### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama düzeneğini hazırladı.				
3	Çeker ocak altında petrol veya mazotu yaktı.				
4	Gözlem sonuçlarını raporladı.				
5	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

**b) Yıkama:** Kıyı şeridi boyunca basınçlı ve sıcak su kullanılarak yapılan petrol temizleme yöntemidir (Görsel 3.7). Tahliye edilen petrol bentlere, çukurlara veya hendeklere yönlendirilir. Sahil şeridindeki gömülmüş olan petrol yüksek hacimli düşük basınçlı su ile yıkanır. Alt katmanı sert olan yüzeylerde ve rıhtım duvarlarında yüksek basınçlı su ile yıkama yapılır. Kum, kiremit, çakıl taşı veya kaldırım taşı sahillerinde kıyıya çarpıp çatlayan dalgaların doğal enerjisi ile petrol döküntüleri temizlenir. Çok fazla insan gücü ve zaman gerektirir. Verimli alanlarda bu yöntemin kullanılması uygun değildir.



Görsel 3.7: Petrol döküntüsünü suyla yıkama

**c) Petrol Bariyerleri:** Deniz yüzeyindeki petrol tabakasının toplanabilmesi ve tehlike altındaki bölgelerin korunması için bariyerler kullanılır (Görsel 3.8). Bu yöntemle çevrelenmiş alandan pompalanarak toplanan petrol tekrar kazanılır. Rüzgâr, akıntı ve dalga bu yöntemin etkisini azaltır.



Görsel 3.8: Petrol bariyerleri

**ç) Sorbent Malzemeler:** Az miktardaki petrol döküntüsünün ortamdaki uzaklaştırılması için kullanılan ve genellikle polipropilenden yapılan emici malzemelerdir. Sorbent olarak emici bariyer, havlu, yastık, saman, talaş, sünger veya granüller kullanılır (Görsel 3.9). Esnek yapıda olmalarından dolayı erişimi güç alanlarda kullanım kolaylığı sağlar.



Görsel 3.9: Sorbent kullanımı

### Bunları Biliyor musunuz?



Deri üzerindeki petrol kalıntısını temizlemek için bulaşan yere margarin ya da yağ sürüp birkaç dakika bekledikten sonra sabun ve suyla yıkayın.

Kıyafetler üzerindeki petrol kalıntısını temizlemek için bir miktar lamba yağını (kerosen/parafin) lekelenen yere sürün ve birkaç dakika bekledikten sonra temizleyin.



## 6. Laboratuvar Çalışması

### PETROL DÖKÜNTÜSÜNÜ SORBENT İLE TEMİZLEME

#### Çalışmanın Amacı

Petrol döküntüsünü sorbent malzeme kullanarak gidermek.

#### Araç - Gereç

Petrol veya katran (50 mL), genişçe bir kap, polistiren köpük veya strafor, pastör pipeti, su.

#### Çalışmanın Yapılışı

- Genişçe bir kaba su doldurunuz.
- Pastör pipetiyle bir miktar petrol veya katran çekiniz.
- Pipetteki petrolü veya katranı suya dökünüz.
- Kaba uygun boyuttaki polistiren köpük veya straforu kaba daldırıp bir saat bekletiniz.
- Polistiren köpük veya strafor üzerinde petrol birikimini gözlemleyerek raporlayınız.
- Bu tür giderme yönteminin olumlu ve olumsuz yönlerini arkadaşlarınızla tartışınız.

### 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 ve güvenlik eldiveni giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama düzeneğini hazırladı.				
3	Petrol veya katranı suya döktü.				
4	Köpük veya strafordaki petrol birikimini gözlemledi.				
5	Gözlem sonuçlarını raporladı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

- d) **Petrol Sıyrıcılar:** Su yüzeyinde yüzen döküntülerin kimyasal ve fiziksel özelliklerini bozmadan toplamak için geliştirilmiş mekanik donanımlara **sıyrıcı** denir (Görsel 3.10). Gemiye monte edilmiş taşıma bantları veya emişli deniz süpürücüleri gibi mekanik bir toplama sistemi ile yüzeydeki petrol toplanır. Daha çok durgun sularda etkilidir. Bu yöntemle toplanan petrol tekrar kullanılabilir.



