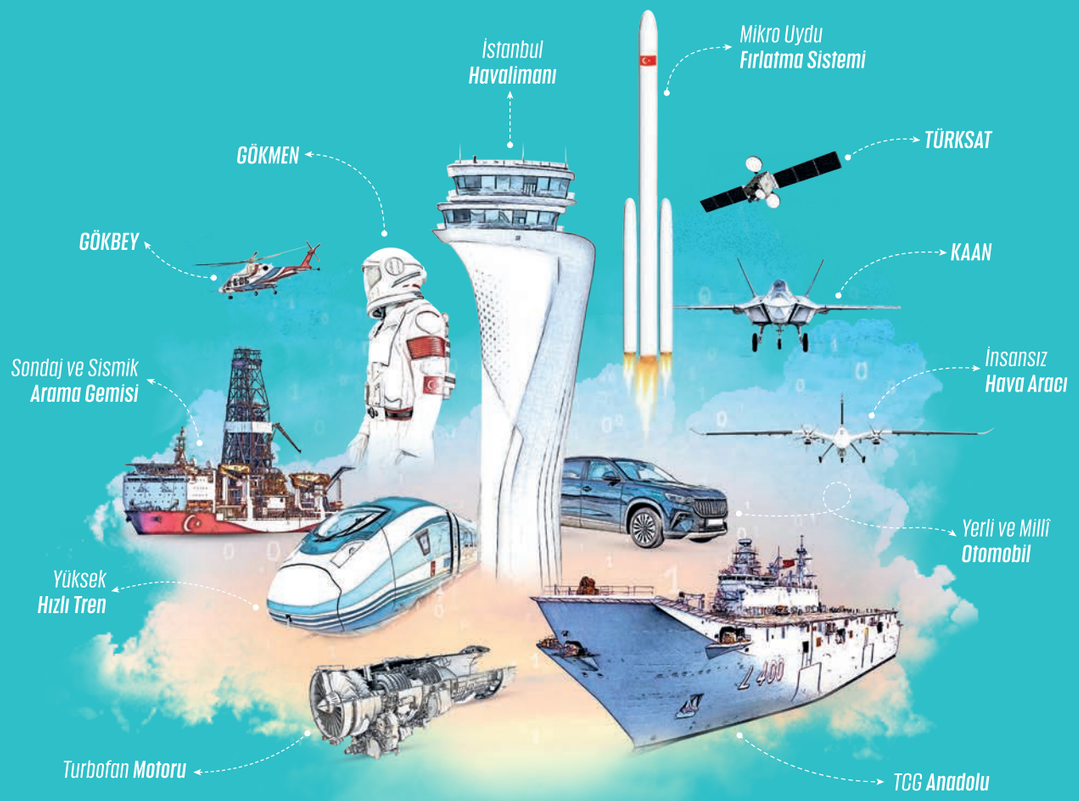
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



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

ISBN: 978-975-11-7012-5

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

TEKSTİL TEKNOLOJİSİ ALANI
BASKI KİMYASI 11
DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

TEKSTİL TEKNOLOJİSİ ALANI

BASKI KİMYASI 11

DERS MATERYALİ



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

TEKSTİL TEKNOLOJİSİ ALANI

BASKI KİMYASI
11
DERS KİTABI

YAZARLAR

Ali ARPAT
Emel BOZCA
Emel Oğul TÜRKEL
Emine GÜL
Fatih ACARGİL
Gülüzar KARA
Sonay ARIKAN ÖZKAN

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....: 8304
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....: 2196

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

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI
Nihal YASAVBULAT

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI
Uğurcan TOGAY

ÖLÇME DEĞERLENDİRME UZMANI
Gülhan ŞAHİN

REHBERLİK UZMANI
Feyza SÜNBÜL

GÖRSEL TASARIM UZMANI
Birer GÜVELOĞLU

ISBN: 978-975-11-7012-5

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mehmet Âkif Ersoy

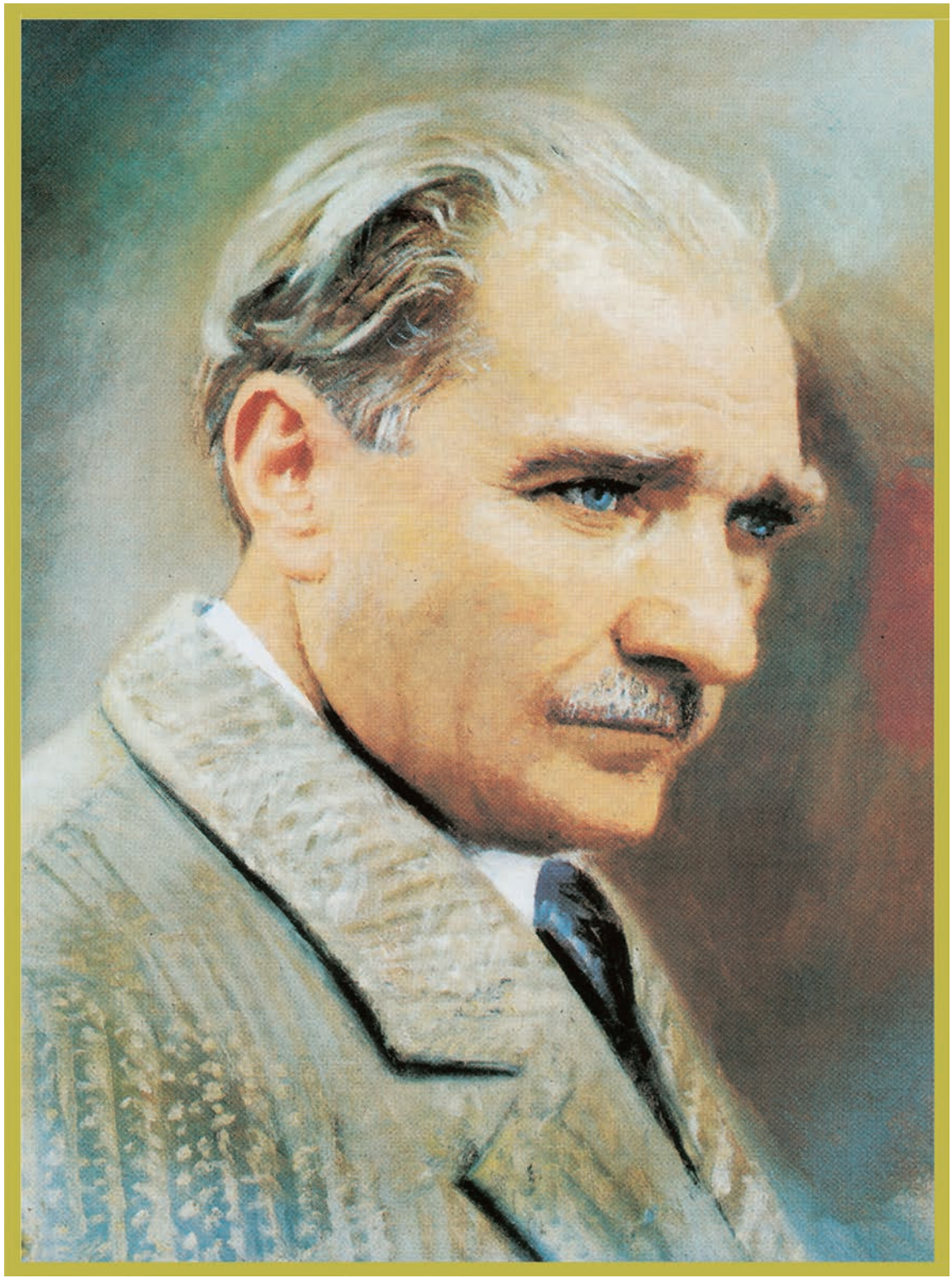
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 11

1. ÖĞRENME BİRİMİ LABORATUVARDA ÇALIŞMA GÜVENLİĞİ **13**

1.1. LABORATUVARDA KİŞİSEL HAZIRLIKLAR 14

1.1.1. Hijyen ve Sanitasyon 14
1.1.2. Kişisel Temizlik Kuralları 14
1.1.3. Laboratuvar Çalışma Kuralları 16
1.1.4. Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanımı ve Bakımı 16

1.2. LABORATUVAR KOŞULLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ 19

1.2.1. Laboratuvarın Tanımı ve Önemi 19
1.2.2. Laboratuvarın Fiziksel Yapısı 19

1.2.2.1. Laboratuvar Zemini ve Tezgâhları 20
1.2.2.2. Laboratuvar Gaz ve Su Tesisatı 21
1.2.2.3. Laboratuvar Malzeme Dolapları 21
1.2.2.4. Laboratuvarın Havalandırma Sistemi 22
1.2.2.5. Çeker Ocaklar 22
1.2.2.6. Laboratuvar Aydınlatması 23
1.2.2.7. Laboratuvar Atıklarının Muhafaza Edilmesi 23

1.3. LABORATUVARDA GÜVENLİK ÖNLEMLERİ 25

1.3.1. Laboratuvarda Genel Güvenlik Önlemleri 25
1.3.2. Kimyasal Maddelerin Sınıflandırılması ve Kimyasal Maddelerle Çalışma Güvenliği 28
1.3.3. Kimyasal Maddelerin Etiketlenmesi 31
1.3.4. Kimyasal Maddelerin Depolanması 31
1.3.5. Kimyasal Maddelerle Güvenli Çalışma Kuralları 33

1.4. LABORATUVAR KAZALARINDA İLK YARDIM 34

1.4.1. İlk Yardım ve İlk Yardımın Önemi 34
1.4.2. İlk Yardım Malzemeleri 34
1.4.3. Kesik ve Yaralanmalarda İlk Yardım 35
1.4.4. Yanıklarda İlk Yardım 37

2. ÖĞRENME BİRİMİ KÜTLE ÖLÇÜMÜ **41**

2.1. HASSAS TERAZİDE TARTIM 42

2.1.1. Kütle ve Ağırlık 42
2.1.2. Kütle Birimleri, Birim Dönüşümleri ve Uluslararası Kütle Birim Sistemi 42
2.1.3. Tartım İle İlgili Bilgiler 43
2.1.4. Tartım Kapları 43
2.1.5. Tartım Cihazları 44
2.1.6. Hassas Terazide Tartma İşleminin İşlem Basamakları 44
2.1.7. Terazinin Denge Ayarı ve Kalibrasyon Doğrulaması 45
2.1.8. Kütle Birimlerinde Dönüşüm Hesaplamaları 45

2.2. BRÜT KÜTLE, DARA VE NET KÜTLE 49

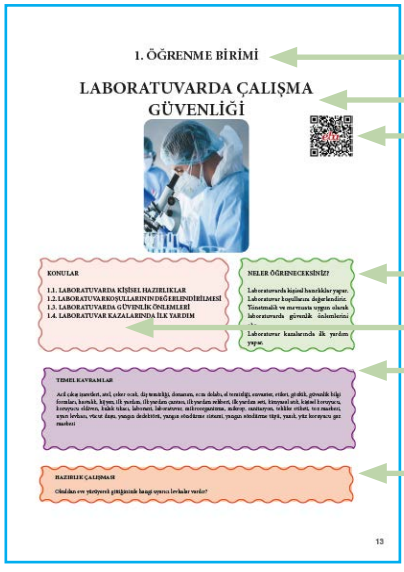
2.2.1. Brüt Kütle, Dara ve Net Kütle Miktarı Hesabı 49

3. ÖĞRENME BİRİMİ HACİM ÖLÇÜMÜ **51**

3.1. SIVILARDA HACIM ÖLÇÜMÜ 52

3.1.1. Uluslararası Hacim Birimleri....52
3.1.2. Hacim Birimleri ve Dönüştürülmesi....53
3.1.3. Pipet Çeşitleri ve Pipetle Hacim Ölçümü....54
3.1.4. Mezür....55
3.1.5. Büret....55
3.1.6. Dispenser....56
3.2. KATILARDA HACİM ÖLÇÜMÜ....59
3.2.1. Belirli Bir Geometrik Şekli Olan Katılarda Hacim Ölçümü....59
3.2.2. Belirli Bir Geometrik Şekli Olmayan Katılarda Hacim Ölçümü....60
3.2.3. Küp, Dikdörtgen Prizma, Silindir, Küre vb. Cisimlerin Boyutları....61
4. ÖĞRENME BİRİMİ TEKSTİLDE YOĞUNLUK VE VİSKOZİTE ÖLÇÜMÜ....65
4.1. TEKSTİLDE YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ....66
4.1.1. Yoğunluk (Özkütle)....66
4.1.2. Sıvılarda Yoğunluk Ölçümü....67
4.1.2.1. Areometreler İle Yoğunluk Ölçümü....67
4.1.2.2. Dansimetre İle Yoğunluk Ölçümü....68
4.1.2.3. Dansimetre İle Sıvıların Yoğunluğunu Ölçme....68
4.1.2.4. Bomemetre İle Bome Derecesi Ölçümü....69
4.1.2.5. Bomemetre İle Sıvılarda Bome Derecesini Ölçme....70
4.1.2.6. Alkolmetre İle Yoğunluk Ölçümü....70
4.1.2.7. Alkolmetre İle Sıvıların Yoğunluğunu Ölçme....70
4.1.2.8. Piknometre İle Yoğunluk Ölçümü....71
4.1.2.9. Piknometre İle Sıvıların Yoğunluğunu Ölçme....72
4.1.2.10. Piknometre İle Hacim Ölçümü ve Hacim Hesaplamaları....73
4.2. SIVILARDA YÜZEY GERİLİMİ....76
4.2.1. Sıvılarda Yüzey Gerilimi Değişimi....79
4.2.2. Çözeltilerde Yüzey Gerilimi....79
4.2.3. Yüzey Gerilimi Ölçüm Metotları....80
4.2.3.1. Kapiler Yükselme Metodu....80
4.2.3.2. Damla Ağırlığı Metodu....81
4.3. SIVILARDA VİSKOZİTE....84
4.3.1. Viskozite....84
4.3.1.1. Akıcılık ve Akışkan....85
4.3.2. Viskozitenin Birimleri....86
4.3.3. Viskoziteye Etki Eden Faktörler....86
4.3.3.1. Sıcaklık....86
4.3.3.2. Basınç....89
4.3.3.3. Sıvının Molekül Kütlesi....87
4.3.3.4. Moleküllerin Geometrik Şekli....87
4.3.3.5. Moleküller Arası Çekim Kuvveti....87
4.3.3.6. Kolloit Sıvının Bileşimi....87
4.3.4. Stokes (Stokes) Yasası....87
4.3.5. Kapiler Akma Yöntemi....89
4.3.5.1. Ostwald Viskozimetresi....89
4.3.6. Viskozite Ölçümü ve Hesaplamalar....90
KAYNAKÇA....93

DERS MATERYALİNİN TANITIMI



Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme birimine genel ağ üzerinden erişmek için kullanılacak karekodu gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğrenileceğini gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan konuları gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan kavramları gösterir.

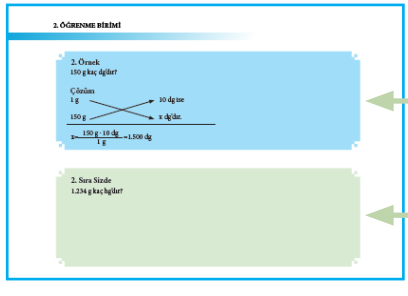
Öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirmek ve konuya ilgilerini çekmek amacıyla öğretmen tarafından ders öncesinde yapılan çalışmaları gösterir.

Öğrenme biriminin alt başlığını gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan görsel numarası ve görsel adını gösterir.

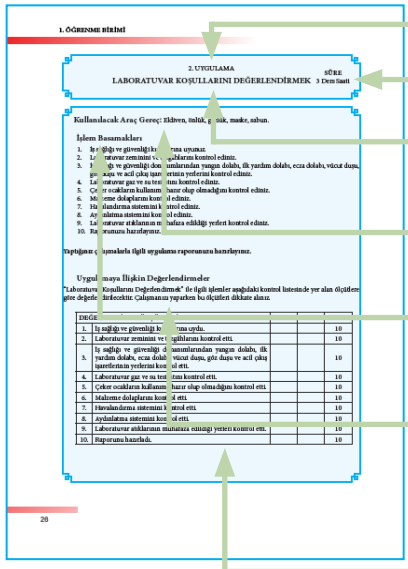
Ders materyalinin sayfa numarasını gösterir.





Mavi zeminle ayrılmış örnek yazım alanını gösterir.

Yeşil zeminle ayrılmış sıra sizde sonucunun yazım alanını gösterir.



Uygulamanın numarasını gösterir.

Uygulamanın tavsiye edilen süresini gösterir.

Uygulamanın adını gösterir.

Uygulamada kullanılacak araç gereç listesini gösterir.

Uygulamanın işlem basamaklarını gösterir.

Uygulama değerlendirmesinde kullanılacak kontrol listesinde dikkat edilecek hususları açıklayan uyarıyı gösterir.

Uygulama değerlendirmesinde kullanılacak kontrol listesini gösterir.

Ders materyalinin kaynakçasını gösterir.



Ders materyalinin genel ağ kaynakçasını gösterir.

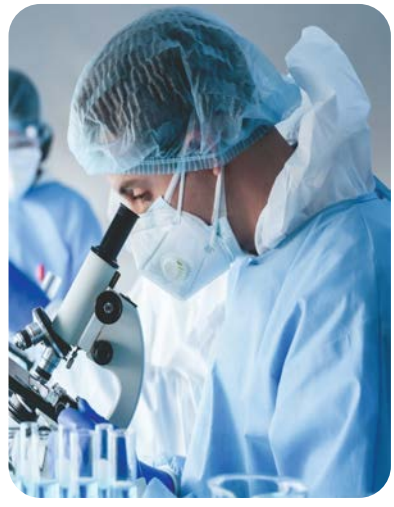


Karekod, görsel kaynakçasını gösterir.

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

LABORATUVARDA ÇALIŞMA GÜVENLİĞİ



KONULAR

1.1. LABORATUVARDA KİŞİSEL HAZIRLIKLAR
1.2. LABORATUVARKOŞULLARININDEĞERLENDİRİLMESİ
1.3. LABORATUVARDA GÜVENLİK ÖNLEMLERİ
1.4. LABORATUVAR KAZALARINDA İLK YARDIM

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Laboratuvarda kişisel hazırlıklar yapar.
Laboratuvar koşullarını değerlendirir.
Yönetmelik ve mevzuata uygun olarak laboratuvarda güvenlik önlemlerini alır.
Laboratuvar kazalarında ilk yardım yapar.

TEMEL KAVRAMLAR

Acil çıkış işaretleri, atel, çeker ocak, diş temizliği, donanım, ecza dolabı, el temizliği, envanter, etiket, gözlük, güvenlik bilgi formları, hastalık, hijyen, ilk yardım, ilk yardım çantası, ilk yardım rehberi, ilk yardım seti, kimyasal atık, kişisel koruyucu, koruyucu eldiven, kulak tıkacı, laborant, laboratuvar, mikroorganizma, mikrop, sanitasyon, tehlike etiketi, toz maskesi, uyarı levhası, vücut duşu, yangın dedektörü, yangın söndürme sistemi, yangın söndürme tüpü, yanık, yüz koruyucu gaz maskesi

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Okuldan eve yürüyerek gittiğinizde hangi uyarıcı levhalar vardır?

1.1. LABORATUVARDA KİŞİSEL HAZIRLIKLAR

Çalışanların sağlık ve güvenlikleri için birtakım hazırlıklar yapılması, önlemler alınması gerekir.

1.1.1. Hijyen ve Sanitasyon

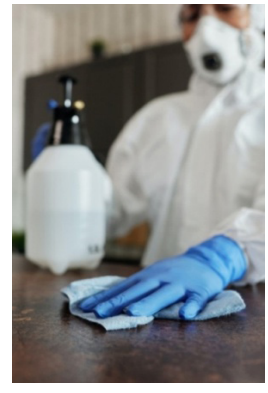
Hijyen, sağlık açısından tehlike oluşturacak ortamlardan korunmak için yapılacak uygulamalar ve alınan temizlik önlemlerinin tamamını içeren bir terimdir (Görsel 1.1).

Sağlıklı yani temiz, hijyenik koşulların oluşturulması ve bu koşulların sürekliliğinin sağlanmasına ise **sanitasyon** denir (Görsel 1.2).

Güvenli yaşam ve çalışma ortamı oluşturmak, yapılan işlerde doğru sonuçlar elde etmek için hijyen ve sanitasyon işlemlerine dikkat edilmelidir.



Görsel 1.1: Laboratuvarda hijyen



Görsel 1.2: Laboratuvarda sanitasyon

1.1.2. Kişisel Temizlik Kuralları

Sağlıklı birey ve toplum olmanın başlıca kuralı temiz olmaktır. Toplumu oluşturan her birey öncelikle kişisel temizliğinden sorumludur.

Çocuklukta temizlik ebeveynlerin ve öğretmenlerin eğitimi ile kazandırılan bir davranıştır. Temizlik, bedenimizi kirletici unsurlardan uzak tutan davranış biçimidir. Günlük yaşamımızda çok basit gibi görünen diş temizliği, el temizliği bireyi birçok hastalık ve mikroptan korur. Tenimiz, yani derimiz mikroplar için aşılması gereken ilk ortamdır. Derinin temiz kalması demek, mikropların da dışarıda kalması demektir.

Sabah uyanınca ellerin ve yüzün yıkanması, dişlerin fırçalanması, banyo yapmak, kıyafetlerin değiştirilmesi günlük hayatın rutini olmalıdır. Bu uygulamaları yapmak için kişisel temizlik araçları kullanılır. Kişisel temizlik araçlarına su, sabun, havlu, diş fırçası, tırnak makası, banyo lifi, tarak, kulak temizleme pamuğunu örnek verebiliriz (Görsel 1.3). Bu araçlar birden fazla kişi tarafından ortak kullanıldığında sağlık açısından risk oluşturur bu nedenle temizlik araçlarının kişiye özel olması gerekir.



Görsel 1.3: Kişisel temizlikde kullanılan araç gereçler

Ellerimiz, çevre ile her türlü teması sağladığından en çok kirlenen organımızdır. Laboratuvarda, bütün yüzeylerde oldukça fazla miktarda mikroorganizma bulunmaktadır. El temizliğimize dikkat etmediğimizde bu mikroorganizmaların vücudumuza girmesi kaçınılmazdır. Bu mikroorganizmalar çok sayıda bulaşıcı hastalığın yayılmasına neden olur. Hem kişinin hem de çevresindeki diğer insanların sağlığına zarar veren bu durumlara engel olmak için laboratuvarda çalışırken;

- Kirli yüzeylere dokunduktan sonra,
- Hapşırıp öksürdükten sonra,
- Kimyasal maddelere temas ettikten sonra,
- Uygulama çalışmalarından önce ve sonra,
- Laboratuvardan çıkmadan önce eller (Görsel 1.4) en az 20 saniye yıkanmalıdır.

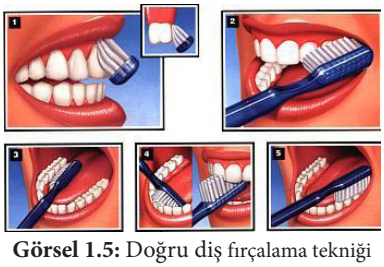


Görsel 1.4: Doğru el yıkama tekniği

Tırnaklar, haftada bir kez kısa ve yuvarlak şekilde kesilmeli, düzenli olarak su ve sabunla yıkanmalıdır. Yüz, burun, kulaklar ve saçlar temiz tutulmalıdır.

Ağız sağlığı ve diş temizliği için dişler günde en az 2 defa fırçalanmalıdır. Görsel 1.5'te görüldüğü gibi doğru diş fırçalama tekniği şöyle olmalıdır:

1. Diş fırçası diş eti çizgisine 45 derecelik bir açıyla yaklaştırılmalı.
2. Fırça ileri geri hareket ettirilerek kısa ve yumuşak fırça dokunuşlarıyla diş ve diş etleri fırçalanılır.
3. Diş eti çizgisinin fırçalanması unutulmamalı ve en arkadaki dişlere ulaşıldığından emin olunmalıdır.
4. Aynı zamanda dil de fırçalanmalıdır. Dili fırçalamak nefesi taze tutmaya yardımcı olacaktır.



Görsel 1.5: Doğru diş fırçalama tekniği

1.1.3. Laboratuvar Çalışma Kuralları

Laboratuvarlar, diğer tüm çalışma/yaşam ortamları gibi kendilerine özgü tehlikeler barındırabilmektedir. Laboratuvarda çalışan öğrenciler çalışma ve güvenlik kurallarına uymalıdır. Laboratuvarda çalışma kurallarına uyulması, kazaların önlenmesi açısından hayati öneme sahiptir. Güvenlik işaretlerinin gerekli yerlerde bulunması ve bu işaretlerin ne işe yaradıklarının bilinmesi de önem taşımaktadır.

Laboratuvarlarda çalışma kuralları şunlardır:

1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kurallarına göre kişisel koruyucu donanımı (laboratuvar önlüğü, maskesi ve gözlüğü) olmayan öğrencilere laboratuvar uygulamaları yaptırılmamalıdır.
2. Laboratuvarda kontak lens kullanılmamalıdır.
3. Laboratuvarda bol kıyafetler (özellikle kol kısmı), açık topuklu ayakkabılar giyilmemeli, uzun saçlar bağlanmalıdır.
4. Laboratuvara yiyecek-içecekle girilmemeli ve sakız çiğnenmemelidir.
5. Öğrencilere yangın söndürücü, ilk yardım dolabı, göz banyosu ve duş yerinin kullanım amacı açıklanmalıdır.
6. Kimya laboratuvarları içinde koşmak ve şaka yapmaktan kaçınılmalıdır.
7. Tezgâhların üzerine oturulmamalı, kişisel eşyalar bırakılmamalıdır.
8. Kimyasallara çıplak elle dokunulmamalı ve koklanmamalıdır.
9. Kimya laboratuvarında her türlü çalışma öğretmen kontrolünde yapılmalıdır.
10. Bunzen bekleri yanıcı, parlayıcı kimyasalların (eter gibi) yanında kullanılmamalıdır.
11. Laboratuvarda yapılacak uygulama için deney föyündeki teorik bilgiler en az bir defa okunup gelinmelidir.
12. Herhangi bir kaza durumunda (cam kesiği, asit-baz-ısı yanığı, bayılma gibi) laboratuvar öğretmenine mutlaka haber verilmelidir.
13. Deney tüpünü kendimize ve arkadaşımıza doğru yönlendirmemeliyiz. Deney tüpü içinde gerçekleşen bir tepkime tehlikeli olabilir.
14. Asitlerin üzerine su ilave edilmemelidir. Asit suya yavaş yavaş ve karıştırılarak eklenmelidir.
15. Kimyasalları koklamak, tatmak ve pipet ile çözelti alırken ağız ile çekmek kesinlikle yasaktır.
16. Herhangi bir kimyasal (katı, sıvı ya da çözelti) lavaboya ya da çöpe atılmamalıdır.
17. Kırılan cam parçaları için laboratuvarda hazırlanmış olan "kırık cam" etiketli kap kullanılmalıdır.
18. Cıva buharı görülmez ve zehirlidir. Kırılan termometre içindeki cıva son derece tehlikelidir. Mutlaka ders öğretmenine haber verilmelidir.
19. Deney prosedüründeki miktar kadar kimyasal kullanılmalıdır. Fazla miktarda kullanım tepkimelerin kontrol edilmesini zorlaştırabilir ya da yan tepkimeye neden olabilir.
20. Kullanılmayan kimyasallar stok şişelerine geri koyulmamalı, atık şişesine atılmalıdır.
21. Laboratuvarda çalışma yeri, terazi ve çevresi daima temiz tutulmalıdır.
22. Deney esnasında kullanılan kimyasallar deney sonunda kendi tanımlı yerlerine konulmalıdır.
23. Laboratuvar araç-gereçleri kullanım talimatına göre kullanılmalıdır.
24. Deney sonucunda kullandığınız tüm malzemeler temiz olarak ders öğretmenine teslim edilmelidir.
25. Laboratuvardan ayrılmadan önce eller mutlaka yıkanmalıdır.
26. Laboratuvardan ayrılmadan önce gaz ve su musluklarının kapalı olduğundan emin olunmalıdır.

1.1.4. Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanımı ve Bakımı

Çalışanların iş sırasında karşılaştıkları bir veya daha fazla sağlık ve güvenlik riskine karşı kendilerini korumak için giydikleri, taktıkları veya taşıdıkları iş güvenliği ekipmanlarına **kişisel koruyucu donanım** denir. Maske, eldiven, gözlük, kulak tıkacı, koruyucu ayakkabı, koruyucu giysiler, baret, yüksekten düşmeyi önleyici emniyet kemerleri kişisel koruyucu donanımlara örnektir.

Laboratuvarda çalışma yapan öğrencilerin en önemli koruyucu donanımı, iş kıyafeti yani önlüktür. Öğrenciler laboratuvara girmeden önce önlüğünü giymeli ve çalışmanın bitiminde önlüğünü çıkarmalıdır.

Laboratuvar çalışmaları esnasında işin niteliğine göre öğrencinin uyması gereken kurallar şunlardır:

- Gözlerini ve yüzünü zararlı ışınlardan veya sıçrayan cisimlerden korumak için gözlük veya yüz koruyucu kullanmalıdır (Görsel 1.6).
- Toz, zehirli gaz, buhar gibi zararlı maddelerden korunmak için gaz maskesi, toz maskesi gibi koruyucu maskeler kullanmalıdır (Görsel 1.7).
- Ellerini; kesilme, yıpranma, cisim batması, sıcak, soğuk, kimyasal madde ve elektrik gibi tehlikelere karşı korumak için koruyucu eldiven kullanmalıdır (Görsel 1.8).
- Saçının sıkışması riskine karşı saçlarını toplamalıdır.
- Yüksek gürültünün olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla kulak tıkacı gibi kulak koruyucular kullanmalıdır (Görsel 1.9).