Görsel 3.10: Petrol sıyrıcı

- e) **Elle Toplama ve Silme:** Hassas sahillerde ve araçların ulaşamadığı alanlarda elle toplama yapılır. Elle temizlenen sahillerin temiz hâle gelme süreci daha hızlıdır. Su yüzeyindeki petrol tabakası tırmık, kürek veya içinde delikler bulunan kepçe tarafından toplanır ve uygun kaplara aktarılır (Görsel 3.11). Kumla karışmış ve karaya oturmuş petrol döküntüsü kürek ile plastik torbalara atılır. Torbalar geçici depolama alanlarına taşınır. Sertleşmiş kum sahillerindeki petrol döküntüsü kazıyıcılar ile hendeklerin içine elle itilir. Kayalık veya kaldırım taşı sahillerde basınçlı su ya da diğer donanımlar kullanılmadığında petrol döküntüsü elle silinerek temizlenir.



Görsel 3.11: Petrol döküntüsünü elle temizleme

**2. Kimyasal Yöntemler:** Fiziksel yöntemlerin etkili olmadığı ortamlarda (açık deniz ve dalgalı ortam gibi) kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde sentetik temizleyici maddelerle petrol parçalanarak tamamen yok edilir veya katı hâle getirilerek ortamdan uzaklaştırılır. Çeşitli organik çözücüler (beyaz ispirto, trikloroetan, trikloretilen, benzen, ksilen gibi) veya alkali solüsyonlar daha çok dispersantlar (dağıtıcılar) kullanılır. Dispersantlar yüzey aktif madde ve çözücü içerir. Dispersantlar çözücü yardımı ile petrol içerisine girer ve içerdiği yüzey aktif madde moleküllerinin bir ucu suyu diğer ucu petrolü çekerek petrolün yüzey gerilimini azaltır. Böylece petrol su içerisinde küçük parçalar şeklinde dağılır. Dağılan petrol sudaki organizmalar veya fotolitik (güneş ışığı yardımıyla parçalanma) olaylarla kolaylıkla parçalanır.



## 7. Laboratuvar Çalışması

### KİMYASAL YÖNTEMLE PETROL DÖKÜNTÜSÜNÜ TEMİZLEME



#### Çalışmanın Amacı

Petrol döküntüsünü kimyasal madde kullanarak gidermek.

#### Araç - Gereç

Petrol veya katran, genişçe bir kap, bez, beyaz ispirto, pastör pipeti, tahta parçası, maşa.

#### Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Genişçe bir kaptaki petrol veya katranı tahta parçası üzerine dökünüz.
- Yarım saat bekledikten sonra tahta parçasını maşa ile tutarak üzerine beyaz ispirtoyu dökünüz.
- Tahta parçasındaki petrol döküntüsünü beyaz ispirto yardımıyla temizleyiniz.
- Tahta parçasının üzerindeki petrol döküntüsünü gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi raporlayınız.
- Bu tür giderilme yönteminin olumlu ve olumsuz yönlerini arkadaşlarınızla tartışınız.