Görsel 1.6: Koruyucu gözlük



Görsel 1.7: Koruyucu maskeler



Görsel 1.8: Koruyucu eldiven



Görsel 1.9: Kulak tıkaçları

Laboratuvarda çalışma yapacak öğrenci / öğrenciler işe başlamadan önce hangi kişisel koruyucu donanımları kullanması gerektiği hakkında deney föyünü incelemeli, kendi vücuduna ve yapacağı işe uygun olan kişisel koruyucu donanımı seçebilme ve doğru şekilde kullanma hakkında bilgi sahibi olmalıdır.

Kişisel koruyucu donanımları kullanmak iş kazalarını önlemez ancak iş kazası anında çalışanların göreceği zararı ortadan kaldırır veya büyük oranda azaltır.

1. UYGULAMA

LABORATUVARDA KİŞİSEL HAZIRLIKLAR YAPMAK

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Eldiven, önlük, gözlük, maske, sabun.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Ellerinizi sabun ve su kullanarak doğru şekilde yıkayınız.
3. Laboratuvara girmeden önce kişisel eşyalarınızı giysi dolabına bırakınız.
4. Laboratuvara girmeden önce önlük giyiniz.
5. Yapacağınız uygulamaya göre kişisel koruyucu donanımları seçiniz, kullanınız.
6. İş kıyafeti ve kişisel koruyucu donanımların bakım ve temizliğini yapınız.
7. Laboratuvarı temiz ve düzenli bırakınız.
8. Laboratuvardan çıkmadan önce ellerinizi doğru şekilde yıkayınız.
9. Önlüğünüzü laboratuvardan çıktıktan sonra çıkarınız.
10. Raporunuzu hazırlayınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

"Laboratuvarda Kişisel Hazırlıklar" ile ilgili işlemler aşağıdaki kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			10
2.	Ellerini sabun ve su kullanarak doğru şekilde yıkar.			10
3.	Laboratuvara girmeden önce kişisel eşyalarını giysi dolabına bırakır.			10
4.	Laboratuvara girmeden önce önlük giyer.			10
5.	Yapacağı uygulamaya göre kişisel koruyucu donanımları seçip kullanır.			10
6.	İş kıyafetinin / önlüğünün ve kişisel koruyucu donanımların bakım ve temizliğini uygun şekilde yapar.			10
7.	Laboratuvarı temiz ve düzenli bırakır.			10
8.	Laboratuvardan çıkmadan önce ellerini doğru şekilde yıkar.			10
9.	Önlüğünü laboratuvardan çıktıktan sonra çıkarır.			10
10.	Raporunu hazırlar.			10

1.2.LABORATUVAR KOŞULLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Laboratuvarların güvenli çalışma ortamları olabilmesi için laboratuvarı kullanacak kişilerin çalışmaya başlamadan önce laboratuvar fiziki şartları ve tehlike anında yapılması gerekenler hakkında kapsamlı bir şekilde bilgi sahibi olması gerekir.

1.2.1. Laboratuvarın Tanımı ve Önemi

Bilimsel ve teknolojik araştırma-geliştirme çalışmalarını (ölçüm, deney, analiz, gözlem, üretim vb.) kontrollü bir şekilde gerçekleştirmek amacıyla oluşturulan ekipman ve cihazların bulunduğu alana **laboratuvar** denir. Laboratuvar alanından sorumlu kişilere ise **laborant** denir. Laboratuvarlar çalışma alanına göre fiziksel testler laboratuvarı, kimyasal testler laboratuvarı, tıbbi laboratuvar, biyokimya laboratuvarı, gıda laboratuvarı, fotoğraf laboratuvarı, bilgisayar laboratuvarı gibi isimler alır.

Tekstil alanında laboratuvarlar fiziksel testler laboratuvarı, kimyasal testler laboratuvarı gibi isimler alır. Tekstil laboratuvarlarında çalışma süreci genel olarak numunenin kabul edilmesi ve kaydı ile başlar;

- Numunenin analiz için hazırlanması,
- Numunenin analizinin yapılması,
- Sonuçlarının rapor edilmesi,
- Sonuçların yorumlanması,
- Sonuçların arşivlenmesi ile sona erer.

Hayatta ihtiyaç duyulan ve kullanılan tekstil ürünleri ve tekstil sektörünün geleceğine yön verecek yeniliklere dair çalışmalar; laboratuvarlarda yapılan test, analiz ve araştırmalar sonucunda ortaya çıkar. Bu çalışmalar insanların ihtiyaçlarının karşılanması için önem arz eder.

1.2.2. Laboratuvarın Fiziksel Yapısı

Laboratuvarlar, fiziksel olarak doğrudan güneş ışığına maruz kalmayan alanlarda kurulmalıdır. Yeterli aydınlatma ve havalandırma sistemleri bulunmalıdır (Görsel 1.10).

Laboratuvarda yapılan analizlerin, testlerin, deneylerin ve diğer işlemlerin sonuçlarının doğruluğu; çalışmanın hassasiyetine bağlıdır. Analizlerin olumsuz etkilenmemesi için laboratuvar ortamının toz, nem ve buhar gibi olumsuz şartlardan korunması ve analizlerin gerektirdiği ideal ortam sıcaklığının sağlanabilmesi için gerekli önlemlerin alınması önem arz eder.



Görsel 1.10: Laboratuvarın genel görüntüsü

Laboratuvar bölümlerinin yerleşimi, iş akış planına ve yapılacak çalışmanın gerekliliklerine göre tasarlanır. Laboratuvar çalışmalarının yapıldığı, teorik derslerin işlendiği ve alan öğretmenlerinin kullandığı bölümler birbirinden ayrı alanlardır.

Laboratuvar ve bireyin güvenliği için iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliklerine uygun önlemler alınmalıdır. İş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli olan donanımlardan; yangın söndürme tüpü (Görsel 1.11), ilk yardım çantası, vücut duşu (Görsel 1.12), göz duşu (Görsel 1.13), (Görsel 1.14), yangın söndürme sistemi, yangın dedektörü, acil çıkış işaretleri ve ecza dolabı bulunmalıdır. Laboratuvarda çalışma yapacak öğrenciler, iş sağlığı ve güvenliği donanımlarının yerleri ve nasıl doğru kullanacağı hakkında bilgi sahibi olmalıdır.



Görsel 1.11: Yangın söndürme tüpü



Görsel 1.12: Vücut duşu



Görsel 1.13: Göz duşu



Görsel 1.14: Göz duşu ve vücut duşu piktogramları

1.2.2.1. Laboratuvar Zemini ve Tezgâhları

Laboratuvarlarda duvar, tavan ve zeminler; kolayca temizlenebilir, yıkanabilir, dezenfekte edilebilir; yangına, kimyasal maddelere, korozyona ve hasarlara karşı dayanıklı özellikte malzemelerle kaplıdır. Laboratuvar zeminleri, atık suların kolayca uzaklaştırılabileceği bir şekilde tasarlanmıştır. Öğrenciler her çalışma öncesinde ve sonrasında duvar ve zeminlerin temizliğinden emin olmalıdır.

Laboratuvar tezgâhlarının ölçüleri (yükseklik, en, boy), rahat çalışmayı sağlayacak standartlara uygun hazırlanmıştır (Görsel 1.15). Tezgâhların yüzeyleri kimyasal maddelere, çizilmeye, aşınmaya, lekelenmeye karşı dayanıklı malzemelerle kaplıdır ve kolay temizlenebilir. Tezgâh kenarlarında sıvıların yere akmasını engelleyecek koruyucular bulunur. Tezgâhların baş kısmında, kimyasal maddelere ve korozyona dayanıklı, kolay temizlenebilir özellikte lavabolar yer alır. Aynı zamanda tezgâh üstünde musluklar, gaz vanaları, elektrik prizleri, tezgâh üstü rafları ve tezgâh altında da dolaplar bulunur. Öğrenciler çalışmaları esnasında tezgâhların temizliğine dikkat etmeli ve çalışmaları bittikten sonra tezgâh üstlerini temiz ve düzenli bir şekilde bırakmalıdır.



Görsel 1.15: Laboratuvar zemin ve tezgâhları

1.2.2.2. Laboratuvar Gaz ve Su Tesisatı

Laboratuvarlarda gaz ve su tesisatları, standartlara uygun şekilde donatılmıştır. Su ve gaz musluklarının basit açma/kapama vanaları vardır. Öğrenciler çalışmalarına başlamadan önce vanaları açmalı, çalışma bitiminde ise kapattıklarından emin olarak laboratuvardan ayrılmalıdırlar.

Temiz su tesisatından gelen suyun gereksiz yere akıtılmamasına dikkat edilmelidir. Atık su tesisatına kimyasal maddeler dökülmemelidir. Öğrenciler vücut ve göz duşlarının bulunduğu yerleri ve bunların nasıl kullanılacağını bilmeli, gereksiz kullanımından kaçınmalıdır.

1.2.2.3. Laboratuvar Malzeme Dolapları

Laboratuvarlarda; malzeme, araç gereç, kimyasal madde ile çözeltilerin saklanabilmesine uygun özelliklerde, öğrencilerin kolay erişebileceği şekilde tasarlanmış dolaplar bulunur. Öğrenciler laboratuvar malzemelerinin, araç gereç ve kimyasal maddelerin dolaplarda düzenli ve sistemli bir şekilde muhafaza edilmesini ve bu düzenin korunmasının sürekliliğini sağlamalıdır (Görsel 1.16).

Ayrıca ilk yardım dolabının, tezgâh altı malzeme depolama dolaplarının ve bilgilendirmelerin yapıldığı panoların temiz ve düzenli kalması sağlanmalıdır.



Görsel 1.16: Laboratuvar malzeme dolapları

1.2.2.4. Laboratuvarın Havalandırma Sistemi

Laboratuvarda bulunan havalandırma sisteminin ideal şartlarda çalışması gerekir. Bu öğretmen ve öğrencilerin sağlığı, laboratuvar cihazlarının verimli çalışması ve laboratuvar çalışmalarının sağlıklı sonuçlar vermesi açısından önem arz eder (Görsel 1.17). Laboratuvarda, çeker ocak ile çalışma yapılıyor ise çeker ocakların hava ihtiyacı ayrıca dikkate alınır.

Öğrenciler laboratuvarda bulunan havalandırma sisteminin kumanda panelinin yerini bilmeli, ihtiyaç duyulduğunda gerekli şartları oluşturabilmek için açma-kapama işlemini ve çalışmasının niteliğine göre sıcaklık, nem gibi ayarlamaları yapabilmelidir. Kumanda paneline öğretmenin bilgisi dışında müdahalede bulunulmamalıdır.



Görsel 1.17: Laboratuvar havalandırma sistemi

1.2.2.5. Çeker Ocaklar

Laboratuvarda yapılan testler, deneyler ve analizler esnasında açığa çıkan sağlığa zararlı gazların, asit buharlarının, yoğun kokuların ve ısıların laboratuvardan tahliye edilmesi çeker ocaklar kullanılarak sağlanır (Görsel 1.18).

Laboratuvarda aydınlatma, çalışma esnasında detayları daha iyi görebilmek açısından önemlidir. Laboratuvarda doğal aydınlatmaya öncelik verilir, doğal aydınlatmanın yetersiz kaldığı durumlarda yapay aydınlatma sistemi ile aydınlatma desteklenir. Aydınlatma sisteminin; yüksek aydınlatma değerine, ışığı homojen bir şekilde dağıtma yeteneğine, ihtiyaca göre kısılabilme seçeneğine ve parlama yapmama özelliğine sahip olması önem arz eder.



Görsel 1.18: Çeker ocak

1.2.2.6. Laboratuvar Aydınlatması

Öğrenciler laboratuvar aydınlatma sisteminin kumanda panelinin yerini bilmeli; ihtiyaç duyulduğunda aydınlatma sistemini açıp, çalışması bittikten sonra da kapatarak laboratuvardan çıkmalıdır. Aydınlatma kumanda paneline öğretmenin bilgisi dışında müdahale edilmemelidir.

1.2.2.7. Laboratuvar Atıklarının Muhafaza Edilmesi

Laboratuvarda yapılan işin niteliğine göre çok farklı türlerde kimyasal atık ortaya çıkar. Okul idaresi tarafından bu atıkların yasalar ve yönetmeliklerde belirtilen şartlara uygun olarak zararsız hâle getirildikten sonra çalışma alanından uzaklaştırılması gerekir. Şayet kimyasalların imha edilmesi için belirli bir uzmanlık ve yetki gerekiyor ise kimyasalların, yine okul idaresi tarafından yasalar ve yönetmeliklerde belirtilen şartlara uygun olarak ayrı ayrı kaplarda toplanıp uygun koşullarda depolanması ve yetkili kurumlara teslim edilmesi gerekir. Atık kapları; kimyasal maddelerin zararlarına karşı dayanıklı, sızdırmaz ve sağlam olmalıdır.

Çözelti, asit, baz, yağ gibi sıvı atıklar öğretmenin onayı olmadan lavaboya dökülmemelidir. Laboratuvardaki katı atıklar genellikle evsel atıklardır. Bu katı atıkların (kâğıt, cam, plastik vb.) ayrı ayrı atık kutularında toplanmasına dikkat edilmelidir (Görsel 1.19).

Atık toplama alanında biriken atıkların toplanması ve taşınması işlemlerinden resmi olarak yetkili kurum ve kuruluşlar sorumludur.



Görsel 1.19: Atık toplama kutuları

2. UYGULAMA

LABORATUVAR KOŞULLARINI DEĞERLENDİRMEK

SÜRE
3 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Eldiven, önlük, gözlük, maske, sabun.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Laboratuvar zeminini ve tezgâhlarını kontrol ediniz.
3. İş sağlığı ve güvenliği donanımlarından yangın dolabı, ilk yardım dolabı, ecza dolabı, vücut duşu, göz duşu ve acil çıkış işaretlerinin yerlerini kontrol ediniz.
4. Laboratuvar gaz ve su tesisatını kontrol ediniz.
5. Çeker ocakların kullanıma hazır olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Malzeme dolaplarını kontrol ediniz.
7. Havalandırma sistemini kontrol ediniz.
8. Aydınlatma sistemini kontrol ediniz.
9. Laboratuvar atıklarının muhafaza edildiği yerleri kontrol ediniz.
10. Raporunuzu hazırlayınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

"Laboratuvar Koşullarını Değerlendirmek" ile ilgili işlemler aşağıdaki kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			10
2.	Laboratuvar zeminini ve tezgâhlarını kontrol eder.			10
3.	İş sağlığı ve güvenliği donanımlarından yangın dolabı, ilk yardım dolabı, ecza dolabı, vücut duşu, göz duşu ve acil çıkış işaretlerinin yerlerini kontrol eder.			10
4.	Laboratuvar gaz ve su tesisatını kontrol eder.			10
5.	Çeker ocakların kullanıma hazır olup olmadığını kontrol eder.			10
6.	Malzeme dolaplarını kontrol eder.			10
7.	Havalandırma sistemini kontrol eder.			10
8.	Aydınlatma sistemini kontrol eder.			10
9.	Laboratuvar atıklarının muhafaza edildiği yerleri kontrol eder.			10
10.	Raporunu hazırlar.			10

1.3. LABORATUVARDA GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Laboratuvar güvenliği hakkında yapılan araştırma çalışmalarının sonuçları, laboratuvarda meydana gelen kazaların büyük çoğunluğunun bilinçsizlikten ve eğitimsizlikten kaynaklandığını göstermektedir.

1.3.1. Laboratuvarda Genel Güvenlik Önlemleri

Laboratuvar güvenliği, laboratuvarda çalışan öğretmen ve öğrencilere, ortamda bulunan araç gereç, makine, donanımlara ve çevreye zarar verebilecek tehlikelere karşı önlemler almak, aksaklık yaratabilecek durumları belirlemek ve gidermek amacıyla bilimsel yöntemlerle risklerin analiz edilip ortadan kaldırılması sürecine denir.

Laboratuvar çalışmaları, doğası gereği fiziksel, kimyasal ve biyolojik birçok risk barındırır. Laboratuvarda meydana gelen kazaların çok büyük bir bölümü çalışanlardan kaynaklanır. Laboratuvarda çalışan öğrenciler; kendi güvenliği, birlikte çalıştığı arkadaşlarının güvenliği ve çevrenin güvenliğinden sorumludurlar.

Laboratuvarlarda meydana gelen kazaların başlıca nedenleri şunlardır:

- Öğrencilerin bilgi eksikliği
- Öğrencilerin kendine aşırı güven duyması
- Öğrencilerin dikkatsizliği ve ihmali
- Öğrencilerin psikolojik özellikleri
- Laboratuvardaki olumsuz fiziksel koşullar

Laboratuvarda uyulması gereken genel güvenlik önlemleri şunlardır:

- Laboratuvarda çalışan öğrenciler tüm güvenlik kurallarına uymalıdır.
- Laboratuvara çanta, palto, hırka, mont ve gereksiz malzeme getirilmemelidir.
- Laboratuvara girmeden önce önlük giyilmeli, laboratuvardan çıktıktan sonra çıkarılmalıdır. Laboratuvar önlüğü; mümkünse yanmayan kumaştan, diz altı uzunlukta ve uygun bedende olmalıdır.
- Laboratuvara gelmeden önce çalışmaya dair gerekli okumalar yapılmalı, konuya hâkim olunmalıdır.
- Laboratuvarda yapılacak işin niteliğine göre maske (Görsel 1.20), koruyucu gözlük (Görsel 1.21), eldiven gibi kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.



Görsel 1.20: Koruyucu maske ve eldiven



Görsel 1.21: Kişisel koruyucu gözlük

- Laboratuvar çalışanı kendisinin ve çalışma arkadaşlarının sağlık ve güvenliğine risk oluşturacak davranışlardan kaçınmalıdır.
- Laboratuvarda yalnız çalışılmamalıdır. Yalnız çalışılma zorunluluğu var ise çalışma planı ve çalışma zaman aralığı öğretmene bildirilmelidir.
- Laboratuvar kapıları dışarı doğru açılmalı, kapı önleri boş bırakılmalıdır.

- Çalışma ortamının güvenliğini sağlamak amacıyla laboratuvara ziyaretçilerin girmesi engellenmeli ve laboratuvarda bunu belirten uyarıcı levhalar bulunmalıdır (Görsel 1.22).
- Öğrenciler, laboratuvarlarda bulunan yangın dolaplarının ve yangın söndürme tüplerinin yeri ve kullanımı hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Tüplerin önünün boş olması sağlanmalıdır (Görsel 1.23).
- Laboratuvarda ecza dolabı ve ilk yardım malzemeleri bulunmalıdır (Görsel 1.24) ve bu malzemelerin nasıl kullanılacağı hakkında öğrenciler bilgilendirilmelidir.



Görsel 1.22: Uyarı levhası


Görsel 1.23: Yangın söndürme


Görsel 1.24: İlk yardım seti

- Laboratuvarda meydana gelen her türlü riskli durum, öğretmene anında bildirilmelidir.
- Laboratuvarda öğretmen tarafından verilen görevler dışında hiçbir çalışma yapılmamalı, cihaz kullanılmamalıdır.
- Öğretmenden izin alınmadan hiçbir kimyasal madde ve laboratuvar malzemesi laboratuvar dışına çıkarılmamalıdır.
- Laboratuvarda yiyecek içecek bulundurulmamalıdır.
- Laboratuvarda çalışırken eller yüze sürülmemelidir.
- Laboratuvar cihazlarının koruyucu ve güvenlik amacı ile yapılmış aparatları, çalışma esnasında asla kulanım dışı bırakılmamalıdır; bu aparatlara zarar verilmemelidir.
- Çalışmaya başlamadan önce kullanılacak cihazların güvenli çalışma için hazır olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir.
- Kimyasal maddeler asla koklanmamalı ve bunların tatlarına bakılmamalıdır. Kimyasal maddelere ağızla pipetleme asla yapılmamalıdır.
- Laboratuvarda çatlak ve kırık cam eşyalar kullanılmamalıdır (Görsel 1.25, 26, 27, 28, 29).


Görsel 1.25: Beher ve cam baget



Görsel 1.26: Erlenmayer


Görsel 1.27: Farklı ölçülerde mezürler


Görsel 1.28: Balon joje


Görsel 1.29: Büret

- Kimyasallar tek elle taşınmamalı, bir el sıkıca boyun kısmından tutarken diğer el ile kabın altı kavranmalıdır.
- Kimyasal maddeye temas edilmesi durumunda ve laboratuvar dışına çıkılacağı zaman eller yıkama tekniğine göre yıkanmalıdır (Görsel 1.30).



Görsel 1.30: El yıkama

- Çalışma esnasında zehirli gazların oluşma riski var ise çalışma mutlaka çeker ocak içerisinde yapılmalıdır.
- Ellerde kesik, yara var ise bunların üzeri su geçirmez bant ile kapatılmalıdır, kapatılamıyorsa öğretmene haber verilmeli ve çalışma yapılmamalıdır.
- Katı hâldeki maddeler kaplarından her zaman temiz bir spatül (Görsel 1.31) veya kaşıkla alınmalıdır. Kullanılan spatül temizlenmeden başka bir maddenin içine daldırılmamalıdır. Kapların kapakları masa üzerine konurken her zaman iç tarafları yukarı bakmalıdır.
- Laboratuvar çalışmalarında öğretmenin belirlediği işlem basamaklarına muhakkak uyulmalıdır. Deney föyünde belirtilmeyen kimyasal maddeler kullanılmamalı ve kimyasal maddeler gelişigüzel bir şekilde birbirine karıştırılmamalıdır (Görsel 1.32).



Görsel 1.31: Spatül



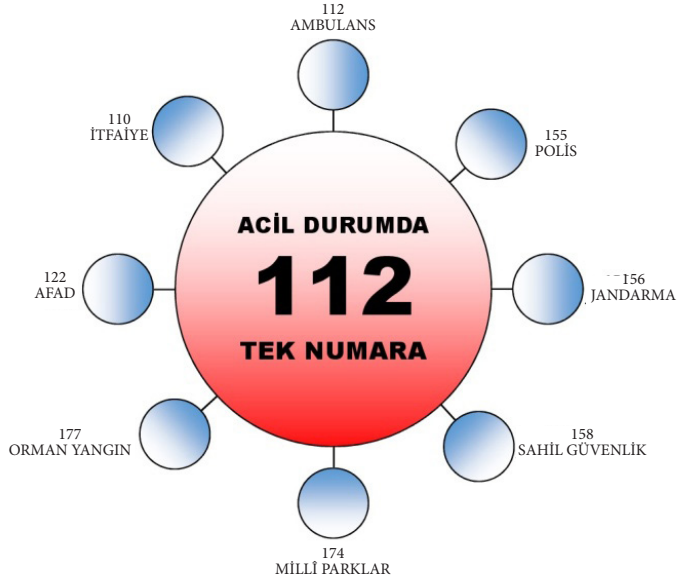
Görsel 1.32: Kimyasal maddelerin karışımı

- Asitler suyun üzerine yavaş yavaş eklenmelidir. Asidin üstüne su eklendiğinde su, ısıdan dolayı buharlaşarak ortamdan uzaklaşmaya çalışır. Dışarı çıkmaya çalışan su buharı, asidin etrafa saçılmasına neden olur.
- Kap ve şişeler önce muhakkak etiketlenmeli sonra kimyasal maddeler kap ve şişelerin içine konulmalıdır. Kap veya şişede bulunan bir kimyasal madde kullanılmadan önce şişe ya da kabın üzerindeki etiket mutlaka dikkatle okunmalıdır. Üzeri etiketsiz kaplardaki kimyasal maddeler kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Çözeltiler şişelere doldurulurken şişenin dörtte biri oranında kısmı, genişleme payı olarak boş bırakılmalıdır. Çözeltilerin bulunduğu kapların üzerinde etiket bulunmalıdır (Görsel 1.33).



Görsel 1.33: Çözelti etiketi

- Isıtılan, kaynatılan ve karıştırılan kimyasalların bulundukları deney tüplerinin ağızları kimsenin bulunmadığı yöne doğru tutulmalıdır. Deney tüpüne asla tepeden bakılmamalıdır. Isıtma sırasında tüpün çatlamaması için tüp hafifçe sallanmalıdır.
- Sıcak test tüpü, kroze, beher gibi malzemeler elle tutulmamalıdır. Tüp maşası kullanılmalı ya da amyantlı tel üzerinde bekletilerek soğutulmalıdır.
- Laboratuvar cihazları ve keskin uçlu aletler, kullanılmadığı zaman kapatılmalıdır.
- Elektrik fişleri çıkarılırken ellerin ve zeminin kuru olduğundan emin olunmalıdır, fişler kablolardan çekilerek çıkarılmamalıdır.
- Kimyasal maddelerin depolanması mevzuata uygun olarak yapılmalıdır. Depoların havalandırma sistemleri olmalıdır.
- Çalışma esnasında kullanılan malzeme ve cihazlar iş bitiminde uygun şekilde temizlenerek yerlerine kaldırılmalıdır.
- Laboratuvar çalışmaları sonucu ortaya çıkan atıklar mevzuata uygun şekilde etkisiz hâle getirilmelidir.
- Katı atıklar, çöp kutusu ya da atık kutusuna atılmalıdır.
- Çalışma bittikten sonra cam malzemelerin içinde hâlâ sıvı kimyasal var ise bu malzemeler lavaboya konulmalı, tezgâh üstünde bırakılmamalıdır.
- Gaz vanaları, su vanaları ve muslukları, elektrik düğmeleri çalışma bitiminde kapatılmalıdır.
- En yakın sağlık kuruluşunun telefon numarası ve acil durumlarda aranacak telefon numaraları görülen yere asılmalıdır (Görsel 1.34).



Görsel 1.34: Acil durumda aranacak numara

1.3.2. Kimyasal Maddelerin Sınıflandırılması ve Kimyasal Maddelerle Çalışma Güvenliği

Laboratuvar çalışmalarında kullanılan kimyasal maddelerin birçoğu; kullanımı, taşınması, depolanması esnasında çevre ve insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere neden olabilir. Bunun için gerekli tedbirler alınmazsa uzun ve kısa vadede tedavisi ve geri dönüşü olmayan etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilir.

Kimyasalların güvenli kullanımının sağlanması amacı ile kimyasalların sınıflandırılarak tehlike özelliğinin tespiti sonrası hazırlanan **tehlike etiketi** ve kimyasal madde hakkında detaylı bilgi sağlayan **güvenlik bilgi formları** kullanılır.

Tehlikeli kimyasal maddeler verebilecekleri zararın türüne veya içinde bulunan maddelere göre 9 sınıfa ayrılmıştır (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Zararlılık İşaretleri ve Önlem İbareleri

ZARARLILIK İŞARETİ	TEHLİKE İBARESİ	ÖNLEM İBARESİ
	**Patlayıcı Madde** Kıvılcım, alev, sıcaklık veya şok etkisi ile patlama riski taşır. Asetilen, asit, hidrojen, nitro bileşikleri, amonyak, organik peroksitler, perkloratlar, bromatlar vb.	Depoları ayrı olmalıdır. Tutuşmaya neden olabilecek kaynaklardan uzak tutulmalıdır.
	**Kolay Alevlenir Madde** Kolay tutuşur, tutuştuğu zaman söndürmesi zordur. Aseton, etil eter, sodyum, hidrojen, lityum, asetilen, etil alkol, potasyum vb.	Direkt güneş ışığı, ateş, kıvılcım, elektrik prizleri ve yakıcı maddelerden uzak tutulmalıdır.
	**Oksitleyici Madde** Oda sıcaklığında veya yüksek sıcaklıklarda kendiliğinden oksijen meydana getirir ve şok ile ısıtma altında şiddetle patlayabilir. Ateşin şiddetlenmesine neden olabilir. Peroksitler, hiperperoksitler vb.	Gün ışığında uzak, serin, kuru ve iyi havalandırılan alanda depolanmalıdır. Aşırı ve ani sıcaklık değişimlerinden korunmalıdır. Özellikle kırılmayan renkli cam ve reaksiyona girmeyen kaplarda muhafaza edilmelidir. Organik maddeler, alev alabilir solventler ve korozif maddelerden ayrı tutulmalıdır. Alev alabilen kaynaklara yaklaştırılmamalıdır.
	**Sıkıştırılmış Gaz** Basınç altında gaz içerir, ısıtıldığında patlayabilir.	Güneş ışığında bırakılmamalı ve iyi havalandırılan ortamda saklanmalıdır.
	**Aşındırıcı (Korozif) Madde** Vücut dokularına (deri, göz vb.), kumaş, metal veya cam maddeler temas ettiğinde aşındırıcı etkisi vardır. Sülfürik asit, hidroklorik asit, nitrik asit, amonyum hidroksit, sodyum hidroksit, krom trioksit vb.	Güneş ışığından uzak, serin, kuru ve iyi havalandırılan alanlarda depolayınız. Depolama alanı, sıcaklık değişimlerine karşı korunmalıdır. Raflardan düşme tehlikesini en aza indirmek için tabana yakın depolanmalıdır. Çalışılırken önlük, gözlük ve eldiven gibi kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
	**Toksik (Zehirli) Madde** Ağız, solunum veya deri yoluyla vücuda girdiğinde zehirlenmeye neden olur.	Toksik maddeler diğer tehlike sınıflarından ayrı tutulmalı, soğuk ve iyi havalandırılan bir yerde ışık ve ısıdan uzak olacak şekilde muhafaza edilmelidir. Çalışılma ortamı özel olmalıdır. Önlük, maske, eldiven ve gözlük gibi kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
	**Solunum Azaltıcı Madde / Kanserojen ve Mutajen Madde** Solunum sistemi hasarı, üreme sistemi için toksik etki yaratabilir. Kanserojen ve mutajenik olabilir.	Solunum azaltıcı madde / kanserojen ve mutajen madde diğer tehlike sınıflarından ayrı tutulmalı, soğuk ve iyi havalandırılan bir yerde ışık ve ısıdan uzak olacak şekilde muhafaza edilmelidir. Havalandırmanın yetersiz olduğu çalışma ortamlarında, solunum cihazı takılmalıdır.
	**Tahriş Edici Madde (İrritan)** Deriye ve diğer vücut dokularına aşındırıcı etkisiyle zarar verebilir, alerjiye neden olabilir.	Çalışırken ortam havalandırılmalı, önlük, gözlük, eldiven gibi kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Buharı solunmamalıdır.
	**Çevreye Zararlı Madde** Toprağa, suya veya havaya karıştığında uzun süreli zararlı etkiler oluşturan maddedir.	Atıkları doğrudan çevreye atılmamalı, lavaboya dökülmemelidir. Ayrı, özel kaplarda biriktirildikten sonra belediyelerde oluşturulan özel uzmanlara teslim edilmelidir.

Kimyasal maddelerin depolandıkları alanlarda yangın ve patlama riski bulunur. Önlem olarak laboratuvarlarda kimyasal maddelerin birbirleriyle tehlikeli reaksiyon vermeyecek şekilde sınıflandırılması ve bu sınıflandırmalara uygun olarak depolanması önem arz eder. **Güvenlik bilgi formları** kimyasal maddenin üretimi, depolanması, taşınması, atık hâline geldikten sonra da doğada nasıl uzaklaştırılacağına ait döngüyü verir.

Güvenlik bilgi formunda şu bilgiler bulunur (Görsel 1.35) :

1. Madde/müstahzar ve şirket/iş sahibinin tanıtımı
2. Tehlike durumları
3. Bileşimi/ içindekiler hakkında bilgi
4. İlk yardım
5. Yangınla müdahale
6. Kaza kurtarma tedbirleri
7. Uygulama ve depolama
8. Korunma kontrolü ve kişisel korunma
9. Fiziksel ve kimyasal özellikler
10. Stabilitesi ve tepkisi
11. Toksikolojik etkiler
12. Ekolojik bilgiler
13. Atık durumu
14. Taşımacılık bilgisi
15. Yasal bilgiler
16. Diğer bilgiler içerikleri



Yeni Düzenleme Tarihi
Hazırlama Tarihi 22.03.2018

Kaçıncı Düzenleme Olduğu 1.1
Kısım I Form No: 030 Ver.TR

GÜVENLİK BİLGİ FORMU
Metilsiklohekzan

13 Aralık 2014 tarihli, 29204 sayılı," T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmeliği" ne uygun düzenlenmiştir.

1 MADDENİN/KARIŞIMIN VE ŞİRKETİN/DAĞITICININ KİMLİĞİ

1.1. Madde /Karışım kimliği

Ürün Adı	**Metilsiklohekzan**
Malzeme	1098852, 1021714, 1021712, 1028351, 1021711, 1024851, 1028352, 1024850, 1021713
CAS No	108-87-2
EC No	203-624-3

1.2. Madde veya karışımın belirlenmiş kullanımları ve tavsiye edilmeyen kullanımları

Kullanım Alanı Kimyasal ara karışım maddesi olarak kullanılır.

1.3. Güvenlik bilgi formu tedarikçisinin bilgileri

Üretici

1.4. Acil durum telefon numarası

Tel: 1.832.813.4984 (Uluslararası)
Türkiye Ulusal Zehir Danışma Merkezi (UZEM): 114
Türkiye Acil Sağlık Hizmetleri: 112

2 ZARARLILIK TANIMLANMASI

2.1. Madde ve karışımın sınıflandırılması

Sınıflandırma (T.C. 28848)

Fiziksel zararlar	Alev. Sıvı 2- H225
Sağlık zararları	Asp. Tok. 1- H304; Cilt Tah. 2- H315; BHOT Tek Mrz. 3- H336
Çevresel zararlar	Sucul Akut 1- H400; Sucul Kronik 2- H411

Zararlılık ifadelerinin tam metni Bölüm16'da verilmiştir.

2.2. Etiket unsurları
Belirli karışımların özel şekilde işaretlenmesi:

T.C. 28848.
Cas No: 108-87-2

Uyarı Kelimesi: Tehlike

Zararlılık İfadeleri:

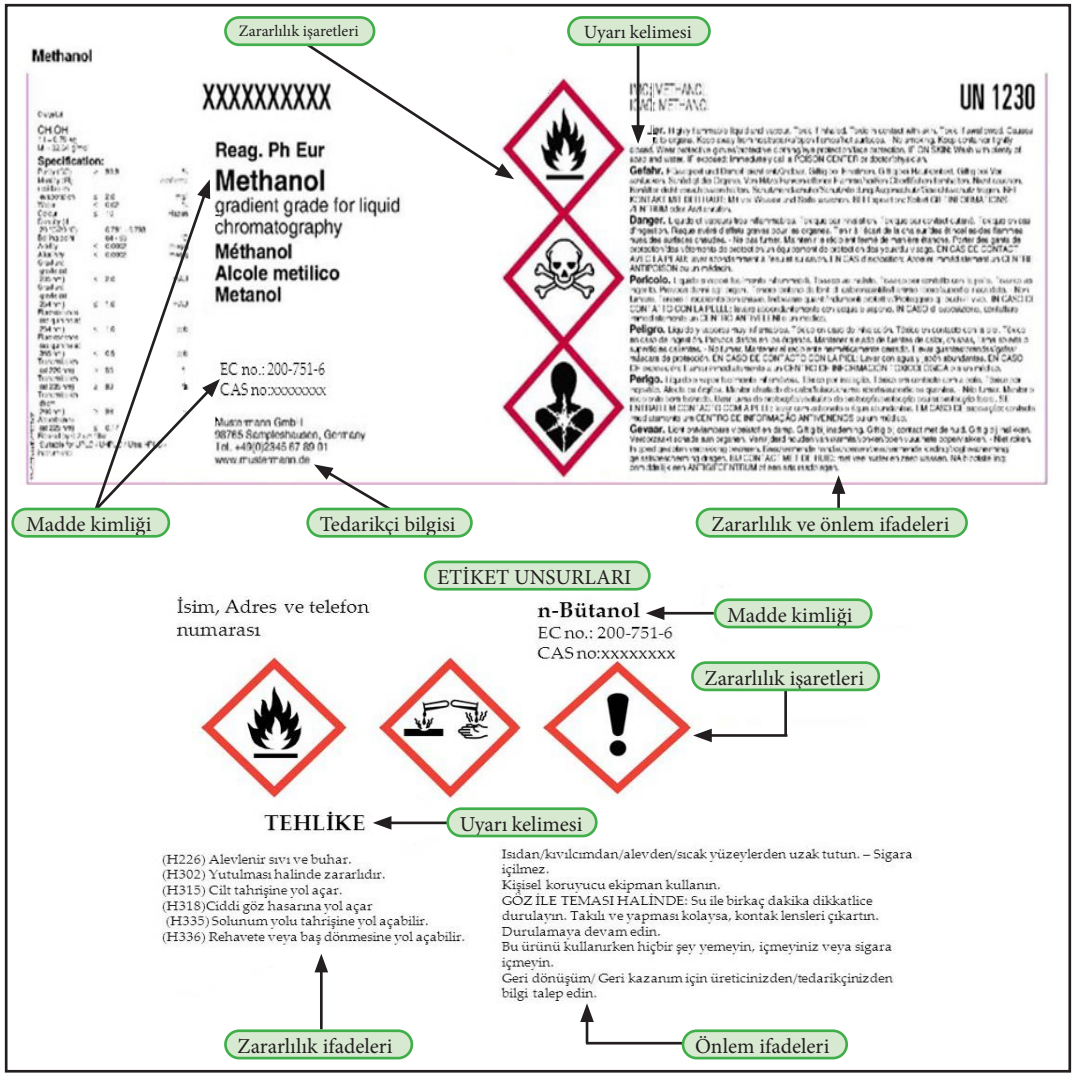
H225	Kolay alevlenir sıvı ve buhar.
H304	Solunum yoluna nüfuzu ve yutulması halinde öldürücüdür.
H315	Cilt tahrişine yol açar.
H336	Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.
H410	Sucul ortamda uzun süre kalıcı, çok toksik etki.

Görsel 1.35: Güvenlik bilgi formu

1.3.3. Kimyasal Maddelerin Etiketlenmesi

Laboratuvarda kullanılan kimyasal maddelerin üzerinde bulunan etiketler, kimyasal maddelerin veya karışımların tanınmasını sağlayan bilgileri içerir (Görsel 1.36). Kimyasal maddelerin etiketlerinde uyarı kelimeleri, tehlike işaretleri, risk ibareleri, önlem ifadeleri, zararlılık ifadeleri, tedarikçinin adı, adresi, telefon numarası ve kimyasal maddenin veya karışımın kimliği yer almalıdır. Bu bilgilerin okunabilir şekilde olması, çalışma güvenliği için önem arz eder. Kimyasallar etiketlerde belirtilen özelliklere uygun olarak kullanılmalıdır ve depolanmalıdır.

Etiketi okunmayan kimyasallar kesinlikle kullanılmamalıdır. Etiketi hasar görmüş kimyasallar, tüm bilgileri tam olarak içerecek şekilde yeniden etiketlenmelidir. Laboratuvar çalışması esnasında başka kaba aktarılan kimyasallar, gerekli bilgileri içerecek şekilde etiketlenmelidir.



Görsel 1.36: Kimyasal maddelerin etiket örnekleri

1.3.4. Kimyasal Maddelerin Depolanması

Okul laboratuvarlarının çalışma alanlarında ve depolarında; tehlike sınıfı farklı, sağlık ve güvenlik açısından risk oluşturabilecek birçok kimyasal madde kullanılır. Bu kimyasal maddelerin doğru şekilde depolanması önemlidir.

Laboratuvarda az miktarda kimyasal depolanmasına dikkat edilmelidir. Kimyasal maddelerin saklanacağı depolarda geçiş yolları, koridorlar, kapı önleri, giriş ve çıkışlar, acil çıkış güzergâhları temiz ve düzenli tutulmalıdır. Depoların kapıları dışarıya doğru açılmalıdır. Depolar sağlam bir zemine sahip olmalıdır. Deponun yapıldığı malzeme, kimyasallara ve yangına karşı dayanıklı olmalıdır. Depo içinde mümkünse elektrik tesisatı bulunmamalıdır. Mümkün değilse elektrik tesisatı patlamaya karşı dayanıklı olmalıdır. Havalandırma sistemi; kimyasallardan ötürü depoda biriken gaz, toz ve buharları alttan ve üstten verimli bir şekilde temizleyebilmelidir. Kimyasal depolarında; yangın güvenliği malzemeleri, kişisel koruyucu donanımlar, sağlık ve güvenlik işaretleri bulunmalıdır.

Kimyasal maddelerin saklandığı depolarda bulunan raflar, dolaplar düşme ve devrilme tehlikesine karşı zemine ve duvara sabitlenmelidir.

Depolama alanlarına mutlaka öğretmen gözetiminde girilmelidir. Envanter çıkarma, depolama, taşıma ve kullanım esnasında kişisel koruyucu donanımlar (önlük, gözlük, maske, eldiven, koruyucu ayakkabı vb.) muhakkak kullanılmalıdır.

Laboratuvarda kullanılmak amacı ile satın alınan tüm kimyasal maddelerin şişe, kutu ve varilleri etiketlenerek tanımlanmalıdır. Etiket üzerinde; kimyasal maddenin açılış tarihi, son kullanma tarihi, saklama koşulları, kimyasal maddeyi açan kişi gibi kritik bilgiler muhakkak bulunmalıdır. Kimyasal maddelerin fıçı, varil, kutu vb. ambalaj kapakları üst tarafta olacak şekilde depolanmalıdır.

Kimyasal maddeler; birbirleri ile uyumluluklarına, öğretmen, öğrenci ve çevreye verecekleri zararlara göre sınıflandırılmalıdır. Kimyasal maddelerin uyumluluğunu anlamak için güvenlik bilgi formuna bakılmalıdır. Açık alanda ya da kapalı alanda, kimyasalların depolanması sırasında bir arada depolanmayacak kimyasalların belirlenmesi gerekir.

Kimyasal maddelerin neme, ısıya, güneş ışınlarına, şoklara karşı duyarlılıkları farklılık gösterebilir. Depolama yapılırken bunlar göz önünde bulundurulmalıdır. Alev alıcı ve patlayıcı kimyasallar yangına dayanıklı özel dolaplarda veya odalarda depolanmalıdır. Yönetmeliklerde belirtilen limitlere uygun, az miktarda alev alıcı kimyasal açık alanda bulunabilir.

Aşındırıcı kimyasalların bulunduğu dolapların korunması ve aşınma nedeniyle kırılarak dökülmelerin önlenmesi amacıyla dolap içlerinde; uygun, dayanıklı ikincil kaplar kullanılmalıdır. Buhar çıkışını önlemek amacıyla kimyasal maddelerin şişelerinin kapakları sıkıca kapatılmalıdır. Kimyasal maddelerin saklandığı depolarda elektrikli ısıtıcı kullanılmamalıdır.

1.3.5. Kimyasal Maddelerle Güvenli Çalışma Kuralları

Laboratuvar çalışmalarında, hem öğretmen ve öğrencilerin güvenliği hem de çalışma sonuçlarının güvenilirliği açısından, kimyasal maddelerle güvenli çalışma kurallarına mutlaka uyulmalıdır. Bu kurallar aşağıdaki gibidir:

Laboratuvarda çalışma yapacak öğrenciler kullandığı kimyasal maddelerin kapları üzerinde bulunan etiketleri okumalı, zararlılık işaretlerinin anlamlarını bilmeli ve güvenlik bilgi formlarındaki açıklamaları dikkatlice okumalıdır. Çalışmasının gerektirdiği kişisel koruyucu donanımları kullanmalıdır. Laboratuvar her zaman temiz ve düzenli tutulmalıdır. Öğrenciler, çalışmaya başlamadan önce kullanacağı kimyasallarla ilgili ilk yardım kurallarını bilmeli ve her türlü ilk yardım malzemesini hazır bulundurmalıdır.

Kimyasal maddeler ısıdan ve darbeden uzak tutulmalıdır. Kimyasal maddeler asla koklanmamalı ve bunların tatlarına bakılmamalıdır. Kimyasal maddelere çıplak elle dokunulmamalıdır. Asla ağızla pipetleme yapılmamalıdır. Herhangi bir kimyasal madde ile çalışılırken kullanılan kaplar, yeterli temizliği yapılmadan başka kimyasallar için kullanılmamalıdır. Birkaç kimyasal maddenin birbirine karıştırılmasından kaçınılmalıdır. Asitler ve bazlar ayrı ayrı depolanmalıdır. Kimyasal maddeler depolama sınıflarına uygun olarak depolanmalıdır.

3. UYGULAMA

LABORATUVARDA GÜVENLİK ÖNLEMLERİNİ ALMA

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Eldiven, önlük, gözlük, maske, kimyasal madde şişeleri , asetik asit, su, balon joje, etiket.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Yangın söndürücüleri ve bunların çevrelerini kontrol ediniz.
3. Çalışma ortamında tehlikeli kimyasal maddelerin (patlayıcı, tahriş edici, kolay alevlenen vb.) olup olmadığını kontrol ediniz.
4. Kimyasal malzeme kaplarını ve şişelerini doğru şekilde taşıyınız.
5. Katı hâldeki kimyasal maddeleri bulundukları kaplardan, doğru şekilde alınız.
6. Kimyasal madde şişeleri üzerindeki etiketleri okuyarak sınıflandırmalarını yapınız.
7. Kimyasal maddelerin şişeleri üzerindeki etiketlere göre gerekli önlemleri alınız.
8. Çalışmanızda kullandığınız cihazları kapatınız.
9. Laboratuvarı temiz ve düzenli bırakınız.
10. Ellerinizi yıkayınız.
11. Raporunuzu hazırlayınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

"Laboratuvar Koşullarını Değerlendirmek" ile ilgili işlemler aşağıdaki kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			10
2.	Yangın söndürücüleri ve bunların çevrelerini kontrol eder.			10
3.	Çalışma ortamında tehlikeli kimyasal maddelerin (patlayıcı, tahriş edici, kolay alevlenen vb.) olup olmadığını kontrol eder.			10
4.	Kimyasal malzeme kaplarını ve şişelerini doğru şekilde taşır.			10
5.	Katı hâldeki kimyasal maddeleri bulundukları kaplardan, doğru şekilde alır.			10
6.	Kimyasal madde şişeleri üzerindeki etiketleri okuyarak sınıflandırmalarını yapar.			10
7.	Kimyasal maddelerin şişeleri üzerindeki etiketlere göre gerekli önlemleri alır.			10
8.	Çalışmasında kullandığı cihazları kapatır.			10
9.	Laboratuvarı temiz ve düzenli bırakır.			10
10.	Ellerini yıkar.			5
11.	Raporunu hazırlar.			5

1.4. LABORATUVAR KAZALARINDA İLK YARDIM

Laboratuvarlarda yapılan çalışmanın niteliğine de bağlı olarak ilk yardım gerektiren birçok durumla karşılaşılabilir. Bu durumlar; çeşitli şekillerde oluşan yanıklar, bazı maddelerin yutulması veya solunması sonucu oluşan zehirlenmeler ya da elektrik şokları olabilir.

1.4.1. İlk Yardım ve İlk Yardımın Önemi

İlk yardım; yaşamı tehdit eden acil bir durum yaşandığında, sağlık görevlileri müdahale edene kadar geçen sürede, yaşamı tehdit altında olan kişiye olay yerinde bulunan diğer kişiler tarafından mevcut imkânlar kullanılarak yapılan ilaçsız, geçici bakım ve uygulamalardır.

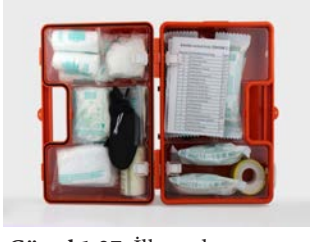
Yaşadığı acil durum sonrasında kişinin sağlık durumunun kötüye gitmemesi ve hayatının tehlikeye girmemesi için ilk yardım uygulamalarının doğru yapılması çok önemlidir.

İlk yardım uygulaması yapacak kişinin mümkünse ilk yardım eğitimi ve sertifikasına sahip olması gerekir.

Laboratuvarda karşılaşılan kazaların nedenleri genel olarak kesik, yanık, düşme, tehlikeli kimyasalların ve biyolojik etkenlerin cilde teması, solunması ve yutulması şeklindedir. Bu tarz acil durumlarda öğrenciler müdahale etmeden, sorumlu idareci ve öğretmenlere ivedi bir şekilde haber vermelidir. İlk yardım uygulaması muhakkak ilk yardımdan sorumlu idareci ya da öğretmenler tarafından yapılmalıdır. Bilinçsiz uygulamalar olumsuz sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir.

1.4.2. İlk Yardım Malzemeleri

Laboratuvarlar kaza sonucu yaralanma riskinin fazla olduğu çalışma ortamları olduğundan aşağıda belirtilen malzemeler laboratuvardaki ilk yardım çantasında (Görsel 1.37) ve ecza dolabında (Görsel 1.38) her zaman hazır bulundurulmalıdır.



Görsel 1.37: İlk yardım çantası



Görsel 1.38: Ecza dolabı

- **Hidrofil Pamuk:** Yara üzerine uygulanan pansuman malzemesidir. Steril gazlı bezin üstünü, ayrıca kırıklarda tespit malzemelerinin altını beslemede kullanılır.
- **Gazlı Sargı Bezi:** Yaraların temizlenmesi ve sarılmasında kullanılır (Görsel 1.39).
- **Büyük Boy Sargı Bezi:** Kanamayı hızlı biçimde durdurmak, yarayı kapatmak ve kırık çıkık gibi hâllerde darbe alan bölgeyi hareketsiz hâle getirecek biçimde sarmak için kullanılır.
- **Üçgen Sargı Bezi:** Kırılan, incinen, burkulan yerlerin tespiti, askıya alınması ve aşırı kanamalı yaralanmalarda sıkı bandaj yapılarak kanamanın durdurulması için kullanılır.
- **Elastik Bandaj:** Burkulma, kırık, çıkık, adale yırtılmaları, sportif travmalar ve cerrahi müdahalelerden sonra sabitleme amaçlı kullanılır.
- **Yara Bandı:** Küçük yaraları iyileştirmek ve korumak için kullanılır.
- **Flaster:** Pansuman ve sargıları tutturmak için kullanılır.
- **Atel:** Kırıkların tespit edilmesi, kırık olan kemiğin sabit tutularak düzgün bir biçimde sarılabilmesi için kullanılan malzemedir (Görsel 1.40).
- **Turnike:** Kol ve bacaklardaki atardamar kanamalarının durdurulmasında kullanılan en önemli ilk yardım malzemelerinden biridir.
- **Çengelli İğne:** Bezlerin tutturulmasında kullanılır.
- **Cımbız:** Yara üzerindeki yabancı cisimleri almak ve kıymıkları çıkarmak için kullanılır.

Makas: Kritik durumlarda ilk müdahaleye hazırlanılırken kazazedenin kanamasını durdurmak için kıyafetlerinin kesilmesi ve sargı bezi, bant, gazlı bez benzeri ilk yardım malzemelerinin küçültülmesi esnasında kullanılır.
Ateşölçer: Hastanın vücut ısısını takip etmek için kullanılır.
Alkol ve Oksijenli Su Benzeri Bileşenler: Kanaması durdurulan bir yarayı temizlemeye yardımcı olur.
Tentürdiyot: Yaranın mikrop kapmasını önlemeye yarar.
Antiseptik Solüsyonlar: Yarayı temizlerken kullanılmalarının yanı sıra ciddi yaralanmalarda, hastaneye ulaşana kadar derinleşmiş kesiklerin ve sıyrıkların mikrop kapmasını engeller.
El Feneri: Karanlıkta ilk müdahale yapılması gereken durumlarda yeterli aydınlatmayı sağlamaya yardımcıdır.
Yanık Kremi: Kaza sonucu yanığın oluştuğu bölgede derinin soğutulması ve yanan bölgenin tedavisinde kullanılan kremlerdir.
Tek Kullanımlık Eldiven: Açık yaralara müdahaleler esnasında enfeksiyon kapmayı önler.
İlk Yardım Rehberi: İlk yardım uygulamalarının nasıl yapılacağını anlatan kitapçıktır.



Görsel 1.39: Gazlı sargı bezi



Görsel 1.40: Kol ve parmak ateli

1.4.3. Kesik ve Yaralanmalarda İlk Yardım

Vurma, çarpma, kesilme sonucu deri ya da deri altı dokusunun bütünlüğünün bozulmasına **yara** denir. Yaralanmalar farklı şekillerde olabilir. Bazı yara türleri şunlardır:
Kesik Yara: Kesici aletlerle (cam, bıçak vb.) oluşan yaralardır.
Ezik Yara: Sert bir cisim ile ya da bir yere şiddetli bir şekilde çarpma sonucu oluşan yaralardır.
Delici Yara: Uzun ve sivri aletlerle oluşan yaralardır.
Enfekte Yara: Mikrop kapma ihtimali olan yaralardır. Isırma, sokma ve silah ile oluşan yaralar gibi.

Yaralanmalarda yapılması gereken ilk yardım uygulamaları şunlardır:

- Bütün yaralanmalarda önce çevre kontrol edilir. Sonra bilinç kontrolü yapılır ve daha sonra yaşam bulguları kontrol edilir [İlk yardımın ABC'si (Görsel 1.41)].



Görsel 1.41: İlk yardımın ABC' si

- Yaralanmalarda öncelikle yara yeri, oluş şekli, süresi, yabancı cisim varlığı, kanama varlığı değerlendirilmelidir.
- Yaradaki yabancı cisimlere dokunulmamalıdır.Bir cisim batmış ise cismin etrafı temiz bir bezle desteklenir, cismin ucu dışarıda kalacak şekilde sabitlenir. Yaralının sağlık kuruluşuna sevki sağlanır.
- Yaranın bulunduğu bölge temizlenir, kanama varsa durdurulur. Yaranın üzeri temiz, nemli bir bezle kapatılır. Bandaj uygulanır.
- Yara içi kurcalanmamalıdır.
- Kopan uzuv var ise kopan parça ıslak gazlı beze sarılıp naylon bir poşete konulur. O poşet de içi buz dolu başka bir poşete konulur. Kopan parça direkt buz içine asla konulmamalıdır.

Baş ve omurga yaralanmalarında, ölüm ve sakatlık ihtimali fazladır. Baş ve omurga yaralanmalarında, darbenin şiddetine bağlı olarak saçlı deri, yüz bölgesi, kafa kemikleri ve kafatası boşluğunda yer alan beyin yaralanabilir (Görsel 1.42). İlk olarak bilinç kontrolü yapılmalıdır. Bilinç açık olsa bile kişiye kesinlikle hareket etmemesi söylenmelidir, kişi kesinlikle hareket ettirilmemelidir. Olay yeri tehlikeli ise baş- boyun- gövde ekseni bozulmadan düz bir zemine sürüklenmelidir. Yaşam bulguları kontrol edilmelidir (ABC). 112 aranmalıdır ya da çevrede bulunan bir kişi, net olarak kim olduğu tanılanarak (sarı kazaklı, mavi ceketli gibi) araması söylenmelidir. Boyun tespiti yapılır. Öncelikle kanama varsa durdurulmaya çalışılır. Ama burun veya kulaktan gelen sıvı beyin-omurilik sıvısı ise akışı engellenmeye çalışılmamalıdır. Kanamada, beyaz bir bez üzerinde burun ve kulaktan gelen sıvıya bakılarak sıvının etrafında kanlı halka ve onun da devamında şeffaf halka oluştuğu tespit edilirse gelen sıvıda beyin omurilik sıvısı olduğu düşünülür ve kanamaya müdahale edilmez. Sadece tek halka oluşursa beyin-omurilik sıvısının olmadığı düşünülerek müdahale edilir. Saç derisi kafatası yüzeyinden darbe sonucu kolaylıkla ayrılabilir. Bu durum çok fazla kanamaya neden olur.

Sağlık ekipleri gelene kadar yaralının yanından hiç ayrılmamalı, yaşam bulguları sık aralıklarla kontrol edilmelidir.



Görsel 1.42: Baş yaralanması belirtileri

Göz yaralanmaları, gözün içten ve dıştan yaralanması olarak ikiye ayrılır. Kornea üzerinde veya göz kapağı altında yabancı cisim var ise göz bol su ile yıkanmalıdır. Batan cisim çıkarılmaya çalışılmamalı, sabitlenmelidir. Gözün üzeri, koni şeklinde bir malzeme veya bir bardakla kapatılabilir. Gözler birlikte hareket ettiğinden, zarar görmeyen göz de kapatılmalıdır. Yırtılma olması durumunda, hasar alan göz steril gazlı bez ile kapatılmalı, sağlam göz de kapatıldıktan sonra kişi en kısa sürede hastaneye götürülmelidir. Göze kimyasal kaçması durumunda göz bol su ile yıkanmalıdır (Görsel 1.43).

Delici göğüs yaralanmaları, çok tehlikelidir. Göğsün içine giren cisim akciğeri de yaralamış olabilir. Eğer akciğer yaralanmış ise delinen kısımdan akciğere hava girişi olur, hava girişi esnasında solunum sesi çıkar. Bilinç kontrolü yapılır. ABC değerlendirilir. Hemen 112 aranarak tıbbi yardım istenir. Göğüs yaralanması açık yara şeklinde ise yara avuç içi ile çok bastırmadan delik kapatılır. Göğse saplanan bir cisim var ise cismin kesinlikle çıkarılmaması gerekir. Gazlı bez ya da temiz bir bez ile basınç yapılmadan kapatılır. Yaralıya ağız yoluyla yiyecek-içecek verilmez. Sağlık ekipleri gelene kadar yaşam bulguları sık aralıklarla kontrol edilir.

Delici karın yaralanmalarında, karın kısmını koruyacak kemik doku bulunmadığından iç organların zarar görmesi olasılığı çok daha fazladır. Bağırsaklar dışarı çıkabilir. Şok gelişebilir. Bilinç kontrolü yapılır. ABC değerlendirilir. Hemen 112 aranarak tıbbi yardım istenir. Dışarı çıkan organ var ise içeri sokulmaya çalışılmamalıdır. Yara yeri geniş, nemli ve temiz bir bez ile örtülür. Karın bölgesinde oluşan gerilmeyi azaltmak için bacaklar bükülü şekilde ve sırt üstü yatar pozisyonda tutulur. Şok gelişmesine karşı önlemler alınmalı, vücut ısısı korunmalıdır. Yaralıya ağız yoluyla yiyecek-içecek verilmemelidir.

1.4.4. Yanıklarda İlk Yardım

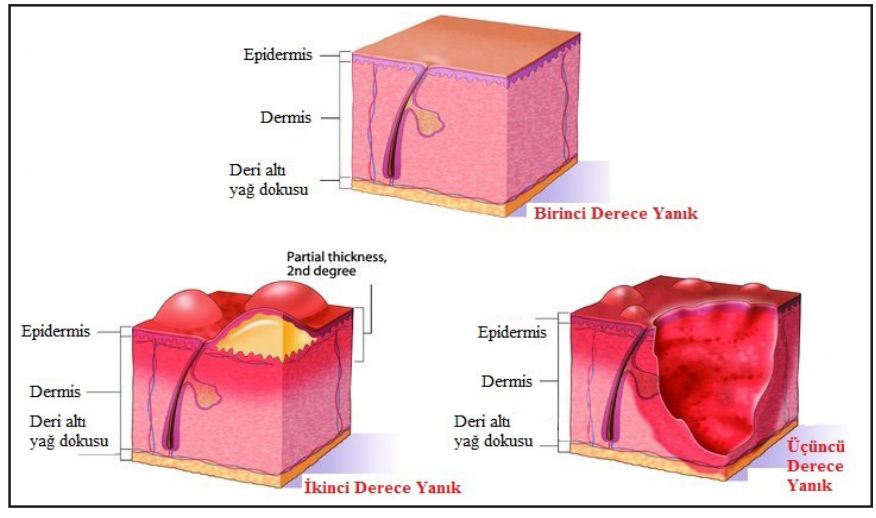
Ateş, radyasyon, kızgın cisim vb. çeşitli fiziksel ve yakıcı kimyasal etkenlere maruz kalma sonucu oluşan doku bozulmasına **yanık** denir. Yanık; sıcak su veya buhar ile temas, sıcak katı maddelerle temas, asit/ alkali gibi kimyasal maddelerle temas, elektrik akımı etkisi, sürtünme, donma (Görsel 1.43) ya da radyasyon nedeni ile oluşabilir.