### 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 ve güvenlik eldivenini giydi, gözlük taktı.				
2	Uygulama düzeneğini hazırladı.				
3	Petrol veya katranı tahta parçası üzerine döktü.				
4	Tahta üzerindeki petrol döküntüsünü bez yardımı ile temizledi.				
5	Gözlem sonuçlarını raporladı.				
6	Çalışılan alanı temizledi.				
Öğretmen Görüşü					

**Değerlendirme:** Geliştirmeli olarak işaretlenmiş konularda eksiklerinizi tamamlayınız.

**3. Biyolojik Yöntemler:** Petrolün doğal yollarla su ve karbondioksit gibi basit bileşiklere bozunmasını hızlandırmak için uygulanan biyolojik dönüştürme işlemidir. Kirleticileri ortamdan uzaklaştırmak için mikroorganizma kullanımı olarak da tanımlanmaktadır. Su veya toprakta yaşayan mikroorganizmalar (funguslar ve bakteriler gibi) petrol kalıntılarını besin olarak kullanır ve petrolü parçalar. Petrol karbon açısından zengin olmasına karşın nitrojen ve fosfor gibi temel besin maddelerince fakirdir. Bundan dolayı petrolü parçalayan canlıların çoğalmasını ve faaliyetlerini artırması için nitrojen ve fosfor içeren gübreler kullanılır. Oksijenli koşullarda daha etkili bir yöntemdir. Topraktaki oksijen miktarını arttırmak için toprak sürülür veya borularla toprak altına hava gönderilir. Biyolojik yöntemler döküntü yerinde ve döküntü yeri dışında uygulanabilir.

### 3.2.2. Temizleme İşleminde Sonra Atıkların Sahadan Uzaklaştırılması

Kaza veya hata sonucu dökülen petrolün temizlik çalışmalarından sonra büyük miktarlarda atık toplanır. Toplanan bu atıkların depolanması ve yok edilmesi uzun zaman ve maliyet gerektirir. Herhangi bir petrol temizleme işlemine başlamadan önce oluşacak atıkların giderilme yöntemi acil müdahale planında belirtilmelidir. Acil müdahale planında temizlik sonrası oluşacak atık miktarını en aza indirecek yöntemler seçilmelidir. Atıkların sahadan uzaklaştırılması sürecinde dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

1. Atık madde miktarını azaltacak temizleme teknikleri kullanılmalıdır.
2. Her seviyedeki temizlik zinciri için uygun ara depolama tesisi kurulmalı veya depolama kapları kullanılmalıdır.
3. Petrol bulaşmış malzeme ve koruyucu elbise yerinde temizlenmelidir.
4. Emici maddelerin kullanımı denetlenmelidir.
5. Toplanan atıklar giderilecek yerlere taşınmalıdır.
6. Atıkların giderilmesi için aşağıdaki yöntemlerden uygun olanı seçilmelidir;
  - a) Petrol veya petrol bulaşmış maddeler, uygun alanlarda (hendek, elektrik santrali veya platform) kireçle karıştırılarak yol veya barikat yapımında kullanılmasıyla geri dönüştürülür (Görsel 3.12).
  - b) Atık malzeme elektrik veya ısı üretiminde yakıt olarak kullanılır.
  - c) Atıklar çöp fırınlarında, çimento fabrikalarında veya yerinde yakılır.
  - ç) Toplanan petrol işlenmek üzere rafinerilere gönderilir.
  - d) Biyolojik yöntemler kullanılarak parçalanmış petrol atıklarının bulunduğu topraklar karasal çiftçilikte gübre olarak kullanılır.
  - e) Daha fazla arıtılmayan atıklar, etkisiz veya hafif petrol izleri taşıyan maddeler özel olarak hazırlanmış ve yer altı sularını, yüzeyi kirletmeyecek konumdaki katı atık sahalarında depolanır