Görsel 1.43: Donma sonucu oluşan yanık

Yanıklar derecelerine göre şu şekilde sınıflandırılır (Görsel 1.44):

1. Derece Yanıklar: Derinin sadece en üst tabakasının zedelenmesidir. Deride kızarıklık, gerginlik ve ağrı görülür. Yanık bölgede ödem vardır. Yaklaşık 48 saatte iyileşir. Güneş yanıkları örnek olarak verilebilir.
2. Derece Yanıklar: Derinin üst tabakasının ve farklı oranlarda alt kısmının etkilendiği yanıklardır. Deride içi su dolu kabarcıklar (bül) vardır. Ağrılıdır. Derinin kendini yenilemesi ile iyileşir.
3. Derece Yanıklar: Tüm deri, deri altı dokuları, kaslar, sinirler, damarlar ve hatta kemiklere kadar ulaşan yanıklardır. Deri kuru, kayış gibi olabilir veya beyazdan siyaha kadar renk değişimi görülebilir. Şiddetli yanıklarda, yüzeysel sinir uçları ve kan damarları zedeleneceğinden, yanık alanda his kaybı olabilir, buna karşın çevredeki daha az yanmış olan doku aşırı ağrılı olabilir.



Görsel 1.44: Derecelerine göre yanıklar

Yanıkların nedenlerine göre ilk yardım müdahaleleri şu şekildedir:

Isı yanıklarında, kişinin panik hâli kontrol altına alınmalıdır. Yanmayı durdurmak için yaralı, ıslak battaniye vb. şeylere sarılır ve yaralının yuvarlanması sağlanır. Yaşam belirtilerinden AB değerlendirilir. Yanık olan bölgedeki giysiler, deriler kaldırılmadan giysi, yanan yüzeye yapışmış ise etrafından kesilerek çıkarılmalıdır-çıkarılır. Yanık yüzeyi geniş değil ise yanan bölge en az 20 dakika tazyiksiz ve bol soğuk su altına tutulur (Görsel 1.45). Yanık yüzeyi geniş ise su altına tutmak önerilmez. Ödem oluşma olasılığına karşı yüzük, saat, bileklik vb. takılar çıkarılır. Su toplayan yerler patlatılmamalıdır. Yanık üzerine ilaç veya merhem sürülmez, bandaj yapılmaz. Yanık üzeri temiz ve nemli bir bezle örtülür. Yaralı battaniye ile örtülür. Yanık yüzey geniş ve hastane uzak ise yaralının kusması yok ise sıvı kaybını önlemek için ağızdan sıvı (1 litre su-1 çay kaşığı karbonat-1 çay kaşığı tuz karışımı) verilir. Tıbbi yardım istenir (112).



Görsel 1.45: Yanıklarda ilk yardım

Kimyasal yanıklarda (Görsel 1.46), kimyasal madde kuru (toz) hâlde ise önce fırça ya da kuru bir bez ile vücuttan uzaklaştırılır. Daha sonra yanan yüzey, bol akan su ile yıkanır. Kimyasal madde sıvı ise etkilenen bölgedeki giysiler hemen çıkarılır ve yanan yüzey, basınçlı su ile en az 10 dakika yıkanır. Tıbbi yardım istenir (112).



Görsel 1.46: Kimyasal yanık

Asetik asit, hidroklorik asit, fosforik asit ve sülfürik asidin deri ile temasında deriyi hemen, bol akan su ile yıkamalı, kimyasalın bulaştığı giysiler çıkarılmalıdır. Önce temas ettiği alanlar iyice yıkanmalı sonra bu bölgeye soda, bikarbonat gibi yumuşak bir alkali çözeltisi uygulanmalıdır. Eğer gözlere kimyasal temas var ise hemen ılık su ile en az 15 dakika gözler yıkanmalıdır. Alkalilerin deri ile temasında ise bol miktarda suyla ve nötralize sirke ile deri yıkanmalıdır. Göze sıçraması hâlinde, bol akan su ile göz, gerekirse zorla açılarak derhal yıkanmalı ve hemen bir sağlık kuruluşuna gidilmelidir.

Elektrik yanıklarında, sakin ve soğukkanlı olunmalıdır. Yaralıya dokunulmadan önce mutlaka elektrik akımı kesilmelidir. Akım kesildikten sonra yaralıya dokunmanın sakıncası yoktur. Eğer akımın kesilmesi mümkün değilse yalıtkan bir madde ile (plastik, tahta) kişinin elektrikle teması engellenir (Görsel 1.47). Yaralının ABC'si değerlendirilmelidir. Yaralı yerinden kımıldatılmamalıdır. Yaralının vücudundaki hasarlı bölge, kuru steril pansumanla kapatılır (Görsel 1.48). Yaralının bilinci açık ve kendini iyi hissediyorsa bile tıbbi müdahale istenir. Tüm elektrik yanıkları ciddi yaralanmalardır, muhakkak hastanede daha ileri tedavi gerekir.



Görsel 1.47: Elektrik kazalarında ilk yardım



Görsel 1.48: Elektrik yanığı

4. UYGULAMA

LABORATUVAR KAZALARINDA İLK YARDIM

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Eldiven, önlük, ilk yardım çantası, cansız manken.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Laboratuvarda ilk yardım çantasının yerini kontrol ediniz.
3. İlk yardım çantasında bulunan malzemelerin hangi amaçla kullanıldığını açıklayınız.
4. İlk yardımın ABC'sini uygulayınız.
5. Laboratuvarda gözüne yabancı cisim kaçan kişiye ilk yardım müdahalesinin nasıl yapıldığını cansız manken üzerinde gösteriniz.
6. Laboratuvarda eli sıcak ısıtıcıya yapışan kişiye ilk yardım müdahalesinin nasıl yapıldığını cansız manken üzerinde gösteriniz.
7. Laboratuvarda bacağı sıvı kimyasal ile yanan kişiye ilk yardım müdahalesinin nasıl yapıldığını cansız manken üzerinde gösteriniz.
8. Laboratuvarda elektrik yanıklarına ilk yardım müdahalesinin nasıl yapıldığını cansız manken üzerinde gösteriniz.
9. Laboratuvarı temiz ve düzenli bırakınız.
10. Kişisel temizliğinizi yapınız.
11. Raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

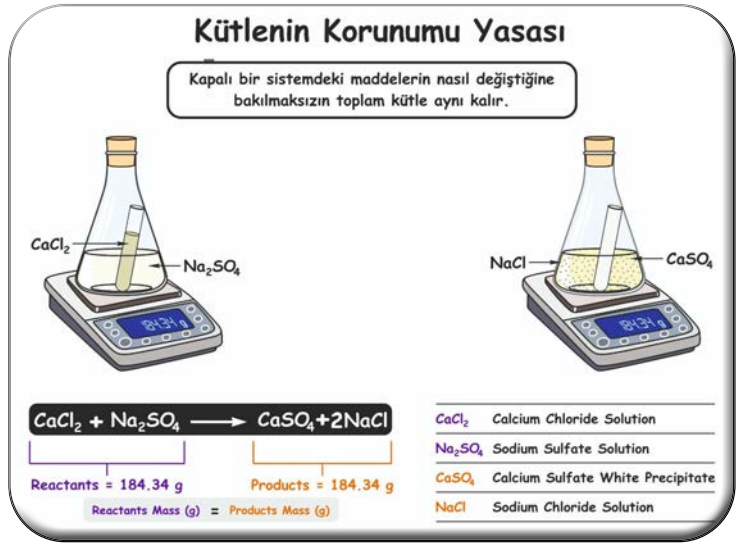
Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

"Laboratuvar Koşullarını Değerlendirmek" ile ilgili işlemler aşağıdaki kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			10
2.	Laboratuvarda ilk yardım çantasının yerini kontrol eder.			10
3.	İlk yardım çantasında bulunan malzemelerin hangi amaçla kullanıldığını açıklar.			10
4.	İlk yardımın ABC'sini uygular.			10
5.	Laboratuvarda gözüne yabancı cisim kaçan kişiye ilk yardım müdahalesinin nasıl yapıldığını gösterir.			10
6.	Laboratuvarda eli sıcak ısıtıcıya yapışan kişiye ilk yardım müdahalesinin nasıl yapıldığını gösterir.			10
7.	Laboratuvarda bacağı sıvı kimyasal ile yanan kişiye ilk yardım müdahalesinin nasıl yapıldığını gösterir.			10
8.	Laboratuvarda elektrik yanıklarına nasıl müdahale edileceğini gösterir.			10
9.	Laboratuvarı temiz ve düzenli bırakır.			10
10.	Kişisel temizliğini yapar.			5
11.	Raporunu hazırlar.			5

2. ÖĞRENME BİRİMİ

KÜTLE ÖLÇÜMÜ



KÜTLE ÖLÇÜMÜ

2.1. HASSAS TERAZİDE TARTIM
2.2. BRÜT KÜTLE, DARA VE NET KÜTLE

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Tekniğine uygun olarak hassas terazide tartım yapar.
Tekniğine uygun olarak net kütle miktarını hesaplar.

TEMEL KAVRAMLAR

Arşiv kilogram, balon joje, beher, brüt kütle, büret, cam balon, dara, hacim, kalibrasyon, kütle, metre, mezür, net kütle, petri kabı, pipet, porselen kroze, saat camı, su terazisi, terazi, termometre, yoğunluk

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Bir insanın Ay'daki kütlesi ile ağırlığı neden farklıdır?

2.1. HASSAS TERAZİDE TARTIM

Tekstil sektöründe uygulamalardan sağlıklı sonuçlar alabilmek için hassas teraziler ile doğru tartımlar yapılabilmesi önem arz eder.

2.1.1. Kütle ve Ağırlık

Kütle değişmez madde miktarıdır. Kütle "m" sembolü ile gösterilir. Ağırlık, bir maddeye etki eden yer çekimi (gravitasyon) kuvvetidir. Yer çekimi kuvveti maddenin bulunduğu yere göre değişebileceğinden ağırlık da değişir. Örneğin belirli bir miktardaki maddenin Dünya'da da Ay'da da kütleleri eşittir ama Dünya'daki yer çekimi kuvveti Ay'daki yer çekim kuvvetinin 6 katıdır (Görsel 2.1).

Ağırlık dinamometre ile ölçülür. SI birim sisteminde kütlenin birimi "kg"dır. Kimyasal işlemlerde daha çok gram (g) kullanılır. Kütlesi ölçülecek madde miktarının büyüklüğüne göre kütle biriminin üst ve alt katları vardır.



Görsel 2.1: Ay yüzeyinde bir astronot

2.1.2. Kütle Birimleri, Birim Dönüşümleri ve Uluslararası Kütle Birim Sistemi

Bilimsel çalışmalar ölçüm olmadan yapılamaz. Kimyacılar, yaptıkları çalışma sırasındaki ölçümleri, ilişkili diğer miktarları bulmak üzere hesaplamada kullanır. Ölçümler sırasında çok farklı araçlar kullanılır. Mezür, pipet, büret, balon joje, terazi, metre, termometre vb.

Kimyasal uygulamalar ve laboratuvar çalışmalarında kütle, hacim ve yoğunluk en çok ölçülen ve hesaplanan fiziksel büyüklüklerdir. Ölçüm, metre (m) olarak bilinen uzunluk birimini temel alan metrik sistemle yapılır. Bugün bu sistemin daha modern şekli olan **Uluslararası Birimler Sistemi (SI)** kullanılır (Tablo 2.1).

SI, fiziksel büyüklükleri türetirken, kütleyi kg alarak diğer birimleri oluşturur.

Tablo 2.1: Kütle Temel Biriminin SI'ya Göre Üst ve Alt Katları

Tabloda temel birimin önündeki ek (kilo, hekto, desi vb.), o birimin kaç katı olduğunu göstermektedir. Örneğin kilo ön eki temel birimin 1.000 (10^3) katını ifade eder ve "k" olarak kısaltılır. Mili ön eki ise temel birimin 1.000'de 1'ini ifade eder (10^{-3} kat) ve "m" olarak kısaltılır.	1 kilogram (kg)	1.000 g (10^3)
	1 hektogram (hg)	100 g (10^2)
	1 dekagram (dag)	10 g (10^1)
	1 gram (g)	1 g
	1 desigram (dg)	0,1 g (10^{-1})
	1 santigram (cg)	0,01 g (10^{-2})
	1 miligram (mg)	0,001 g (10^{-3})
	1 mikrogram (μg)	10^{-6} g

2.1.3. Tartım ile İlgili Bilgiler

Bir cismin veya maddenin kütlesini ölçmeye yarayan alete **terazi**, teraziyle kütle ölçme işlemlerine de **tartma** denir. Terazi, ilk kez Mısır'da ticaret amaçlı kullanılmıştır. Kullanılan bu teraziler, daha çok kefeli ya da eşit kollu teraziler olarak bilinir (Görsel 2.2). Tekstilde mekanik hassas kumaş terazisi de kullanılabilir (Görsel 2.3).

Eski çağlardan beri insanlar madde miktarlarının karşılaştırılmasında tartının güvenli bir yol olduğuna inanmışlardır. Kütlenin ölçülmesinde belirli bir büyüklük seçip diğerleri ile karşılaştırma yoluna gitmişlerdir. Kütle standartlarını oluşturmak için 17. yüzyıl ortalarında başlatılan çalışmalar 1.793 yılında tamamlanmış ve referans ağırlık olarak +4 °C'deki 1 dm^3 (1 litre) suyun ağırlığının kabul edilmesiyle metrik sistemin temelini oluşturan ilk doğal ve evrensel ifade şekli ortaya çıkmıştır. Bu yeni ağırlık referans standardı da Fransa Cumhuriyeti'nin arşivlerinde korunduğundan ismi "Arşiv Kilogram" olarak adlandırılmıştır.

1.600'lü yıllarda simyacı Van Helmont (Van Helmont) deneylerinde ilk kez terazi kullanmıştır. Ölçüm hassasiyeti ve kullanım kolaylığı bakımından daha çok elektronik (dijital) teraziler tercih edilir.



Görsel 2.2: Kefeli terazi



Görsel 2.3: Mekanik hassas kumaş terazisi

2.1.4. Tartım Kapları

Laboratuvarlarda cam şişeler, beher, erlen, saat camı, petri kabı ve balon gibi cam malzemeler tartım kapları olarak kullanılır. Kuru madde analizinde nikel kaplar, kül tayininde ise porselen krozeler tartımda tercih edilir. Tekstil teknolojisinde sık kullanılan tartım kapları aşağıda verilmiştir.

a) **Petri Kabı:** Biyologların kültür hücreleri ya da küçük yosun bitkiler için kullandığı basit bir cam veya plastik silindir şeklinde kapaklı kaptır. Cam petri kapları sterilize edilerek (örneğin otomatik bir karıştırıcıda ya da 160 °C' de, bir sıcak hava fırını içinde kuru ısıtma ile bir saat içinde) yeniden kullanılabilir (Görsel 2.4). Plastik petri kapları genellikle tek kullanımlık kaplardır.

b) **Saat Camı:** Az miktardaki katı maddelerin ısıtma ve kurutma işlemlerinde kullanılan konkav yapılı cam malzemelerdir. Kimyasal madde tartım işlemlerinde kullanılır (Görsel 2.5).

c) **Beher:** Sıvıları muhafaza etmek, hacimlerini ölçmek, karıştırma, çözme, tuz, soda ve boyar madde tartım işlemleri için kullanılan cam, porselen ya da plastikten yapılmış kaplardır (Görsel 2.6).



Görsel 2.4: Petri kabı



Görsel 2.5: Saat camı



Görsel 2.6: Beher

2.1.5. Tartım Cihazları

Laboratuvarlarda analitik ve hassas teraziler kullanılır. Analitik ve hassas teraziler kütle ölçümü yapılan cihazlardır. Terazi, hava akımından ve titreşimden uzakta sert bir yere yerleştirilmelidir. Analitik terazi çalıştırılmadan önce seviye göstergesindeki hava kabarcığı kontrol edilir. Hava kabarcığı terazinin ayakları kullanılarak ayarlanır. Duyarlılıkları 0,1-0,01 g olan terazilere (Mutfak ve kuyumcu terazileri) **hassas teraziler** denir (Görsel 2.7). Duyarlılıkları 0,001 g ve daha da duyarlı ölçümler yapabilen terazilere de **analitik terazi** denir (Görsel 2.8). Bu teraziler çok hassas tartımlar yapan terazilerdir. Tartım sonucunun hava akımlarından etkilenmemesi için etrafında açılıp kapanabilen pencereli bir kabin bulunur.

Analitik terazi çalışır hâle geldiğinde standart (referans) kütleler kullanılarak tartım yapılır. Tartım yaparken standart (referans) kütlelere çıplak el ile dokunulmaz. Hata sapması "kabul edilemez" ise kalibrasyon yaptırılması için sorumlu birime bilgi verilir. Kalibrasyon doğrulaması ile ilgili bilgiler kayıt altına alınır.



Görsel 2.7: Hassas terazi



Görsel 2.8: Analitik terazi

2.1.6. Hassas Terazide Tartma İşleminin İşlem Basamakları

- Terazi; sert, düz ve hareketsiz bir zeminde olmalı ve zeminin üzerine gereksiz yük konulmamalıdır.
- Su terazisi kontrol edilmeli, terazinin ayarı bozuksa düzeltilmelidir.
- Terazi yüzeyinin temiz olduğundan emin olunmalıdır.
- Tartım öncesi ortamdaki hava akımları engellenmelidir (açık cam ve klima kapatma gibi).
- Tartımı yapılacak madde teraziye yavaşça ve azar azar konulmalı, ani ve sert tartımlardan kaçınılmalıdır.
- Tartım okunurken terazi kabininin yan ve üst camları kapalı olmalıdır.
- Tartım süresince teraziye dokunulmamalı, terazinin bulunduğu zemin sarsılmamalıdır.
- Tartılan madde terazinin kapasitesini aşmamalıdır.
- Aşırı sıcak veya soğuk maddelerin tartımından kaçınılmalıdır.
- Çalışma süresince aynı terazi kullanılmalıdır.
- Tartım bittikten sonra terazi temizlenmelidir.
- Terazinin kefesine kuvvet uygulanmamalıdır.
- Terazi kullanılmadığında üzerine herhangi bir cisim konulmamalıdır.
- Terazinin kalibrasyonu yetkili kurumlarca belirli aralıklarla kontrol edilmelidir.
- Terazi bulunduğu yerde sabit bırakılmalı, gelişigüzel oynatılmamalıdır.

Terazilerin Temizliğinde Dikkat Edilecek Noktalar

- İlk olarak terazinin elektrik bağlantısı kesilmelidir.
- Temizlemede nemlendirilmiş yumuşak bir bez veya yumuşak kıllı bir fırça kullanılmalıdır.
- Herhangi bir temizlik (deterjan vb.) maddesi kullanılmamalıdır.
- Terazinin kefesi çıkarılarak silinmeli veya su ile yıkanmalıdır.
- Kefe yerine takılırken çok iyi kurulanmalıdır.
- Terazinin kasası ve üzeri yavaşça, kuvvet uygulanmadan silinmelidir.
- Kullanma kılavuzunda yer alan temizlik talimatlarına uyulmalıdır.

2.1.7. Terazinin Denge Ayarı ve Kalibrasyon Doğrulaması

Denge ayarı yapılırken terazinin arka kısmında bulunan su terazisinin hareketli dairenin çember sınırları içinde olmasına özen gösterilir. Terazinin alt kısmında bulunan vidalı ayaklar kullanılarak terazinin ekranındaki rakamlar sıfır (0) oluncaya kadar denge ayarı yapılır (Görsel 2.9).

Kalibrasyon ölçüm cihazı ile yapılan ölçüm sonucunun doğru ve güvenilir olması gerekir. Bu işlem belirli standartlarda ve doğruluğu bilinen bir referans ile yapılır. Ölçme aletiyle ilgili sapmalar belirlenir. Bu işlemlere **kalibrasyon** denir. Yeni alınan bir ölçü aletinin ölçüm yapmadan önce ve kullanılmaya başlandıktan sonra belirli aralıklarla ayarlanması gerekir. Ölçüm sonucunun doğru ve güvenilir olduğunu anlamak için referans maddelere karşı yapılan ayarlama işlemine **kalibrasyon doğrulaması** veya **doğrulama (verifikasyon)** denir.

Kalibrasyon ile kalibrasyon doğrulaması işlemi karıştırılmamalıdır. Laboratuvar sorumluları laboratuvardaki ölçüm aletlerine kalibrasyon doğrulaması yapabilir. Ancak kalibrasyon işlemi yetkili ve sertifikalı kurum ya da kuruluşlar tarafından yapılır.

Biliyor musunuz?

Analitik terazilerin dengesini kontrol etmek için su terazileri kullanılır.



Görsel 2.9: Su terazisi

2.1.8. Kütle Birimlerinde Dönüşüm Hesaplamaları

Kütle birimi gram "g" sembolü ile gösterilir. Alt ve üst katları olup bunlar onar onar büyür ve onar onar küçülür.

1. Örnek
25.000 g kaç kg'dır?

Çözüm
1.000 g → 1 kg ise
25.000 g → *x* kg'dır.

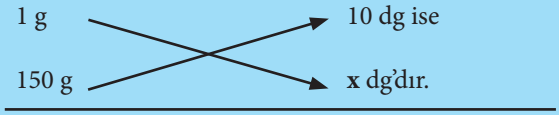
$$x=\frac{25.000\cdot 1\ kg}{1.000}=25\ kg$$

1. Sıra Sizde
250 mg kaç g'dır?

2. Örnek

150 g kaç dg'dır?

Çözüm



$$x = \frac{150\ g \cdot 10\ dg}{1\ g} = 1.500\ dg$$

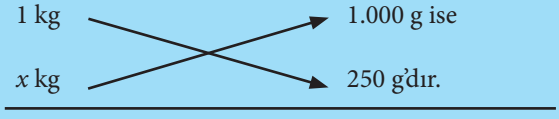
2. Sıra Sizde

1.234 g kaç hg'dır?

3. Örnek

250 g kaç kg'dır?

Çözüm



$$x = \frac{1\ kg \cdot 250\ g}{1.000\ g} = 0,25\ kg$$

3. Sıra Sizde

137 g kaç mg'dır?

4. Örnek

a) 123 dag = 12,3 g

b) 1 g = 1.000 mg

c) 3 g = 30 dg

d) 5,7 hg = 57 dag

e) 2,3 dag = 23.000 mg

4. Sıra Sizde

a) 123 dag = ... mg

b) 456 cg = ... hg

c) 27 hg = ... cg

d) 2,3 dag = ... mg

e) 1,237 g = ... cg

5. Örnek

Aşağıda verilen miktarlarda maddelerin tartılması istenmektedir.

Bu tartımları yapmak için hangi tip terazilerin kullanılması uygun olur?

Çözüm

a) 1,1223 g boyar madde : … Analitik terazi …

b) 6,5 g NaCl : … Hassas terazi …

5. Sıra Sizde

Aşağıda verilen miktarlarda maddelerin tartılması istenmektedir.

Bu tartımları yapmak için hangi tip terazilerin kullanılması uygun olur?

a) 10 g soda : .....

b) 4,7 g yün iplik : .....

c) 0,017 g elyaf : .....

1. UYGULAMA

HASSAS TERAZİDE TARTIM YAPMAK

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Hassas terazi, beher, tartılacak madde.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Teraziyi düz bir zemine yerleştiriniz.
3. Su terazisini kontrol ediniz, terazi dengede değilse ayaklardan gerekli ayarlamaları yapınız.
4. Teraziyi açarak sıfırlanmasını bekleyiniz.
5. Tartım kabının darasını alınız.
6. Tartım yapılacak maddeyi yavaş yavaş ekleyiniz.
7. Terazinin yan camlarını kapatarak okuduğunuz kütleyi kaydediniz.
8. Tarttığınız maddeyi alarak terazi güç düğmesini kapatınız.
9. Terazinin temizliğini yapınız.
10. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

"Hassas Terazide Tartım Yapmak" ile ilgili işlemler aşağıdaki kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			10
2.	Teraziyi düz bir zemine yerleştirir.			10
3.	Su terazisini kontrol edip terazi dengede değilse ayaklardan gerekli ayarlamaları yapar.			10
4.	Teraziyi açarak sıfırlanmasını bekler.			10
5.	Tartım kabının darasını alır.			10
6.	Tartım yapılacak maddeyi yavaş yavaş ekler.			10
7.	Terazinin yan camlarını kapatarak okuduğu kütleyi kaydeder.			10
8.	Tarttığı maddeyi alarak terazi güç düğmesini kapatır.			10
9.	Terazinin temizliğini yapar.			10
10.	Çalışma ortamını temizleyip raporunu hazırlar.			10

2.2. BRÜT KÜTLE, DARA VE NET KÜTLE

Madde, bir kabın içine konularak tartılır. Tartılan kütle hem maddenin hem de içinde bulunduğu kabın kütlesidir. Cismin bulunduğu kap veya ambalajıyla birlikte tartımı sonucu ölçülen kütleye **brüt kütle** denir. Boş kabın veya ambalajın kütlesine **dara** denir. Cismin tek başına tartımı sonucu elde edilen kendi miktarına **net kütle** denir.

2.2.1. Brüt Kütle, Dara ve Net Kütle Miktarı Hesabı

Net ağırlık, brüt kütle ile dara arasındaki farka eşittir. Tartım yapılırken önce tartım kabının darası alınır, (Tartım kabı teraziye konulduktan sonra dara tuşuna basılarak sıfırlanır.) sonra madde eklenir. Bulunan değer net kütledir.

Net ağırlığı bulmak için

Net ağırlık = Brüt ağırlık – Dara

bağıntısı kullanılır.

Biliyor musunuz?

Hesaplamalar yapılırken tüm ölçüm birimlerinin aynı olması gerekir.

1. Örnek

Bir kutu süt 1.000 gram gelmektedir.
Kutunun kütlesi 73 gram olduğuna göre sütün net kütlesini hesaplayınız.

Çözüm

Net ağırlık = Brüt ağırlık – Dara

Net ağırlık = 1.000 – 73 = 927 g

1. Sıra Sizde

Bir konserve kutusu 850 gram gelmektedir.
Kutunun kütlesi 104 gram olduğuna göre konservenin net kütlesini hesaplayınız.

2. Örnek

Bir cam kavanoz fındık ezmesi 650 gram gelmektedir.
Fındık ezmesinin net ağırlığı 480 gram olduğuna göre kavanozun darasını hesaplayınız.

Çözüm

Net ağırlık = Brüt ağırlık – Dara

480 = 650 – Dara

Dara = 170 g

2. Sıra Sizde

Bir cam kavanoz bal 270 gram gelmektedir.
Kavanozda bulunan balın net kütlesi 225 gram olduğuna göre kavanozun darasını hesaplayınız.

2. UYGULAMA

NET KÜTLE MİKTARI HESABI YAPMAK

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Hassas terazi, beher, tartılacak madde.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Teraziyi tartıma hazırlayınız.
3. Bir beher alınız ve hassas terazide beherin kütlesini bulunuz (Bu daradır.).
4. Behere bir miktar tuz koyarak hassas terazide tartınız.
5. Gerekli hesaplamaları yaparak tuzun net kütlesini hesaplayınız.
6. Terazinin temizliğini yapınız.
7. Çalışma ortamını temizleyiniz.
8. Raporunuzu yazınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

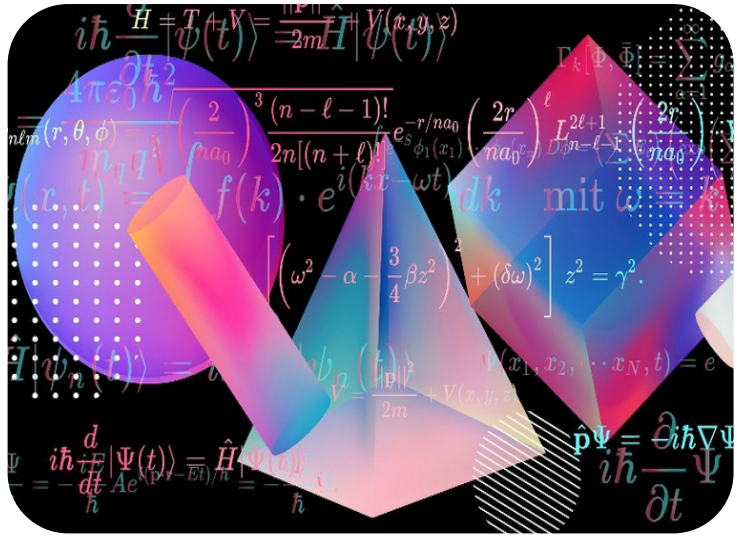
Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

"Net Kütle Miktarı Hesabı Yapmak" ile ilgili işlemler aşağıdaki kontrol listesinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			10
2.	Teraziyi tartıma hazırlar.			10
3.	Hassas terazide beherin kütlesini bulur.			20
4.	Behere bir miktar tuz koyarak hassas terazide tartar.			10
5.	Gerekli hesaplamaları yaparak tuzun net kütlesini hesaplar.			20
6.	Terazinin temizliğini yapar.			10
7.	Çalışma ortamını temizler.			10
8.	Raporunu yazar.			10

3. ÖĞRENME BİRİMİ

HACİM ÖLÇÜMÜ



KONULAR

3.1. SIVILARDA HACİM ÖLÇÜMÜ
3.2. KATILARDA HACİM ÖLÇÜMÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Tekniğine uygun olarak sıvılarda hacim ölçümü yapar.
Tekniğine uygun olarak katılarda hacim ölçümü yapar.

TEMEL KAVRAMLAR

Dispenser, litre, puar, uzunluk.

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Kendi hacminizi nasıl ölçersiniz?

3.1. SIVILARDA HACİM ÖLÇÜMÜ

Hacim, maddelerin boşlukta kapladığı yer olarak tanımlanır. Hacim, maddelerin tanımlanmasını sağlayan ortak özelliklerinden biridir. "V" harfi ile gösterilir. Maddenin fiziksel hâline göre (katı, sıvı, gaz ve plazma) çeşitli hacim ölçüm yöntemleri mevcuttur. Uluslararası Birim Sistemine (SI) göre hacim birimi uzunluk birimi metreden (m) türetilmiş olan metreküptür (m^3). 1 m^3, tüm ayrıtları birer metre olan küpün hacmine eşittir.

1 m^3 hacmi yaklaşık 1 ton su doldurur. Büyük depolama işlemi için depolama tankları kullanılır (Görsel 3.1). Günlük kullanımlarda daha küçük kaplar kullanılır (Görsel 3.2) Litre, SI içinde geçmese de metrik sistem ile uyumlu olduğu için SI birimlerinin yanında kullanılması genel bir kabul görmüştür.

Aynı hacmi aynı anda iki ayrı madde kaplayamaz. Bardağa su doldurulduğunda hava bardağı terk ederken yerini su alır. Böylece iki maddenin hacimleri yer değiştirmiş olur. Kimya laboratuvarlarında sıvı maddelerin hacimlerini ölçmek için pipet, mezür, balon joje, büret, dispenser gibi cam malzemeler kullanılır.



Görsel 3.1: Petrol ve sıvı depolama tankı

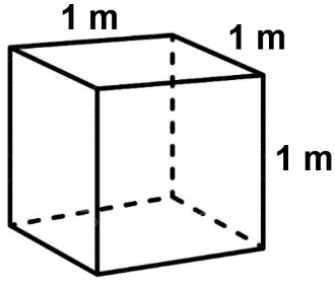


Görsel 3.2: Azot konteyner kutuları

1 Litre (L) = 1 desimetreküp (dm^3)
1 mililitre (mL) = 1 santimetreküp (cm^3)

3.1.1. Uluslararası Hacim Birimleri

Uluslararası Birim Sistemi (Systeme Internationale d'Unites), SI olarak ifade edilir. SI birim sisteminde hacim birimi olarak bir kenarı 1 m olan bir küpün hacmi tanımlanmıştır (Tablo 3.1).



Tablo 3.1: SI'ya Göre Hacim Birimleri

1 kilometreküp (km^3)	1.000.000.000 km^3 (10^9)
1 hektometreküp (hm^3)	1.000.000 hm^3 (10^6)
1 dekametreküp (dam^3)	1.000 dam^3 (10^3)
1 metreküp (m^3)	1 m^3
1 desimetreküp (dm^3)	0,001 dm^3 (10^{-3})
1 santimetreküp (cm^3)	0,000001 cm^3 (10^{-6})
1 milimetreküp (mm^3)	0,000000001 mm^3 (10^{-9})

3.1.2. Hacim Birimleri ve Dönüştürülmesi

Hacim ölçüleri 1.000'in katları olarak artar ve azalır. Günlük hayatta, özellikle sıvıların hacimlerinin ölçümünde yaygın olarak kullanılan litre (L) hacim birimi dm^3'e karşılık olarak alınmıştır. Litrenin de alt ve üst katları geliştirilmiştir.

Laboratuvar çalışmalarında santimetreküp (cm^3), litre (L) gibi birimler kullanılır. +4 ^{0}C sıcaklıkta 1 kg suyun kapladığı hacme 1 litre denir. Bu yaklaşık olarak 1.000 cm^3'tür. Bu durumda (mL) ile (cm^3) birimleri birbirinin yerine kullanılabilir (Tablo 3.2).

Metrik sistem; uzunluk için metre, kütle için kilogram temel birimlerine dayalı sistemdir. Bu sistemde birimler 10'un katları ve askatları şeklinde düzenlenir. Litre doğrudan bu birimlerden biri olmasa da 10'un katları şeklindeki düzenleme hacim birimleri için de geçerlidir.

Tablo 3.2: Sıvı ve Gazlarda Yaygın Hacim Birimleri

1 kilolitre (kL)	1.000 L (10^3)
1 hektolitre (hL)	100 L (10^2)
1 dekalitre (daL)	10 L (10^1)
1 litre (L)	1 L
1 desilitre (dL)	0,1 L (10^{-1})
1 santilitre (cL)	0,01 L (10^{-2})
1 mililitre (mL)	0,001 L (10^{-3})

1. Örnek

47 L kaç mL'dir?

Çözüm

1 L → 1.000 mL ise

47 L → x mL'dir.

$$x=\frac{47\ L \cdot 1.000\ mL}{1\ L}=47.000\ mL$$

1. Sıra Sizde

1.234 dL kaç mL'dir?

2. Örnek

Aşağıdaki birim dönüşümlerini yapınız.

a) 123 mL = 0,123 L

b) 1 L = 100 cL

c) 3 L = 3.000 mL

d) 5,7 kL = 570 daL

e) 2,3 L = 23 dL

2. Sıra Sizde

Aşağıdaki birim dönüşümlerini yapınız.

a) 124 daL = ... L

b) 456 cL = ... hL

c) 27 hL = ... cL

d) 2,3 dL = ... mL

e) 1,237 L = ... mL

3.1.3. Pipet Çeşitleri ve Pipetle Hacim Ölçümü

Pipet Çeşitleri: Pipetler, hacim ölçmede kullanılır ve genellikle cam malzemeden yapılmışlardır. Kullanım şekli ve ölçebildikleri hacimlere göre oldukça fazla çeşitlilik gösterirler. Yıkanıp kurutularak tekrar kullanılabilirler. Bir puar yardımı ile hacim ölçümü yapılır.

Puar : Pipetlerde sıvıyı çekmek için kullanılan araçlara puar denir (Görsel 3.3). Otomatik puarların (pipet pompası) kullanımı normal puarlara göre daha kolaydır. Farklı hacimlerdeki sıvıları çekebilmek için 5 mL, 10 mL, 20 mL gibi çeşitleri vardır (Görsel 3.4).



Görsel 3.3: Puar



Görsel 3.4: Otomatik puar

a. **Dereceli Pipetler:** Dereceli pipetlerin sıfır çizgisi üstte veya altta olabilir. 0,1 mL ile 25 mL arasında ölçüm yapabilen çeşitleri vardır. Kimya laboratuvarında en sık kullanılanları 5 ve 10 mL'lik hacim ölçen pipetlerdir (Görsel 3.5). Derece ayarları su referans alınarak yapılmıştır.

b. **Tek Ölçümlü Pipetler:** Pipetin tam ortasında bir şişkinlik yer alır (Görsel 3.6). Bu şişkinliğe **bul** adı verilir. Her seferinde ancak bul hacmi kadar ölçüm yapılabilir. Sabit bir hacmin tekrarlandığı çalışmalarda kullanılırlar. Farklı hacimli çeşitleri vardır. Volümetrik pipet olarak da adlandırılırlar.

c. **Otomatik Pipetler:** Bu pipetlerde alınmak istenilen hacim değeri ayarlanır ve sıvı, piston yardımı ile çekilir (Görsel 3.7). Hacim ölçümü için puara ihtiyaç yoktur. Hassas çalışmalarda sıklıkla kullanılır.

ç. **Pastör Pipeti:** Louis Pasteur (Lui Pastör) çalışmaları sırasında içeriği kirletecek dış unsurlar olmadan bir miktar sıvıyı bir kaptan diğer kaba aktarmak için pipeti icat etmiştir. Camdan ve polietilenden üretilen çeşitleri vardır. Polietilenden üretilen pastör pipetleri ucuz ve kullanışlı oldukları için tercih edilir. Bunlar tek kullanımlık pipetlerdir (Görsel 3.8).



Görsel 3.5: Dereceli pipet



Görsel 3.6: Bullu pipet



Görsel 3.7: Otomatik pipet



Görsel 3.8: Pastör pipeti

Pipetle hacim ölçümü yapılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Temiz ve kuru bir pipet alınmalıdır.
- Pipet, alınacak sıvıya iyice daldırılmalıdır. Pipetin ucunun kabın dibine değmemesine ya da sıvının yüzeyinde olmamasına (pipete hava girmemesi için) dikkat edilmelidir.
- Sıvı, sıfır çizgisinin biraz üstüne kadar çekilmelidir. Bu sayede pipetin içinde hava boşluğu kaldıysa bunun giderilmesi de sağlanmış olur. Çekme işlemi yaparken aşırıya kaçılmamalıdır. Aksi takdirde sıvı, puar ile temas edebilir.
- Sıfır çizgisini doğru tespit edebilmek için pipet mümkün olduğunca göz hizasına getirilmeli ve dik tutulmalıdır.
- Çekme işlemi tamamlandıktan sonra sıvının fazlası damla damla akıtılarak sıvı, sıfır çizgisine ayarlanmalıdır.
- Pipetin ucunda damla varsa pipetin ucu sıvının bulunduğu kabın çeperine değdirilerek damlanın alınması sağlanmalıdır. Damlanın düşmesi için pipet kesinlikle sallanmamalıdır.
- Pipet, sıvının aktarılacağı kaba seri bir şekilde geçirilerek alınması gereken miktardaki sıvı kaba boşaltılmalıdır.
- Nicel analiz gibi hassas bir çalışma yapılıyorsa pipetin ucunda kalan damlanın, numune kabının çeperine değdirilerek kaba aktarılması sağlanmalıdır.
- Numune alındıktan sonra pipette sıvı kaldıysa fazla sıvı farklı bir kaba boşaltılmalıdır.

3.1.4. Mezür

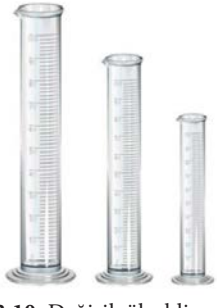
Dereceli silindir de denilen mezürler (Görsel 3.9) üzerinde ölçek çizgileri olan kaplardır. Pipetlere göre daha çok miktarda sıvıyla çalışma yapılacaksa mezür ile ölçüm tercih edilir. 10 mL ile 1.000 mL hacimleri ölçebilen çeşitleri vardır (Görsel 3.10). Daha güvenilir bir ölçüm yapabilmek için ölçülecek sıvının hacmine uygun mezür seçilmeli, ölçüm yapılırken sıvı seviye çizgisine dikkat edilmelidir (Görsel 3.11). Genellikle cam malzemeden yapılmıştır. Plastik olanları da vardır. Tabanlarının geniş olması devrilmeden ayakta durmalarına yardımcı olur.

Mezürle hacim ölçümü yapılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Mezür düz bir zemine konulur.
- Ölçülecek sıvı yavaş yavaş mezüre aktarılır.
- Mezürlerin sıfır noktası altta olduğu için direkt ölçülmek istenen hacim çizgisine kadar sıvı konulur.
- Pipetlerde hacim çizgisinin okunmasında dikkat edilecek hususlar mezürler için de geçerlidir.
- Mezüre sıvı konulurken sıvının etrafa dökülmesini engellemek için huni kullanılabilir.



Görsel 3.9: Örnek mezür



Görsel 3.10: Değişik ölçekli mezürler



Görsel 3.11: Sıvı seviye çizgisi

3.1.5. Büret

Büret, 1-100 mL arasında sıvı hacimlerinin ölçümünde kullanılan, 40-87 cm boyunda 0,01-0,2 mL arasında ölçü çizgileri bulunan, nicel analiz işlemlerinde ve duyarlı hacim ölçümlerinde kullanılan cam malzemedir. Düz musluklu, yandan musluklu, ucu damlalıklı, otomatik (depolu) ve dijital otomatik tipleri vardır (Görsel 3.12,13).

Büretle hacim ölçümü yapılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Temiz ve kuru bir büret alınarak içine doldurulacak sıvı ile büretin iç çeperleri yıkanır.
- Büret, spor düzeneğine dik bir şekilde yerleştirilir.
- Büreti spora yerleştirirken hacim çizgilerinin okunabilmesine dikkat edilir.
- Musluğun kapalı olup olmadığı kontrol edilir.
- Bürete konulacak sıvı, bir huni yardımıyla yavaşça doldurulur.



Görsel 3.12: Büret



Görsel 3.13: Otomatik büret

- Sıfır çizgisinin yaklaşık 1 cm üzerine kadar sıvı doldurulmasına dikkat edilir.
- Büretin altına bir beher ya da erlen konulur.
- Büretin musluk kısmı avuç içinde kalacak şekilde musluk sol elin ilk üç parmağı ile tutulur.
- Sıvının damla damla akmasına dikkat edilerek musluk yavaşça açılır.
- Sıfır çizgisinin göz hizasında olmasına dikkat edilerek sıvının fazlası boşaltılır.
- Hacim ölçümü yapılıyorsa sıvı boşaltılırken büretteki sıvı seviyesi takip edilmelidir.
- Titrasyon yapılıyorsa sıvı boşaltılırken reaksiyon kabı (erlen) takip edilmelidir.
- Büretin ucunda sıvı kaldıysa kabın çeperine değdirilerek alınmalıdır, bu şekilde büretin sıfır ayarı yapılmış olur.
- İstenilen hacimde sıvı, damla damla büretten akıtılarak bir kaba alınır.
- Titrasyon işlemi yapılıyorsa harcanan sıvı miktarı büretten okunarak hesaplamalar yapılabilir.

3.1.6. Dispenser

Dispenser, kimya laboratuvarlarındaki anlamı ile eşit miktarlardaki sıvıları arka arkaya tüplere veya şişelere aktarmak amacıyla kullanılan hacim ölçüm aracıdır. Bunlara ayarlı pompalar da denir (Görsel 3.14). Dispenser yardımı ile ayarlanan hacimde sıvı her seferinde eşit olarak alınabilir.



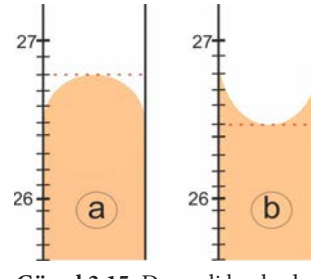
Görsel 3.14: Dispenser

Dispenserle hacim ölçümü yapılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Temiz ve kuru bir şişe alınarak hacmi ölçülecek sıvı ile doldurulur.
- Dispenser, şişenin ağız kısmına takılır.
- Dispenser, ölçülecek hacim değerine göre ayarlanır.
- Sıvı çekilerek istenilen kaba aktarılır.

Ölçülü Kaplarda Hacim Okuma

Ölçülü kaplarda saydam sıvı varsa pipetin içerisinde içbükey veya dışbükey olarak görülür. İçbükey yüzey oluşturan sıvılarda çukur noktasının teğet olduğu derece çizgisi, ölçülen sıvının hacmini verir. Cıva gibi bazı sıvılar ise dışbükey yüzey oluşturur. Bu sıvılarda tepe noktasından geçen teğetin olduğu derece çizgisi esas alınır (Görsel 3.15). Ölçü kabında renkli sıvı varsa kabın derece çizgilerini kapatıyorsa kabın çeperinde görünen en üst çizgiye dikkat edilerek hacim değeri okunur.



Görsel 3.15: Dereceli kaplarda hacim okuma
a) Dışbükey yüzey
b) İçbükey yüzey

Biliyor musunuz?

Asitler suda çözündüklerinde ısı açığa çıkarır. Asidin üzerine su döküldüğünde açığa çıkan ısı karışımın köpürmesine sebep olur. Bu sebeple asitlerin üzerine su dökülmemelidir. Asitler suyun üzerine yavaş yavaş eklenmelidir.

1. UYGULAMA

PİPET İLE HACİM ÖLÇÜMÜ

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Pipet, puar veya pipet pompası, beher, su.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Alacağınız sıvının hacmine uygun pipet seçiniz.
3. Pipetin her bir derece çizgisinin kaç mL'ye denk geldiğini tespit ediniz.
4. Pipete puar veya pipet pompası takınız.
5. Pipeti suyun içine daldırınız. Pipetin kabın dibine değmemesine dikkat ediniz.
6. Sıfır çizgisinin yaklaşık 1 cm üzerine kadar su çekiniz. Sıvının puara kaçmamasına dikkat ediniz.
7. Sıvıyı sıfır çizgisine getiriniz. Sıvı seviyesine göz hizasından bakmaya dikkat ediniz.
8. İstenilen miktardaki suyu yavaş yavaş başka bir kaba aktarınız.
9. Çalışma ortamını temizleyiniz.
10. Raporunuzu yazınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

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

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			10
2.	İstenilen sıvı hacmine uygun ölçüde pipet seçer.			10
3.	Pipetin her bir derece çizgisinin kaç mL'ye denk geldiğini tespit eder.			10
4.	Pipeti, alacağı sıvının içine yeterince daldırır.			10
5.	Puarı veya pipet pompasını doğru kullanarak sıvıyı sıfır çizgisine kadar çeker.			10
6.	Pipetin içinde hava kabarcığı kalmamasına dikkat eder.			10
7.	Sıvıyı aktaracağı kaba, pipeti geçirirken pipetten sıvı damlamamasına dikkat eder.			10
8.	Doğru hacimde sıvıyı kaba boşaltır.			10
9.	Çalışma ortamını temizler.			10
10.	Raporunu hazırlar.			10

2. UYGULAMA

MEZÜR İLE HACİM ÖLÇÜMÜ

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Mezür, beher, su, huni.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Alacağınız sıvının hacmine uygun mezür seçiniz.
3. Mezürün her bir derece çizgisinin kaç mL'ye denk geldiğini tespit ediniz.
4. Yeterli büyüklükte bir beherin içine su doldurunuz.
5. Huni yardımı ile suyu beherden mezüre aktarınız.
6. Sıvı seviyesine göz hizasından bakarak istenilen hacimde su alınız.
7. Hacim değerini, sıvı yüzeyinin içbükey noktasına bakarak okumaya dikkat ediniz.
8. Çalışma ortamını temizleyiniz ve rapor yazınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

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

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			15
2.	İstenilen sıvı hacmine uygun ölçüde mezür seçer.			15
3.	Mezürün her bir derece çizgisinin kaç mL'ye denk geldiğini tespit eder.			10
4.	Huni yardımıyla suyu mezüre doldurur.			10
5.	Sıvı seviyesine göz hizasından bakarak istenilen hacimde su alır.			15
6.	Hacim değerini, sıvı yüzeyinin içbükey noktasına bakarak okumaya dikkat eder.			15
7.	Çalışma ortamını temizler.			10
8.	Raporunu yazar.			10

3.2. KATILARDA HACİM ÖLÇÜMÜ

Katılarda hacim ölçümü katının şekline göre farklılık gösterir.

3.2.1. Belirli Bir Geometrik Şekli Olan Katılarda Hacim Ölçümü

Belirli geometrik biçimli katıların hacimlerini bulmak için boyutlarından yararlanılır. Bunun için önce cismin geometrik şekli tespit edilir ve daha sonra hesaplama için gerekli olan boyutları; kumpas, mikrometre ve cetvel gibi araçlarla ölçülerek cismin hacmi hesaplanır. Bu katıların hacmini hesaplayabilmek için şeklin ayrıt uzunluklarının bilinmesi gerekir. İki nokta arasındaki mesafeye **uzunluk** denir. Uzunluğun temel birimi metredir ve "m" harfi ile gösterilir. Metrenin katları ve askatları aşağıdaki gibidir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: Metrenin Katları ve Askatları

1 kilometre (km)	1.000 m (10^3)	1 desimetre (dm)	0,1 m (10^{-1})
1 hektometre (hm)	100 m (10^2)	1 santimetre (cm)	0,01 m (10^{-2})
1 dekametre (dam)	10 m (10)	1 milimetre (mm)	0,001 m (10^{-3})

1. Örnek

47 m kumaş kaç cm'dir?

Çözüm

1 m — 100 cm ise

47 m — x cm'dir.

$$x=\frac{47\ m \cdot 100\ cm}{1\ m}=4.700\ cm$$

1. Sıra Sizde

34 mm iplik kaç cm'dir?

2. Örnek

Aşağıdaki dönüşümleri yapınız.

a) 23 m = 2.300 cm

b) 12 dm = 120 cm

c) 35 m = 35.000 mm

d) 2,7 km = 270 dam

e) 2,9 cm = 0,029 m

2. Sıra Sizde

Aşağıdaki dönüşümleri yapınız.

a) 124 dam = ... m

b) 456 cm = ... hm

c) 2,17 hm = ... cm

d) 2,53 dm = ... mm

e) 1,237 m = ... mm

Uyarı

Hacim hesaplamaları yapılırken her bir uzunluğun birimi aynı olmalıdır.

3.2.2. Belirli Bir Geometrik Şekli Olmayan Katılarda Hacim Ölçümü

Katı maddelerin belirli bir şekli ve hacmi vardır. Sıvı maddelerin belirli bir hacimleri olmasına rağmen belirli bir şekilleri yoktur, konuldukları kabın şeklini alırlar. Gazların ise hem belirgin hacimleri hem de belirgin şekilleri yoktur. Konuldukları kapların hacmini ve şeklini alırlar.

Düzgün geometrik yapıda olmayan katı cisimlerin hacimleri, dereceli kaplardaki sıvılardan yararlanılarak bulunur. Bu tür cisimler tamamen sıvı dolu olan bir kaba batırıldığında sıvıda çözünmemek şartıyla hacmi kadar hacimde sıvı taşırır. Eğer cisim tamamen batmıyorsa taşan sıvının hacmi, batan kısmın hacmine eşit olur.

$V_{KATI} = V_2 - V_1$ formülü ile hesaplama yapılır.

V_{KATI} : Katının hacmi
V_1 : Sıvının başlangıç hacmi
V_2 : Sıvının son hacmi

3. Örnek
Küçük bir taş parçasının hacmini bulmak isteyen Recep, bir mezürde bulunan 25 mL sıvı üzerine taş parçasını koyduktan sonra sıvı hacminin 47 mL olduğunu gözlemliyor. Recep'in yaptığı ölçme sonucunda taş parçasının hacmi kaç mL'dir ?

Çözüm

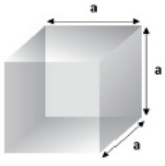
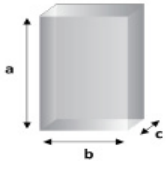
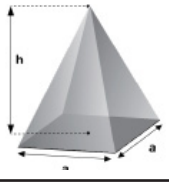
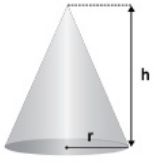
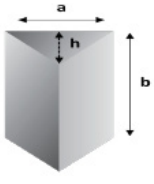
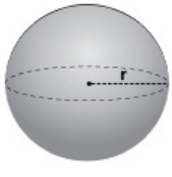
$V_{KATI} = V_2 - V_1$
$V_{KATI} = 47 - 25$
$V_{KATI} = 22$

3. Sıra Sizde
34 mL sıvı bulunduran bir mezüre şekilsiz bir cisim konulduğunda sıvı seviyesi 81 mL olarak okunuyor. Buna göre cismin hacmi kaç mL'dir ?

3.2.3. Küp, Dikdörtgen Prizma, Silindir, Küre vb. Cisimlerin Boyutları

Farklı geometrik cisimlerin hacim hesaplamalarında kullanılması gereken formüller aşağıdaki gibidir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4: Geometrik Cisimlerin Görünümleri ve Hacim Formülleri

Şeklin Adı	Uzayda Görünüşü	Hacim Hesaplamak İçin Gereken Uzunluklar	Hacim Hesaplama Formülü
KÜP		Kenar (ayrıt) uzuluğu = a	$V = a^3$
DİKTÖRTGENLER PRİZMASI		Ayrıt uzunlukları = a, b, c	$V = a \cdot b \cdot c$
KARE PİRAMİT		Taban kenarı = a Cisim yüksekliği = h	$V = \frac{1}{3} \cdot a^2 \cdot h$
KONİ		Taban yarıçapı = r Cisim yüksekliği = h	$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$
ÜÇGEN PRİZMA		Üçgenin kenarı = a Kenara ait yükseklik = h Cisim yüksekliği = b	$V = \frac{a \cdot h}{2} \cdot b$
SİLİNDİR		Taban yarıçapı = r Cisim yüksekliği = h	$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$
KÜRE		Yarıçap = r	$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$

4. Örnek
Kenar uzunluğu 3 cm olan bir küpün hacmi kaç cm^3 tür?

Çözüm

$V = a^3$
$V = 3^3 = 27\ cm^3$

4. Sıra Sizde
Kenar uzunluğu 5 cm olan bir küpün hacmi kaç cm^3 tür?

5. Örnek
Kenar uzunlukları 2 cm, 3 cm ve 4 cm olan bir dikdörtgenler prizmasının hacmi kaç cm^3 tür?

Çözüm

$V = a \cdot b \cdot c$
$V = 2.3.4 = 24\ cm^3$

5. Sıra Sizde
Kenar uzunlukları 2 cm, 5 cm ve 7 cm olan bir dikdörtgenler prizmasının hacmi kaç cm^3 tür?

6. Örnek
Taban kenar uzunluğu 3 cm ve yüksekliği 5 cm olan kare piramitin hacmi kaç cm^3 tür?

Çözüm

$$V = \frac{1}{3} \cdot a^2 \cdot h$$
$$V = \frac{1}{3} \cdot 3^2 \cdot 5$$
$V = 15\ cm^3$

6. Sıra Sizde
Taban kenar uzunluğu 5 cm ve yüksekliği 6 cm olan kare piramitin hacmi kaç cm^3 tür?

7. Örnek
Taban yarıçapı 2 cm olan 5 cm yüksekliğindeki bir koninin hacmini bulunuz? ($\pi = 3$ alınız.)

Çözüm

$$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$
$$V = \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot 2^2 \cdot 5$$
$V = 20\ cm^3$

7. Sıra Sizde
Taban yarıçapı 9 cm olan 4 cm yüksekliğindeki bir koninin hacmini bulunuz? ($\pi = 3$ alınız.)

8. Örnek
Kenar uzunluğu 3 cm, kenara ait yüksekliği 4 cm olan 5 cm yüksekliğindeki üçgen prizmanın hacmi kaç cm^3 tür?

Çözüm

$$V = \frac{a \cdot h}{2} \cdot b$$

$$V = \frac{3 \cdot 4}{2} \cdot 5$$

$V = 30\ cm^3$

8. Sıra Sizde
Kenar uzunluğu 9 cm, kenara ait yüksekliği 8 cm olan 5 cm yüksekliğindeki üçgen prizmanın hacmi kaç cm^3 tür?

9. Örnek
Taban yarıçapı 4 cm ve yüksekliği 6 cm olan bir silindirin hacmi kaç cm^3 tür? ($\pi = 3$ alınız.)

Çözüm

$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$

$V = 3 \cdot 4^2 \cdot 6$

$V = 288\ cm^3$

9. Sıra Sizde
Taban yarıçapı 5 cm ve yüksekliği 4 cm olan bir silindirin hacmi kaç cm^3 tür? ($\pi = 3$ alınız.)

10. Örnek
Yarıçapı 4 cm olan bir kürenin hacmi kaç cm^3 tür?
($\pi = 3$ alınız.)

Çözüm

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot 4^3$$

$V = 256\ cm^3$

10. Sıra Sizde
Yarıçapı 5 cm olan bir kürenin hacmi kaç cm^3 tür? ($\pi = 3$ alınız.)

3. UYGULAMA

BELLİ BİR ŞEKLİ OLMAYAN KATILARDA HACİM ÖLÇÜMÜ

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Kum taşı, 50 mL'lik mezür, su.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Mezüre 30 mL su koyunuz.
3. Kum taşını mezürün içerisine yavaşça bırakınız.
4. Suyun hacim çizgisindeki artışını kaydediniz.
5. Taşın hacmini hesaplayınız.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz ve raporunuzu yazınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

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

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			15
2.	Mezüre konulan suyu doğru ölçer.			15
3.	Kum taşını dikkatli bir şekilde mezüre bırakır.			20
4.	Mezürdeki su seviyesindeki artışı tespit eder.			20
5.	Çalışma ortamını temizler.			15
6.	Raporunu yazar.			15

4. ÖĞRENME BİRİMİ

TEKSTİLDE YOĞUNLUK VE VİSKOZİTE ÖLÇÜMÜ



KONULAR

4.1. TEKSTİLDE YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ
4.2. SIVILARDA YÜZEY GERİLİMİ
4.3. SIVILARDA VİSKOZİTE

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Tekniğine uygun olarak sıvılarda yoğunluk ölçümü yapar. Tekniğine uygun olarak sıvılarda yüzey gerilimi ölçümü yapar. Tekniğine uygun olarak sıvılarda viskozite ölçümü yapar.

TEMEL KAVRAMLAR

Akıcılık, ölçümü ve ölçüm yöntemleri, sıvılarda akıcılığın ölçümü ve önemi, sıvılarda viskozitenin önemi ve ölçümü, sıvılarda yoğunluğun ölçüm yöntemleri, sıvılarda yüzey gerilimi, sıvılarda yüzey gerilimi faydaları, viskozite, viskozite ölçüm yöntemleri, yüzey gerilimini etkileyen faktörler.