**Görsel 3.12:** Petrol döküntüsü kireç kullanılarak geri dönüştürme çalışması



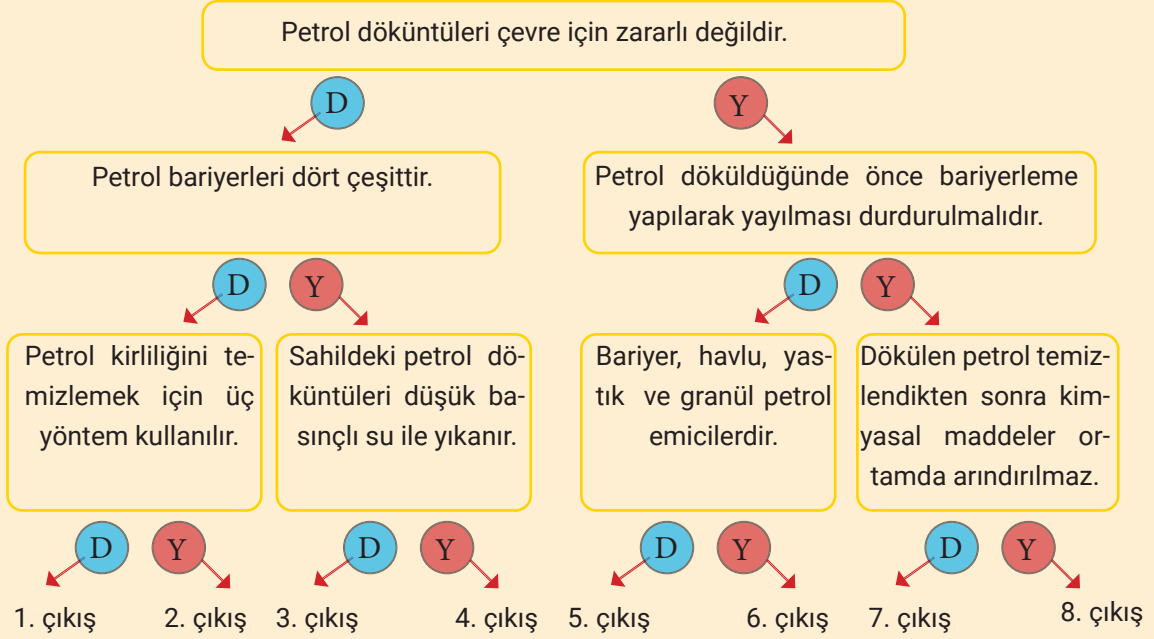
#### Bunları biliyor musunuz?

İlk düzenli üretim yapan petrol kuyusu 1859 yılında Edwin Drake (Edvin Direyk) tarafından ABD'nin Pensilvanya eyaletinin Rouseville kenti bölgesinde açıldı.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz. İfadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarına karar vererek doğru çıkışı bulunuz.



- Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları kutularda verilen ifadelerle tamamlayınız.

polipropilenden	çözücü	dispersant	toksiktir
sıyırıcı	oksijenli	döküntü	bariyer

2. Dispersantlar yüzey aktif madde ve ..... içerir.
3. Su yüzeyinde yüzen döküntülerin kimyasal ve fiziksel özelliklerini bozmadan toplamak için geliştirilmiş mekanik donanımlara ..... denir.
4. Biyolojik yöntem ..... koşullarda daha etkili bir yöntemdir.
5. Petrol ve sıvı yakıtların bazı bileşenleri bitkiler, hayvanlar ve insanlar için .....
6. Petrol bariyerleri ile ..... kontrol altına alınır ve çevrenin korunması sağlanır.
7. Sorbent malzemeler genellikle ..... yapılan emici malzemelerdir.
8. İstanbul ve Çanakkale Boğazı'ndan tanker gemileri ile ham petrol taşınmaktadır. **Boğazlarda olası bir petrol tankeri kazasından en az zararla kurtulabilmek için ilk olarak hangi müdahale yapılmalıdır?**