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

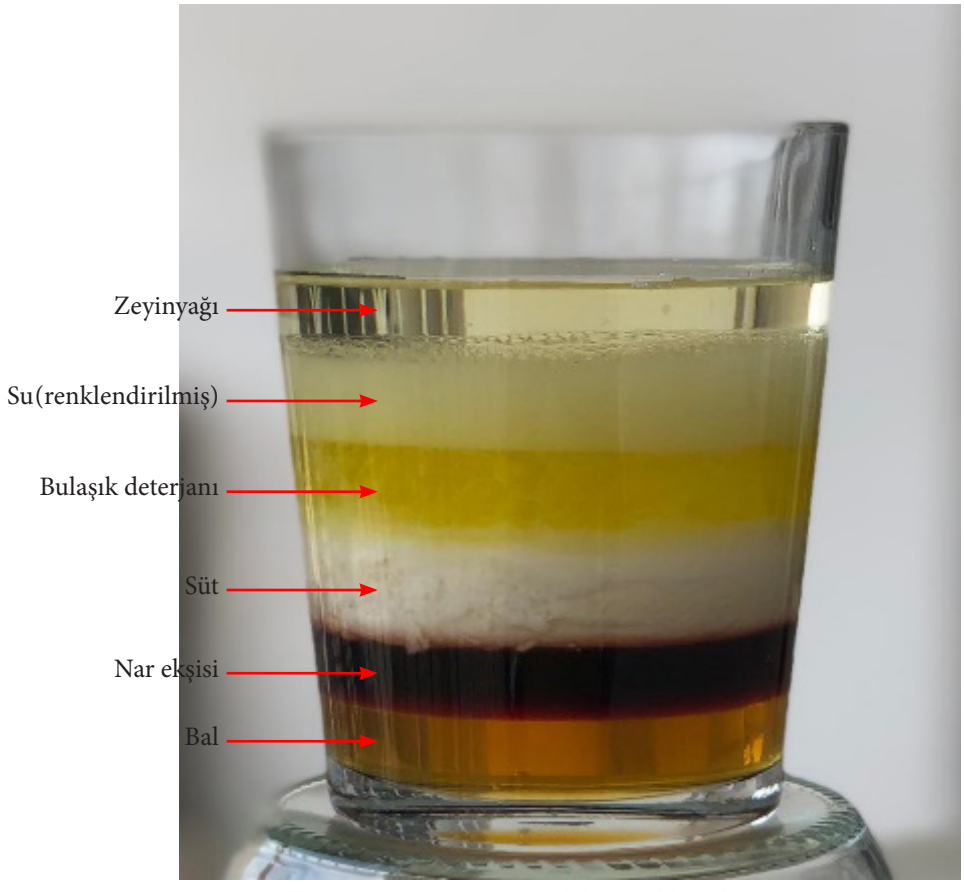
Eşit hacimdeki su bardaklarına, aynı hacimde, pekmez ve su ile doldurulуyor. Bardaklar aynı anda ters çevrildiğinde hangi bardaktaki sıvı önce boşalır?

4.1. TEKSTİLDE YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

Yoğunluk (özkütle) ve viskozite sıvıların ayırt edici özelliklerindendir. Sıvının birim hacmindeki kütlesini, akışkanlığını vb. niceliklerini belirlemek için yoğunluk ve viskozite ölçümü yapılır. Tekstilde kullanılan sıvı maddelerin yoğunlukları ve viskoziteleri oldukça önemlidir. Ölçümlerde kullanılan yöntem ve teknikler farklıdır.

4.1.1. Yoğunluk (Özkütle)

Bir maddenin sabit bir sıcaklık noktasında, birim hacminin kütlesine o **maddenin özkütlesi** veya **yoğunluğu** denir. Yoğunluk; maddenin erime noktası, donma noktası, kaynama noktası gibi ayırt edici özelliklerindendir. Aynı sıcaklıkta basınçları farklı olan sıvıların (Görsel 4.1) yoğunlukları da farklıdır.



Görsel 4.1: Yoğunlukları farklı sıvılar

Bir maddenin yoğunluğu (özkütlesi) $d = \frac{m}{V}$ bağıntısı ile hesaplanır.

Bağıntıda:

d: Özkütle (yoğunluk)
m: Maddenin kütlesi
V: Maddenin hacmi niceliklerini temsil eder.

Yoğunluk kütle ile doğru, hacim ile ters orantılıdır.

1. Örnek

Katı bir cismin kütlesi hassas terazide 30 g olarak tartılıyor. Düzgün geometrik şekilli olan cismin hacmi 10 cm^3 ise yoğunluğu kaç g/cm^3 tür?

Çözüm

m: 30 g
V: 10 cm^3
d: ?

$$d = \frac{m}{V}$$

$$d = \frac{30}{10}$$

d: 3 g/cm^3 olarak bulunur.

Uyarı
Kütle ve hacim, maddenin ayırt edici özelliği değildir.

4.1.2. Sıvılarda Yoğunluk Ölçümü

Endüstride sıvı yoğunluğunun yüksek hassasiyetle ölçümü; başta petrol olmak üzere kimya, ilaç, gıda, çimento, tekstil vb. sektörler için oldukça önemli bir sorundur. Her sektör için özel olarak hazırlanan ve sıvıların yoğunluğunun tespiti için geliştirilmiş çeşitli yoğunluk ölçüm araçları kullanılır.

Tekstil laboratuvarlarında mohr terazileri, areometreler ve piknometreler sıvı yoğunluğu ölçümünde kullanılan araçlardır. Laboratuvar çalışmalarında daha çok areometreler ve piknometrelerden yararlanılır.

4.1.2.1. Areometreler İle Yoğunluk Ölçümü

Areometreler, bir gaz veya sıvının yoğunluğunu ve ağırlığını ölçmek için tasarlanmış nispeten karmaşık olmayan alettir. Bir areometre için tasarım çok basittir. Cihazın ana gövdesi içi boş bir tüpten ibarettir. Areometrenin gövdesi içine dâhil edilmiş bir ağırlık ve ölçekle cihaz ölçülecek öğeye doğrudan yerleştirilerek doğru bir okuma almak mümkündür.

Bir gaz veya sıvının yoğunluğunu ölçmek için areometrenin kullanımı kolaydır. Cihazın ana borusunun dibine bir ağırlık yerleştirilir. Çubuğun üst kısmında, tüpten uzanan bir ölçek bulunur. Ağırlıklı tüp, ölçülecek olan elemana yerleştirilir. Terazi kullanımıyla sıvının veya gazın ağırlığı kolaylıkla belirlenir. Yoğunluk, ölçeğin sıvı veya gaz yüzeyine nüfuz ettiği noktaya dikkat edilerek belirlenir. Gazların tartımında kullanılan tüm aletler arasında areometre, genellikle en basit ve en doğru seçeneklerden biri olarak kabul edilir.

Areometrelerin çalışma prensibi Arşimet Temel Yasası ile açıklanabilir. Temel olarak bir sıvının yukarı kuvvetinin yer değiştiren sıvının kütlesine eşit olacağı anlamına gelir. Areometrenin içindeki ağırlık sabit olduğundan cihazın elemente ne kadar derin battığına bakılarak gazların ağırlığını ve yoğunluğunu ölçmek mümkündür. Aynı durum sıvılar için de geçerlidir çünkü areometre sıvı içerisine battıkça sıvıların yoğunlukları ve ağırlıkları artar.

Gazın ağırlığının ve yoğunluğunun ölçülmesinde kullanılan areometre, gazın veya sıvının tam yapısını belirleyemez. Bununla birlikte elementin yoğunluğunu ve ağırlığını ölçmek için areometrenin kullanılması, elementlerin muhtemel kompozisyonunun daraltılmasında araştırmacılara yardımcı olabilecek elementin bazı özelliklerini tanımlamaya yardımcı olabilir.

Uyarı
Sıvıların hacimleri, sıcaklık değişikliklerinden etkilendiği için yoğunluk tayini genellikle 20 °C veya 15,6 °C'de yapılmalıdır.

Laboratuvarda kullanılan bomemetre, dansimetre, sütlerin yoğunluğunu ölçen laktodansimetre ve hacimsel olarak alkol yüzdesini ölçen alkolimetreler sabit ağırlıklı areometrelerdir.

4.1.2.2. Dansimetre İle Yoğunluk Ölçümü

Dansimetre, yoğunluk ölçümleri için yaygın olarak kullanılan bir araçtır. Sıvının özgül ağırlığını doğrudan verir. Saf suyun yoğunluğunu 1 g/mL ölçecek şekilde ayarlanmıştır. Yoğunlukları 0,70 ile 1,00 arasında olan sıvılar ile yoğunlukları 1,00'den büyük olan sıvılar için derecelendirilmiş çeşitli dansimetreler bulunur.



Görsel 4.2: Dansimetre, mezür ve yoğunluğu ölçülecek sıvı

Dansimetre genellikle kapalı bir cam tüpten oluşur (Görsel 4.2). Tüpün alt kısmı, aracın dik durması ve gerekli ağırlığın sağlanması amacıyla içerisinde saçma veya cıva bulunan bir kürecik şeklindedir. Üst kısmı da üzerinde yoğunluk ve bazılarında da sıcaklık göstergesi bulunan bir cam borudan oluşur. Bir sıvı içinde dengede duran dansimetrenin sıvı yüzeyine rastlayan bölüm çizgisi karşısında okunan sayı, o sıvının yoğunluğunu verir.

4.1.2.3. Dansimetre İle Sıvıların Yoğunluğunu Ölçme

Dansimetre ile sıvı yoğunluğu ölçümü yapılabilmesi için numunenin sıcaklığının belirli bir aralıkta olması gerekir. Sıcaklığın değişmesi areometrelerden ölçülecek yoğunluğun değişmesine neden olur. Bu farklılık sıcaklık düzeltme faktörü kullanılarak giderilebilir. Sıcaklık düzeltme faktörü 0,0002'dir. Sıcaklık arttığında yoğunluk azalacaktır. Bu nedenle numunenin sıcaklığı dansimetrenin sıcaklığından yüksekse hesaplanan sıcaklık düzeltmesi okunan değerin üzerine eklenir, düşük ise okunan değerden çıkarılır. Örneğin areometrenin sıcaklık kalibrasyonu 15 °C'de yapılmışsa ve yoğunluğu ölçülecek çözeltinin sıcaklığı 19 °C ise aradaki fark 4 °C'dir. Her bir derece için 0,0002 sıcaklık düzeltme faktörü kullanılacağından 4.0,0002=0,0008 birimlik sıcaklık düzeltmesi yapılır. Bu nedenle çözeltinin sıcaklığı areometrenin kalibrasyon sıcaklığından yüksekse hesaplanan sıcaklık düzeltmesi okunan skalanın üzerine eklenir, düşük ise okunan skaladan çıkarılır.

Yukarıdaki örnekte skaladan okunan değer 1,032 ise 0,0008'lik bir ekleme ile sıcaklığa bağlı doğru yoğunluk 1,0328 g/mL olarak bulunur.

En doğru okuma için aşağıdakiler yapılmalıdır.

- Çalışmaya başlamadan önce dansimetrenin ölçeği kontrol edilerek bölümlendirmelerin neye denk geldiği belirlenmelidir.
- Ölçmede kullanılacak dereceli silindirin (mezür) boyutları, kullanılacak dansimetrenin boyutlarına uygun olmalıdır.
- Dereceli silindirin çapı dansimetrenin çapından en az 1,5-2 cm büyük ve yüksekliği de daha fazla olmalıdır.
- Ölçüm sırasında dansimetre, kabın çeperlerine ve tabanına dokunmamalıdır.
- Dansimetre ve dereceli silindir kullanılmadan önce temizlenmeli ve kurulanmalıdır.
- Yoğunluğu saptanacak örnek, herhangi bir yabancı madde içermemesi için süzülmelidir.
- Yoğunluğu saptanacak sıvının sıcaklığı ölçülmelidir. Sıcaklık düzeltmesi yapabilmek için sıcaklık düzeltme katsayısı ile düzeltme yapılmalıdır. Düzeltme, sıcaklık düzeltme katsayısına gerek duyulmadan sıvının sıcaklığının dansimetrenin sıcaklığına ayarlanmasıyla daha kolay yapılabilir.
- Ayarlamalar yapıldıktan sonra dansimetre örnek içerisine yavaş yavaş daldırılmalı ve dansimetrenin boyun kısmı ıslatılmadan su yüzeyi üzerinde bırakılmalıdır. Çünkü boyun kısmına tutunacak olan damlalar dansimetrenin ağırlığına etki ederek ölçümü etkiler.
- Okuma, dansimetrenin dikey salınımı durduktan sonra yapılmalıdır. Okuma sırasında, dansimetrenin boyuna tırmanan sıvı göz önüne alınmalı ve göz tam sıvı yüzeyi düzeyine getirilerek okuma gerçekleştirilmelidir (Görsel 4.3).



Görsel 4.3: Dansimetre ile sıvının yoğunluk ölçümü

4.1.2.4. Bomemetre İle Bome Derecesi Ölçümü

Areometre türü olan **bomemetre**, 1961 yılında Baume (Baum) tarafından tasarlanmıştır. Sabit ağırlıklı bir yoğunluk ölçerdir.

Bome areometresi %10'luk tuzlu suya göre kalibre edilmiştir. Yoğunluğu suyun yoğunluğundan fazla sıvılara ait olan bome areometrelerinin 15 °C'deki suda battığı yer (0), %10'luk tuz çözeltisinde battığı yere 10 koyularak kalibrasyonu yapılmıştır. Areometrelerde skala 0-10 arasında eşit olarak bölünmüş ve her bir çizgi %1 oranında tuzlu su derişimine (NaCl) denk gelecek şekilde ayarlanmıştır.

Bome areometresi, çözeltideki g/100 g olarak tuz (NaCl) miktarını ifade eder. Laboratuvarlarda bilhassa şekerli sıvıların, muhtelif tuz ve ağır kimyevi maddelerin eriyiklerinin yoğunluğunun ölçülmesinde (en fazla şıra ve şarapçılıkta) büyük ölçüde kullanılır.

Çeşitli kimyevi maddeler için hazırlanmış bome derecesine eş değer, yoğunluğu ve konsantrasyonu gösteren cetveller bulunur. Şıra için de şekeri gösteren bir cetvel vardır. Cetvel olmadığı zaman şırada bome derecesi, 1,9 ile çarpılarak % kuru madde miktarı ve 1,8 ile çarpılarak da % şeker miktarı hesaplanır.

4.1.2.5. Bomemetre İle Sıvılarda Bome Derecesini Ölçme

Bomemetre ile sıvıların yoğunluğunu ölçmek için bome derecesi ile ilgili çeşitli cetveller vardır. Cetvel olmadığı zaman bomemetrede okunan bome derecesi 1,9 ile çarpılarak kuru madde, 1,8 ile çarpılarak % şeker miktarı bulunur.

Yoğunluk hesaplamasında sıcaklık 15,4 °C'de 144,3, sıcaklık 15,15 °C'de ise 146,3 katsayıları kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanır.

Yoğunluğu 1'den büyük olan çözeltiler için

$$d = \frac{144,3}{144,3-B}$$ bağıntısı kullanılır.

Yoğunluğu 1'den küçük olan çözeltiler için

$$d = \frac{144,3}{144,3+B}$$ bağıntısı kullanılır.

4.1.2.6. Alkolmetre İle Yoğunluk Ölçümü

Alkol-su karışımındaki, hacimce yüzde (%) alkol miktarını gösteren areometreye **alkolmetre** denir. Sıvılardaki alkol oranını ölçmek için kullanılır. Camdan yapılan alkolmetrenin bir ucunda, sıvı içinde dik durmasını sağlamak üzere ağırlık; diğer ucunda ise silindirik bir sap bulunur. İnce uzun bir kaba (örneğin 250 mL'lik mezür) ölçülmek istenen sıvı konur. Kabın içerisine alkolmetre serbestçe yüzecek şekilde yavaşça bırakılır. Sıvı yüzeyi ile temas eden ölçek hizasındaki değer, yüzde (%) olarak sıvının hacimsel alkol oranını verir.

4.1.2.7. Alkolmetre İle Sıvıların Yoğunluğunu Ölçme

Alkolmetrelerin ölçüm okunacak kısmında (Görsel 4.4) tam sayılar arasında 0,8 mm mesafe bulunur ve bu alan 5 veya 10 çizgi ile derecelendirilir. Sayılar, diğer areometrelerin aksine aşağıdan yukarıya doğru yükselir. Sıcaklık düzeltmesi de diğerlerinin aksine yani yüksek derecelerde çıkartılır, düşük derecelerde eklenir.



Görsel 4.4: Alkolmetre

Alkol tayininde kullanılan alkolmetreler 15.56 °C'ye ayarlanmış olup % hacmi gösterir. Sıcaklık düzeltme faktörü 1 °C için 0,18'dir. Fakat hesapta kolaylık olması için yuvarlak rakam 0,2 kabul edilir. Yalnız bu sıcaklık düzeltmesini 15,5 °C'ye yakın derecelerde yapmak gerekir.

Örneğin alkol-su karışımının alkol miktarı 17,5 °C'de alkolmetre ile %11,9 okunursa

alkol miktarı=11,9 - (17,5 - 15,5) × 0,2 = %11,5 olarak bulunur.

Alkolmetre ile ölçüm yapmak için aşağıdaki işlem basamakları uygulanmalıdır.

- Alkolmetre ve dereceli silindir temizlenir, kurutulur.
- Damıtma balonuna 100 mL örnek konur. İçine derişik NaOH çözeltisi katılarak ortamın alkali olması sağlanır.
- Köpürmeyi önlemek için balona birkaç parça parafin veya az miktarda tannik asit konur.
- Yaklaşık 3/4 kısmı damıtılır.
- Damıtma ürünü, saf su ile 100 mL'ye tamamlanır.
- Hazırlanan ürün dereceli silindire konur.
- Alkolmetre, silindirin içine yavaşça daldırılır.
- Dikey salınım durduktan sonra okuma yapılır.

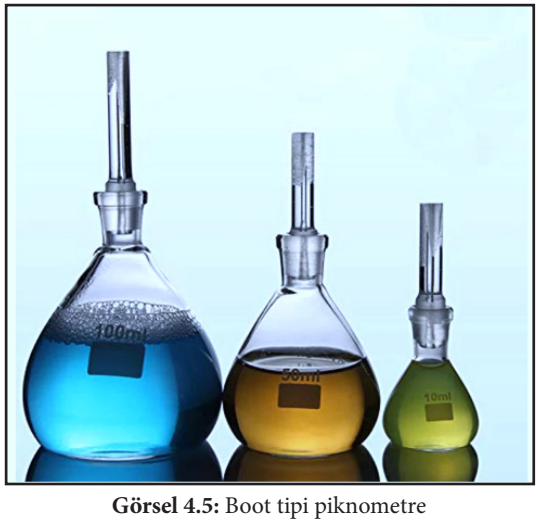
4.1.2.8. Piknometre İle Yoğunluk Ölçümü

Piknometre, sıvıların yoğunluğunu ölçmeye yarayan termometreli veya termometresiz, küçük, hafif ve genelde özel camdan yapılmış laboratuvar malzemesidir. Cam bir balon üzerine kapatılan ince bir kapağı vardır. Cam piknometre ile 20-25 °C'deki akışkan olan bütün sıvıların özgül ağırlığı (yoğunluğu) ölçülebilir. Hacimleri 10 mL ile 100 mL arasında değişen kapaklı şişelerdir.

Özgül ağırlık tayini için çeşitli piknometreler vardır. Bunlar, sanayide sık kullanılan **boot (buut) tipi piknometreler** ve **reischauer (reşauer) tipi piknometreler**dir.

Boot Tipi Piknometreler

Boot tipi piknometreler kapaklı olup kapağın içinde bir kapiler boru vardır. Genellikle çift cidarlı camdan yapılan boot tipi piknometrelerde iki cidar arasındaki hava alınır. Havası alınan piknometre ile özgül ağırlığı tayin edilecek sıvı, istenilen sıcaklık derecesine getirildikten sonra piknometre içerisine konularak muhafaza edilebilir.



Görsel 4.5: Boot tipi piknometre

Boot tipi piknometreler, özellikle rutin analizlerde çabuk sonuç verdiği için tercih edilir.
Piknometre, içinin yıkanması ve aynı ısı derecesinde olması için 1-2 defa analizi yapılacak sıvı ile çalkalanır (Görsel 4.5). Daha sonra ağzına kadar sıvı ile doldurularak kapak yerleştirilir. Kapak yerleştirilirken fazla gelen sıvı kapaktaki kapiler borudan yükselerek dışarı çıkar. Serçe parmağın ucu ile kapağın üstü silinir. Piknometrenin üstü temiz bir bezle silinip kurulanır ve sıvı tartılır. Dış hararet yüksek olduğu zaman piknometredeki sıvı, kapiler borudan yükselerek kapağın üzerinde damlacık hâlinde toplanırsa da bu damlacık silinmez ve bu şekilde tartılır.

Reischauer Tipi Piknometreler

Reischauer tipi piknometreler genel olarak geniş bir gövde ve ince, uzun bir boyun kısmından ibarettir. Boyun kısmının ortasında bir çizgi vardır.



Görsel 4.6: Reischauer tipi piknometreler

Standart reischauer tipi piknometrelerin boyun kısmı 65-85 mm, yüksekliği 140-160 mm, boyun iç çapı ise 2,5-3,5 mm'dir (Görsel 4.6). İşaret çizgisi, boynun yukarıdan 25-35 mm aşağısındadır. Su kapasitesi 20 °C'de 48-50 gramdır.

4.1.2.9. Piknometre İle Sıvıların Yoğunluğunu Ölçme

Yoğunluk ölçümünde kullanılacak olan piknometre yıkanıp kurutulduktan sonra piknometreye boş olarak (D) saf su konulur ve piknometre tartılır (P_s). Son olarak yoğunluğu belirlenecek sıvı konularak tartım yapılır ($P_ö$).
Aynı hacimdeki su ve sıvının kütlelerinin oranı yoğunluğu

$$d = \frac{P_Ö - D}{P_S - D}$$ bağıntısı ile hesaplanır.

Piknometre ile sıvıların yoğunluğunu ölçmek için aşağıdaki işlem basamakları uygulanmalıdır.

- Piknometre, sıcak su veya %4'lük potasyum ya da sodyum bikromat içeren sülfürik asit çözeltisi ile yıkanır.
- Bir kez alkol veya eter ile çalkalanır ve kurutulur. Kurutmayı hızlandırmak için içine kılcal bir boru ile hava verilir.
- Piknometrenin darası kapağı ile beraber tartılarak bulunur.
- Hava boşluğu kalmayacak şekilde saf su ile doldurularak kapağı kapatılır.
- 20 °C sıcaklıktaki su banyosuna konulup içindeki suyun 20 °C'ye ulaşması için 30 dakika bekletilir.
- Su banyosundan alınıp, kılcal borudan sızan su ve piknometrenin dışı kurutma kâğıdı ile iyice silinerek kurutulur ve piknometre tartılır.
- Piknometre boşaltılıp, yoğunluğu belirlenecek sıvı ile birkaç defa çalkalanarak doldurulur.
- Sıvı dolu piknometre tartılır.
- Elde edilen tartım değerleri formülde yerlerine konularak numunenin yoğunluğu hesaplanır.

1. Örnek

Piknometre ile yapılan yoğunluk ölçümünde piknometrenin darası 23,624 g, saf su ile dolu piknometrenin ağırlığı 32,854 g, etil alkol ile dolu piknometrenin ağırlığı 30,588 g olarak kaydedilmiştir. Etil alkolün yoğunluğunu hesaplayınız.

Çözüm

$P_Ö$: 30,588 g
P_S: 32,854 g
D: 23,624 g

Verileri $d = \frac{P_Ö - D}{P_S - D}$ bağıntısında yerleştirelim.

$$d = \frac{30,588 - 23,624}{32,584 + 23,624}$$

$$d = \frac{6,964}{9,23}$$

d = 075 g/mL olarak bulunur.

1. Sıra Sizde

Darası 20,3612 g olan piknometre saf su ile dolu olduğunda 71,3984 g olarak tartılıyor. Örnek ile dolu piknometrenin ağırlığı 71,5835 g olduğuna göre örneğin özgül ağırlığını bulunuz.

4.1.2.10. Piknometre İle Hacim Ölçümü ve Hacim Hesaplamaları

Piknometre ile özgül ağırlık tayini yapılırken ilk önce piknometrelerin su kıymeti bulunur. Piknometrede bulunan suyun ağırlığına o piknometrenin **su kıymeti** denir.

Piknometrenin su kıymetini bulmak için ilk önce boş piknometrenin sabit ağırlığa getirilerek darası bulunur. Daha sonra piknometre, yeni kaynatılmış ve soğutulmuş damıtık su (saf su) ile çizginin biraz üstüne kadar doldurulur (Görsel 4.7). Özgül ağırlık 20 °C sıcaklığa göre verildiği için deneylerin bu sıcaklığa ayarlı su banyosunda gerçekleştirilmesi tavsiye edilir. Su banyosunun piknometrenin boğazındaki çizginin biraz üstüne çıkacak kadar su ile dolu olmasına dikkat edilir. Piknometre içinde bulunduğu müddetçe su banyosundaki ısının 20 °C + 0,1 derece kalması sağlanır. Piknometre, dış ısıyı tamamen alması için 30 dakika su banyosunda bekletilir. Kılcal boru yardımı ile su seviyesi tam çizgiye getirilir. İçerisinde hava kabarcığının kalmamasına dikkat edilmelidir. Daha sonra piknometrenin dış çeperi iyice kurutularak 4 haneli bir terazide tartım alınır.



Görsel 4.7: Piknometre ile sıvılarda yoğunluk ölçümü

Örneğin sabit tartıma getirilmiş piknometrenin kendi darası 21,3515 g ve su ile beraber tartıldığında 71,3853 gram geliyorsa piknometre su kıymeti:

71,3853–21,3515=50,0338 g olur, bulunan değer piknometrenin hacmidir.

Daha sonra yoğunluğu tayin edilecek sıvı ile hacmi 50,0338 mL olan piknometre birkaç defa çalkalanır ve sıvı çizgisinin biraz üstüne kadar doldurulur. Aynı şekilde su banyosunda, aynı sıcaklık derecesinde bekletilir ve yeterli süre bekletildikten sonra tartılır.

Dara çıktıktan sonra sıvının ağırlığı 49,9842 g ise

Sıvının özgül ağırlığı = 49,9842/50,0338 = 0,9990 g/mL olarak hesaplanır.

Uyarı
Suyun özkütlesi (yoğunluğu) 1 g/ml olduğundan piknometrenin ağırlığı için bulunan değer suyun hacmine de eşittir.

1. Örnek

50 mL'lik piknometrenin boş kütlesi 32,5864 g'dır. Saf X sıvısıyla doldurulan piknometrenin kütlesi 79,0148 g gelmektedir. Buna göre X sıvısının yoğunluğunu hesaplayınız.

Çözüm

Piknometrenin darası: 32,5864 g
Brüt: 79,0148 g
Hacim: 50 mL
D_x: ?

Önce X sıvısının kütlesini bulalım.

Net kütle = Brüt - dara
Net kütle = 79,0148 - 32,5864
Net kütle = 46,4284 g olarak bulunur.

Verileri $d = \frac{P_Ö - D}{P_S - D}$ bağıntısında yerleştirelim.

$$d = \frac{46,4284 - 32,5864}{50 - 32,5864}$$

ise sonuç 0,79 g/mL olarak hesaplanır.

2. Örnek

Bir piknometrenin boş ağırlığı 29,8833 g, su ile dolu ağırlığı 84,2395 g, saf A sıvısıyla dolu ağırlığı 85,7816 g ise sıvının özgül ağırlığı kaç g/mL'dir?

Çözüm

Piknometrenin darası: 29,8833 g
Brüt: 84,2395 g (su ile)
Brüt: 85,7816 g (A sıvısıyla)
D_A: ?

Önce A sıvısının kütlesini bulalım.
Net kütle = Brüt - dara
Net kütle = 85,7816 - 29,8833
Net kütle = 55,8983 g olarak bulunur.

Suyun kütlesini bulalım.
Net kütle= 84,2395 - 29,8833
Net kütle= 54,3562 g

Verileri $d = \frac{P_Ö - D}{P_S - D}$ bağıntısında yerleştirelim.

$$d = \frac{55,8983 - 29,8833}{54,3562 - 29,8833}$$

ise sonuç 1,0630 g/mL olarak hesaplanır.

1. UYGULAMA

SIVILARIN YOĞUNLUĞUNU ÖLÇME

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Piknometre, analitik terazi, termometre, su.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Temiz ve kuru bir piknometre alarak tartınız ve tartım sonucunu kaydediniz.
3. Piknometreyi ağzına kadar su ile doldurunuz.
4. Piknometreye termometre koyarak sıcaklığı, istenilen değere ayarlayınız.
5. Piknometrenin kapağını kapatarak etrafını temiz bir bezle iyice kurulayınız.
6. Dolu şişeyi tekrar tartarak tartım sonucunu kaydediniz.
7. Suyun net kütlesini hesaplayınız.
8. Suyun net kütlesini piknometrenin hacmine bölerek suyun yoğunluğunu hesaplayınız.
9. Çalışılan sıcaklıktaki suyun gerçek yoğunluğu ile suyun hesaplanan yoğunluğunu karşılaştırınız.
10. Çalışma ortamını temizleyiniz ve rapor yazınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bu uygulamanın değerlendirilmesinde aşağıda verilen ölçütler kullanılacaktır.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarını uygular.			10
2.	Temiz ve kuru bir piknometre alarak tarttı ve tartım sonucunu kaydeder.			10
3.	Piknometreyi ağzına kadar su ile doldurur.			10
4.	Piknometreye termometre koyarak sıcaklığı istenilen değere ayarlar.			10
5.	Piknometrenin kapağını kapatarak etrafını temiz bir bezle iyice kurular.			10
6.	Dolu şişeyi tekrar tartarak tartım sonucunu kaydeder.			10
7.	Suyun net kütlesini hesaplar.			10
8.	Suyun net kütlesini piknometrenin hacmine bölerek suyun yoğunluğunu hesaplar.			10
9.	Çalışılan sıcaklıktaki suyun gerçek yoğunluğu ile suyun hesaplanan yoğunluğunu karşılaştırır.			10
10.	Çalışma ortamını temizledi ve raporunu yazar.			10

4.2. SIVILARDA YÜZEY GERİLİMİ

Yaprağın üzerindeki çiğ damlası, havada uçuşan sabun köpüğü, yüzey üzerinde dağılmadan yuvarlanan cıva damlası gibi davranışların nedeni yüzey gerilimidir. Küçük çelik iğnenin suya batmaması, bazı böceklerin su üzerinde yürüyebilmeleri; bunların ağırlıklarıyla sıvının yüzey gerilimine karşı koyamamalarından kaynaklanır. Görsel 4.8'de gösterildiği gibi sinekler, suyun üstünde yürüyebilir çünkü ağırlıkları suyun yüzey gerilimini aşmaya yetmez. Ayrıca ayaklarının yüzey alanının geniş olması, ağırlıklarını yayarak suyun yüzeyine uyguladıkları basıncı düşürür.