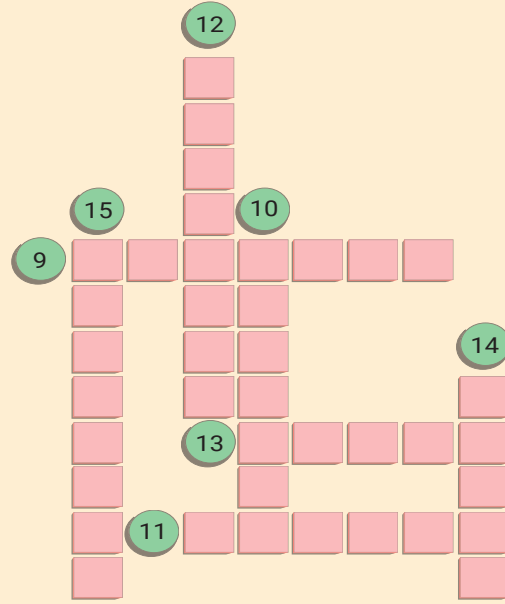




## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### BULMACA

9. Petrol döküntülerini hapsetmek için kullanılan maddelere verilen isim.
10. Petrol birikintilerini toplayıp çevreleme yarayan araç.
11. Doğaya ve canlılara zarar vermeyen organik petrol emici ürün.
12. Petrol temizliğinde oluşan yağlı suları temizlemek için kullanılan araç.
13. Büyük ölçekli petrol kirliliğinin giderilmesinde kullanılan yöntem.
14. Petrolü emerek toplayan yüksek emme gücü olan ürün.
15. Dökülen petrolün belli bir alana yönlendirilmesini sağlayan araç.



### Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

16. Aşağıdakilerden hangisi biyolojik yöntemle petrol döküntüsü temizliğinde mikroorganizmaların faaliyetlerini ve çoğalmalarını arttırmada etkili olmayan bir yöntemdir?
  - A) toprağa mikroorganizma eklenmesi
  - B) toprağın sürülmesi
  - C) toprağın gübrelenmesi
  - D) toprağın havalandırılması
  - E) toprağın sulanması
17. Aşağıdakilerden hangisi petrol döküntüsünü hapsetmek için kullanılan maddelerden değildir?
  - A) talaş
  - B) saman
  - C) köpük
  - D) granül
  - E) sünger
18. Petrol döküntülerinin temizliği için çeşitli yöntemler kullanılır. Aşağıdakilerden hangisi bu yöntemlerden biri değildir?
  - A) kimyasal
  - B) fiziksel
  - C) dinamik
  - D) mekanik
  - E) biyolojik
19. I. Dispersant kullanımı  
II. Yakma  
III. Biyolojik yöntem  
IV. Elle silme  
Yukarıda belirtilen petrol döküntüsü temizleme yöntemlerinden hangisi veya hangileri uygulandıktan sonra doğaya zarar verir?
  - A) I, II
  - B) II, III
  - C) I, II, III
  - D) I, II, IV
  - E) I, II, III, I

## CEVAP ANAHTARI

### 1. ÖĞRENME BİRİMİ

1.	2. çıkış
2.	metallerin
3.	kimyasal
4.	elektron
5.	korozyon
6.	sıcaklık - nem
7.	korozyonu
8.	
9.	Erozyon
10.	Anot
11.	Atmosferik
12.	Boyama
13.	İnhibitör
14.	C
15.	E
16.	C
17.	D

### 2. ÖĞRENME BİRİMİ

1.	1. çıkış
2.	atmosferik
3.	katodik
4.	manometre
5.	kondansatör
6.	boru hattıyla taşıma
7.	römorkaj
8.	
9.	tanker
10.	LNG
11.	Römorkaj
12.	Tank
13.	Şamandıra
14.	Pompa
15.	C
16.	B
17.	E
18.	C
19.	E
20.	B

### 3. ÖĞRENME BİRİMİ

1.	5. çıkış
2.	çözücü
3.	sıyırıcı
4.	oksijenli
5.	toksiktir
6.	döküntü
7.	polipropilenden
8.	
9.	Sorbent
10.	Bariyer
11.	Granül
12.	Sıyırıcı
13.	Yakma
14.	Havlu
15.	Süpürücü
16.	E
17.	C
18.	C
19.	A

## SIRA SİZDE CEVAP ANAHTARI

### 1. ÖĞRENME BİRİMİ

Sıra Sizde 1

ÇÖZÜM :

Ag – Mg

**A**

**absorpsiyon:** Bir maddenin diğer bir maddenin içyapısına girmesi veya bir gazın sıvı tarafından tutulması.

**C**

**cevher:** İçindeki metal ya da yarı metallerin çeşitli yöntemlerle ayrılabilceği doğal bileşikler ve mineraller.

**cidar:** Duvar.

**conta:** Geçirmezliği sağlamak için iki yüzey arasına yerleştirilen, genellikle kauçuk ve kurşundan yapılan ince parça.

**D**

**dielektrik sabiti:** Yalıtkanlık sabiti.

**difraksiyon:** Dalgaların yolları üzerindeki bir cisme çarpmaları sonucu oluşan dalga girişimi.

**difüzyon:** Bir çözeltide yüksek konsantrasyonlu bir bölgeden daha seyreltik bölgeye iyon veya molekül gibi çeşitli türler tarafından yükün taşınması.

**E**

**ekolojik denge:** Bir ekosistemdeki tür sayısının istikrarlı olarak devam etmesi.

**ekstraksiyon:** Bir karışımdaki öğelerden birini uygun bir sıvıda seçimli olarak çözüp diğerlerinden ayırma işlemi.

**elleçleme:** Malzemelerin insan gücüyle ve mekanik araç yardımı ile taşınması, yüklenmesi, kaldırılması ve boşaltılması.

**epoksi:** Termosetler grubundan bir tür yapışkan yapay reçine.

**F**

**ferritik:** Manyetik özelliği olan (çelik).

**flanş:** İki makine veya tesisat elemanının sızdırmaz şekilde birleştirilmesine yarayan bağlantı elemanı.

**flotasyon:** Yüzdürme.

**floresans:** Bir madde üzerine düşen ışınların, ışık verildiği sürece, çoğunlukla farklı dalga boyunda ışınlara dönüşerek geri ışınması olayı.

**fuel oil:** Koyu renkte, az akışkan bir petrol ürünü, yakıt yağı.

## G

**galvanik:** Kimyasal etkiyle üretilen elektrik akımı.

**gama ışını:** Radyoaktif cisimler tarafından yayılan ve x ışınlarından daha kısa dalgalı olan ışınlar.

**grafit:** Parlak siyah renkli, yumuşak, altıgen prizma örgülü, iletken karbon kristali.

**granül:** Bir maddenin en küçük tanesi.

## H

**hidrostatik:** Sıvıların dengesini ve kaplar üzerine yaptıkları basıncı inceleyen fizik dalı.

**holiday dedektörü:** Doğalgaz hatlarında meydana gelen ve korozyon sonucu oluşan delikleri tespit etmek için kullanılan cihaz.

## K

**karbür:** Karbon ve metalden oluşan bileşik.

**kavitasyon:** Düşük basınç ortamında oluşan buhar kabarcıklarının yoğunlaşıp hızlanarak yüze çarpmaları olayı.

**korozif:** Aşındırıcı.

**korozyon:** Metal veya alaşımların çevreleriyle tepkimeye girerek elektrokimyasal bozunmaları.

**kostik:** Kuvvetli bazik tepkime gösteren maddelerin genel adı.

**kumanya:** Yolculuk için hazırlanan yiyecek, azık.

**kumpas:** Sanayide kalınlık ve incelikleri ölçmek için kullanılan ölçüm aleti.

## L

**LPG:** Sıvılaştırılmış petrol gazlarının kısa gösterimi.

## M

**manometre:** Kapalı kaplardaki gaz basıncını ölçmek için kullanılan alet, basıölçer.

**membran:** Suyla sürekli temas hâlindeki yüzeylerin alt ya da üst bölümlerine su geçişine engel olan bir tür yalıtım malzemesi.