Yüzey gerilimi, sıvı yüzeylerin dış kuvvetlere karşı daha dayanıklı olmasını sağlayan fiziksel bir olaydır. Su yüzeyinin dış etkenlere karşı dayanıklılığını artırır. Tüm sıvıların yüzeyi, gerilmiş bir zarla kaplıymış gibi davranır. Bu olayda sıvı yüzeyi, olası en küçük alanı kaplayacak şekilde büzülür.



Görsel 4.8: Suyun üzerinde yürüyen sinek

Günümüze kadar 600 yıllık geçmişi olan ebru sanatında suyun ve yağın farklı yüzey gerilimleri olmasından yararlanılır (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: Ebru sanatı

Kuşlar gagaları ile kuyruk kısmındaki yağı alıp tüylerine sürer. Sürdükleri yağ molekülleri arasındaki yüzey gerilimi oldukça büyüktür. Su molekülleri tüylerdeki yağ moleküllerinin yüzey gerilimini bozamadığı için kuşlar suda ıslanmaz (Görsel 4.10).



Görsel 4.10: Denizde uçuşan martılar

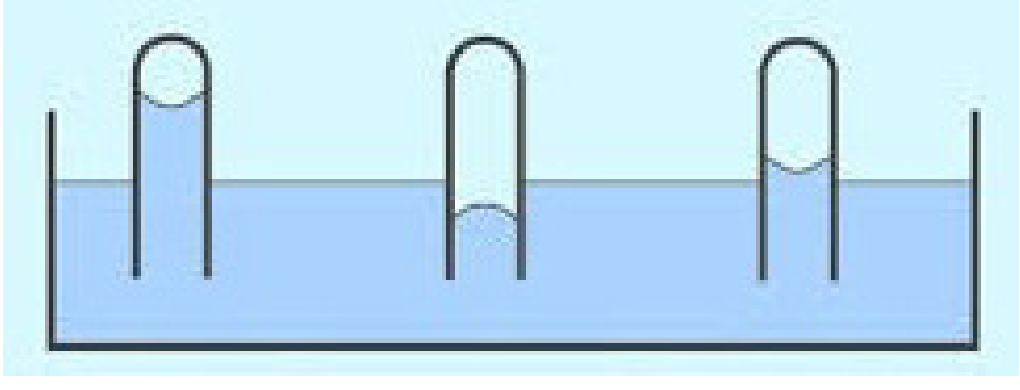
Yüzey gerilimi, santimetre başına dyn olarak verilir (dyn/cm).

$$\gamma = \frac{\text{Kuvvet}}{\text{Uzunluk}} = \frac{\text{dyn}}{\text{cm}}\text{'dir.}$$

Yüzey gerilimi sadece sıvılar için söz konusu değildir. Benzer gerilimler çeşitli fazlar arasındaki bütün yüzeylerde bulunur. Bu hâlde, yüzeyler arası gerilim veya yüzeyler arası enerji söz konusudur. Örnek olarak katı-sıvı, katı-gaz, sıvı-gaz, sıvı-sıvı yüzeyler arası gerilimleri verilebilir. Özel olarak kaydedilmedikçe sıvı-hava yüzey gerilimi söz konusudur. Bu hâlde hava, o sıvının o sıcaklıktaki buharı ile doygundur. Yüzey gerilimi, her maddeye has bir özelliktir. Hava yerine başka gazlar alınırsa genellikle yüzey geriliminin büyüklüğü değişir.

Biliyor musunuz?
Suyun üzerinde, su damlalarını kısa süreli de olsa yüzdürebilirsiniz.

Sıvı ile cam arasındaki çekim kuvvetlerine **adezyon kuvvetleri** denir. Kılcal boruda yükselmeye bu adezyon kuvvetleri yol açar (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: Kılcal boruda adezyon

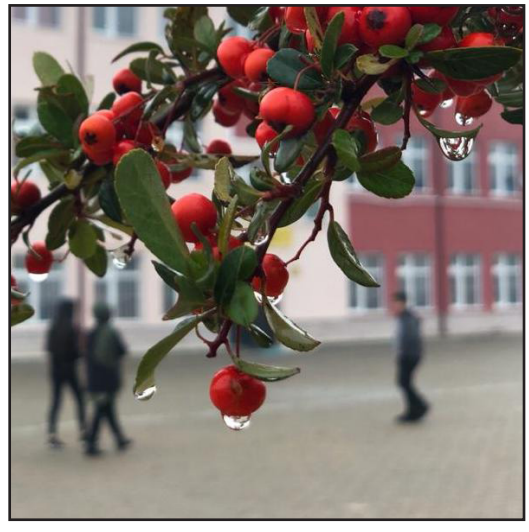
Farklı iki madde arasında var olan ve bu iki maddenin birbirine yapışmasını sağlayan çekim kuvvetine **adezyon** ya da **yapışma** denir (Görsel 4.12). Katılarda ve sıvılarda etkilidir. Gazlarda pek etkili değildir çünkü gaz molekülleri birbirinden çok uzaktır.



Görsel 4.12: Camdaki yağmur damlaları

Günlük hayatta adezyonun örnekleri çokça görülür. Yağmur damlalarının cama yapışması, denizden çıkan bir insanın vücudunun ıslak kalması, durgun bir su üzerinde hareket eden yaprağın suyu sürüklemesi vb. durumlar adezyona örnektir.

Aynı cins moleküllerin kendi aralarında yaptıkları çekim kuvvetine **kohezyon** denir (Görsel 4.13). Kohezyon sıvı ve katı maddelerde görülür (Gazlarda ihmal edilebilecek kadar küçüktür.). Kohezyon kuvveti, maddelerin moleküllerindeki pozitif ve negatif yükler arasında oluşur.



Görsel 4.13: Bodur ateş dikeni (coccinea nana) bitkisi

Biliyor musunuz?
Suyun üzerinde, su damlalarını kısa süreli de olsa yüzdürebilirsiniz.

4.2.1. Sıvılarda Yüzey Gerilimi Değişimi

Sıvı üzerindeki gaz yoğunluğu çok fazla arttırıldığında veya bu sıvı üzerine bu sıvıda çözünmeyen bir başka sıvı ilave edildiğinde sıvının yüzey gerilimi, karşı fazdaki moleküllerle gireceği moleküler etkileşmeler sonucu bir miktar azalır.

Yüzey gerilimi; sıvının cinsine, sıcaklığına ve saflığına bağlıdır. Kohezyon kuvvetleri büyük olan sıvıların yüzey gerilimi daha büyüktür. Örneğin su molekülleri arasındaki çekim kuvveti, etil alkolün molekülleri arasındaki çekim kuvvetinden daha büyüktür. Bu nedenle suyun yüzey gerilimi, etil alkolden daha yüksektir.

Sıvının sıcaklığı artırıldığında sıvı hacmi genleşir, moleküller arası çekim kuvvetleri azalır ve sıvının yüzey gerilimi düşer. Yüzey gerilimi moleküller arası çekim kuvvetlerinin yok sayılabileceği kritik sıcaklık civarında çok küçük bir değere ulaşır (Tablo 4.1). Bazı eritilmiş metaller dışında sıcaklık artışı, sıvıların birçoğunun yüzey gerilimini azaltıcı etki gösterir.

Tablo 4.1. Bazı Sıvıların Farklı Sıcaklıklardaki Yüzey Gerilim Değerleri (N/m)

Sıcaklık (°C)	H_2O	CCl_4	C_6H_6	C_2H_5OH	CH_3COOH
0	$7{,}56 \times 10^{-4}$	$2{,}90 \times 10^{-4}$	$3{,}16 \times 10^{-4}$	$2{,}40 \times 10^{-4}$	$2{,}95 \times 10^{-4}$
25	$7{,}19 \times 10^{-4}$	$2{,}61 \times 10^{-4}$	$2{,}82 \times 10^{-4}$	$2{,}18 \times 10^{-4}$	$2{,}71 \times 10^{-4}$
50	$6{,}79 \times 10^{-4}$	$2{,}31 \times 10^{-4}$	$2{,}50 \times 10^{-4}$	$1{,}98 \times 10^{-4}$	$2{,}46 \times 10^{-4}$
75	$6{,}35 \times 10^{-4}$	$2{,}02 \times 10^{-4}$	$2{,}19 \times 10^{-4}$		$2{,}20 \times 10^{-4}$

Saf bir madde, yüzey gerilimi en yüksek olan maddedir. Maddedeki safsızlık artışı yüzey gerilimini düşürür. Örneğin suya tuz eklendiğinde tuzlusuyun yoğunluğu artar ve yüzey geriliminde artış meydana gelir.

Biliyor musunuz?

Deterjanlar suyun yüzey gerilimini azaltır. Böylece su molekülleri çamaşırların dokularının arasına daha kolay girer ve kirleri çözer.

4.2.2. Çözeltilerde Yüzey Gerilimi

HATIRLAYALIM

Katı, sıvı ve gazların birbiri içerisinde çözünerek oluşturdukları homojen karışımlara "çözelti" denir. Çözeltinin en az iki bileşeni vardır. Bileşenlerden miktarı çok olan dağılma ortamına "çözücü", miktarı az olan ve dağılan maddeye de "çözünen" denir. Örneğin tuz-su çözeltisinde tuz çözünen, su ise çözücüdür.

Çözeltilerin yüzey gerilimi, saf çözücüye göre genellikle düşüktür. Saf bir sıvıya sıvı içerisinde çözünmeyen başka bir sıvı eklenirse çözeltinin yüzey gerilimi azalır. Bunun nedeni saf sıvı ile diğer sıvı molekülleri arasında gerçekleşecek zayıf etkileşimlerdir.

Saf bir sıvıya çözünen bir madde ilave edilirse sıvının yüzey gerilimi, eklenen maddenin cinsine bağlı olarak ya değişir ya da aynı kalır. Etil alkol, sabun, deterjan, asit, ester gibi maddeler suya eklendiğinde suyun yüzey gerilimi azalır. Bu maddelere **yüzey aktif maddeler** denir. Şeker, gliserin, organik asit tuzları suya eklendiğinde suyun yüzey gerilimi değişmez. Bu maddelere de **yüzey inaktif maddeler** denir.

Biliyor musunuz?

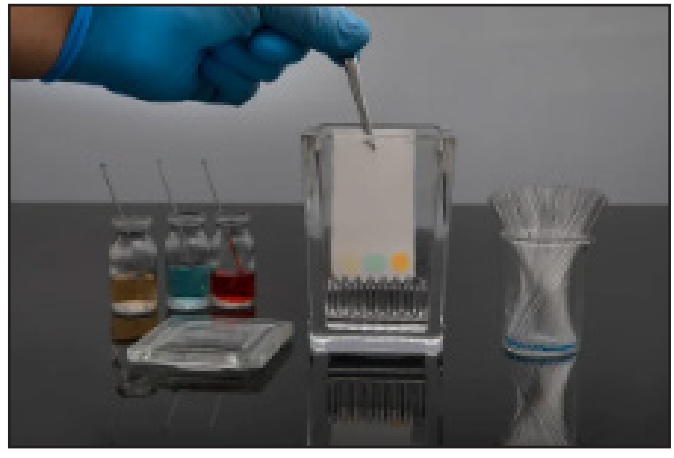
Evlerde temizlik maddesi olarak kullanılan çeşitli bulaşık ve çamaşır deterjanları (sıvı veya toz hâlde), şampuanlar ve sabunlar yüzey aktif madde içerir.

4.2.3. Yüzey Gerilimi Ölçüm Metotları

Bir sıvının yüzey gerilimi çeşitli metotlarla ölçülebilir. Bu metotlardan en yaygın olarak kullanılanları **kapiler yükselme** ve **damla ağırlığı** metodudur.

4.2.3.1. Kapiler Yükselme Metodu

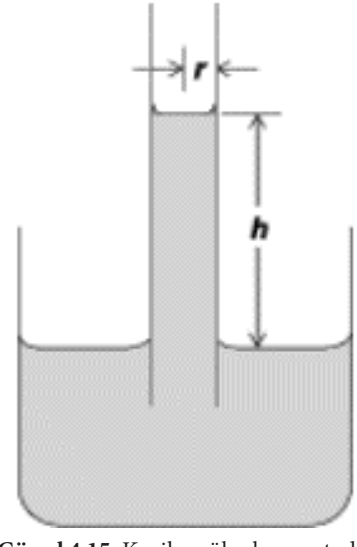
Bir sıvı içerisine kılcal bir boru batırılırsa sıvı boru içinde yükselir (Görsel 4.14). Kapiler boruda sıvının yükselmesinin nedeni, sıvı ile kılcal boru arasında meydana gelen adezyon kuvvetinin sıvı molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetinden büyük olmasıdır. Bu sayede sıvı, kılcal borunun yüzeyini ıslatır ve yayılarak boru içinde yükselir. Yüzey gerilimi ile yer çekimi kuvveti dengelendiğinde yükselme hareketi son bulur.



Görsel 4.14: Kapiler boru ile kohezyon

- **Metot**

Geniş hacimli cam beher alınır, yarısına kadar su ile doldurulur. Beherin içerisinde kapiler cam borunun dik bir şekilde tutulması sağlanır. Kapilerin içerisindeki sıvı (su) yükselir. Kapilerde yükselerek cidarı ıslatan tüm sıvıların yüzey gerilimlerinin belirlenmesinde bu yöntem kullanılabilir (Görsel 4.15).



Görsel 4.15: Kapiler yükselme metodu

Kapiler kılcal borunun içerisindeki sıvının yükselmesi, kaptaki sıvının toplam yüzey alanını azaltır. Serbest enerji minimum bir değere düştüğünde bu yüzey alanı dengeye ulaşılır. Sıvının daha fazla yükselmesi durumunda ise yüzey alanındaki azalma ile kazanılandan daha fazla serbest enerji kaybedilir. Sıvının dh (sıvının yükselme miktarı) kadar yükselmesiyle yüzey alanındaki azalma 2 rdh (dairenin alanı) olurken buna karşı gelen yüzey enerjisindeki azalma

$dG_V = \gamma\, d_A = \gamma\, 2\, \pi\, rdh$ olur.

h yüksekliğinde ρ yoğunluğundaki sıvının bir miktar yükselmesiyle 2 π rdh'lik bir hacim artışı meydana gelir. Böylece serbest enerjideki değişim

$dGa = \rho\, r^{2r}\, hdh$ olur.

İki serbest enerji değişimi birbirine eşit olduğunda yükselme durur. Bu denge anında hesaplanan yüzey gerilimi

dGY = dGa ise g2prdh = ρ r^{2r} hdh olur.

Buradan $\gamma = \frac{hrpg}{2}$ yazılabilir.

Eşitliğin sağında yer alan değişkenler ölçülebileceğinden γ değerinin büyüklüğü belirlenebilir. Bu eşitlik, sıvının tamamıyla camı ıslattığı kabul edilerek çıkartılmıştır. Camı tamamen ıslatmayan sıvılar için ise cam sıvı arasındaki θ açısına bağlı olarak farklı bazı yaklaşımların kullanılmasıyla benzer bir ifade çıkarılabilir.

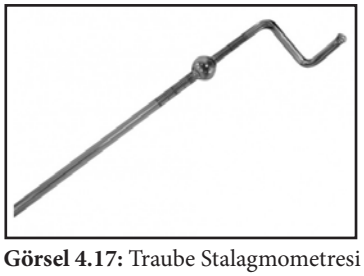
4.2.3.2. Damla Ağırlığı Metodu

Dik bir durumda tutulan dar bir tüpün ucundan bir sıvı damlasının yavaşça kopması sağlanır. Kopan damlanın ya ağırlığı ya hacmi ya da damla sayısı saptanır. İlk önce yüzey gerilimi bilinen bir sıvının damla ağırlığı, sayısı ya da hacmi saptanır. Aynı koşullarda bilinmeyen sıvınınki ile karşılaştırılır.



Görsel 4.16: Dar bir tüpün ucundan kopan sıvı damlası

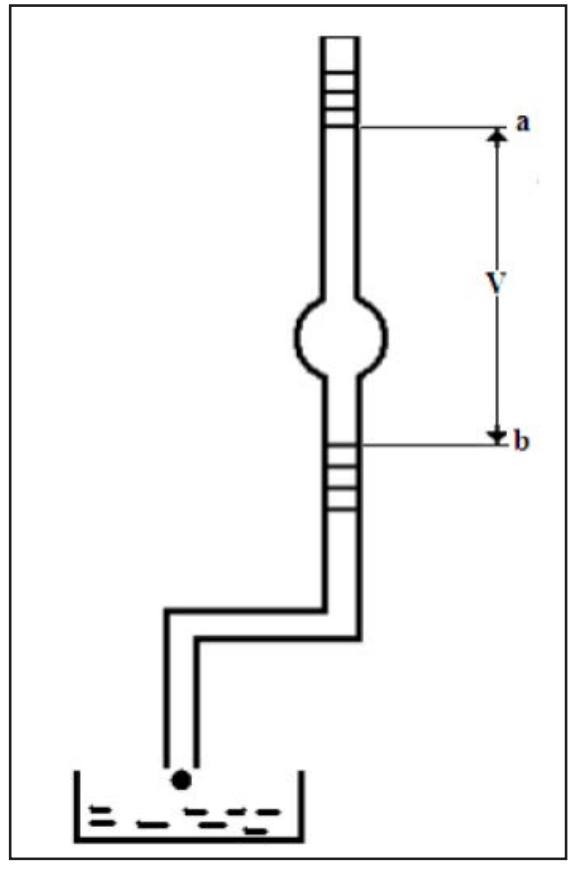
Bir damlalığın ya da pipetin ucundaki damlayı tutan kuvvet, damlanın tüpe temas ettiği daire boyunca mevcut olan sıvının yüzey gerilimi ile orantılıdır (Görsel 4.16). Damlanın uçtan tam koptuğu andaki yüzey gerilimi damlanın ağırlığına eşittir. Bu yöntemde sıvıların yüzey gerilimini belirlemek için **Traube (Tıraub) Stalagmometresi** kullanılır (Görsel 4.17).



Görsel 4.17: Traube Stalagmometresi

- **Deneyin Yapılışı**

Deney için sırası ile kromik asit ve saf su ile yıkanan bir büret kullanılır. Yüzey gerilimi tayin edilen referans su, sıvı ve çözeltiler aynı sıcaklıkta olmalıdır. Damlaların toplandığı küçük beherler temiz ve kuru olmalıdır. Büretin boş tartımı alınır. Damlaların beher dışına sıçramamasına dikkat edilir. Tüm sıvı ve çözeltiler için 15-20 damla alınır (Görsel 4.18).



Görsel 4.18: Damla stalagmometresi

Beherin boş iken tartımı m_1, n damla sıvı veya çözelti ile tartımı m_2 gram ise 1 damla sıvı veya çözeltinin ağırlığı

$M = \frac{m_2 - m_1}{n}$ (1) denklemi ile bulunur.

Deneylere önce referans sıvı olarak saf su ile başlanır. Daha sonra yüzey gerilimi tayin edilecek saf sıvı ve farklı konsantrasyonlardaki çözeltilerin her biri için deneyler tekrarlanır. Su, saf sıvı ve farklı konsantrasyondaki çözeltilerin her birinin birer damlalarının ağırlıkları (1) denklemi ile hesaplanır.

Bulunan değerlerin $\frac{m_1}{m_2} = \frac{g_1}{g_2}$ denkleminde kullanılması sonucunda ilgili sıvı ve çözeltilerin yüzey gerilimleri hesaplanır. Deneyde bulunan ve hesaplanan tüm değerler uygun bir tabloda toplanır (g_1, g_2 sıvıların yüzey gerilimleridir.).

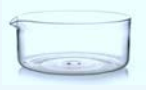
Deneylerde çözelti olarak metanol, etanol, propanol, bütanol gibi alkollerin; asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit gibi asitlerin 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 ve 0.1 M sulu çözeltileri kullanılır. Seyreltik çözeltiler gerekirse derişik stok çözeltinin seyreltilmesi ile hazırlanabilir.

2. UYGULAMA

SIVILARIN YÜZEY GERİLİMİNİ ÖLÇME

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Kristalizuar (Görsel 4.19), çelik ataş, toplu iğne, su.



Görsel 4.19: Kristalizuar

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kristalizuarı su ile doldurunuz.
3. Bir ataşı su üzerine yatay olarak yavaşça koyunuz. Suyun üzerine bırakırken ataşın tamamının ıslanmamasına dikkat ediniz. Ataşın su üzerinde yüzdüğünü gözleyiniz.
4. Su üzerinde yüzen ataşa parmakla hafifçe bastırıp ataşın dibe battığını gözleyiniz.
5. Aynı işlemi toplu iğne ile de tekrarlayınız.
6. Ataş ve toplu iğnenin yatay olarak yavaşça suya koyulduklarında neden batmadığını tartışınız.
7. Tamamen ıslandıklarında ataş ve iğnenin dibe çökme nedenini tartışınız.
8. Çalışma ortamını temizleyiniz ve rapor yazınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bu uygulamanın değerlendirilmesinde aşağıda verilen ölçütler kullanılacaktır.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			10
2.	Kristalizuarı su ile doldurur.			10
3.	Bir ataşı su üzerine yatay olarak yavaşça koyar.			5
4.	Ataşı koyarken ataşın tamamının ıslanmamasına dikkat eder.			5
5.	Ataşın su üzerinde yüzdüğünü gözlemler.			5
6.	Su üzerinde yüzen ataşa parmakla hafifçe bastırıp ataşın dibe batmasını sağlar.			10
7.	Aynı işlemi toplu iğne ile de tekrarlar.			5
8.	Ataş ve toplu iğnenin yatay olarak yavaşça suya bırakıldıklarında neden batmadığını açıklar.			20
9.	Ataş ve iğnenin tamamen ıslandıktan sonra suyun dibine batma nedenini açıklar.			20
10.	Çalışma ortamını temizledi ve raporunu yazdı.			10

4.3. SIVILARDA VİSKOZİTE

Günlük hayatta kullanılan sıvı yağ, makine yağı (Görsel 4.20), bal, pekmez, ketçap, meyve suları, saç jölesi gibi sıvıların diğer sıvılardan daha yavaş aktığı gözlemlenir. Halk arasında **sıvıların kalınlığı** olarak da ifade edilen **viskozite**, homojen yapılı sıvıların akmaya karşı gösterdikleri dirençtir. Diğer bir deyişle viskozite, uygulanan bir kuvvet karşısında maddenin akmaya karşı gösterdiği direncin derecesidir.

4.3.1. Viskozite

Akışkanların akmaya karşı gösterdikleri dirence **viskozite** denir. Aynı koşullarda viskozitesi küçük olan sıvılar, viskozitesi büyük olan sıvılara göre daha hızlı akar. Benzer veya eşit şartlarda yağ dolu bir kap, su dolu bir kaptan daha uzun sürede boşalır. Çok kolay şekil değiştirilebilen sıvılar az viskoz, zor şekil değiştirebilen sıvılar ise daha viskozdur.



Görsel 4.20: Makine yağı

Örneğin su, alkol gibi sıvılar ve gazlar çok kolay şekil değiştirebildiklerinden az viskoz; bal, sıvı yağlar, krema, reçel, jelâtin, şurup, meyve konserveleri, hamur gibi gıdalar ise farklı derecelerde viskozdur (Tablo 4.2).

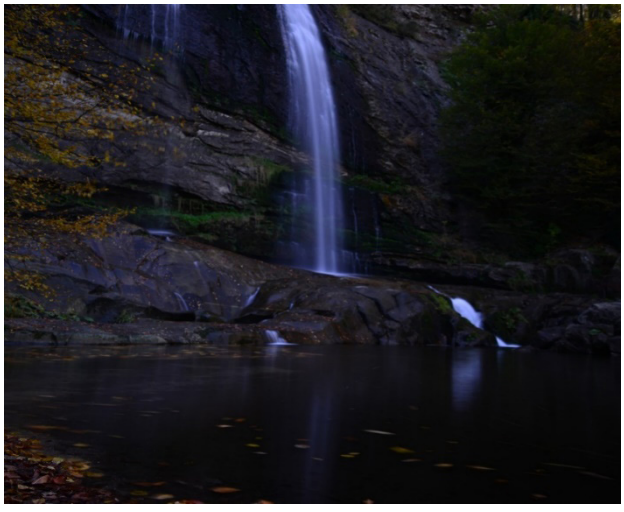
SON SÖZ: Viskozite arttıkça direnç de artar.

Tablo 4.2. Eczacılıkta Kullanılan Bazı Sıvıların Viskozitesi (Marriott, 1988)

SIVI	DİNAMİK VİSKOZİTE (mPa.s)/20 °C
Kloroform	0,58
Su	1,002
Etanol	1,20
Zeytinyağı	84,0
Hint yağı	986,0
Gliserin	1.490,0

4.3.1.1. Akıcılık ve Akışkan

Viskozitenin tersine **akıcılık** denir. Sıvılar ve gazlar gibi hareket edebilen (akabilen), bulunduğu kabı dolduran ya da onun şeklini alan, bir hat boyunca ilerleyebilen maddelere **akışkan** denir. Su, kolonya, ham petrol, akarsular sıvı hâldeki; hava, püskürtülen deodorant gaz hâldeki akışkandır (Görsel 4.21). Denizdeki balık, su akışkanının içerisinde yüzerken havadaki uçak hava akışkanının içerisinde hareketini sağlar.



Görsel 4.21: Şelale

Uyarı
Viskozitesi fazla olan sıvının akış hızı düşüktür.

Viskozite ile maddenin akmaya karşı gösterdiği direnç doğru orantılı, viskozite ile akışkanlık ters orantılıdır.

Viskozitesi yüksek=akışkanlığı az
Viskozitesi düşük=akışkanlığı çok



Görsel 4.22: Kayık



Görsel 4.23: Uçan balonlar

Denizdeki kayık su akışkanının içerisinde yüzer, uçan balonlar ise hava akışkanının içerisinde hareketini sağlar (Görsel 4.22, 4.23). Deniz suyunun viskozitesi, havanın viskozitesinden daha büyüktür.

Genellikle herhangi bir akış sırasında akışkanın tabakaları farklı hızlarda hareket eder. Akışkanın viskozitesi, uygulanan kuvvete karşı direnç gösteren tabakalar arasındaki kesme gerilimleri nedeniyle ortaya çıkar. Yüzey gerilimine hiç direnç göstermeyen yani viskozitesi "0" olan bir akışkan, **ideal akışkan** olarak adlandırılır. Doğada bulunmayan akışkanlardır. Mühendislik hesaplarını basitleştirmek için yapılan kabul sonucu ortaya konulmuşlardır. Sıvı helyum gibi moleküller ve birbirleri üzerinden sürtünmesiz olarak kayabilme özelliğine sahip, dar kanallardan viskozitesiz akabilen **süper akışkanlar** hariç tüm gerçek akışkanlar, yüzey gerilimine karşı direnç gösterir.

Viskozite η (eta) harfi ile akıcılık ise Ø ile gösterilir.

$$\text{Akıcılık} = \frac{1}{\text{Viskozite}}$$

Kısaca,

$\text{Ø} = \frac{1}{\eta}$ şeklinde ifade edilir.

4.3.2. Viskozitenin Birimleri

SI birim sisteminde viskozitenin birimi (Pas) pascal saniyedir.

Pas (pascal saniye) birimi, $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$ veya $N \cdot s \cdot m^{-2}$ ile eş değerdir.

CGS birim sistemindeki viskozite birimi poise ($g \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1}$)'dir.

1 poise (puvaz)= 0,1 Pas veya

1cP (santipuvaz)= 1 m Pas (mili Pas)'dir.

1 poise = 100 centipoise = $1 g/cm \cdot s$ = 0,1 Pas

Suyun viskozitesi 20 °C'de 1,0020 cP (yaklaşık 1 cP)'dir.

Sıcaklık 0 °C'den 100 °C'ye çıktığında, suyun viskozitesi 1,79 cP'den 0,28 cP'ye düşer.

Uyarı
Bir sıvı 1 cm^2 kesitindeki bir tüp içerisinde, 1 dyn basınç altında, 1 saniyede 1 cm ilerleyebiliyorsa viskozitesi 1 poise'dir. Poise'nin yüzde birine **santipoise** denir.

4.3.3. Viskoziteye Etki Eden Faktörler

Sıvıların viskozluğu, molekül yapıları ve moleküller arası etkileşmelerle yakından ilgilidir. Herhangi bir boru içinde akan bir sıvının akış hızı, akımı sağlayan yürütücü kuvvet ile akımı engellemeye çalışan direncin büyüklüğüne bağlıdır. Sıvının sıcaklığı, basınç, sıvının molekül kütlesi, moleküllerin geometrik şekli, moleküller arası çekim kuvveti ve kolloit sıvının bileşimi viskoziteyi etkiler.