**N**

**nafta:** Petrolün, kömür katranının damıtılmasından elde edilen, kaynama aralığı 70-90°C olan, C6-C7 hidrokarbonlar karışımı.

**nozul:** Herhangi bir akışkanın yönünü kontrol etmeye ve basıncını değiştirmeye yarayan parça.

**nefeslik:** Hava alma deliği.

**O**

**oksit:** Oksijenin başka bir elementle yaptığı bileşiklerin genel adı.

**orifis plakası:** Anlık ve hacimsel akış ölçen, basıncı azaltmak veya akışı kısıtlamak için kullanılan, fark basınç prensibi ile çalışan mekanik cihaz.

**organik:** Canlılarla veya canlıların ürettiği maddelerle ilgili olan.

**ostenitik:** Manyetik özelliği olmayan (çelik).

**P**

**pigment:** Boyar madde.

**proses:** Süreç.

**R**

**römorkör:** Yedeğinde özellikle deniz taşıtı götüren taşıt.

**S**

**savak:** Suyu başka yöne akıtmak için yapılan düzenek.

**sensör:** Algılayıcı.

**silis kumu:** Kuvarsça (SiO<sub>2</sub>) zengin magmatik, metamorfik kayaların ayrışması sonucu oluşan küçük taneli kum tanecikleridir.

**silo:** Tahıl vb. ürünlerin korunduğu, saklandığı veya depolandığı, genellikle silindir biçiminde ambar.

**sistire:** Bir tahtanın üzerindeki ufak pürüzleri giderip onu dümdüz bir duruma getirmeye yarayan ince çelik lama.

**solvent:** Bir maddeyi kendi kimyasal yapısında değişme olmaksızın çözen sıvı.

**spektrometre:** Analiz amacıyla ışınları dalga boylarına ayıran cihaz.

**statik elektrik:** Bir maddenin içerisindeki ya da yüzeyindeki elektrik yüklerinin oransızlığı.

## T

**talaş:** Testere ile biçilen veya rende, matkap, törpü vb. araçlarla işlenen bir şeyden dökülen kırıntılar.

**toksik:** Zehir.

**topraklama:** Elektrik devresinde veya elektrikle çalışan bir araçta bir ucu toprakla birleştirme işi.

**transmitter:** Sinyal dönüştürücü.

**tufalleşme:** Yüksek sıcaklıktan dolayı metalde oluşan oksitlenme.

**türbülans:** Çalkantı.

## U

**ultrasonik ses dalgaları:** İnsanın duyamayacağı kadar yüksek frekanstaki ses dalgaları.

## V

**vakum:** Basıncın, atmosfer basıncından daha düşük olması.

**valf:** Akışkanları kontrol etmeye yarayan tesisat elemanlarına verilen genel ad, vana.

**vinil:** Etileden bir hidrojen ayrılmasıyla geride kalan kısım.

**viskozite:** Akışkanlarda moleküller arası çekim kuvvetleri (kohezyon) sebebiyle oluşan iç sürtünme, ağırlık.

## Y

**yalıtım:** Elektrik, ses ve ısı akımını engelleme, izolasyon.

**yoğunluk:** Bir maddenin birim hacminin kütlesi.

**yumuşak çelik:** Az karbon içeren, kaba, kırılabilen bir çelik türü.

### Kaynakça

1. Aliağa Petrokimya San. Ve Tic. A.Ş., Rafineri Donatımları Teknik Kılavuzu, Cilt: 1, 2 ve 3, 1988
2. Prof. Dr. Hayri Yalçın, Doç. Dr. Timur Koç, Mühendisler İçin Korozyon, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Kimya Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 1997
3. Prof. Dr. Güler Somer, Prof. Dr. Ahmet Yaşar, Kimya Terimleri Sözlüğü, Türk Dil Kurumu Yayınları, İstanbul, 2009
4. Türkçe Sözlük (30. bs.), Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 2001

### Görsel Kaynakça