4.3.3.1. Sıcaklık

Sıvıların viskozitesi artan sıcaklıkla azalır. Boşluk (Hole) Teorisi'ne göre bir sıvı içerisinde boşluklar bulunur ve moleküller sürekli olarak bu boşluklara hareket eder. Bu olay, akışa izin verir fakat bir molekülün bir boşluğa taşınması bir aktivasyon enerjisine ihtiyaç duyduğundan enerji gerektirir. Yüksek sıcaklıklarda, aktivasyon enerjisi daha kolay temin edilebildiğinden sıcaklık yükseldikçe sıvı daha kolay akar. Bir sıvının

akıcılığı da kimyasal reaksiyonlarda olduğu gibi sıcaklıkla üstel bir şekilde değiştiğinden viskozite ölçümlerinde sıcaklık kontrolüne önem verilir. Tablo 4.3'te belirtildiği gibi suyun sıcaklığı 0 °C'den 100 °C'ye çıktığında, suyun viskozitesi 1.79 cP'den 0.28 cP'ye düşer.

Tablo 4.3. Bazı Sıvı Gıdaların Viskozite Değerleri

ÖRNEK	SICAKLIK (°C)	VİSKOZİTE (CP)
Su	0	1,79
Su	50	0,56
Su	100	0,28
%20'lik şeker çözeltisi	20	1,92
%60'lık şeker çözeltisi	30	6,02
Süt	20	2,12
Süt	25	1,40

4.3.3.2. Basınç

Sıvı üzerine artan basınçla sıvının viskozitesi azalır çünkü basıncın arttırılması sıvı içerisindeki boşluk sayısını azaltır. Bunun sonucu olarak da moleküllerin hareketi zorlaşır.

4.3.3.3. Sıvının Molekül Kütlesi

Molekül kütlesi büyük olan sıvıların viskozitesi yüksektir. Kolloid sıvının konsantrasyonu arttıkça viskozitesi de artar. %20'lik şeker çözeltisinin viskozitesi 1,92 cP iken %60'lık şeker çözeltisinin viskozitesi 6,02 cP'ye yükselir (Tablo 4.3).

4.3.3.4. Moleküllerin Geometrik Şekli

Geometrik şekli gelişigüzel olan doğrusal moleküllü sıvıların viskozitesi yüksek, geometrik şekli küresel olan sıvıların viskozitesi düşüktür.

4.3.3.5. Moleküller Arası Çekim Kuvveti

Viskozite, moleküller arasındaki bağların göstergesidir. Büyük kütleli, doğrusal moleküllü sıvıların viskozluğu yüksektir. Moleküller arası çekim kuvvetleri güçlü ise moleküller bir arada tutunur ve moleküllerin hareketi sınırlı olur. Moleküllerin viskozitesi artar.

4.3.3.6. Kolloit Sıvının Bileşimi

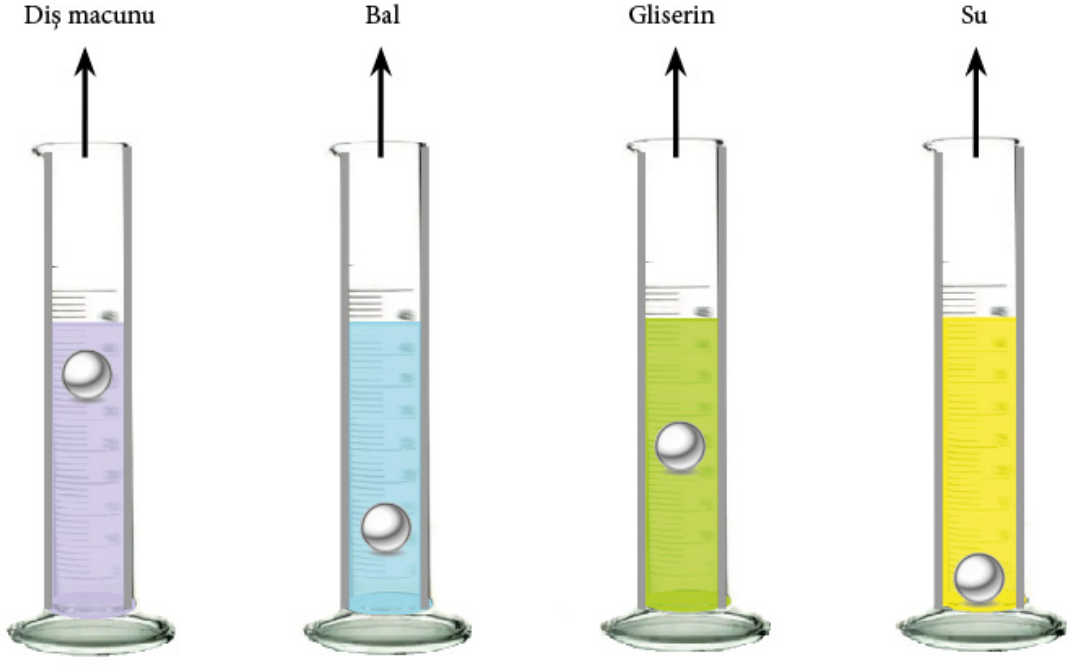
Yoğunluk ve protein, karbonhidrat vb. bileşen miktarı arttıkça viskozite de artar. Sıcaklık ve gaz miktarı arttıkça viskozite düşer.

4.3.4. Stokes (Stokes) Yasası

Viskozite katsayısı η olan bir sıvı içerisine, r yarıçaplı bir bilye bırakılırsa bilye sabit v limit hızıyla düşerken bilyeye zıt doğrultuda

$R = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot v \cdot r$ ile verilen sürtünme kuvveti etki eder. Bu ifade **Stokes Yasası** olarak bilinir.

Bir metal bilyenin sıvı içinde limit düşme hızı ölçülerek de viskozluk bulunabilir (Görsel 4.24). Sıvı içinde düşmekte olan bir metal küre, yer çekimi kuvveti ile buna ters yönde olan Stokes sürtünme kuvvetinin etkisi altındadır. Bu iki kuvvet eşitliğinde küre, limit hıza erişir ve sıvı içinde düzgün doğrusal bir hareketle aşağıya düşer.



Görsel 4.24: Metal bilyenin farklı sıvılardaki durumu

Şekilde görülen belli bir limit hıza ulaşma aralığı geçildikten sonra kürenin a ve b arasındaki z yüksekliğinden limit hızla düşme süresi olan t ölçülür.

$V = \frac{z}{t}$ eşitliğinden, limit hızı bulunur. Küreye etkiyen yer çekimi kuvveti yani kürenin sıvı içindeki ağırlığı ve Stokes kuvveti eşitlendiğinde viskozite için

$$\eta = \frac{2 \cdot r^2 \cdot g \cdot (\rho - \rho')}{9 \cdot v} = \frac{2 \cdot r^2 \cdot g \cdot (\rho - \rho') \cdot t}{9 \cdot h}$$ bağıntısı elde edilir.

1. Örnek

20 °C sıcaklıkta yoğunluğu 3,051 g/mL olan $9{,}16 \cdot 10^{-4}$ cm yarıçaplı bir küre, su içinde 50 cm yükseklikten limit hızla 1.614,8 saniyede düşüyor. Suyun yoğunluğu 0,9982 g/mL olduğuna göre suyun viskozitesini hesaplayınız.

Çözüm

h = 50 cm
r = $9{,}16 \cdot 10^{-4}$ cm
d_{su} = 0,9982 g/mL
t = 1.614,8 s
dk = 3,051 g/mL

$$\eta = \frac{2 \cdot r^2 \cdot g \cdot (\rho - \rho') \cdot t}{9 \cdot h}$$

$$\eta = \frac{2 \cdot (9{,}16 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 981 \cdot (3{,}051 - 0{,}9982) \cdot 1.614{,}8}{9 \cdot 50}$$

$\eta = 1.996.10^{-2}$ poise olarak bulunur.

4.3.5. Kapiler Akma Yöntemi

Hacmi V olan bir akışkan, iç yarıçapı r ve uzunluğu l olan bir kılcal borudan t süresinde aktığında, akımın hacimsel hızı Hagen-Poiseuille (Hegın Pouseow) Denklemi ile verilmiştir.

Birim zamanda akan sıvının hacmi yani hacimsel hızı, borunun yarıçapının dördüncü kuvveti ve borunun iki ucu arasındaki Δp basınç farkı ile doğru orantılıdır. Dinamik viskozite ve boru uzunluğu ile ters orantılıdır. Kılcal boru yere dik tutulduğunda iki ucu arasındaki basınç farkı, yüksekliği h ve yoğunluğu ρ olan sıvının basıncına eşittir. Viskozite çekilirse viskozimetre için bütün sabitler k sabiti içinde toplanır ve aynı viskozimetre kullanıldığında iki ayrı sıvı için ayrı ayrı yazılıp oranlanırsa

$$\eta'_2 = \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\rho_2 \cdot t_2}{\rho_1 \cdot t_1}$$ eşitliği elde edilir.

Burada, η_2 ikinci sıvının birinci sıvıya göre bağıl viskozitesini gösterir. Çoğu kez birinci sıvı su alındığında bütün sıvıların suya göre bağıl viskoziteleri verilir. Suyun mutlak viskozitesi η_1 ve diğer sıvının suya göre bağıl viskozitesi η_2 bilindiğinde aynı sıvının mutlak viskozitesi eşitliğinden hesaplanır.

$\eta_2 = \eta'_2 \cdot \eta_1$

En çok kullanılan kılcal viskozimetre Ostwald (Auswolt) viskozimetresidir.

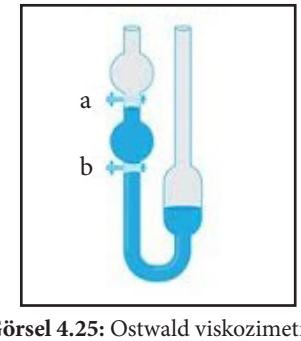
4.3.5.1. Ostwald Viskozimetresi

Aynı zamanda bir viskozimetre olarak da bilinen **Ostwald viskozimetresi**, bir tür akış koşulunda sıvı viskozitesini ölçmek için kullanılan bir cihazdır. Bu sıvı viskozitesi, sıvının akışa direncini gösterir. Sıvının sürtünmesi genellikle iç sürtünme veya kalınlık olarak adlandırılır.

Ostwald viskozimetresi, U borulu viskozimetre veya kılcal viskozimetre olarak da bilinir. Cihaz (Görsel 4.25), sıvının viskozitesini ölçmek için U şeklindeki bir borudan test sıvısının doğrudan veya ters akışını kullanır. Ostwald viskozimetre ölçümü, sıvının belirli bir çaptaki borudan belirli bir mesafeye akması için gereken süreye dikkat edilerek yapılır.

Bir Ostwald viskozimetresinin her iki tarafı, farklı boyuttaki borulardan oluşur. Daha küçük borulara sahip taraf kılcal olarak adlandırılır. Doğrudan akışlı bir viskozimetre için kılcal tarafın tepesine doğru bir ampul yerleştirilir. Daha geniş çaplı tarafa , tabana doğru biraz daha büyük bir ampul yerleştirilir.

Tüp üzerine, bilinen bir mesafeden küçük ampulün üzerine ve altına olacak şekilde iki işaret yerleştirilir. Ters akışlı viskozimetreler için daha geniş taraftaki ampul, kılcal taraftaki ampulün üzerinde bulunur. Emme, akış hızını veya Ostwald ölçümünü bulmak için dar borular yukarıya doğru yükselene kadar sıvının çekmesi için kullanılır. Daha sonra sıvı serbest bırakılır ve sıvının iki nokta arasından geçmesi için gereken süre belirlenir.



Görsel 4.25: Ostwald viskozimetresi

4.3.6. Viskozite Ölçümü ve Hesaplamalar

Günümüzde homojen sıvıların viskozitesini ölçmek amacıyla çeşitli teknikler ve farklı araçlar geliştirilmiştir. Sıvıların viskozite ölçüm sıcaklığı 25 °C'dir. En çok kullanılan viskozite ölçme yöntemi, sıvının dikey tüpten geçiş hızı ölçümüdür. Belli miktarda sıvının tüpten geçiş süresi viskozitenin göstergesidir. Durağan bir akışkandan (sıvıdan) geçen yuvarlak bir cismin ivmesi de akışkanın viskozitesini verir.

Viskozite ölçümü öncesi ve sırasında dikkat edilecek noktalar şunlardır:

- Tüp, bilyeler, lastik contalar ve bilye tutucuları iyice yıkanmış ve kuru olmalıdır.
- Viskozite tüpü doldurulmadan önce ölçülecek sıvı ile yıkanmış olmalıdır.
- Tüpün alt ucu, bilye tutucusu ve lastik conta ile kapatılmalıdır.
- Düşük viskoziteli sıvılar, tüpe konmadan önce filtre kâğıdı yerleştirilmiş bir huniden süzülerek tüpe doldurulmalıdır. Yüksek viskoziteli sıvıların süzülmesine gerek yoktur.
- Düşük viskoziteli sıvıların ölçülmesi işleminde conta önceden bu sıvı ile ıslatılmalıdır. Aksi hâlde sıvı içinde küçük hava kabarcıkları görülür.
- Her tayinden önce örnek iyice karıştırılmalı ve homojen duruma getirilmelidir.
- Tüp, üst kısımdan yaklaşık 2-2,5 cm boşluk kalacak şekilde viskozitesi ölçülen sıvı ile doldurulmalıdır.

İşlem Basamakları

- Viskozite tüpüne, aralarında 30 cm uzaklık bulunan iki çizgi çizilir. Üst çizginin üzerine 2 cm'lik üçüncü bir çizgi daha çizilir (orta çizgi).
- Yıkanmış, kurutulmuş ve ölçülecek sıvı ile yıkanmış viskozite tüpünün alt ucu bilye tutucusu ve lastik conta ile kapatılır.
- Viskozite tüpü, huni kullanılarak ağzından 2-2,5 cm boşluk kalacak şekilde doldurulur.
- Bilye, tüpün içine yavaşça bırakılır. Bilyeye yapışan hava kabarcıkları, bir baget ile (cam çubuk) vurularak bilyeden uzaklaştırılmalıdır.
- Mıknatıs kullanılarak bilye, tüpün en üstündeki çizgiye çıkarılır. Kronometre 0:00:00.00'a getirilerek hazırlanır.
- Göz seviyesi ortadaki çizgi hizasına getirilir ve mıknatıs geri çekilir.
- Düşmekte olan bilye orta çizgiye geldiği anda kronometre çalıştırılır.
- Göz seviyesi en alttaki çizgiye getirilerek aşağıya inen bilye alt çizgiye ulaştığında kronometre durdurulur.
- Kronometreye bakılarak düşüş süresi, veri tablosuna kaydedilir.
- Deney aynı sıvı ile en az üç kez daha tekrarlanır ve sonuçların ortalaması alınır.
- Aynı deney saf su ile tekrarlanır ve hesaplamaya geçilir.

$$\text{Göreli viskozite} = \frac{\text{Bilyenin örnekteki ortalama düşüş süresi (s)}}{\text{Bilyenin sudaki ortalama düşüş süresi (s)}}$$

$$\text{Bilyenin ortalama düşüş süresi} = \frac{\text{Denemelerin toplam süresi (s)}}{\text{Deneme sayısı (s)}}$$

1. Örnek

Göreli viskozite ölçülürken 50 cm boyundaki boruya saf su konularak yukarıdan aşağıya doğru bir bilye bırakılmıştır. Beş denemede bilyenin aşağıya varış süreleri 0,034-0,035-0,036-0,031 ve 0,033 s olarak ölçülmüştür. Boruya ketçap konduğunda düşme süreleri 0,054-0,055-0,056-0,052 ve 0,053 s'dir. Ketçabın göreli viskozitesini bulunuz.

Çözüm

$$\text{Bilyenin saf suda ortalama düşüş süresi} = \frac{0{,}034 + 0{,}035 + 0{,}036 + 0{,}031 + 0{,}033}{5}$$

Bilyenin saf suda ortalama düşüş süresi = 0,034 s

$$\text{Bilyenin saf ketçapta ortalama düşüş süresi} = \frac{0{,}054 + 0{,}055 + 0{,}056 + 0{,}052 + 0{,}053}{5}$$

Bilyenin saf ketçapta ortalama düşüş süresi = 0,054 s

$$\text{Göreli viskozite} = \frac{0{,}054}{0{,}034} = 1{,}59$$

Bu sonuca göre ketçap suya oranla 1,59 kat daha viskozdur.

2. Örnek

Göreli viskozite ölçülürken 40 cm boyundaki boruya saf su konularak yukarıdan aşağıya doğru bir bilye bırakılmıştır. Beş denemede bilyenin aşağıya varış süreleri 0,025-0,026-0,027-0,028 ve 0,024 s olarak ölçülmüştür. Boruya bal konduğunda düşme süreleri 0,051-0,052-0,053-0,054 ve 0,055 s'dir. Balın göreli viskozitesini bulunuz.

Çözüm

$$\text{Bilyenin saf suda ortalama düşüş süresi} = \frac{0{,}024 + 0{,}025 + 0{,}026 + 0{,}027 + 0{,}028}{5}$$

Bilyenin saf suda ortalama düşüş süresi = 0,026 s

$$\text{Bilyenin saf ketçapta ortalama düşüş süresi} = \frac{0{,}051 + 0{,}052 + 0{,}053 + 0{,}054 + 0{,}055}{5}$$

Bilyenin saf balda ortalama düşüş süresi = 0,053 s

$$\text{Göreli viskozite} = \frac{0{,}053}{0{,}026} = 2{,}03$$

Bu sonuca göre bal suya oranla 2,07 kat daha viskozdur.

3. UYGULAMA

SIVILARIN VİSKOZİTESİNİ ÖLÇME

SÜRE
2 Ders Saati

Kullanılacak Araç Gereç: Ostwald viskozimetresi, puar, beher, piset, kronometre, su, etil alkol.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Saf suyu piset yardımıyla viskozimetrenin üst çizgisine kadar doldurunuz.
3. Viskozimetrenin üst çizgisindeki su seviyesi alt çizgiye gelene kadar kronometre tutunuz ve süreyi kaydediniz.
4. Aynı işlemi etil alkol için de tekrar ediniz.
5. Etil alkol ve suyun yoğunluklarından yararlanarak etil alkolün viskozimetresini hesaplayınız.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz ve rapor yazınız.

Yaptığınız çalışmalarla ilgili uygulama raporunuzu hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bu uygulamanın değerlendirilmesinde aşağıda verilen ölçütler kullanılacaktır.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR	PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyar.			10
2.	Saf suyu piset yardımıyla viskozimetrenin üst çizgisine kadar doldurur.			15
3.	Viskozimetrenin üst çizgisindeki su seviyesi alt çizgiye gelene kadar kronometre tutarak süreyi kaydeder.			20
4.	Aynı işlemi etil alkol için de tekrar eder.			20
5.	Etil alkol ve suyun yoğunluklarından yararlanarak etil alkolün viskozitesini hesaplar.			20
6.	Çalışma ortamını temizledi ve raporunu yazar.			15

KAYNAKÇA

Aroeira, R. I., & Castanho, M. A. (2020). Pharmaceutical Innovations: The Grand Challenges Ahead. Frontiers in Medical Technology, 1, 3.

Anadolu Üniversitesi Yayınları, Hijyen ve Sanitasyon

Ateş, A., & Vatansever, B. K. (2018). Ar-Ge kuruluşunda kimyasal maddelerin sınıflandırılması, etiketlenmesi, ambalajlanması, depolanması, taşınması ve oluşan kimyasal atıkların bertarafı. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2), 159-173.

Bakanlığı, Ç. V. S. G., & Genel, İ. S. V. G. Üniversitelerin Kimya Laboratuvarlarında Çalışanların İSG Risklerinin Tespiti ve Kimyasal Maruziyetinin Çözüm Önerileri

ERSOY, S., & KAYA, E. Ç. (2019). Bir Kamu Üniversitesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarları Risk Analiz Uygulaması. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 8(4), 411-423.

Galip, U. S. T. A., Küçük, U., & Torpuş, K. (2017). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin İlkyardım Bilgi Düzeyleri ve Tutumlarının Belirlenmesi. Hastane Öncesi Dergisi, 2(2), 67-77.

Katü Müh. Fak. Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü Laboratuvarı Föyü.

Mehmet Coşkun, Kadir Demirelli, Zülfiye İlter, Aslışah Açıkses. (2015). T.C. Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Fizikokimya Laboratuvarı Deneyleri, Elazığ.

Metin Gürü, Ayla Altınten, Birce Karaman, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü Kimya Mühendisliği Laboratuvarı I 1A. Viskozite Ölçümleri.

Nail Yaşyerli, Derya Öncel Özgür, Mert Yekta Doğan, Sıvıların Yüzey Gerilimi Tayini, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü KM392 Kimya Mühendisliği Laboratuvarı I 1B.

Nayir, T., Uskun, E., Türkoğlu, H., Ertan, U. Z. U. N., Öztürk, M., & KİŞİOĞLU, N. (2011). Isparta İl Merkezinde Görevli Öğretmenlerin İlkyardım Bilgi Düzeyleri ve Tutumları. SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 18(4), 123-127.

Oğur, R., Babayiğit, M. A., Yaren, H., Göçgeldi, E., Tekbaş, Ö. F., & Hasde, M. E. T. İ. N. (2005). Sağlık Teknisyeni Öğrencilerinin Ayak Hijyeni Konusundaki Bilgi, Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi. Genel Tıp Dergisi, 15(1), 19-25.

Sempozyumu, Çevre ve Orman Bakanlığı TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, Tehlikeli Kimyasalların Yönetimi (2009). Güvenlik Bilgi Formları ve Etiketlemenin Önemi. Ankara.

Şahinbey Araştırma ve Uygulama Hastanesi, Laboratuvar Güvenlik Rehberi, 2013, Gaziantep Üniversitesi.

Şimşek, Ç., Piyal, B., Tüzün, H., Çakmak, D., Turan, H., & Seyrek, V. (2010). Ankara İl Merkezindeki Bazı Lise Öğrencilerinde Kişisel Hijyen Davranışları. TAF Preventive Medicine Bulletin, 9(5), 433-440.

Tıbbi Laboratuvarlar Yönetmeliği (2011). Resmî Gazete. Sayı, 1998, 28036: 15.

Türkal Gün, Z. (2019). Çalışan Adölesanların Kişisel Hijyen Bilgi ve Davranışları (Master's Thesis, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı, Gençlerde Hijyen ve Cilt Sağlığı Öğrenci Kitabı.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Laboratuvar Hizmetleri Alanı, Laboratuvar Güvenliği ve Analizlere Hazırlık Kitabı.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Gıda Teknolojisi Yoğunluk ve Kıvam Ölçümü Modülü. Ankara, 2016.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Kimya Teknolojisi Yoğunluk ve Viskozite. Ankara, 2011.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Laboratuvar Hizmetleri Katı ve Sıvılarda Ölçüm. Ankara, 2015.

Uzunçakmak T., Ergenlerde Öz Bakım Eğitiminin Öz Bakım Gücüne Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri 2012, 56.

Türkçe Sözlük. (2011). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Türk Dil Kurumu Yazım Kılavuzu. (2019). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Kaynakça atıf sistemi, APA 6.0 yazım kuralları ve kaynak gösterme biçimine göre düzenlenmiştir.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

YÜZEY GERİLİMİ (balikesir.edu.tr).

GENEL KİMYA (istanbul.edu.tr).

https://www.gtu.edu.tr/Files/kimyaBolumu/documents/LabGuvenlik.pdf (Erişim tarihi: 21.02.2021 Saat: 00.06).

https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/Labaratuvar_Guvenigi_El_Kitabi.pdf (Erişim tarihi: 20.02.2021 Saat: 18.12).

https://w3.bilkent.edu.tr/www/saglik-merkezi/genclik-danisma-birimi/saglikli-yasam-onerileri/hijyen-nedir-ne-onemi-vardir/(Erişim tarihi: 08.02.2021 Saat: 13.10).
https://nedir.ileilgili.org/laboratuvar (Erişim tarihi: 17.06.2021 Saat: 22.04).
https://hastane.etu.edu.tr/bulletin/669-el-hijyeni-ve-sagligimiz (Erişim tarihi: 09.02.2021 Saat: 10.32).
http://derincekizaihl.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/41/07/762930/dosyalar/2017_10/11134128_saglikvehijyen.pdf (Erişim tarihi: 09.02.2021 Saat: 16.15).
http://gorgululerortaokulu.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/45/18/760312/dosyalar/2017_09/26232308_SaYlYk_Panosu.pdf (Erişim tarihi: 10.02.2021 Saat: 14.56).
https://hijyensagliktir.weebly.com/el-t305rnak-kulak--yuumlz-temizli287i.html (Erişim tarihi: 10.02.2021 Saat: 16.43).
https://slideplayer.biz.tr/slide/9454822/ (Erişim tarihi: 11.02.2021 Saat: 15.01).
https://labakademi.com/genel-laboratuvar-guvenlik-kurallari/ (Erişim tarihi: 11.02.2021 Saat: 19.12).
https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/oem_5968a.pdf (Erişim tarihi: 12.02.2021 Saat: 10.00).
https://www.ailevecalisma.gov.tr/medias/3855/brosur02.pdf (Erişim tarihi: 12.02.2021 Saat: 13.15).
https://labakademi.com/laboratuvar-havalandirma-sistemleri/ (Erişim tarihi: 14.02.2021 Saat: 14.59).
https://pre.toros.edu.tr/dosya/199/dokuman/2016-11-02-TL-17--ceker-Ocak-Kullanim-Talimati.pdf (Erişim tarihi: 15.02.2021 Saat: 17.26).
https://www.nobelyayin.com/kitap_bilgileri/dosyalar/gida_blm_175646.pdf (Erişim tarihi: 14.02.2021 Saat: 09.26).
https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/06/20050623-5.htm (Erişim tarihi: 14.02.2021 Saat: 19.23).
https://www.dorutek.com.tr/ceker-ocak/ (Erişim tarihi: 15.02.2021 Saat: 07.13).
https://www.hastane.ogu.edu.tr/tr/article/download/p1chimetnb17j37k311pfu2hq6q9.pdf?file=PL.RH.02%20PATOLOJ%C4%B0%20LABORATUARI%20G%C3%9CVENL%C4%B0K%20REHBER%C4%B0.pdf (Erişim tarihi: 19.02.2021-16.03).
http://kimya.ege.edu.tr/files/kimya/icerik/laboratuvar1.pdf (Erişim tarihi: 19.02.2021 Saat: 18.53).
http://depo.osmaniye.edu.tr/dosyalar/kmb/Dosyalar/Laboratuvar_G%C3%BCvenli%C4%9Fi.pdf (Erişim tarihi: 19.02.2021-20.23).
https://www.eokultv.com/guvenlik-uyari-isaretleri/9070 (Erişim tarihi: 20.02.2021 Saat: 10.16).
http://acikerisim.gedik.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/74/10119228.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Erişim tarihi: 19.02.2021 Saat: 21.46).
https://docplayer.biz.tr/105783103-Laboratuvar-guvenligi-ve-acil-durum-prosedurleri.html (Erişim tarihi: 20.02.2021 Saat: 21.33).
http://www.hisam.hacettepe.edu.tr/isg6/HulyaYavuzErsan.pdf (Erişim tarihi: 22.02.2021 Saat: 22.22).
https://personel.omu.edu.tr/docs/ders_dokumanlari/8981_62799_2932.pdf (Erişim tarihi: 22.02.2021 Saat: 21.10).
https://drabdullahinan.com/tehlikeli-kimyasal-maddelerle-calismalarda-alinmasi-gereken-onlemler-aralik2018/ (Erişim tarihi: 22.02.2021 Saat: 22.52).
https://nedenisguvenligi.com/kimyasal-maddelerle-calismalarda-guvenlik/ (Erişim tarihi: 22.02.2021 Saat: 22.54).
https://groups.google.com/g/kimyaendustri/c/THMkuoJPDu0 (Erişim tarihi: 22.02.2021 Saat: 22.56).
https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/624436ecdaaa35c_ek.pdf (Erişim tarihi: 24.02.2021 Saat: 13.32).
https://labakademi.com/kimyasallarin-kullanimi-ve-depolanmasi/ (Erişim tarihi: 25.02.2021 Saat: 11.06).
http://e-kutuphane.teb.org.tr/pdf/tebakademi/ilkyardim/8.pdf (Erişim tarihi: 27.02.2021 Saat: 10.25).
https://alonot.com/wp-content/uploads/2019/06/Ata-A%C3%B6f-%C3%9Cnite-7-3-.pdf (Erişim tarihi: 27.02.2021 Saat: 13.21).
http://gelisim.org/makaleler/78.htm (Erişim tarihi: 27.02.2021 Saat: 16.52).
https://www.sagligim.gov.tr/ilkyard%C4%B1m/162-yan%C4%B1k,-donma-ve-s%C4%B1cak-%E7arpmas%C4%B1nda-ilkyard%C4%B1m/783-yan%C4%B1kta-ilk-yard%C4%B1m.html (Erişim tarihi: 27.02.21 Saat: 21:38).
https://muhendislik.ebyu.edu.tr/wp-content/uploads/2018/09/LABORATUVAR-G%C3%9CVENL%C4%B0K-KILAVUZU-1.pdf (Erişim tarihi: 28.02.2021 Saat: 19.17).
https://www.cevrehastanesi.com.tr/upload/dosya/biyrhb02-laboratuvar-guvenlik-rehberi-rev01-kltpdf_20181010122242.pdf (Erişim tarihi: 29.02.2021 Saat: 09.56).
http://www.bingol.edu.tr/documents/file/%C4%B0SG/%C4%B0lk%20yard%C4%B1m/YANIKLARDA%20%C4%B0LK%20YARDIM.pdf (Erişim tarihi: 29.02.2021 Saat: 11.14).
https://calismaortami.fisek.org.tr/icerik/laboratuvar-calismalarinin-tehlikeleri-ve-riskleri/ (Erişim tarihi: 21.06.2021 Saat: 10.49).

GÖRSEL AĞ KAYNAKÇASI

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2563